



Vlaanderen
is wetenschap

Ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen voor natuurgebieden in Vlaanderen

In het kader van PAS

Piet De Becker

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Piet De Becker

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Geert De Blust, Willy Huybrechts, Paul De Smedt en Katia Nagels

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel

www.inbo.be

e-mail:

piet.debecker@inbo.be

Wijze van citeren:

De Becker P.(2020). Ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen voor natuurgebieden in Vlaanderen in het kader van PAS. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (12). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.17256788

D/2020/3241/157

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (12)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

**ECOHYDROLOGISCHE GEBIEDSBESCHRIJVINGEN
VOOR NATUURGEBIEDEN IN VLAANDEREN**

In het kader van de PAS

Piet De Becker

doi.org/10.21436/inbor.17256788

Dankwoord/Voorwoord

Het samenstellen van dit rapport is maar kunnen gebeuren dank zij de inspanningen die de voorbije dertig jaar door vele tientallen mensen geleverd werden bij het verzamelen van gegevens (zowel peilgegevens als chemische gegevens, vegetatiegegevens, boorbeschrijvingen, veenkartheringen, topografische opmetingen en historische gegevens).

Dat werk mee uitgevoerd door studenten in het kader van eindwerken begeleid vanuit het IN/INBO aan de KULeuven, UAntwerpen, UGent, VUBrussel, maar ook door bos-/natuurwachters van het ANB, conservators of andere terreinwedewerkers van terreinbeherende verenigingen (Natuurpunt beheer, Limburgs Landschap, Durme, Vrienden van Heverleebos & Meerdaalwoud, ...). Het gaat om meer dan honderd mensen. Zonder de grotendeels vrijwillige inzet van al deze mensen stonden we nu met ecohydrologische kennis in Vlaanderen nog nergens.

In het bijzonder bedankt worden:

- Mathias Wackenier voor het verwerken en van de peilgegevens en resultaten van chemische analyses in de WATINA databank
- Jan Wouters voor het "en masse" voorbereiden van de geologische doorsneden vanuit Databank Ondergrond Vlaanderen
- Willy Huybrechts, Katia Nagels en Paul De Smedt voor het grondig nalezen en commentariëren van grote tekstgedeelten



Samenvatting

De voorbije decennia werden in Vlaanderen, verder bouwend op uitgebreid pionierswerk dat sinds de zeventiger/tachtiger jaren van de vorige eeuw voornamelijk in Nederland plaatsvond, tal van ecologische en hydrologische gebiedsstudies uitgevoerd. Dat is intussen voor vele tientallen grotere en kleinere natuurgebieden in Vlaanderen gebeurd door tal van onderzoeksinstellingen, studie- en adviesbureaus. Hoog tijd om het resultaat van die studies samen te vatten in een reeks van ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen die inspirerend kunnen werken voor gebiedsbeheerders en beleidsmakers die geconfronteerd worden met inrichtings- en beheervragen, het kiezen en/of het halen van (Europese) instandhoudingsdoelstellingen of het remediëren van negatieve externe invloeden in één of meerdere natuurgebieden. Er is ruim voldoende informatie beschikbaar om voor ca. 80 % van alle Vlaamse natuurgebieden een gedetailleerde ecohydrologische gebiedsbeschrijving op te stellen. Dat is in dit rapport niet gebeurt omwille van het beschikbare tijdsbudget. Er is gekozen om een beperkte selectie van een zeventigtal grondwaterafhankelijke natuurreservaten (beheerd zowel door de overheid als door terrein beherende organisaties) beknopt uit te werken, gespreid over de zeven verschillende ecohydrologische typesystemen. Dat zijn met name de polders, alluviale valleien met duidelijke kwel, alluviale valleien met weinig kwel, kempische beekdalen, brongebieden, infiltratiegebieden en ten slotte de ecohydrologisch wat afwijkende gebieden, de zgn. speciallekes. Duinen en het Schelde-estuarium (incl. zoetwatergetijdegebieden) worden in dit rapport niet behandeld.

Bij het maken van ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen is multidisciplinaire informatieverwerking/-interpretatie de regel. Daarbij wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van abiotische informatie. Dat is met name de detailtopografie en de hydrografie, de tertiaire en quataire geologie en de Belgische bodemkaart. Belangrijker nog zijn de grond- en oppervlaktewaterpeilmetingen en chemische analyses die in de loop van de voorbije decennia in de honderden Vlaamse natuurgebieden verzameld werden in de INBO waterdatabank WATINA (<https://watina.inbo.be>). Al deze gegevens gecombineerd met de resultaten van diverse studies die in de loop van de voorbije decennia omwille van diverse redenen werden uitgevoerd in diezelfde gebieden, maken op cijfers gebaseerde ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen mogelijk vertrekkende van de geohydrologie over grondwaterdynamiek en chemische samenstelling tot en met de vegetatiezonering.

Omdat dit kennisoverzicht gecompileerd werd met het oog op de Programma Aanpak Stikstof (PAS) staan op het einde van elke ecohydrologische gebiedsbeschrijving expliciet en kort de gebied specifieke PAS relevante knelpunten opgelijst.



Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

Voldoende grond- en oppervlaktewater van een goede kwaliteit is van levensbelang voor het overleven van nagenoeg alle natuurgebieden in Vlaanderen. In maar liefst meer dan 90% van de natuurgebieden in Vlaanderen komen vegetatietypen of Europese habitats voor die voor hun voortbestaan en goede ontwikkeling afhankelijk zijn van grondwater. In of aan de rand van vochtige gebieden zijn er immers gradiëntrijke standplaatsen te vinden en is de biodiversiteit bijgevolg het grootst. Het zijn ook die gebieden waar decennialang geprobeerd is om ze droger en beter bewerkbaar te maken met het oog op landbouw, industrie of urbanisatie. Dat heeft erg verstrekkende negatieve gevolgen gehad, niet alleen voor de biodiversiteit maar ook voor waterschaarste en schade door overstromingen.

Om al deze functies te kunnen waarmaken is een grondige kennis van het ecohydrologische systeem van die natuurgebieden noodzakelijk. Voor een groot deel van de natuurgebieden in Vlaanderen is dat ecohydrologische functioneren van het plaatselijke ecosysteem grotendeels bekend en in dit rapport weergegeven. Daaruit komen een hele reeks knelpunten naar voor die gemeenschappelijk zijn voor een groot aantal van de grondwaterafhankelijke natuurgebieden in Vlaanderen.

Waterreserves

Natte natuurgebieden kunnen en mogen niet beschouwd worden als een gebruiker van water. Ze zijn wel leverancier van water. Natte natuurgebieden kunnen en mogen niet beschouwd worden als de voorkeurlocaties waar je overstromingsproblemen kan oplossen. Ze kunnen wel en onder bepaalde voorwaarden mee ingeschakeld worden bij het oplossen van problemen met wateroverlast als gevolg van de uit de hand gelopen evolutie van toename van de verharde en voor water ondoordringbare verharde oppervlakte. Natte natuurgebieden kunnen mee ingeschakeld worden in mitigerende maatregelen voor de klimaatsopwarming, met name bij de opslag van CO₂ in veen.

Sinds een paar decennia zijn de wiskundige technieken toereikend genoeg om met een ecohydrologisch bruikbare nauwkeurigheid grondwatermodellen, waarmee onder meer infiltratiegebieden kunnen worden afgebakend te kunnen inzetten. *Kennis van de juiste ligging van het infiltratiegebied van waterafhankelijke natuurgebieden in Vlaanderen is van belang om gericht op zoek te kunnen gaan naar de limieten van grondwateronttrekking en bronnen van vervuiling (incl. eutrofiëring)*

Herstel van hogere waterpeilen

Vandaag is verdroging een brandend actueel thema. Er worden allerlei maatregelen getroffen om waterverbruik te beperken in tijden van schaarste. Dat is anticiperen op alarmsignalen. Dat is een correcte en nuttige stap om acuut slinkende drinkwater- of productiewatervoorraden te beheren, maar voor het overleven van waterafhankelijke natuurgebieden betekend deze stap bijna per definitie dat het al te laat is, dat er schade optreedt. Natuurgebieden mogen daarom niet zomaar in eenzelfde rijtje geplaatst worden met drinkwaterproductie, of voldoende water voor landbouwproductie, industriële behoeften of watergebonden recreatie. Ecohydrologisch goed functionerende natuurgebieden moeten bekeken worden als gezonde voorraden en leverancier van grondwater. In de tweede helft van de vorige eeuw werden die watervoorraden in natuurgebieden zodanig sterk aangesproken (door drainage, wegpompen en snel afvoeren) dat niet alleen de biodiversiteit maar ook de complete watervoorraad uitgeput raakt, waardoor menselijke gezondheid en economische productie in het gedrang komt. Tot voor een paar decennia kon je in Vlaanderen geen enkel natuurgebied meer vinden waar er geen sprake was van verdroging. De voorbije decennia werd, een beetje aarzelend

maar toch, in tal van natuurgebieden aan hydrologisch herstel gedaan. Drainagegrachten werden opnieuw gedempt, rivierpeilen verhoogd, grote grondwaterwinnings met pompkegels in natuurgebieden werden ter discussie gesteld en misschien niet gesloten, maar de onttrekking werd in overeenstemming gebracht met wat natuurgebieden aankunnen. Proactief ingrijpen waarbij in natuurgebieden aan ecohydrologisch herstel gedaan wordt levert resultaten op. In die gebieden waar de voorbije jaren aan systematisch hydrologisch herstel gedaan werd, sommige delen van de vallei van de Zwarte Beek in Koersel (Limburg) of de vallei van de Dijle stroomopwaarts Leuven (Vlaams-Brabant), blijken er veel minder problemen op te treden bij acuut droge perioden zoals de historisch droge zomer van 2018.

Een waterafhankelijk natuurgebied is, voor het ecohydrologisch gezond functioneren, in een groot aantal gevallen afhankelijk van toestromend grondwater uit een regio (het zgn. infiltratiegebied) die soms grotendeels buiten de perimeter van het natuurgebied zelf ligt.

Kennis van het infiltratiegebied is cruciaal om aan ecohydrologisch herstel te kunnen doen.

In beeld brengen van drainagestructuren en afbouwen en verondiepen ervan levert structurele vernatting op.

Natuurgebieden kunnen ingeschakeld worden bij het oplossen van toenemende overstromingsproblematiek. Spreiden van de overstromingen over een zo groot mogelijke oppervlakte (ook buiten natuurgebied), een voldoende goede kwaliteit van het overstromingswater en het maximaal beperken van de sedimentvrachten zijn cruciale factoren.

In tal van natuurgebieden in Vlaanderen zitten nog grote hoeveelheden veen opgeslagen. Op de meeste plaatsen wordt dat nog steeds gedraineerd waardoor het afbreekt en de CO₂ vrijkomt (en zo bijdraagt aan de klimaatproblematiek). Ecohydrologisch geïnspireerde vernatting en veenherstel levert drie voordelen tegelijkertijd: herstel van biodiversiteit, opnieuw opbouwen van waterreserves en het duurzaam vastleggen van CO₂

Verbeteren van waterkwaliteit

Het succes van ecohydrologisch herstel hangt in zeer belangrijke mate af van een goede waterkwaliteit. De voorbije jaren is de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater in de meeste natuurgebieden verbeterd. Daar zijn de langdurige inspanningen van het aanleggen van rioleringen en waterzuiveringsinfrastructuur niet vreemd aan evenals de opeenvolgende mestactieplannen (MAP). Een aantal uitzonderingen niet te na gesproken zijn de extreme stikstofbelastingen als gevolg van lekkende rioleringen en overbesteding of lozen van zwaar vervuurd afvalwater sterk vermindert. Toch blijven er in de zandige streken (met name in de Kempen en zandig Vlaanderen) nog te hoge sulfaatvrachten te constateren. Die zorgen mee voor interne eutrofiering van de waterafhankelijke natuurgebieden. Het inzetten van wiskundige grondwatermodellering kan helpen om de resterende problemen met eutrofiëring geografisch te situeren

Ecohydrologische normering

Er is nood aan ecohydrologische normering. Voor ecologische grondwaterkwaliteit, zeker met betrekking tot eutrofiëring, bestaan er eenvoudigweg geen normen. Er wordt doorgaans gegrepen naar de VLAREM-normering die echter gestoeld is op (menselijke) toxicologische drempels. Die zijn echter en met name voor stikstof, volstrekt ontoereikend voor een goed ecohydrologisch functioneren van natuurgebieden.



English abstract

In the past decades, ecohydrological research efforts in Flanders peaked, making use of the elaborate pioneering work developed in the seventies/eighties of the previous century mainly in The Netherlands. Numerous studies were carried out by research institutes (amongst which INBO) and engineering offices in nature reserves in the Flanders region (Belgium). High time to make a compilation of the results so that they can be inspiring for site managers or guide decision makers confronted with management/restoration questions, when trying to comply with the (European) Natura 2000 goals or attempts to remedy external negative impact on special protection zones.

Nowadays, knowledge is available to describe the ecohydrological functioning of more or less 80% of all the nature reserves in Flanders. However, since there was a limited time budget, this was not completed in this report. Only a selection of some 70 groundwater dependent nature reserves (both managed by governmental and non governmental organisations) were described. They were subdivided into seven ecohydrological prototype systems categories, namely (i) polders, (ii) alluvial valleys with marked seepage of groundwater, (iii) alluvial valleys with few seepage of groundwater, (iv) Campinian valleys, (v) sites with springs, (vi) infiltration areas and (vii) extra-ordinary systems. The coastal dune areas and the estuarine system of the Schelde (incl. brakish and fresh water tidal zones) are not treated in this report.

Paramount with ecohydrological system descriptions is the multidisciplinary information processing and interpretation. These ecohydrological system descriptions start from abiotic site information, such as detailed topography, hydrography, tertiary and quaternary geology as well as pedological data. More important even are the groundwater as well as surface water level measurements and chemical analysis data gathered in the course of the past decennia in hundreds of nature conservation areas all over Flanders. These data are all stored in the on-line INBO databank WATINA (<https://watina.inbo.be>). All the available knowledge combined and confronted with the results of numerous studies that were carried out for a number of reasons in the respective nature reserves in the past decennia. The result is a uniform approach of making a first series of measurements based ecohydrological system descriptions starting with a description of geohydrology, both groundwater & surfacewater regime and chemical composition, and finally resulting in a schematic vegetation zonation description. For each nature reserve relevant studies and references is listed

Since this compilation was made with respect to restoration measures to be taken in the scope of Programma Aanpak Stikstof (PAS), a list of site/system specific PAS-relevant bottlenecks is made at the end of each ecohydrological system description.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
Aanbevelingen voor beheer en/of beleid	4
English abstract	6
Lijst van figuren	10
Lijst van tabellen	28
1 Inleiding.....	33
2 Ecohydrologische basisbegrippen.....	35
2.1 De watercyclus	35
2.2 Grondwater stroomt... maar niet netjes rechtdoor	36
2.3 Chemische samenstelling van grondwater	42
2.4 Mineraalarm versus mineraalrijk grondwater	43
2.4.1 Het EC-IR – diagram.....	45
2.4.2 Het Maucha diagram.....	47
2.4.3 Het Stiff diagram	47
2.5 Nutriënten in het Grondwater	48
2.5.1 Nutriënten op basis van stikstof.....	49
2.5.2 Nutriënten op basis van fosfor.....	50
2.5.3 Nutriënten op basis van kalium	50
2.5.4 Hoe zit het met sulfaat?	50
3 Wat zijn PAS relevante hydrologische knelpunten?	52
3.1 Structurele ingrepen met een grote ruimtelijke impact	52
3.2 Ingrijpen op oppervlakte- en grondwaterwaterkwaliteit	53
3.3 Grondwaterwinningen	54
3.4 lokale drainage	57
3.5 Beperken van evapotranspiratie	57
3.6 Meten is weten en zorgt voor efficiënte remediëring	58
3.7 Referenties (bij hoofdstukken 2 & 3)	59
4 De voornaamste Vlaamse ecohydrologische systemen.....	60
5 Ecohydrologisch Typegebied “Polders”	62
5.1 Uitkerkse polders BE2500002-I	62
5.2 Krekengebied - Roeselaerekreek BE2500002-A.....	69
6 Ecohydrologisch typegebied “alluviale vallei met kwel”	76
6.1 Valleien van de Dijle, IJse, Laan en Vaalbeek BE2400011-A	76
6.2 De Snoekengracht (geen SBZ gebied)	90

10.1	St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek BE2500004-J	335
10.2	Schietveld van Houthalen-Helchteren BE2200030-A.....	342
10.3	Kalmthoutse heide BE2100015-A.....	350
10.4	Groot Schietveld BE2100016-B	359
10.5	Klein Schietveld BE2100016-A.....	367
10.6	Mechelse heide BE2200035-C.....	373
10.7	Averbode bos & heide, Pinnekenswijer & Houterenberg BE2400014-G	380
10.8	Hoeverheide-Achter de Witte Bergen BE2200029-E	387
10.9	Vennen van Ophoven (Ruiterskuilen) BE2200030-B.....	396
10.10	Tielenheide BE2100017-K	402
11	Ecohydrologisch Typevoorbeeld "Speciallekes"	408
11.1	De Langdonken BE2100040-G.....	408
11.2	Buitengoor-Meergoor-Sluismeer 2100026-M	417
11.3	Het Walenbos BE2400012-E.....	425
11.4	Dunbergbroek BE2400012-D.....	433
11.5	Het Vinne te Zoutleeuw BE2200038-E.....	439
11.6	Ziepbeek-Neerharerheide Asbeek en Pietersheim BE2200035-A	447
11.7	Voeren BE2200039-B	458
11.8	Bergerven BE2200034-D	464
11.9	Jagersborg-Schotsheide BE2200034-A.....	470
11.10	Moervaartdepressie BE2300005-E.....	477
11.11	Graafweide-Schupleer BE2100026-I	484



Figuur 24: Detail uit de Belgische bodemkaart met een algemeen beeld voor het krekengebied (rechts) en een detail in de omgeving van de Roeselaerekreek (links)	70
Figuur 25: Dagzomende tertiair geologische lagen onder de SBZ-H deelzone Krekengebied - de Roeselaerekreek	71
Figuur 26: Tijdreeksen van stijghoogten (links) en waterpeilen (rechts) voor grondwater (KRG103) en het kreekpeil (KRG010) aan de Roeselaerekreek.	72
Figuur 27: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Krekengebied	72
Figuur 28: Tijdreeksen voor concentraties ammonium-N (links), nitraat-N (midden) en orthofosfaat-P (rechts) voor het VMM meetpunt 21000	73
Figuur 29: Schematische vegetatiezonering (in de open sfeer) voor de Roeselaerekreek en aanpalende terreinen	74
Figuur 30: Situering van de SBZ-H deelzone Vallei van Dijle IJse en Laan (paars)	76
Figuur 31: Detailtopografie van de vallei van de Dijle ten zuiden van Leuven (links) en detail van het samenvloeiingsgebied van Dijle met IJse en Molenbeek/Vaalbeek in de Doode Bemde (rechts)	77
Figuur 32: Dagzomende tertiair geologische lagen in en rond de SBZ-H deelzone van de Dijle-IJse en Laanvallei en schematisch dwarsdoornede door de vallei van de Dijle ter hoogte van de Doode Bemde (rechts boven) en ter hoogte van het Rodebos (rechts onder) (geïnterpreteerd van www.dov.be)	78
Figuur 33: Schematische weergave van het grondwater voedingsgebied (infiltratiegebied) van het grondwater in het zuidelijk deel van het natuurreservaat de Doode Bemde en de Vaalbeekvallei met indicatie van de verblijftijd (naar Batelaan & De Smedt 1994). Sterretjes zijn staalnamelocaties met concentraties $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ in juli 2004.	79
Figuur 34: Opeenvolging van oeverwallen en komgronden in de vallei van de Dijle ten zuiden van Leuven (rechts) met situering van een karakteristiek topografisch dwarsprofiel (een “liggende accolade”) (rechts)	80
Figuur 35: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Dijle (Doode Bemde)	81
Figuur 36: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in transect van oeverwal naar komgrond in de Dijlevallei (deel Doode Bemde)	82
Figuur 37: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied valleien van de Dijle, IJse, Laan en Vaalbeek	83
Figuur 38: Overtopping van de oeverwal langs de Dijle te Sint Joris Weert (links) met afzetten van een dun laagje sedimenten in de aanpalende graslanden (rechts) – overstroming foto's D. Vanautgaerden).	84
Figuur 39: Evolutie van de concentraties van nitraat en orthofosfaat in de Dijle te St. Joris Weert (VMM meetpunt 221000)	85
Figuur 40: Box & Whisker-plots van gemiddelde laagste grondwaterstand GLG (in meter t.o.v. het maaiveld) voor de belangrijkste habitatsubtypen en regionaal belangrijke biotopen voor de Dijlevallei ten zuiden van Leuven (naar De Becker et al. 1999)	86
Figuur 41: Schematische zonering van habitatsubtypes en rbb's in de alluviale vallei van de Dijle voor (boven) en na (onder) hydrologisch herstel	86
Figuur 42: Verschuiving van vegetatiezonering in een komgrond in de vallei van de Dijle als gevolg van vernatting van een komgrond (De Wilde et al. 2001).	87
Figuur 43: Algemene situering van de Snoekengracht	90
Figuur 44: Detailtopografie voor de Snoekengracht en omgeving	91
Figuur 45: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor de Snoekengracht.	91
Figuur 46: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Snoekengracht	92



Figuur 47: Tijdreeks van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de Snoekengracht.	92
Figuur 48: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van de Snoekengracht	93
Figuur 49: Schema van vegetatiezonering in de Snoekengracht	94
Figuur 50: Situering van de SBZ-H deelzone Torfbroek (paars met A 3 centraal in de figuur)	96
Figuur 51: Algemene topografie voor het Torfbroek en omgeving	97
Figuur 52: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) in en rond de SBZ-H deelzone Torfbroek met situering van een schematische dwarsdoorsnede (rechts)	97
Figuur 53: Grondwatervoedingsgebied en verblijftijd grondwater voor het Torfbroek (Batelaan & De Smedt 1994)	98
Figuur 54: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Torfbroek	99
Figuur 55: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in het Torfbroek- illustratie van de steile hydrodynamische gradiënt (voor benaderende locatie peilpunten zie Figuur 58).	100
Figuur 56: Nitraatpluim (concentraties in mg NO ₃ -N /l in het grondwater ten zuiden van het Torfbroek (naar Eppinger & Walraevens 2003).	101
Figuur 57: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Torfbroek	102
Figuur 58: Schema van vegetatiezonering in het Torfbroek (met aanduiding van peilbuizen uit Figuur 55)	102
Figuur 59: Situering van de SBZ-H deelzone Demervallei BE2400014 (A) tussen Diest en Werchter.	104
Figuur 60: Algemene topografie voor de Demervallei tussen Diest en Werchter	105
Figuur 61: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de benedenloop van de Demer	105
Figuur 62: Grondwaterpeilen in een dwarstransect ten zuiden van de Demer ter hoogte van Achter Schoonhoven in juli (geel), september (blauw) en november (groen) 1997.	106
Figuur 63: Dagzomende tertiair geologische lagen voor de SBZ-H deelgebieden van de Demervallei en schematisatie van de geologische dwarsdoorsnede (rechts).	106
Figuur 64: Gemodelleerde grondwatervoedingsgebieden voor Demervallei-segmenten ter hoogte van Vorsdonkbroek (L) en Vierkensbroek-Doodbroek (R) (naar Batelaan & Desmedt 1994)	107
Figuur 65: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in een piëzometernest in Vorsdonkbos. VOTP003 heeft een filter op 1m-mv, VOTP004 heeft een filter op 4m-mv.	108
Figuur 66: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilen in een raai dwars op de Demer (Linker valleihelft) ter hoogte van Vorsdonkbos.	108
Figuur 67: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het de benedenloop van de Demer. (De stippellijn op het EC/IR-diagram duidt de vervuilde staalnamelocaties aan).	109
Figuur 68: Schematisering van de vegetatiezonering voor de Demervallei (boven) en voor het specifieke geval van het Vorsdonkbos-Turfputten (onder - hier met aanduiding van de peilbuizen uit Figuur 66)	111
Figuur 69: Situering van de SBZ-H deelzone Kastanjebos tussen Veltem-Beisem en Winksele	113
Figuur 70: Algemene topografie voor het Kastanjebos met detailtopo-/hydrografie in uitsnede	113
Figuur 71: Dagzomende tertiair geologische afzettingen (links) met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van het Kastanjebos	114
Figuur 72: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Kastanjebos en omgeving	114
Figuur 73: Detaildoorsnede van de ondergrond in de omgeving van het Kastanjebos (naar De Smedt 1973).	115

////////////////////////////////////

Figuur 74: Infiltratiegebied en indicatieve verblijftijden voor het grondwater dat opkwelt in het Kastanjebos (naar Batelaan 2007)	116
Figuur 75: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen aan de zuidrand van het Kastanjebos	117
Figuur 76: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het Kastanjebos	118
Figuur 77: Schema van de vegetatiezonering in het Kastanjebos	119
Figuur 78: Algemene situering van de Vallei van de Molenbeek (Vlaams-Brabant). Het besproken deel is rood omcirkeld	121
Figuur 79: Detailtopografie van de Molenbeekvallei	122
Figuur 80: Tertiair geologische afzettingen voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant). Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts).	122
Figuur 81: Infiltratiegebied en indicatieve verblijftijden voor het grondwater dat opkwelt in de Molenbeekvallei (Batelaan 2007)	123
Figuur 82: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant).	124
Figuur 83: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in een W-O transect door de Molenbeekvallei	124
Figuur 84: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van de Molenbeekvallei	125
Figuur 85: Schema van de vegetatiezonering voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant)	126
Figuur 86: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Leiemeersen	128
Figuur 87: Detailtopografie voor de Leiemeersen	129
Figuur 88 Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van de Leiemeersen.	129
Figuur 89: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Leiemeersen	130
Figuur 90: Tijdreeks van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de Leiemeersen (t.o.v. maaiveld)	131
Figuur 91: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Leiemeersen	132
Figuur 92: Schema van vegetatiezonering in de Leiemeersen	133
Figuur 93: Algemene situering Moenebroeken binnen het SBZ-H deelgebied	134
Figuur 94: Algemeen beeld van de topografie van de Moenebroeken	134
Figuur 95: Detail van de tertiair geologische kaart voor de Moenebroeken en omgeving. Linksbovenaanzicht met indicatie van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)	135
Figuur 96: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Moenebroeken en omgeving	135
Figuur 97: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen (m-mv) voor de Moenebroeken	136
Figuur 98: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder)diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Moenebroeken	137
Figuur 99: Schema van de vegetatiezonering voor de Moenebroeken	138
Figuur 100: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Schulensbroek	139
Figuur 101: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van het Schulensbroek	140
Figuur 102: Tertiair geologische afzettingen onder Het Schulensbroek. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts)	141
Figuur 103: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Schulensbroek (beeld van voor het graven van het Schulensmeer)	141
Figuur 104: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen representatief voor de situatie in het Schulensbroek	142
Figuur 105: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder)diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Schulensbroek.	143
Figuur 106: Evolutie van de concentraties van nitraat (mgN/l), nitriet (mgN/l) en orthofosfaat (mgP/l) in de Demer te Lummen (VMM meetpunt 397500)	144
Figuur 107: Algemene situering van de Wellemeersen	146

////////////////////////////////////

Figuur 108: detailtopografie voor de Wellemeersen (links) en Osbroek (rechts)	147
Figuur 109: Detail uit de Belgische bodemkaart voor Osbroek en de Wellemeersen	148
Figuur 110: Tertiair geologische lagen onder Osbroek en Wellemeersen (links) met indicatie van de ligging van de ZW-NO dwarsdoorsnede (rechts)	149
Figuur 111: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in de Wellemeersen (links) in (WELP032) en aan de rand (WELP024) van de komgrond en in Osbroek (rechts) in een transect vertrekkend vanaf de valleiflank naar het centrum van de komgrond (OSGP022→23→24→25)	149
Figuur 112: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder) diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Wellemeersen (links) en het Osbroek (rechts).	150
Figuur 113: Evolutie van de concentraties van nitraat (mgN/l), nitriet (mgN/l) en orthofosfaat (mgP/l) in de Dender te Aalst (VMM meetpunt 50300)	151
Figuur 114: Schema van de vegetatiezonering voor de Wellemeersen en het Osbroek	152
Figuur 115: Algemene situering van de Zeverenbeek/Vondelbeek	154
Figuur 116: Detailtopografie voor het SBZ-H deelgebied van de Vondelbeek-Zeverenbeek en de ruime omgeving	155
Figuur 117: Ondergrond ter hoogte van de SBZ-H deelzone van de Zeverenbeek. Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)	155
Figuur 118: Detail uit de Belgische Bodemkaart voor de Zeverenbeek/Vondelbeekvallei en omgeving	156
Figuur 119: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen uit de Blekerij bij Zeveren (links) en de Vondelbeekvallei bij Wontergem (rechts)	156
Figuur 120: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Zeverenbeek	157
Figuur 121: Schematisering van de vegetatiezonering in de vallei van de Zeverenbeek/Vondelbeek	158
Figuur 122: Situering van de SBZ-H-deelzone vallei van de Zwarte Beek in het SBZ gebied vallei en brongebieden van de Zwarte beek, Dommel en Bolisserbeek	160
Figuur 123: Detailtopografie van de ruime omgeving (links) en ingezoomd op het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Zwarte Beek (rechts) met situering van het westelijke mijnverzakkingsgebied (rood= mijnsites, overdruk in transparant geel = de benaderende contour van de verzakking)	161
Figuur 124: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Zwarte beek en de ruime omgeving	161
Figuur 125: Resultaten van detailkartering veenafzettingen (bleekblauwe contour) in de vallei van de zwarte beek met weergave van dikte (in cm) (De Becker 2010)	162
Figuur 126: Omvang van de veenafzettingen in een deel van de vallei van de Zwarte beek (De Becker 2009)	163
Figuur 127: Vereenvoudigde geologische doorsneden doorheen het Kempisch plateau van zuidwest naar noordoost met aanduiding van de Zwarte beek (cirkel)	164
Figuur 128: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Zwarte Beek (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)	164
Figuur 129: Infiltratiegebied en verblijftijd van grondwater in vallei van de Zwarte Beek (naar Van Daele et al 2001)	165
Figuur 130: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in een typisch dwarstransect in de vallei van de Zwarte Beek	165
Figuur 131: Drainerende invloed van de oude beek (links) en secundaire/tertiaire drainagegrachten in de vallei van de Zwarte Beek	166

////////////////////////////////////

Figuur 132: Schema van grondwaterstroming in de omgeving van de Zwarte Beek (dwarsdoorsnede) met aanduiding van het mineraalarme en het (iets) mineraalrijkere grondwater	167
Figuur 133: Zonering atmoclien (stroomopwaarts van de rode lijn) en lithoclien (stroomafwaarts van de rode lijn) grondwaterwater in de Vallei van de Zwarte Beek. De blauwe inzet grafiekjes zijn Stiff diagrammen en situering van de beide dwarsdoorsneden voor vegetatiezonering (in Figuur 137)	168
Figuur 134: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Zwarte Beek (de rode lijn verwijst naar de grenszone op het terrein tussen atmoclien en lithoclien grondwater (in Figuur 133)	168
Figuur 135: Nitraatresidu's in de bouwvoor van een aantal te zwaar bemeste landbouwpercelen in het brongebied van de Zwarte Beek (Milbau et al 2015)	169
Figuur 136: Orthofosfaat in het grondwater in de vallei van de Zwarte Beek (links) en locaties waar zowel stikstof als fosfor in het grondwater verhoogd (rechts)	170
Figuur 137: Schematische dwarsdoorsneden van de vegetatiezonering in de vallei van de Zwarte Beek (boven: oostelijk of stroomopwaarts & onder: westelijk of stroomafwaarts, voor benaderende locatie zie Figuur 133)	171
Figuur 138: Bovenaanzicht schematische weergave van de vegetatiezonering in de vallei van de Zwarte Beek (links: open sfeer; rechts: bossfeer)	171
Figuur 139: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Bosbeekvallei	175
Figuur 140: Detailtopografie van de ruime omgeving het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Bosbeek en aanduiding van het oostelijke mijnverzakkingsgebied (gearceerd).	176
Figuur 141: Schema van de tertiaire geologie en dwarsdoorsneden doorheen de SBZ-H deelzone van de Bosbeek	177
Figuur 142: Schematische dwarsdoorsnede door de vallei van de Bosbeek ter hoogte van de Kreeftenbeek (Oplabbeek)links met tijdreeksen van grondwaterpeilen (rechts)	177
Figuur 143: Veenkaart voor de vallei van de Bosbeek en afbakening van het SBZ)H deelgebied	178
Figuur 144: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Bosbeek	179
Figuur 145: Schematische weergave van de vegetatiezonering in de Bosbeekvallei	180
Figuur 146: Algemene situering van de SBZ-H deelzonedeelzone De Maten	182
Figuur 147: Algemene topografische situering van het SBZ-H deelgebied van de Maten	182
Figuur 148: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Maten (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)	183
Figuur 149: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Maten en de ruime omgeving	184
Figuur 150: Tijdsreeksen van grondwaterpeilen in een dwarstransect in de Maten ter hoogte van de Huiskensweijer	185
Figuur 151: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied de Maten	186
Figuur 152: Tijdreeksen voor concentraties ammonium-N , nitraat-N, ammonium-N en orthofosfaat-P voor het VMM meetpunt 21000	187
Figuur 153: Schematische vegetatiezonering (in open sfeer)voor de Maten ter hoogte van Huijskensweijer	187
Figuur 154: Algemene situering van de SBZ-H deelzone vallei van de Roosterbeek (G)	189
Figuur 155: Detailtopografie in de omgeving van de Roosterbeekvallei	190
Figuur 156: Situering van de Roosterbeek met overdruk van het westelijke mijnverzakkingsgebied (rood= mijnsites, geel = de benaderende contour van de verzakking)	190



Figuur 157: Tertiaire geologie in bovenaanzicht (links) en geologische dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het Vlaams reservaat Teut - Ten Haagdoornheide (en de vallei van de Roosterbeek)	191
Figuur 158: Detail uit de Belgische bodemkaart (links) voor de Roosterbeekvallei en resultaten van recente (2015) veenkartering voor hetzelfde gebied (groene stippen >30 cm organisch materiaal)	191
Figuur 159: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de Roosterbeekvallei en zijvalleitjes. Voor locatie meetpunten zie Figuur 162.	192
Figuur 160: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied vallei van de Roosterbeek	193
Figuur 161: Tijdreeksen van peilmetingen in m TAW (links) en elektrische geleidbaarheid EC ₂₅ in µS/cm (rechts) in de Roosterbeek in den Teut	194
Figuur 162: Schematisering van de vegetatiezonering in een dwarstransect op de Roosterbeekvallei; de stippellijn is de zone waarin veen actueel is ingeklonken als gevolg van verdroging.	194
Figuur 163: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Laambeekvallei	196
Figuur 164: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Laambeekvallei	196
Figuur 165: Detail uit de Belgische bodemkaart links en de recente veenkartering (Jansen et al 2015) voor het gebied rechts	197
Figuur 166: Bovenaanzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)	198
Figuur 167: Indicatieve ligging van het (westelijke) mijnverzakkingsgebied in de vallei van de Laambeek	198
Figuur 168: Tijdreeks van freatisch grondwater in de Huttebeekvallei (op de toegangsweg naar LGCC)	199
Figuur 169: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de Laambeek	200
Figuur 170: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Itterbeekvallei	202
Figuur 171: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Itterbeekvallei	203
Figuur 172: Tertiair geologische afzettingen onder de Itterbeek. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts)	204
Figuur 173: Detail uit de Belgische bodemkaart in de omgeving van de Itterbeek	204
Figuur 174: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in een dwarstransect door de Itterbeekvallei	205
Figuur 175: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Itterbeek	205
Figuur 176: Detail uit de kaart van de Ferraris voor het SBZ-H deelgebied van de Itterbeek	206
Figuur 177: Tijdreeksen voor concentraties ammonium-N, nitraat-N, ammonium-N en orthofosfaat-P voor het VMM meetpunt 114000 op de Itterbeek	207
Figuur 178: Algemene situering van de SBZ-H deelzone midden Limburgs vijvergebied	209
Figuur 179: Detailtopografie van het midden Limburgs vijvergebied	210
Figuur 180: Dazomende tertiair geologische laag (Lid van Genk) in het midden Limburgs vijvergebied (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect rechts.	210
Figuur 181: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het midden Limburgs vijvergebied	211
Figuur 182: Voorbeelden van tijdreeksen van freatische grondwaterpeilen voor het midden Limburgs Vijvergebied	211
Figuur 183: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van het Midden Limburgs Vijvergebied	212
Figuur 184: Concentratieverloop van nitraat-stikstof en orthofosfaat-fosfor voor de Roosterbeek in het midden Limburgs Vijvergebied (VMM meetpunt 455500)	213

////////////////////////////////////

Figuur 185: Schema van de vegetatiezonering in een dwarsdoorsnede van de het midden Limburgs vijvergebied	214
Figuur 186: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig	215
Figuur 187: Detailtopografie voor de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig	216
Figuur 188: Geologie voor de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig	217
Figuur 189: Detail uit de Belgische bodemkaart (boven) en resultaten van veenkartering in 2019 (onder) voor Stamprooierbroek, Mariahof, St. Martensheide, de Luysen en de Zig	217
Figuur 190: Inschatting van de 10cm verlagingscontour rond grondwaterwinningen voor het gebied van de Abeek (groen: >30000 m ³ /y – paars tot 5000m ³ /y)	218
Figuur 191: Voorbeeld van een (historische) peilbuizenraai in Stampooierbroek gesitueerd op een detail van de Bodemkaart (bruin = veen, blauw = nat zand) met tijdreeksen van grondwatertafelschommelingen voor de periode 1999-2004.	218
Figuur 192: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig. (periode 2001-2018)	219
Figuur 193: Evolutie van concentraties nitraat en orthofosfaat in het oppervlaktewater in het SBZ-H deelgebied van Stamprooierbroek, Mariahof, St. Martensheide, Luysen en Zig (periode 1991-2016) naar Hydroscan, AGT & INBO (in prep.)	220
Figuur 194: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Hageven	223
Figuur 195: Detailtopografie voor het SBZ-H deelgebied Hageven en omgeving	224
Figuur 196: Dagzomende geologische lagen (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H deelgebied Hageven en omgeving	225
Figuur 197: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Hageven en omgeving	226
Figuur 198: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen voor het Hageven. HAGP016 en HAGP017 zijn meetpunten respectievelijk in het linker valleideel (vochtige heide) en op de rechteroever van de Dommel ca. 150 m ten zuiden van de Stenen Brug.	226
Figuur 199: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Hageven.	227
Figuur 200: Tijdreeksen van stijghoogte van de Dommel in het SBZ-H deelgebied Hageven. HAGS032 is ter hoogte van Lommels Schoor, HAGS013 is ter hoogte van Stenen brug	228
Figuur 201: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW) van het Dommelpeil (HAGS013) en het grondwaterpeil (HAGP030 – zwarte stippellijn is maaiveld ter hoogte van dit meetpunt) op de linkeroever op een afstand van ca. 50 meter van de oever in het SBZ-H deelgebied Hageven	229
Figuur 202: Tijdreeksen van nitraat en orthofosfaat (concentraties in mg/l) voor de Dommel net stroomopwaarts van het Hageven (gegevens www.vmm.be)	229
Figuur 203: Schema vegetatiezonering op een dwarsdoorsnede doorheen de Dommelvallei in het SBZ-H deelgebied het Hageven ter hoogte van Lommels Schoor	230
Figuur 204: Situering van de deelzone Vallei van de Grote Nete (BE2200030 A)	232
Figuur 205: Verschillende deel-natuurgebieden in de vallei van de Grote Nete	232
Figuur 206: Topografie van de deelzone Grote Nete stroomopwaarts Albertkanaal met (rechts) detail van de Vennen	233
Figuur 207: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Grote Nete(links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)	234
Figuur 208: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Grote Nete en de ruime omgeving	234

////////////////////////////////////

Figuur 209: Geïnterpreteerd overzicht van grondwatervoedingsgebieden voor de verschillende deelgebieden van de Grote Netewoud studie met overzicht van de looptijden van het grondwater in jaren (naar batelaan et al. 2000).	235
Figuur 210: Dwarsdoorsnede (links) doorheen de vallei van de Grote Nete ter hoogte van de Vennen/Ongelberg (blauwe lijn ~ maaiveld, bruine lijn ~ onderkant veen) met aanduiding van de piëzometers en de tijdreeksen (rechts) van grondwaterpeilmetingen.	236
Figuur 211: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Grote Nete.	237
Figuur 212: Potentiële vegetatiezonering onder verschillende beheervormen (jaarlijkse afvoer (boven), cyclische afvoer (centraal) en zonder afvoer (onder)) voor De Vennen	238
Figuur 213: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van het Celguis	241
Figuur 214: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van het Celguis	242
Figuur 215: Tertiaire geologie in bovenaanzicht (links) en geologische dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het SBZ-H deelgebied van de Celguis	242
Figuur 216: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Celguis	243
Figuur 217: Geïnterpreteerd overzicht van grondwatervoedingsgebied voor het SBZ-H deelgebied van het Celguis met indicatie van de looptijden van het grondwater in jaren (naar Batelaan et al. 2000).	243
Figuur 218: Ligging van de hydrologische meetlocaties en de tijdreeksen van de grondwaterpeilen voor het Celguis	244
Figuur 219: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Celguis (Molse Nete (periode 2015))	244
Figuur 220: Tijdreeksen voor nitraat-N (boven) en orthofosfaat-P (onder) concentraties voor de Molse Nete voor VMM-oppervlaktewatermeetlocaties net stroomopwaarts (329800) en stroomafwaarts (329000) Celguis.	245
Figuur 221: Schematisering van de vegetatiezonering in Celguis in een dwarstransect op de vallei van de Molse Nete met weergaven van veendikte (bruin) GHG (blauw) en GLG (rood) en de Stiff-diagrammen voor het grondwater (Van Ballaert et al. 2016).	246
Figuur 222: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van de Duivelskuilen-Belse duinen	248
Figuur 223: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Duivelskuilen-Belse duinen	249
Figuur 224: Drainagenetwerk in de SBZ-H deelzone Duivelskuil-Belse duinen	250
Figuur 225: Dagzomende tertiair geologische afzettingen (links) met situering van de dwarsdoorsnede (rechts) voor de Duivelskuilen en Belse duinen	250
Figuur 226: Ligging van de hydrologische meetlocaties en de tijdreeksen van de grondwaterpeilen voor de duivelskuil.	251
Figuur 227: Voorkomen van veen in de SBZ-H deelzone Duivelskuilen-Belse heide (Van Ballaert et al. 2016)	251
Figuur 228: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Duivelskuilen-Belse duinen	252
Figuur 229: Staalmelocaties en analyseresultaten voor de Zeeploop ter hoogte van Duivelskuilen en Belse heide (Van Ballaert et al. 2016).	253
Figuur 230: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Keiheuvel – de Most en de Overmaai	254
Figuur 231: Detailtopografie van de omgeving van de SBZ-H deelzone Keiheuvel-Most/Overmaai	255
Figuur 232: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de Keiheuvel-Most. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarsdoorsnede (rechts)	255
Figuur 233: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Most-Keiheuvel	256
Figuur 234: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m-mv) in de depressie van de Most (net ten zuiden van het Kasteel)	257

////////////////////////////////////

Figuur 262: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied van de Vallei van de Drie Beken	284
Figuur 263: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone Vallei van de Drie Beken	285
Figuur 264: Detail van de Belgische bodemkaart in de omgeving van de vallei van de Drie Beken	286
Figuur 265: Dagzomende tertiair geologische afzetting voor de ruime omgeving van de vallei van de Drie Beken (boven) met aanduiding van de ligging van de twee dwarstransecten (onder).	287
Figuur 266: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de vallei van de Drie Beken.	288
Figuur 267: Vermoedelijke zonering van minerale samenstelling van het uittredend grondwater in de vallei van de Drie beken. Het oostelijke deelgebied is onderaan afgesloten door klei van de formatie van Boom, het westelijke deelgebied niet (naar Vandersteen 2012)	289
Figuur 268: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Drie beken	290
Figuur 269: Situering van de SBZ-H-deelzone Jesseren-Opleeuw (met aanduiding van het grasland met bron – rode cirkel)	293
Figuur 270: Detailtopografie rond het soortenrijk graslandje met bronnen in Jesseren (rode cirkel) en de locatie van een vergelijkbaar gebied (gele ster rechts onderaan in Riksingen)	294
Figuur 271: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van Jesseren-Opleeuw (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)	295
Figuur 272: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Gors-Opleeuw.	296
Figuur 273: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in Jesseren tussen 2003-2011	296
Figuur 274: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Jesseren	297
Figuur 275: Schema van de vegetatiezonering voor het Natura 2000 grasland Jesseren (met aanduiding van de hydrologische meetpunten gebruikt in Figuur 272.	298
Figuur 276: Overzicht van het SBZ-H deelgebied Bouvelo- & Hemsrodebos (links) en situering van Kordaalbos (rechts bovenaan)	300
Figuur 277: Detailtopografie voor de ruime omgeving rond het Hemsrode-, Bouvelo- en Kordaalbos.	301
Figuur 278: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie in de omgeving van het Bouvelo-/Hemsrodebos, bovenaan ook Kordaalbos	302
Figuur 279: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in het Kordaalbos te Nokere	303
Figuur 280: Overzicht van het West-Vlaamse Heuvelland(BE2300007) met daarin het De Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg, Scherpenberg en Kemmelberg	305
Figuur 281: Topografie rond het SBZ-H-deelgebied van de Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg en Scherpenberg	306
Figuur 282: Overzicht van de tertiaire geologie in de omgeving van de Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg en Scherpenberg bovenaanzicht met aanduiding locatie dwarsdoorsnede (links) en dwarsdoorsnede (rechts).	306
Figuur 283: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de Vidaigne-, Rode-, Sulfer-, scherpen- en Kemmelberg.	307
Figuur 284: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in het Hellegatbos te Heuvelland. HELP019 in het bovenste bronniveau, HELP004 onderaan de noordhelling	308
Figuur 285: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een freatisch grondwater in het SBZ-H deelgebied Vidaigne-, Rode-, Sulfer-, Scherpen- en Kemmelberg	308
Figuur 286: Schema van de vegetatiezonering voor de noordflank van de Rodeberg (het Hellegatbos)	309

////////////////////////////////////

Figuur 287: Algemene situering van het bos 't Ename in het SBZ-H gebied van de bossen van de Vlaamse Ardennen	311
Figuur 288: Detailtopografie van het Bos t' Ename en omgeving	312
Figuur 289: Tertiair geologische kaart van het Bos 't Ename en omgeving met links de dagzomende tertiair geologische lagen met indicatie van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts)	312
Figuur 290: Detail uit de bodemkaart voor het bos 't Ename en omgeving (geel en oranje zijn vochtig resp. nat zandleem)	313
Figuur 291: Geschatte omvang van het grondwatervoedingsgebied van Grotenbos-Wallebos en het zuidelijke Volkegembos met het bronamfitheater van de Riedekensbeek.	314
Figuur 292: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen in het Bos 't Ename aan de voet van de valleiflank	315
Figuur 293: Nitraatstikstofconcentraties (in mg N/l) voor het bronwater "Van Butsele Groot" in het bronamfitheater van de Riedekensbeek (gegevens RUG 1991 en Farys)	316
Figuur 294: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een freatisch grondwater in het SBZ-H deelgebied Bos 't Ename (s.s.)	316
Figuur 295: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een oost-west transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Bos 't Ename	317
Figuur 296: Algemene situering van het SBZA-H deelgebied Rodebos in het SBZ-H gebied BE240001.	319
Figuur 297: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen in en in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van het Rodebos	320
Figuur 298: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H Rodebos en omgeving	321
Figuur 299: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Rodebos en omgeving	321
Figuur 300: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld in een klein bronkuipje tussen de centrale en de zuidelijke bronvallei in het Rodebos	322
Figuur 301: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Rodebos	323
Figuur 302: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een zuidoost-noordwest transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Rodebos	325
Figuur 303: Overzicht van het SBZ-H deelgebied Hallerbos	327
Figuur 304: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen in en in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van het Hallerbos	328
Figuur 305: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H deelgebied Hallerbos en omgeving	328
Figuur 306: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Hallerbos en omgeving.	329
Figuur 307: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld in de Duling (DULP002) en de vallei van de Kapittelbeek in het Hallerbos (HALP005)	330
Figuur 308: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven)& Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Hallerbos (incl. Duling)	331
Figuur 309: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een oost-west transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Hallerbos	333
Figuur 310: Algemene situering van het St. Pietersveld-Bulskampveld in het SBZ-H gebied BE2500004	335
Figuur 311: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied St. Pietersveld-Bulskampveld	336
Figuur 312: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek en de ruime omgeving	337



Figuur 313: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek en de ruime omgeving	337
Figuur 314: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor het Heideveld in de Bornebeek vallei (links) en de Gulke Putten op het St. Pietersveld (rechts)	338
Figuur 315: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied St. Pietersveld, Vagevuurbossen en Bulskampveld-Lippensgoed.	339
Figuur 316: Schematische weergave van de vegetatiezonering in het SBZ-H-deelgebied St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek	340
Figuur 317: Algemene situering van de deelzone Schietveld van Houthalen-Helchteren (BE2200030 A)	342
Figuur 318: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren met indicatie van waterscheiding tussen het Maas- en Scheldebekken	343
Figuur 319: Algemene situering in de belangrijke Vlaamse hydrogeologische systemen (boven), dagzomende geologische lagen, (onder links) met aanduiding van de dwarstransecten (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren	343
Figuur 320: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren	344
Figuur 321: Tijdreeksen van grondwaterstijghoogten (in m TAW) van een INBO piëzometer SHHP341 op de noordrand van het Schietveld van Houthalen-Helchteren (rechts) en een VMM piëzometer 7-0134 ca. 600 meter naar het noorden (rechts)	345
Figuur 322: Tijdreeksen van grondwaterdiepten (m onder mv) voor piëzometernest in het brongebied van de Mangelbeek in het ZW van het Schietveld. (Filterdiepte = ca. 5 m onder mv voor SHHP227 en ca. 10 m onder mv voor SHHP327)	346
Figuur 323: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H-deelgebied van het Schietveld van Houthalen-Helchteren	347
Figuur 324: Schematische weergave van vegetatiezonering in het Schietveld van Houthalen Helchteren	348
Figuur 325: Habitattype-zonering voor een heidesysteem op basis van de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG)	348
Figuur 326: Gemodelleerd vegetatiebeeld in de open sfeer schietveld Houthalen-Helchteren actueel (links) en na hydrologisch herstel i.e. dempen van drainagegrachten in en in een zone van 300 meter rond het militaire domein (rechts)	348
Figuur 327: Algemene situering van de Kalmthoutse heide	350
Figuur 328: Topografisch overzicht van het SBZ-H-deelgebied van de Kalmthoutse heide en het aansluitende Nederlandse deel	351
Figuur 329: Hydrografie van de Kalmthoutse heide met benaderende aanduiding van waterscheiding tussen Maas- en Scheldebekken	351
Figuur 330: Gedetailleerd overzicht van het drainagenetwerk in het noordelijk deel van het SBZ-H-deelgebied van de Kalmthoutse heide. Blauw zijn de hoofdgrachten, bruin zijn de rabattensystemen.	352
Figuur 331: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H gebied van de Kalmthoutse Heide.	353
Figuur 332: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H gebied Kalmthoutse Heide (links) en een detail van de veenkartering (naar Weijters et al 2017) (rechts)	353
Figuur 333: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld) in het SBZ-H deelgebied Kalmthoutse heide	355
Figuur 334: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Kalmthoutse heide	356



Figuur 335: Schematische weergave van de vegetatiezonering (in de open sfeer) voor Kalmthoutse heide	356
Figuur 336: Situering van de SBZ-H-deelzone Groot Schietveld BE2400016-B	359
Figuur 337: Algemene (links) en gedetailleerde (rechts) topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Groot Schietveld	360
Figuur 338: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het SBZ-H deelgebied van het Groot Schietveld	360
Figuur 339: Dikte van de kleilaag (lagen) in de omgeving van het Groot Schietveld (naar Bogemans 2005) met indicatieve ligging van het SBZ-H deelgebied weergegeven op de figuur	361
Figuur 340: Detail uit de Belgische Bodemkaart voor het Groot Schietveld en omgeving.	361
Figuur 341: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor een dwarsraai op de Weerijsbeek in het Marum.	362
Figuur 342: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in het Moerken.	362
Figuur 343: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de omgeving van het Lavendelven	363
Figuur 344: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Groot Schietveld (GSCP048 = Moerken, GSCP011 Marum	364
Figuur 345: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Klein Schietveld	367
Figuur 346: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Klein Schietveld en ingezoomd op detailbegreppeling (rechts)	368
Figuur 347: Tertiair geologische afzettingen onder het Klein Schietveld. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts)	368
Figuur 348: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Klein Schietveld.	369
Figuur 349: Tijdreeks voor freatisch grondwaterpeil in het SBZ-H-deelgebied Klein Schietveld	370
Figuur 350: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Klein Schietveld	371
Figuur 351: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Mechelse heide	373
Figuur 352: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Mechelse Heide met situering van het Breedven en het Ven Onder Den Berg.	374
Figuur 353: Overzicht van de tertiaire geologie in de omgeving van de Mechelse Heide bovenaanzicht met aanduiding locatie dwarsdoorsnede (links) en dwarsdoorsnede (rechts).	374
Figuur 354: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SQBZ-H-Deelgebied Mechelse heide	375
Figuur 355: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen voor de hangwaterzone van het Breedven (links) en het ven onder den Berg (rechts)	376
Figuur 356: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Mechelse heide.	377
Figuur 357: Algemene situering van de SBZ-H-deelzone Averbode bos en heide, Pinnekenswijer & Houterenberg.	380
Figuur 358: Detailtopografie voor het SBZ-H-deelgebied van Averbode bos en heide, Gerhagen en Houterenberg met onderaan details van het begreppelingspatroon in de vochtige depressies en vennen.	381
Figuur 359: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Averbode bos en heide, Pinnekenswijer en Houterenberg	382
Figuur 360: Dagzomende tertiair geologische laag (links) met aanduiding van de liggen van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van Averbode bos en heide en ruime omgeving	383

////////////////////////////////////

Figuur 361: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen voor Averbode bos & heide (links) en Houterenberg-Pinnekenswijer (rechts)	384
Figuur 362: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Averbode bos & heide (boven) en Houterenberg-Pinnekenswijer (onder).	385
Figuur 363: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied Hoeverheide-Achter de Witte Bergen	387
Figuur 364: Detailtopografie van de SBZ-H deelzone Hoeverheide en Achter de Witte bergen	388
Figuur 365: Indicatieve ligging van het mijnverzakkingsgebied (geel) aan de zuidrand van de SBZ-H-deelzone Hoeverheide-Achter de Witte Bergen	389
Figuur 366: Dagzomende tertiair geologische afzettingen onder Hoeverheide-Achter de Witte bergen (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts)	390
Figuur 367: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Hoeverheide – Achter de Witte Bergen	390
Figuur 368: Tijdreeksen voor freatische grondwaterpeilmetingen voor de SBZ-H deelzone van Hoeverheide-Achter de Witte Bergen	391
Figuur 369: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen in de rand van het Bosven (locatie zie Figuur 368)	391
Figuur 370: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Hoeverheide – Achter de Witte Bergen.	392
Figuur 371: Tijdreeks van elektrische geleidbaarheid (EC_{25}) van het oppervlaktewater dat het Stijnsven instroomt (donkerblauw) en uitstroomt (paars).	393
Figuur 372: Schematische vegetatiezonering voor het SBZ-)H-deelgebied Hoeverheide-Achter de Witte Bergen	393
Figuur 373: Algemene situering van de SBZ-H deelzone vennen en van Ophoven-Ruiterskuilen	396
Figuur 374: Detailtopografie in de ruime omgeving (links) en ingezoomd op de deelzone vennen van Ophoven-Ruiterskuilen	397
Figuur 375: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologische lagen (links) met aanduiding van de locatie van de dwarsdoorsnede (rechts) in de omgeving van het SBZ-H-deelgebied de vennen van Ophoven	398
Figuur 376: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied vennen van Ophoven	398
Figuur 377: Locatie hydrologische meetpunten en tijdreeksen van waterpeil (in m. TAW) in ven (OPHS) gecombineerd met grondwaterpeil net naast ven (OPHP) voor vier vennen in de SBZ-H deelzone Vennen van Ophoven-Ruiterskuilen.	399
Figuur 378: Tijdsreeksen van venpeilen en het freatische grondwater (in m TAW) in de SBZ-H deelzone vennen van Ophoven Ruiterskuilen (OPHS = peilschaal in ven, OPHP = piëzometer grondwater)	400
Figuur 379: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Vennen van Ophoven	400
Figuur 380: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Tielenheide	402
Figuur 381: Detailtopografie in de ruime omgeving (links) en ingezoomd op de SBZ-H deelzone Tielenheide	403
Figuur 382: Detailontwatering van het Tielenkamp en overzicht van de verschillende (historische) vennen(uit Laurijssens et al 2007)	403
Figuur 383: Overzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen in de omgeving van het Tielenkamp (links) met situering van de dwarsdoorsnede rechts.	404
Figuur 384: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen voor de SBZ-H-deelzone Tielenheide	404

////////////////////////////////////

Figuur 385: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Tielenheide.	405
Figuur 386: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een W-O transect dwars doorheen de Tielenheide	406
Figuur 387: Situering van Langdonken (G) in het SBZ-gebied bovenloop van de Groter Nete	408
Figuur 388: Detailtopografie (links) en detail van het rabattensysteem in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van de Langdonken	409
Figuur 389: Detailkartering rabattensysteem en belangrijkste waterlopen in het SBZ-H deelgebied van de Langdonken	410
Figuur 390: Overzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsneden (rechts) in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van de Langdonken	411
Figuur 391: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de Langdonken	411
Figuur 392: Overzicht van het gemodelleerde grondwater voedingsgebied en een indicatie van de verblijftijden in en rond de Langdonken (naar De Becker et al. 2007).	412
Figuur 393: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) centraal in het SBZ-H deelgebied de Langdonken (links) en vergelijking een tijdreeks uit het SBZ-H deelgebied Walenbos (rechts)	413
Figuur 394: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied de Langdonken	413
Figuur 395: Schematische vegetatiezonering in de open en bossfeer voor het SBZ-H deelgebied van de Langdonken (de blauwe stippellijn is grondwaterstand laat in het voorjaar)	415
Figuur 396: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Buitengoor-Meergoor-Sluismeer	417
Figuur 397: Topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor-Sluismeer en de belangrijkste waterlopen	418
Figuur 398: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met situering van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor en omgeving	419
Figuur 399: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor en omgeving	419
Figuur 400: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor het Buitengoor (locatie meetpunten zie Figuur 402)	420
Figuur 401: Schematisering van de drie hydrochemische grondwatertypes in het Buitengoor-Meergoor in bovenaanzicht (links) met indicatie van de ligging van de dwarsdoorsnede (uit Boeye et al 1994) (rechts).	421
Figuur 402: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Buitengoor	422
Figuur 403: Schematische vegetatiezonering voor het Buitengoor-Meergoor	423
Figuur 404: Algemene situering van de deelzone Walenbos	425
Figuur 405: Topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Walenbos en omgeving	426
Figuur 406: Dagzomende tertiair geologische afzettingen (links) met situering van het dwarstransect (rechts) voor noord-zuid doorsnede rondom het Walenbos	427
Figuur 407: Grondwatervoedingsgebied van het Walenbos (uit: Batelaan et al. 1993)	428
Figuur 408: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van het Walenbos en omgeving.	428
Figuur 409: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in het Walenbos (locatie meetpunten zie Figuur 411). Links de stijghoogten en rechts de peilen in meter t.o.v. het maaiveld.	429



Figuur 410: Concentratie van Calcium (links) en bicarbonaat (rechts) in het freatische grondwater in het Walenbos (uit Huybrechts & De Becker 1994)	430
Figuur 411: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Walenbos	430
Figuur 412: Schematische vegetatiezonering voor het Walenbos	431
Figuur 413: Algemene situering van het SBZ—H-deelgebied Dunbergbroek	433
Figuur 414: Algemene topografie in de ruime omgeving van (links) en de belangrijkste waterlopen en detailbegreppeling (rechts uit Van Ballaert et al. 2017) in Dunbergbroek	433
Figuur 415: Dagzomende tertiaire formaties (links) met indicatie van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van Dunbergbroek.	434
Figuur 416: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen centraal in Dunbergbroek (diepte t.o.v. maaiveld).	435
Figuur 417: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in een Z-N transect (zie Figuur 418) door het Dunbergbroek	435
Figuur 418: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Dunbergbroek	436
Figuur 419: Schematische vegetatiezonering voor het SBZ-H-deelgebied van Dunbergbroek.	437
Figuur 420: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van het Vinne	439
Figuur 421: Detailtopografie in de omgeving van het Vinne	440
Figuur 422: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het Vinne	440
Figuur 423: Grondwatervoedingsgebied van het Vinne (naar Batelaan & Desmedt 1994)	441
Figuur 424: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Vinne	442
Figuur 425: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de NO Hoek van het Vinne (locatie meetpunten zie Figuur 426)	442
Figuur 426: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Vinne	443
Figuur 427: Schema van de vegetatiezonering voor het Vinne	444
Figuur 428: Situering van de SBZ-deelzone Ziepbeek-Neerharenheide, Asbeek en Pietersheim	447
Figuur 429: Detailtopografie, waterlopen en in de tekst gebruikte toponiemen in de SBZ-H deelzone van de Ziepbeek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheim	448
Figuur 430: Detailbegreppeling van de “hangende bronzone in het Pietersheimbos (op basis van DHM-VI II)	449
Figuur 431: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied vallei van de Ziepbeek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos.	449
Figuur 432 Dagzomende tertiair geologische afzettingen voor de vallei van Ziepbeek-Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransecten voor de Ziepbeek en de Asbeek (rechts)	450
Figuur 433: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in de Ziepbeekvallei (voor schematische locatie peilpunten zie Figuur 437)	451
Figuur 434: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in het natuurlijke deel de vallei van de Asbeek (schematische locatie peilpunten zie Figuur 439)	452
Figuur 435: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in het Pietersheimbos (schematische locatie peilpunten zie Figuur 438)	452
Figuur 436: EC/IR-diagram voor freatisch grondwater voor het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Ziepbeek, Asbeek, en Pietersheimbos (links) en Stiff- (boven rechts) & Maucha-	

////////////////////////////////////

Figuur 466: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Moervaartdepressie	479
Figuur 467: Schematische weergave van de grondwaterstroming in de omgeving van de Moervaartdepressie (uit Herbos et al 2007)	480
Figuur 468: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen uit de Eenbes (EEN), de Fondatie van Boudelo (FBO), de Linie (LIN) en de Heirnisse (HRN) in de SBZ-H deelzone Moervaartdepressie-Zuidlede	481
Figuur 469: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Moervaartdepressie-Zuidlede	482
Figuur 470: Algemene situering van het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer	484
Figuur 471: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer	485
Figuur 472: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer	485
Figuur 473: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer	486
Figuur 474: Resultaten van een recente veenkartering voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer (uit: Van Ballaert et al. 2017).	487
Figuur 475: Tijdreeksen voor freatische grondwaterpeilmetingen (in meter t.o.v. maaiveld) voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer.	488
Figuur 476: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Graafweide-Schupleer	488
Figuur 477: Schematisering van de vegetatiezonering in het SBZ-H-deelgebied van Graafweide-Schupleer	489

Lijst van tabellen

Tabel 1: Overzicht van de 'klassieke' 13 chemische variabelen voor grondwater	43
Tabel 2: Ruwe categorisering van de Vlaamse watervoerende lagen (tertiair geologische formaties) naar mineraalrijkdom	44
Tabel 3: Chemische samenstelling van grondwater uit de Doode Bemde (DYL te Oud-Heverlee-Sint Joris Weert-Neerijse), het Pompje (PJE te Oudenburg-Ettelgem), het Stropersbos (STR te Kemzeke – St.-Gillis-Waas), het Torfbroek (TOR te Berg-Kampenhout) en de vallei van de Zwarte Beek (ZWA te Koersel-Beringen)	45
Tabel 4: SBZH-deelgebieden (met waterafhankelijke habitattypen) met vermelding van % van de oppervlakte in een pompkegel van grondwateronttrekkingen (??~ % onbekend)	56
Tabel 5: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Uitkerkse polder (uit periode 2000-2012).	67
Tabel 6: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Oost-Vlaamse krekengebied (periode 2001-2016).	72
Tabel 7: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied valleien van Dijle, IJse, Laan en Vaalbeek (periode 1991-2017).	83
Tabel 8: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de Snoekengracht (periode 1996-2017).	93
Tabel 9: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Torfbroek (periode 1999-2017).	101
Tabel 10: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Demervallei (periode 1990-2015).	109

Tabel 35: Samenvattende statistieken van de samenstelling van het oppervlaktewater in de Vallei van de Drie beken	290
Tabel 36: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H graslandje van Jesseren (periode 2006-2016).	297
Tabel 37: Chemische samenstelling van het grondwater in het Kordaalbos te Nokere (Kruishoutem) (periode 2003-2004).	303
Tabel 38: Chemische samenstelling van het grondwater in de bossen op de noordflank van de Vidaigneberg- Rodeberg en Sulferberg; Scherpenberg en Kemmelberg (Heuvelland) periode 2000-2018.	308
Tabel 39: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in Grotenbos noord (periode 2001-2017).	315
Tabel 40: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Rodebos (periode 1994-2017)	323
Tabel 41: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Hallerbos (incl. Duling) (periode 2000-2016).	331
Tabel 42: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H-deelgebied van het St. Pietersveld, de Vagevuurbossen en Lippensgoed-Bulskampveld (periode 1992-2018)	339
Tabel 43: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied van het Schietveld van Houthalen-Helchteren (periode 2001-2016)	346
Tabel 44: Overzicht van de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de Kalmthoutse heide (periode 1999- 2016).	355
Tabel 45: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Groot Schietveld (periode 2001-2015).	363
Tabel 46: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H-deelgebied van het Klein Schietveld (periode 2006).	370
Tabel 47: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater van de Mechelse heide (periode 1999-2011).	377
Tabel 48: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in het SBZ-H deelgebied Averbode bos & heide (periode 2006-2017 boven) en Houterenberg-Pinnekenwijer (periode 2000-2017 onder) afzonderlijk	384
Tabel 49: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone Hoeverheide-Achter de Witte Bergen (Periode 2000-2015).	392
Tabel 50: Samenvattende statistieken voor het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone vennen van Ophoven-Ruiterskuilen (periode: 2016).	400
Tabel 51: Samenvattende statistieken voor het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone Tielenheide (periode 2005-2017).	405
Tabel 52: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater van de Langdonken (periode 1990-2018).	413
Tabel 53: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het grondwater in het Buitengoor (periode 1986-2016).	422
Tabel 54: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in het Walenbos (periode 1990-2017).	429
Tabel 55: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Dunbergbroek. (Periode 2000-2016).	436
Tabel 56: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Vinne (periode 1999-2016).	443



Tabel 57: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de vallei van de Ziepbeek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos (periode 2000-2016).	453
Tabel 58: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het bronwater in de SBZ-H deelzone van Voeren (periode 2011-2012).	461
Tabel 59: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Bergerven(periode 2013-2016).	467
Tabel 60: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de Jagersborg-Schotsheide (periode 2009-2016).	474
Tabel 61: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de Jagersborg-Schotsheide (periode 2000-2014).	481
Tabel 62: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de SBZ-H deelzone Graafweide-Schupleer (periode 2012-2019).	488



ECOHYDROLOGISCHE
GEBIEDSBESCHRIJVINGEN VAN
NATUURGEBIEDEN IN VLAANDEREN
IN HET KADER VAN PAS



1 INLEIDING

Of een welbepaalde vegetatie zich zal ontwikkelen op een welbepaalde locatie, heeft alles te maken met de standplaatseisen van het vegetatietype in kwestie. Dottergraslanden bijvoorbeeld, ontwikkelen zich best op bodems met zwaardere texturen (leem of klei), waarin de grondwatertafel in de zomer slechts enkele tientallen centimeter onder het maaiveld wegzakt en waarin het grondwater eerder mineraalrijk is. Kleine zeggenvegetaties ontwikkelen zich op zand- of veenbodems gevoed met mineraalarmer grondwater dat gedurende het ganse jaar min of meer gelijk staat met het maaiveld. Is aan die vereisten voldaan, dan is de kans uitermate groot dat het vegetatietype zich daar zal ontwikkelen (mits maaibeheer uiteraard). Zakt het grondwater in beide gevallen wat dieper weg in de zomer dan zal er zich een grote vossenstaartgrasland, respectievelijk een vochtig heischraal/veldrusgrasland ontwikkelen. Hetzelfde geldt voor alle mogelijke bos-, ruigte en heidetypen. Zij hebben allemaal zeer specifieke standplaatseisen en dito beheer. Voor sommige types zijn die eisen erg streng, andere types zijn blijkbaar wat “flexibeler” in de omgang met de grenzen van hun eisen. Als er aan de vereiste standplaatseisen voldaan wordt, zal het corresponderende vegetatietype zich op die plaats ontwikkelen, als de soorten waaruit het is samengesteld er geraken uiteraard. In wezen is dat de eenvoudige logica die vegetatiezonering in onze natuurgebieden bepaalt.

Als een bepaalde locatie te droog is (i.e. waar het grondwaterpeil wat te diep wegzakt in de zomer) voor de ontwikkeling van vochtige heide, dan ontwikkelt er zich droge heide. Als een beheerder liever vochtige heide wenst op die locatie, dan kan er ingegrepen worden op de grondwaterdynamiek zodat de standplaats wel geschikt wordt voor vochtige heide.

In principe kan zo om het even welk natuurdoel om het even waar gerealiseerd worden, als er maar voldoende tijd, technische hulpmiddelen, mensuren en dus financiën worden ingezet. Of het halen van die natuurdoelen dan duurzaam/financieel haalbaar is, is een heel andere zaak. De logische beslissing bestaat eruit om voor elk natuurgebied na te gaan wat de meest haalbare doelen zijn. Met haalbaar wordt hier bedoeld: met zo weinig mogelijk inzet van technische, menselijke en dus ook financiële middelen en (als het even kan) in een zo kort mogelijke tijd. Zowel tijd, menselijke inzet, technische middelen en zeker financiën zijn immers erg schaarse producten. En resultaten willen we allemaal, en tegenwoordig ook nog liefst snel.

De voorbije decennia werden in Vlaanderen, verder bouwend op uitgebreid pionierswerk dat sinds de zeventiger/tachtiger jaren van de vorige eeuw voornamelijk in Nederland plaatsvond, tal van ecologische en hydrologische gebiedsstudies uitgevoerd. Dat is intussen voor vele tientallen grotere en kleinere natuurgebieden in Vlaanderen gebeurd door tal van onderzoeksinstellingen en studie- en adviesbureaus. Hoog tijd om het resultaat van die studies samen te vatten in een reeks van ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen die inspirerend kunnen werken voor gebiedsbeheerders en beleidsmakers die geconfronteerd worden met inrichtings- en beheervragen, het kiezen en/of het halen van (Europese) instandhoudingsdoelstellingen of het remediëren van negatieve externe invloeden in één of meerdere natuurgebieden.

Met de hiernavolgende ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen wordt er naar gestreefd om het ‘normale’ hydrologische functioneren van een reeks goed bestudeerde natuurgebieden in Vlaanderen in beeld te brengen. Wat onder ‘normaal’ verstaan kan worden, is uiteraard vatbaar voor discussie. In onze streken is de mens immers al een paar duizend jaar aan de slag



om op steeds grotere schaal het landschap naar zijn hand te zetten. Niets is hier nog ongestoord, niets is hier nog echt 'normaal'. Er wordt in deze gebiedsbeschrijvingen op schaal van het ruime landschap rond het natuurgebied in kwestie gekeken naar de bodem, de geologie, de (detail-)topografie, de hydrologische karakteristieken van de ondergrond, het natuurlijke en artificiële drainagenetwerk, het historische en actuele landgebruik, actieve dynamische, landschapsvormende processen (i.e. alluviale en colluviale processen, windwerking, grondwaterdynamiek) en niet te vergeten ook de belangrijke actuele negatieve invloeden van de mens op het ecohydrologische systeem. Door al die gegevens met elkaar in verband te brengen, op landschappelijke schaal te interpreteren en de gevolgen daarvan op hoofdzakelijk de (half-) natuurlijke vegetatie-ontwikkeling trachten te begrijpen voor elk individueel gebied, kan voor elk plekje binnen dat gebied de afstand tot het natuurdoel (distance to target) ingeschat worden.

Dit overzicht van ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen wil niet voor elk gebied bepalen wat er juist aan beheerinspanningen moet gebeuren om deze of gene natuurdoelstelling te halen. Hier wordt uitsluitend gepoogd om aan te geven wat de heersende abiotische karakteristieken van een bepaald gebied zijn, waarom dat zo is en welke vegetatietypen/-zonerings daar het dichtst bij aansluiten.

Wat er dan aan beheer gebeurt binnen die gebieden is opnieuw vatbaar voor (soms erg veel) discussie. Er kan gekozen worden om de beheerinspanningen zo minimaal mogelijk te houden en overal te streven naar climaxvegetaties (in onze streken zijn dat bostypes of zeer uitzonderlijk en op lange termijn ook eens een stukje hoogveen). Er kan gekozen worden voor veel meer inspanningen, bijvoorbeeld graslanden of open water. Er wordt gekozen voor jaarrond, dan wel seizoensbegrazing, waarin soort, ras en dichtheid van de grazers kan leiden tot meer of minder appreciatie, ...Kortom, er zijn tal van mogelijkheden in beheerkeuzen. Die maken geen onderdeel uit van dit rapport.

Uiteraard is kennis van oppervlakte- en grondwatersamenstelling en -regimes niet voldoende om het verantwoord kiezen van natuurdoelen op te baseren. Naast bodemtextuur en hydrologie zijn onder andere bodemchemie maar ook kennis van levensvatbaarheid van (meta-)populaties van een reeks doelsoorten, verspreidingsmogelijkheden van die doelsoorten en tal van andere factoren van wezenlijk belang voor het inschatten van de slaagkansen van gericht herstelbeheer. Echter, de chemische samenstelling van de bodem en met name in veel gevallen de historische overbesteding en de gevolgen daarvan op de haalbaarheid van natuurdoelen, komt pas in tweede instantie aan bod. Voor een efficiënt natuur(herstel)beheer wordt ervan uitgegaan dat eerst het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied in kwestie goed begrepen moet worden. Zelfs al beschikt de terreinbeheerder over terreinen waar nooit overbesteding op plaatsgevonden heeft, dan nog kan het flink fout gaan als bijvoorbeeld een venig beekdal te diep ontwaterd wordt (waardoor bijvoorbeeld veen mineraliseert en massa's nutriënten vrijkomen) of als er via grond- en/of oppervlaktewater een continue aanvoer optreedt van nutriënten of pollutanten. Eerst moeten die stromen bekend zijn en waar mogelijk opgelost worden. Dat betekent kennis, niet alleen van het te beheren natuurgebied op zich, maar kennis van het ruimere landschap, inclusief de grond- en oppervlaktewaterstromen en de kwaliteit ervan.

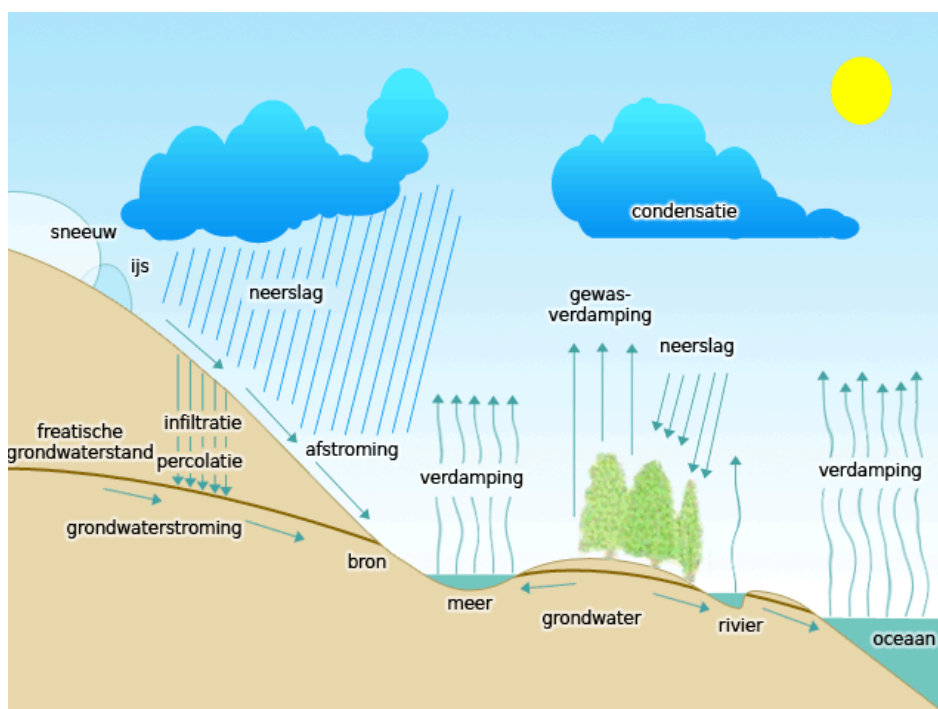
Een solide basis achtergrondkennis van hydrologie is dus belangrijk voor het goed interpreteren van wat beschreven wordt in dit rapport. Daarom wordt eerst een overzicht gegeven van ecohydrologische basisbegrippen. Dat overzicht heeft zeker niet de bedoeling om volledig te zijn. Hier wordt geprobeerd om in niet (al te) technische taal duidelijk te maken wat de belangrijkste hydrologische processen zijn die een rol spelen in het realiseren van PAS-maatregelen.



2 ECOHYDROLOGISCHE BASISBEGRIPPEN

2.1 DE WATERCYCLUS

De watercyclus is een ruim bekend gegeven. Water verdampt voortdurend uit de zeeën en oceanen die ruim 70% van het aardoppervlak beslaan. Verdamping gebeurt uiteraard niet alleen boven de zeeën, maar ook op en boven het land. Een groot deel van dat verdampte water valt onder de vorm van allerhande neerslag opnieuw in diezelfde zeeën en oceanen. Een deel ervan valt op het vasteland. Het zal intussen duidelijk zijn dat water absoluut niet stilstaat. Het is vrijwel constant in beweging. Er zijn echter zeer grote verschillen in verblijftijd van water afhankelijk van het medium waar het zich in bevindt. Zo is de verblijftijd van water in de atmosfeer gemiddeld ca. 10 dagen. Dus ongeveer 10 dagen na het verdampen valt het water terug onder de vorm van neerslag op het aardoppervlak. Daar kan het afstromen of infiltreren. Als het water infiltreert, is er al gauw sprake van een verblijftijd van tientallen tot vele honderden (en zelfs duizenden) jaren, voor het water terug aan de oppervlakte komt.



Figuur 1: De watercyclus (<https://nl.wikipedia.org/wiki/Waterkringloop#>)

De verdeling van neerslag is niet overal gelijk, vandaar plaatsen met woestijnen of savannes. Vlaanderen, zoals de rest van West-Europa, ligt in een gematigde klimaatzone. Dat betekent onder meer dat er zich hier, in vergelijking met andere plaatsen op de wereld, weinig echt extreme weersituaties voordoen. Dat betekent ook dat de hoeveelheid neerslag op jaarbasis zeer constant is (ca. 800 mm/jaar, of ook jaarlijks 800 liter/m²).

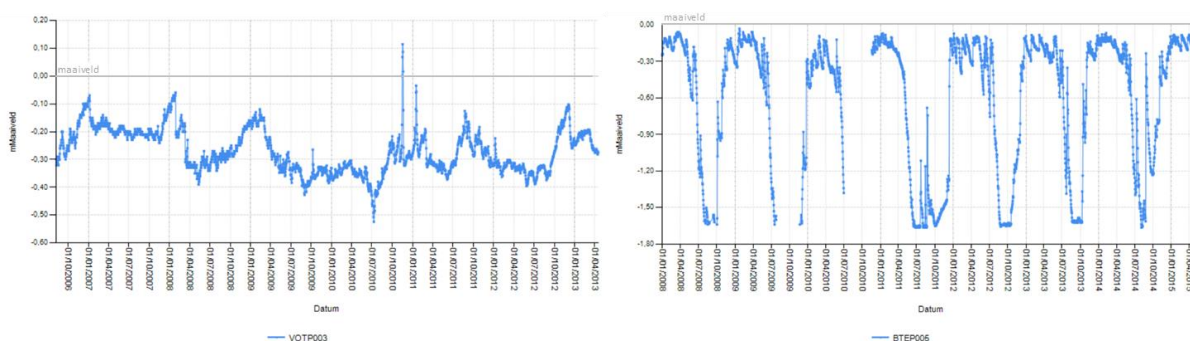
Niet alle neerslag die valt, stroomt af of infiltreert. Een deel ervan verdampt nagenoeg direct opnieuw. Het verschil tussen de totale neerslag en het deel dat direct weer verdampt, wordt effectieve neerslag genoemd. In landbouwtermen wordt de term “nuttige” neerslag gebruikt. De effectieve neerslag bedraagt bij ons ruwweg twee derde tot drie kwart (5-600 mm/m²) van

de totale neerslag. De grootte of omvang van de effectieve neerslag is, in tegenstelling tot de totale neerslag, veel variabel. Het direct opnieuw verdampende deel van de totale neerslag is sterk afhankelijk van temperatuur. Temperatuur varieert sterk binnen een jaar, ook tussen verschillende jaren en er treden grote verschillen op binnen dezelfde seizoenen. Het fenomeen koude en warme winter, of natte en droge zomers is genoegzaam bekend.

Gedurende het zomerhalfjaar is de vegetatie fysiologisch actief. Dat betekent dat de plantenweefsels groeien. Daarvoor is water nodig dat door planten, via hun wortels, actief uit de ondergrond getrokken wordt. Dat water wordt in de plant gebruikt om chemische stoffen te transporteren en allerlei biochemische processen te activeren en draaiende te houden. Die processen resulteren in plantengroei. Het proces van waterverbruik dat daarbij optreedt, wordt transpiratie genoemd. Transpiratie (door de vegetatie) samen met directe verdamping of ook evaporatie (van een vrij wateroppervlak of vanop het aardoppervlak) wordt “evapotranspiratie” genoemd. Het spreekt vanzelf dat de evapotranspiratie in het winterhalfjaar nagenoeg uitsluitend uit evaporatie bestaat en in het zomerhalfjaar gedomineerd wordt door transpiratie. Het is die variatie in grootte van evapotranspiratie die verantwoordelijk is voor grondwatertafelschommelingen doorheen het jaar (zie Figuur 2).

Grondwatertafels fluctueren dus doorheen het jaar. Over verschillende jaren heen zijn die fluctuaties doorgaans niet dezelfde. Dat heeft alles te maken met de variabiliteit van de waarden van evapotranspiratie (en de neerslag uiteraard). Het is hoofdzakelijk het waterverbruik door de vegetatie (i.e. transpiratie) die verantwoordelijk is voor dalende grondwatertafels in het zomerhalfjaar. Als in de herfst die transpiratie wegvalt, schieten de grondwaterpeilen (bij een normaal neerslagpatroon) vanzelf opnieuw de hoogte in.

De basisvorm van een tijdreeks van grondwaterpeilmetingen is dus een soort sinusoïde curve. Bovenop die basiscurve zitten nog tal van grotere en kleinere pieken en piekjes. Die zijn niets anders dan de reactie van het grondwaterpeil op neerslagbuien of soms ook overstromingen met oppervlaktewater. Hoe meer neerslag er valt, hoe uitgesprokener het piekje. De reactie van het grondwaterpeil op neerslag is niet in alle gebieden even groot. Een vuistregel is: hoe grover de bodemtextuur, hoe uitgesprokener de reactie (zie Figuur 2). De verklaring is te vinden in de volgende paragraaf.



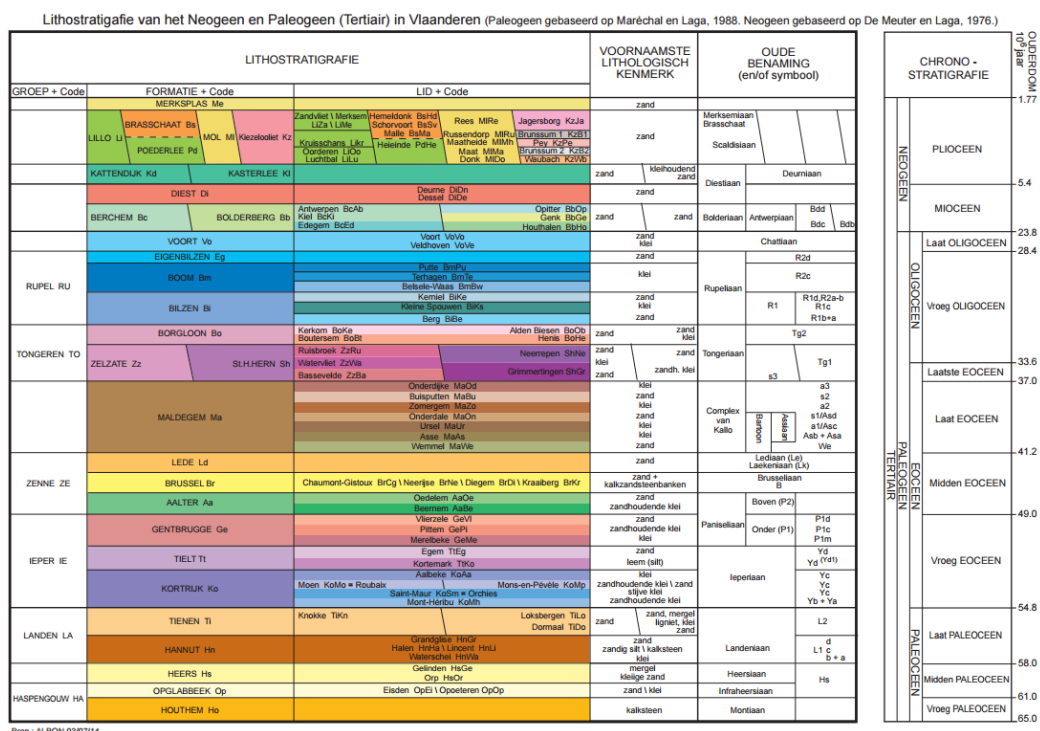
Figuur 2: Voorbeeld van tijdreeksen van dagelijkse grondwaterpeilmetingen. Rechts een “regelmatige” reeks uit het Bos ’t Ename (O.-VI.) en links een “variabele” reeks uit Vorsdonkbroek-Turfputten (VI.-Br.) (<https://watina.inbo.be/>)

2.2 GRONDWATER STROOMT... MAAR NIET NETJES RECHTDOOR

Onder onze voeten zitten er, in laagland West-Europa althans, niet alleen gigantische hoeveelheden zand-, leem- of kleikorreltjes, maar ook enorme hoeveelheden grondwater. Dat grondwater staat soms dicht tegen het maaiveld maar op de meeste plaatsen zit het op een

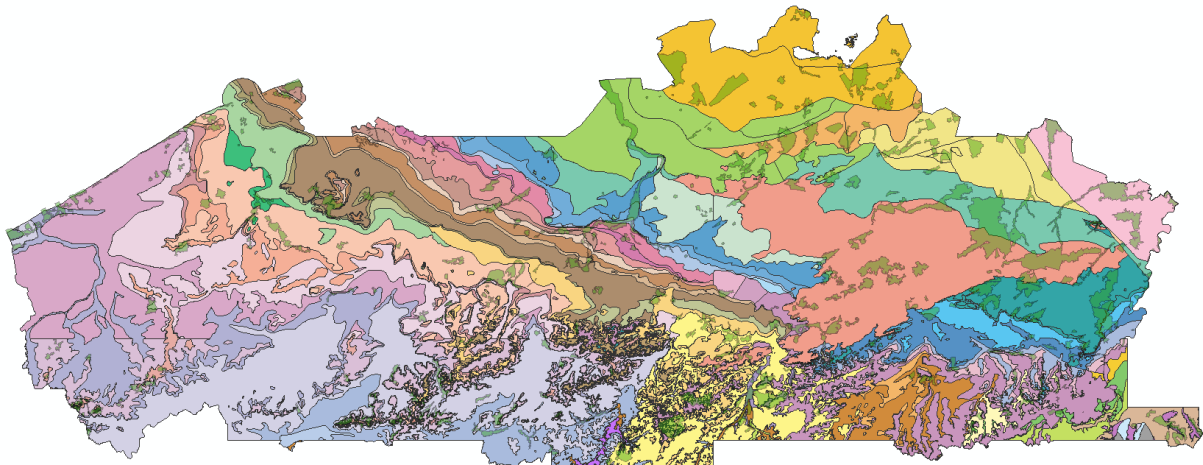


diepte van enkele (tientallen) meters. Het is nagenoeg continu in beweging, want het wordt permanent aangevuld en weer afgevoerd. Het regent immers vrijwel het ganse jaar door in onze streken en rivieren voeren permanent water af. De snelheid waarmee het grondwater beweegt bij een bepaald neerslagregime, is afhankelijk van een aantal factoren. Veruit de belangrijkste factor is de korrelgrootteverdeling van de afzettingen in de ondergrond. In Vlaanderen zijn, met uitzondering van de Voerstreek en de streek net ten zuiden van Halle, zo goed als nergens rotsmassieven aan het oppervlak te vinden. In het Waalse landsgedeelte is dat wel het geval. In Vlaanderen zitten diezelfde rotsmassieven op grotere diepte en zijn ze afgedekt geraakt met verschillende lagen zee- en in mindere mate rivierafzettingen van de voorbije tientallen tot honderden miljoenen jaren. Afhankelijk van de locatie gaat het om pakketten van vele tientallen tot zelfs een paar honderd meter dik. Die lagen duiken in regel zachtjes (met een helling van ca. 2%) in noordelijke richting naar beneden. Ze zijn immers afgezet tegen de meer zuidelijk gelegen rotsmassieven.



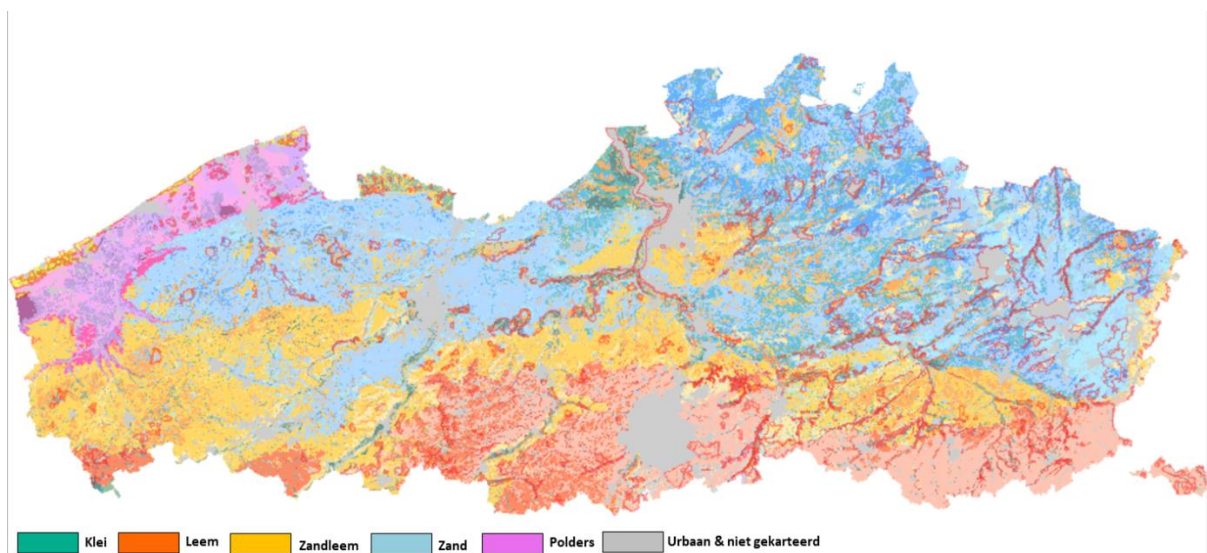
Figuur 3: Overzicht van de tertiair geologische afzettingen in Vlaanderen (bron: www.DOV.be)

Afhankelijk van o.a. de diepte van de toenmalige zee en de ligging ten opzichte van de toenmalige kustlijn werden er door de zee sedimenten met een verschillende samenstelling afgezet. Rivierafzettingen (de belangrijkste gebeurden door de Schelde en de Maas/Rijn) voerden sedimenten mee die te vinden waren en geërodeerd werden hogerop in het rivierbekken. In het geval van de Schelde gaat het over alle mogelijke fijnere sedimenten (zand en klei), voor de Maas gaat het daarnaast ook over grovere fracties, vooral grind.



Figuur 4: Overzicht van de veelheid aan dagzomende tertiair geologische lagen in Vlaanderen (www.DOV.be)

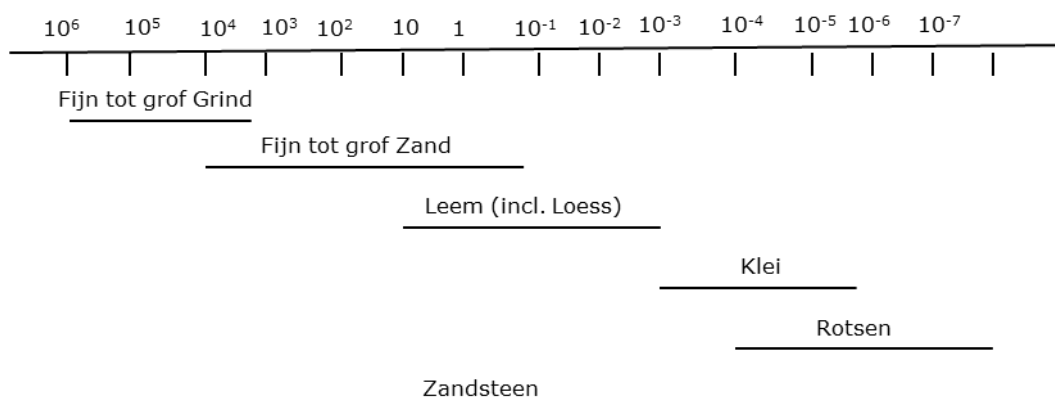
Tussen de perioden met afzettingen gingen andere geologische processen uiteraard rustig hun gang, zoals ze dat actueel nog steeds doen. Rivieren erodeerden geulen in het landschap, sommige delen van het landschap (met name de Ardennen) werden geologisch opgetild of zakten weg, er ontstonden breuken in de ondergrond, ... Dat leidde tot het complexe beeld van de Tertiair geologische ondergrond van Vlaanderen zoals weergegeven in Figuur 4. Dit complexe beeld is niet te zien aan het oppervlak. Bovenop deze hele reeks oude afzettingen is nog een recenter quartair dek terechtgekomen dat tussen vandaag en 1.8 miljoen jaar geleden werd afgezet door allerlei actieve geologische processen (wind, landverschuivingen, rivier- en zeewerking, ...). Dat quartaire dek is variabel van dikte. Het varieert van (erg plaatselijk) afwezig tot verschillende (tientallen) meters dikte. Het gaat om afzettingen met fijn materiaal van verschillende textuurklassen: zand, leem of klei, soms met plaatselijk bijmenging van grind, maar ook om veenafzettingen (zie Figuur 5).



Figuur 5: Verspreiding van de belangrijkste textuurklassen in Vlaanderen (bron: Bodemkaart van België)

Al die materialen hebben verschillende geleidende eigenschappen voor wat water betreft, samen te vatten in één variabele 'de hydraulische geleidbaarheid'. Hoe groter de

korrelgrootte, hoe hoger de hydraulische geleidbaarheid, of nog: hoe groter de korrelgrootte hoe vlotter het grondwater er door kan bewegen (zie Figuur 6).



Figuur 6: Hydraulische geleidbaarheid (in meter/dag) voor de belangrijkste categorieën van geologische afzettingen in Vlaanderen (naar Freeze & Cherry 1979)

Klei wordt qua hydraulische geleidbaarheid (doorgaans terecht) vergeleken met massieve rotsen. Het is (nagenoeg) ondoordringbaar voor water. Kleiige afzettingen worden daarom beschouwd als scheidende laag in beschrijvingen van hydrologische systemen. Een (in Vlaanderen) zeer bekende scheidende laag is de dikke, uniforme Oligocene afzetting van de formatie van Boom (de zgn. Boomse klei). Een dergelijke laag wordt een niet watervoerende laag of aquitard genoemd.

Het (opnieuw in Vlaanderen) andere uiterste van het spectrum zijn de eveneens erg uniforme pliocene afzettingen van de Formatie van Mol (het gekende ‘witte zand van Mol’). Dat is een voorbeeld van uiterst zuiver (dus met nagenoeg geen bijmenging van andere korrelgroottes of organisch materiaal) vrij grof kwartzand dat zeer goed watervoerend is. Een dergelijke afzetting wordt een watervoerende laag of aquifer genoemd. Dit is niet hetzelfde als een grondwaterlichaam. Dat is een relatief recente term die gebruikt wordt in de Europese kaderrichtlijn water (2000/60/EG) waarbij elke lidstaat verplicht is om zijn/haar ondergrond in te delen in grondwaterlichamen. Die bestaan uit een of meer (delen van) watervoerende lagen die op één of andere manier (geologische breuken, niet watervoerende lagen, ...) gescheiden zijn van elkaar en waarvoor er gerapporteerd moet worden inzake kwaliteits-/kwantiteitsdoelstellingen. Vlaanderen heeft 42 grondwaterlichamen afgebakend die in grootte, hydraulische geleidbaarheid, mineralenrijkdom van het water, textuur en dikte erg sterk kunnen verschillen van elkaar.

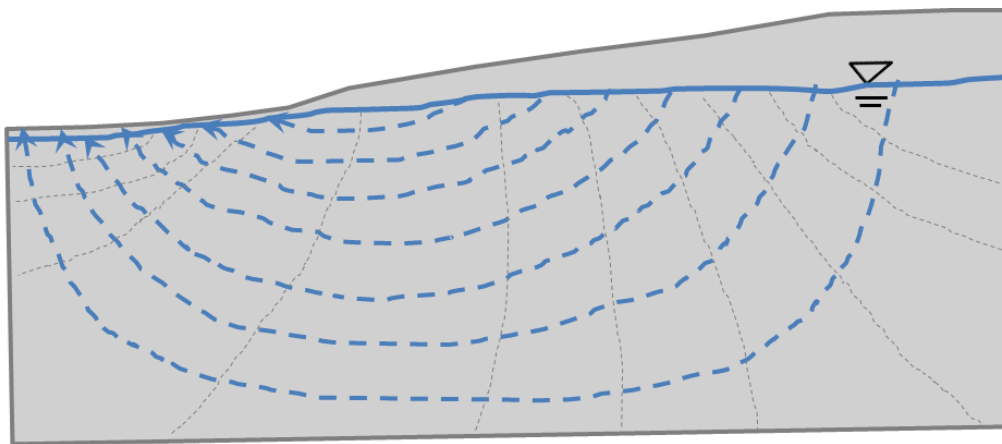
Nagenoeg alle tertiair en quartair geologische afzettingen in Vlaanderen zitten qua hydraulische geleidbaarheid tussen deze twee uitersten. De ene laag is al wat uniformer qua samenstelling dan de andere. Er zijn uitgesproken heterogene afzettingen; er zijn afzettingen met een gelaagdheid, bv. met kleine of grote kleilenzen, zandsteenknollen en dergelijke meer. Elk van die lagen heeft zijn eigen specifieke hydraulische geleidbaarheid, geen vaste waarde maar variërend binnen bepaalde grenzen afhankelijk van de heterogeniteit/uniformiteit van de afzetting.

Ligt een watervoerende laag aan het oppervlak, dan staat het grondwater in die laag in contact met de atmosfeer. Het grondwater hierin wordt ‘freatisch grondwater’ genoemd, het oppervlak van het grondwater hierin wordt het freatische oppervlak genoemd, de watervoerende laag wordt eveneens de freatische watervoerende laag of freatische aquifer genoemd.



Zit de watervoerende laag onder een niet-watervoerende laag, dan wordt ze een afgesloten watervoerende laag ('confined aquifer') genoemd. Zit het grondwater hierin onder druk, dan wordt dat een gespannen of artesische (watervoerende) laag genoemd.

Grondwater heeft tijd nodig om van infiltrerende regendruppel via de diepere ondergrond te bewegen in de richting van rivieren of andere drainagekanalen. De snelheid waarmee het in de ondergrond beweegt, hangt af van de zgn. hydraulische geleidbaarheid, de helling en de dikte van de geologische lagen, ... Daarbij zijn de horizontale afstanden die grondwater moet afleggen doorgaans veel groter dan de verticale afstanden.

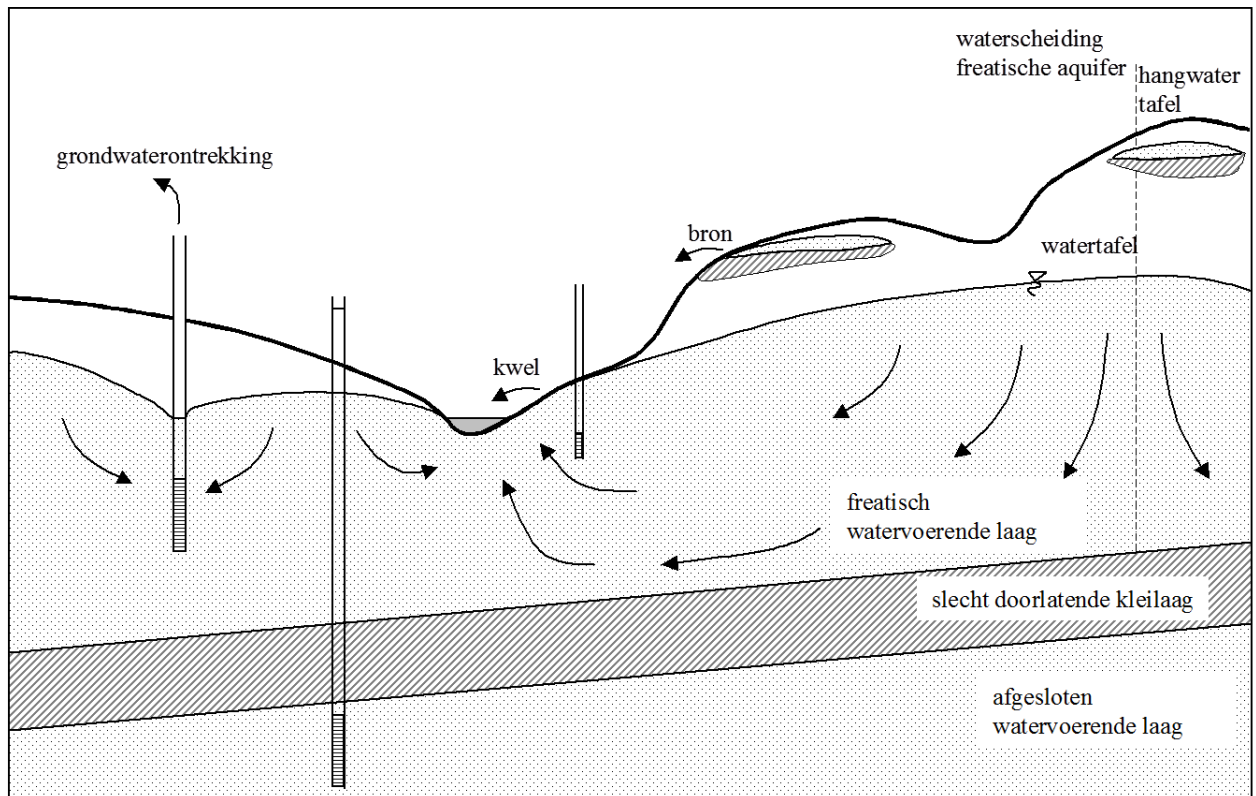


Figuur 7: Schematische weergaven van een freatisch grondwatersysteem met plateau, vallei, het freatische grondwateroppervlak (dikke blauwe lijn) en een homogene zandige ondergrond (grijs) waarin grondwater stroomt (blauwe stippellijnen) loodrecht op vlakken van gelijke druk (grijze stippellijnen)

In Figuur 7 wordt schematisch een dwarsdoorsnede doorheen een landschap met uiterst eenvoudige geologische opbouw gegeven. De ondergrond bestaat hier uit één dikke, homogene en horizontale geologische afzetting. De bovenkant wordt gekenmerkt door de klassieke plateau – vallei topografie. Daarin is te zien dat het freatisch oppervlak (i.e. het grondwateroppervlak dat in contact staat met de atmosfeer) onder het plateau (het infiltratiegebied dus) hoger staat dan in de vallei. Het grondwater stroomt niet 'linea recta' naar de vallei, maar dat gebeurt loodrecht op vlakken van gelijke druk (de stippellijnen in Figuur 7), waardoor de stroombanen van het grondwater convexe vormen aannemen. Het resultaat daarvan is dat het grondwater in de vallei nagenoeg loodrecht (tegen de zwaartekracht in dus) opstijgt en aan het maaiveld diffuus uittreedt. Dat verschijnsel (het diffuus uittreden van grondwater) wordt kwel genoemd. Het niveauverschil tussen het grondwaterpeil onder het plateau en het peil in de vallei is verantwoordelijk voor de grondwaterstroming en is ook mee verantwoordelijk voor de hoeveelheid verplaatst grondwater en de snelheid daarvan. Dat niveauverschil (tussen plateau en vallei) is niet constant. In perioden (jaren) met meer effectieve neerslag (en dus meer infiltrerend grondwater) stijgt het peil onder het plateau waardoor het niveauverschil met de vallei toeneemt. Daardoor zal er meer grondwater richting vallei stromen en zal er dus meer kwel optreden. De zone waar kwel optreedt, zal dan ook wat hoger de valleiflank opschuiven. In (of beter na) drogere perioden, gebeurt uiteraard het omgekeerde.

In realiteit is de ondergrond en de detailtopografie in de meeste gevallen veel en veel complexer dan deze die voorgesteld is in Figuur 7. Er is dikwijls sprake van systemen met doorlatende en ondoorlatende lagen, er wordt grondwater onttrokken (voor drinkwater, proceswater of beregeningswater), er zijn plaatselijke kleine of grotere kleilensjes die kunnen

zorgen voor zgn. hangwaterlenzen (ook wel stuwwater genoemd). Hierdoor wordt het beeld van de grondwaterstromingen wat complexer (zie Figuur 8)



Figuur 8: Een wat complexer maar realistischer beeld van een grondwatersysteem in onze streken

Kwel is een fenomeen dat niet altijd even gemakkelijk te observeren is. Er bestaan dan ook grote verschillen in aangevoerde volumes. Kwelhoeveelheden (debieten eigenlijk) worden uitgedrukt in millimeter per vierkante meter per dag ($\text{mm}/\text{m}^2.\text{dag}$). Als er weinig topografische niveauverschillen in het landschap (en in de helling van de geologische lagen) zitten, dan is de kwelhoeveelheid laag: $\leq 2 \text{ mm}/\text{m}^2.\text{dag}$. In feite betekent dit dat er een laagje grondwater van 2 mm dikte elke dag opnieuw uit de bodem geperst wordt. In het zuiden en het oosten van Vlaanderen gebeurt het niet zelden dat er middelmatige ($2\text{-}10 \text{ mm}/\text{m}^2.\text{dag}$) tot hoge ($>10 \text{ mm}/\text{m}^2.\text{dag}$) kwelhoeveelheden optreden. Dat heeft alles te maken met de grotere topografische niveauverschillen en de over het algemeen zachtjes naar het noorden afhellende geologische formaties.

Het kwelwater dat in veel van de Vlaamse natuurgebieden aan de oppervlakte komt, heeft doorgaans een lange weg door de ondergrond afgelegd. Elk kwelgebied ontvangt haar water uit een welomschreven infiltratiegebied. Het tijdsverloop tussen het infiltreren van de regendruppel en het terug uittreden onder de vorm van bron- of kwelwater, wordt de verblijftijd van grondwater genoemd. Er is nogal wat variatie in die verblijftijden, opnieuw afhankelijk van de fysische eigenschappen van de watervoerende laag. Kwelwater dat bijvoorbeeld in het Kempische natuurgebied 'de vallei van de Zwarte beek' aan het oppervlak komt, heeft een gemiddelde verblijftijd van een paar honderd jaar. Het geohydrologische systeem van de Zwarte beek wordt dan ook een 'traag' systeem genoemd. Het grondwatersysteem in het natuurgebied de Doode Bemde in de Leemstreek, is een voorbeeld van een 'snel' systeem. De gemiddelde verblijftijd van het grondwater bedraagt hier nauwelijks 20 jaar.



2.3 CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN GRONDWATER

Grondwater kan van plaats tot plaats, en in wat mindere mate ook doorheen de tijd, flink variëren qua chemische samenstelling. Het bestaat, net zoals oppervlaktewater, niet alleen uit zuiver water (H₂O) maar er zijn (vele) honderden chemische stoffen in opgelost

Als regenwater (wat in feite sterk gelijk is op gedistilleerd water) infiltreert, begint het vrijwel ogenblikkelijk allerlei stoffen uit de ondergrond op te lossen. Hoe langer het water onderweg is in de ondergrond, des te meer tijd er is om allerlei stoffen op te lossen. Grondwater dat slechts een korte tijd door de ondergrond stroomt, wordt “jong grondwater” genoemd en intuïtief wordt er dan van uitgegaan dat het mineraalarm zal zijn. “Oud grondwater” heeft een lange verblijftijd in de ondergrond en bijgevolg meer tijd om stoffen op te lossen. Opnieuw intuïtief wordt ervan uitgegaan dat het dan mineraalrijk is. Die intuïtieve indruk is een goede leidraad maar vast en zeker geen universele vuistregel!

In het “trage” grondwatersysteem van bijvoorbeeld de vallei van de Zwarte Beek is de verblijftijd van het grondwater erg lang (~honderden jaren). Het stroomt er echter door een watervoerende laag (Formatie van Diest) die vrij arm is aan mineralen. Het resultaat is mineraalarm kwelwater.

In het snelle grondwatersysteem van bijvoorbeeld de Doode Bemde is de verblijftijd van het grondwater erg kort (~een paar tientallen jaren). Het stroomt echter door een mineraalrijke watervoerende laag (Formatie van Brussel). Het resultaat is mineraalrijk kwelwater.

Dat zijn twee extreme voorbeelden waartussen vele mogelijke variaties liggen, zie verder in de” paragraaf “mineraalarm versus mineraalrijk grondwater”

Verschuivende watervoerende lagen hebben een verschillende minerale samenstelling waardoor het grondwater dat er (langer of korter) door stroomt een verschillende chemische samenstelling zal hebben.

Afhankelijk van de plaats waar het grondwater bemonsterd wordt, de geologische laag (lagen) waaruit het afkomstig is, de hydraulische geleidbaarheid van en dus de verblijftijd in die geologische laag (-lagen), de (menselijke) activiteiten die zich in de ruime omgeving (vnl. in het infiltratiegebied) afspelen (en ook afspeelden in het verleden), kan de chemische samenstelling van het grondwater wijzigen.

Die samenstelling zal op een welbepaalde locatie niet erg veel variëren doorheen de tijd, althans niet als er vergeleken wordt met de samenstelling van oppervlaktewater op een welbepaalde locatie doorheen dezelfde tijdspanne. Oppervlaktewater stroomt veel sneller dan grondwater. In beken en rivieren monden allerhande grotere en kleinere drainagesystemen (grachten, greppels maar ook ondergronds aangelegde systemen) uit, die aangelegd worden om neerslag- en grondwater snel af te voeren. Daarbij worden allerhande chemische stoffen (afkomstig van bodempartikels, lozingswater, afgespoelde meststoffen, ...) meegesleurd. Het regent niet permanent, dus er wordt ook niet permanent even veel van die stoffen uitgespoeld. Met grondwater gaat alles veel trager, veel gezapiger. Het stroomt niet *over* de grond en in contact met de lucht, zoals het oppervlaktewater; het stroomt *erdoor*, wat lastiger verloopt dan erover en grotendeels in afwezigheid van contact met de lucht. Bodem- en dieper gelegen geologische lagen zijn uiteraard hydraulisch minder goed geleidende media dan lucht. Bij de (doorgaans) lange tocht van grondwater van infiltrerende regendruppel tot uittredende kwel, vind een wirwar aan chemische uitwisselingsprocessen plaats.

////////////////////

Omwille van de eenvoud en ook omwille van de (op dit ogenblik doorgaans erg) onvolledige kennis van de effecten van de verschillende chemische stoffen op het voorkomen van grondwaterafhankelijke plantensoorten en vegetatietypen, wordt de uiteenzetting hier beperkt tot de klassieke dertien belangrijkste chemische variabelen in het grondwater.

Tabel 1: Overzicht van de 'klassieke' 13 chemische variabelen voor grondwater

variabele	electrische geleidbaarheid	zuurtegraad	Anionen						Kationen				
			Nutriënten										
eenheid	EC ₂₅	pH	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	O-PO ₄ ³⁻ -P	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{tot}
	µS/cm	-	mg/l	mg N/l	mg N/l	mg N/l	mg P/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l

Bij het gebruik en interpretatie van chemische analyseresultaten is het van groot belang om aandacht te hebben voor de eenheden waarin de concentraties zijn uitgedrukt. In Vlaanderen is het de gewoonte om concentraties uit te drukken in milligram per liter (mg/l). In Nederlandse ecologische literatuur en rapporten wordt er nogal eens met µmol/l gewerkt.

Nitraat, nitriet en ammonium worden hier standaard uitgedrukt in **mg N/l** en fosfaat in **mg P/l**. Voorafgaande controle van de gebruikte eenheden en omrekenwerk kan heel wat verwarring besparen en verkeerde conclusies vermijden.

De elektrische geleidbaarheid, EC₂₅, wordt in dit rapport uitgedrukt in µS/cm. Soms wordt literatuur aangetroffen met waarden in mS/cm. Omrekenen is dan vereist. Een andere veel voorkomende verwarring is de referentietemperatuur ten opzichte waarvan wordt uitgedrukt. Een tijdje geleden werd internationaal afgesproken om die referentietemperatuur 25°C te maken, daar waar die vroeger 20°C was. Tal van literatuurbronnen of zelfs recente studies maken nog gebruik van 20°C als referentietemperatuur, wat tot waardeverschillen van ca. 10-15% kan leiden.

In de cijfers van chemische samenstelling van het grondwater die verder in dit rapport gebruikt worden, zijn enkel die analyseresultaten weerhouden waarvoor de electroneutraliteitsbalans (= EN%) berekenbaar is (m.a.w. wanneer de 13 klassieke chemische variabelen (zie Tabel 1) beschikbaar zijn) en wanneer die die balans maximaal +/- 10% afwijking vertoond.

$$EN\% = 100 * \frac{\sum([kationen \text{ (in meq/l)}] - [kationen \text{ (in meq/l)})]}{\sum([kationen \text{ (in meq/l)}] + [kationen \text{ (in meq/l)})}$$

Dat is de grens die doorgaans (internationaal) wordt gehanteerd. Het is verder goed om weten dat er in Vlaanderen zones zijn waar een EN% ~ +/- 10 vrijwel nooit gehaald wordt om redenen die op dit ogenblik nog steeds onduidelijk zijn. Dat is met name het geval in natte natuurgebieden waar grote hoeveelheden kwel aan de oppervlakte komt bestaande uit grondwater afkomstig uit de formatie van Diest. Dat levert uitermate ijzerrijk grondwater op.

2.4 MINERAALARM VERSUS MINERAALRIJK GRONDWATER

Er bestaat nogal wat spraakverwarring, slordig taalgebruik eigenlijk, in de gebruikte terminologie die de chemische samenstelling van het grondwater moet typeren. Zo worden termen als oligo-/meso-/eutroof, mineraalrijk/mineraalarm, voedselarm/voedselrijk, zuur/basisch, jong/oud, gebufferd/niet gebufferd door elkaar gebruikt. Dat leidt niet zelden tot verkeerde conclusies rond het functioneren van een hydrologisch systeem. Op zijn beurt kan dat dan weer leiden tot verkeerde verwachtingen inzake potentieel te ontwikkelen vegetatietypen en dus ook leiden tot minder doordachte beheerbeslissingen.

De termen oligotroof, mesotroof en eutroof zouden enkel mogen gebruikt worden als het gaat over de nutriëntenconcentraties in het grondwater. Oligotroof is dan uiteraard nutriëntenarm,

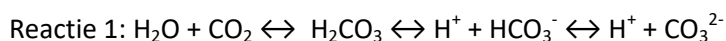


eutroof nutriënterijk en mesotroof een concentratie die ergens tussen de twee uitersten in zit. Deze worden echter zeer veel verkeerdelijk gebruikt wanneer het over mineralenconcentraties gaat.

Een correct gebruik van de termen kalkrijk/kalkarm zou betrekking moeten hebben op de concentratie kalk (CaCO₃) in het grondwater. Doorgaans wordt er in feite gerefereerd naar de mineraalrijkdom (totale concentratie van minerale kationen Ca²⁺ & Mg²⁺). De term “kalkrijk” wordt dan (eigenlijk meestal) fout gebruikt en bedoelt men “mineraalrijk”.

Een correct gebruik van de termen zuur en basisch zou betrekking moeten hebben op de waarden van de zuurtegraad (pH) van het grondwater in kwestie. In de praktijk wordt het meestal gebruikt wanneer men eigenlijk mineraalrijk-/arm bedoelt. Dat is zeker niet altijd hetzelfde. Mineraalarm grondwater hoeft niet per se zuur te zijn of omgekeerd.

Hetzelfde geldt voor het gebruik van de term gebufferd/niet gebufferd grondwater. Bij correct gebruik zou dat in hoofdzaak moeten slaan op de concentratie bicarbonaat (HCO₃⁻) dat in het water aanwezig is. Bicarbonaat is in staat om verzuring (~H⁺) weg te werken volgens Reactie 1, zo lang de voorraad bicarbonaat strekt natuurlijk.



Doorgaans wordt er dus eigenlijk opnieuw mineraalrijk/-arm bedoelt.

In Vlaanderen zijn een twintigtal uitgestrekte en minder uitgestrekte watervoerende lagen. Dat zijn hoofdzakelijk (maar niet uitsluitend) tertiair geologische formaties – uit Figuur 3) aan te treffen die grofweg in drie categorieën kunnen gerangschikt worden voor wat de mineraalrijkdom betreft (Tabel 2).

Een snelle manier om te detecteren of grondwater mineraalrijk is of niet, gebeurt via de EC₂₅ metingen. Dat zijn elektrische geleidbaarheidsmetingen (bij een referentietemperatuur van 25°C). Waarden lager dan 250 µS/cm wijzen op mineraalarm grondwater, waarden hoger dan 600 µS/cm wijzen op mineraalrijk grondwater. Waarden tussen 250-600 µS/cm zijn bijgevolg intermediair. Er is uiteraard ook nog brak en zout water, maar dan stijgen de EC₂₅waarden (tot ver) boven de 6000 µS/cm. Noordzeewater heeft een EC₂₅ waarden van 35-50.000 µS/cm. Brak en zout water zijn dus per definitie steeds mineraalrijk.

Tabel 2: Ruwe categorisering van de Vlaamse watervoerende lagen (tertiair geologische formaties) naar mineraalrijkdom

	Mineraalarm	Tussenpositie	Mineraalrijk
watervoerende geologische formaties	Lillo	Kattendijk	Eigenbilzen
	Brasschaat	Kattendijk-Kasterlee	Bilzen
	Poederlee	Diest	Borgloon
	Mol	St. Huibrechts Hern	Lede
	Berchem-Bolderberg	Voort	Brussel
	Maldegem	Aalter	Tienen
			Hannut
	Kiezeloëliet		Heers

Omdat het interpreteren van tabellen met tientallen cijfers van concentraties van chemische variabelen niet eenvoudig is, ook niet na vele jaren ervaring, bestaan er verschillende grafische

voorstellingswijzen die snel een goede samenvatting geven van een aantal “kwaliteiten” van het grondwaterstaal in kwestie.

Om wat houvast te bieden in de veelheid aan cijfers, worden hieronder (Tabel 3) de chemische analyseresultaten van 5 natuurgebieden in Vlaanderen op drie grafische voorstellingen weergegeven:

- een alluviale vallei met kwel “de Doode Bemde” (Vlaams-Brabant) – een snel systeem gevoed met mineraalrijk grondwater
- een poldersysteem “het Pompje” (West-Vlaanderen) – een systeem met nagenoeg stilstaand, zout grondwater,
- “het Stropersbos” (Oost-Vlaanderen) - een traag systeem en qua mineraalrijkdom een tussenpositie innemend,
- Een dalhoofd van een alluviaal beekdal met kwel “het Torfbroek” (Vlaams-Brabant) - een snel, uitermate mineraalrijk systeem
- Een Kempisch beekdal (met erg veel kwel) “de vallei van de Zwarte Beek” (Limburg) - een traag, mineraalarm systeem.

Tabel 3: Chemische samenstelling van grondwater uit de Doode Bemde (DYL te Oud-Heverlee-Sint Joris Weert-Neerijse), het Pompje (PJE te Oudenburg-Ettelgem), het Stropersbos (STR te Kemzeke – St.-Gillis-Waas), het Torfbroek (TOR te Berg-Kampenhout) en de vallei van de Zwarte Beek (ZWA te Koersel-Beringen)

Datum	Meetpunt Code	EC ₂₅	pHL	HCO ₃	P-PO ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fe _{tot}
		µS/cm	-	mg/l	mgP/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15/12/2016	DYLP004	930	6,8	582	0,015	0,015	0,03	0,08	0	26,2	14,8	0,4	171,2	10,18	9,39
27/09/2010	PJEP101	10461	7,0	1096	0,015	0,015	0,01	9,36	1293	2426,1	1419,9	78,4	570,9	259,53	0,57
30/06/2004	STRP001	356	5,6	6	0,005	0,010	0,05	0,81	94	34,2	18,3	11,4	19,7	3,50	10,20
22/01/2014	STRP053	525	7,4	283	0,015	0,036	0,02	0,04	25	16,7	13,4	4,0	84,2	6,43	0,32
13/11/2017	TORP003	1153	7,2	538	0,015	0,015	0,04	0,04	119	61,6	47,8	2,9	202,5	9,59	6,30
14/04/2011	ZWAP116	109	6,5	43	0,015	0,016	0,03	0,04	1	5,9	3,4	1,0	10,7	1,91	1,62
11/04/2011	ZWAP209	46	4,8	2	0,015	0,016	0,06	0,04	5	5,3	3,7	0,7	0,6	0,60	2,29

2.4.1 Het EC-IR – diagram

Van Wirdum (1990) introduceerde het zgn. EC-IR-diagram waarin EC staat voor elektrische geleidbaarheid en IR staat voor Ionenratio

$$IR = 100 * \frac{\left[\frac{1}{2} * Ca^{2+}\right]}{\left[\frac{1}{2} * Ca^{2+}\right] + [Cl^{-}]}, \text{ opgelet: concentraties uitgedrukt in milli-equivalent/liter meq/l!}$$

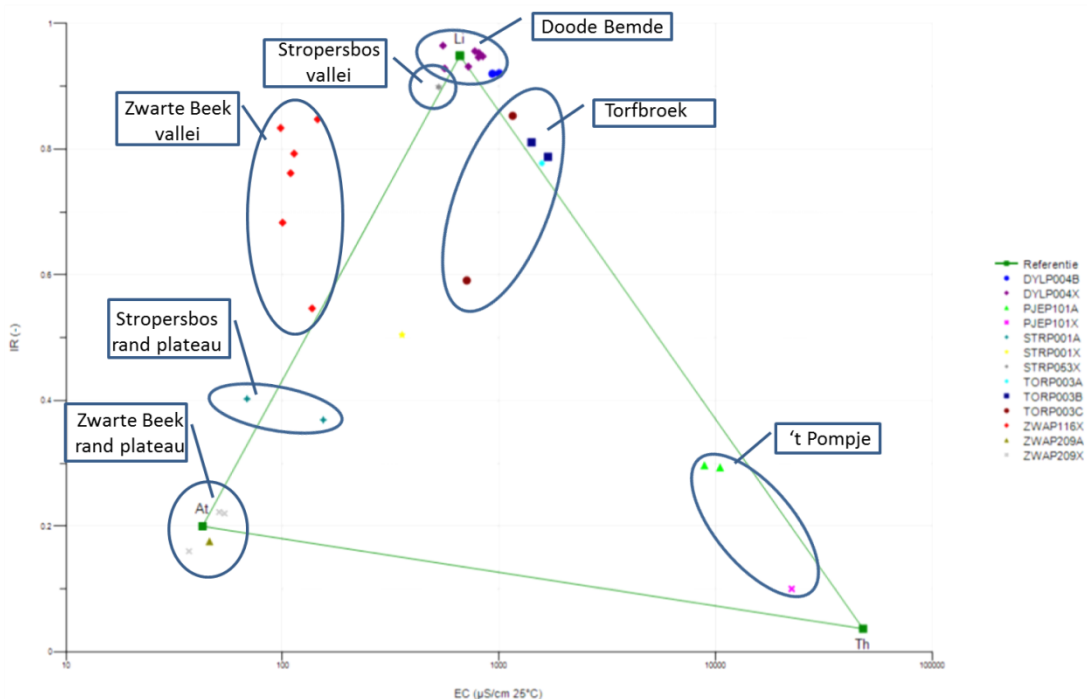
De concentraties van chloride en calcium zijn gekozen omdat die het best de verschillen in ionensamenstelling typeren. In regenwater is er immers nagenoeg geen calcium aanwezig (verdampst niet mee) en verhoudingsgewijs veel chloride (komt in regenwater terecht met “zoutspray” met westenwind mee-“geblazen” vanuit de zee). In mineraalrijkgrondwater is dat net het omgekeerde, en in zeewater is zowel chloride als calcium veel aanwezig. Door de keuze van chloride en calcium geeft de grafische weergave een brede spreiding. In een EC-IR-diagram worden, bij wijze van geheugensteuntje, drie karakteristieke punten weergegeven. Linksonder is dat het At punt (At ~ Atmo: een vrij onvervuild regenwaterstaal uit Nederland), rechts onderaan is dat het Th punt (Th ~ Thalasso: een Nederlands staal van Noordzeewater) en bovenaan een Li punt (Li ~ Litho: een mineraalrijk grondwaterstaal uit Nederland). Door analyseresultaten van grondwaterstalen op dergelijke grafiek weer te geven wordt in één oogopslag duidelijk wat het verschil is met de drie referentiepunten. Op die manier kan er snel achter gekomen worden of we met regenwaterachtig (zgn. Atmoclien, mineraalarm) grondwater, dan wel met echt grondwater (zgn. Lithoclien, en mineraalrijker) of met zilt/brak water (zgn. Thalassoclien).



Het Zwarte beek- en het Stropersbos-rand van het plateau grondwater zitten perfect in de buurt van dat Atmocliene punt (Figuur 9). Het heeft met andere woorden in die zones een chemische samenstelling die erg gelijk op die van regenwater. Het grondwater is dus recent geïnfiltreerd is en heeft nog nauwelijks chemische veranderingen ondergaan. In het Stropersbos is de watervoerende laag merkbaar mineraalrijker dan in de vallei van de Zwarte beek, de punten zijn bijgevolg al wat naar rechtsboven verschoven in het EC-IR-diagram. Hetzelfde geldt voor het grondwater dat aan de oppervlakte komt in het valleigedeelte van de beide systemen. De weergave van die stalen zitten nog meer in de buurt van het Lithocliene punt op de grafiek.

Het grondwater uit de Doode Bemde zit helemaal rond het Lithocliene punt en het water van het Torfbroek (wat geldt als hét Vlaamse voorbeeld van een kalkmoeras) zit nog iets verder naar rechts verschoven, dus nog een tikje mineraalrijker. Hier speelt echter ook vervuiling van het grondwater met sulfaten en chloriden een rol waardoor het water een hogere EC-waarde heeft en een lagere IR. Daardoor liggen die punten ietsje meer naar rechtsonder verschoven ten opzichte van deze van de Doode Bemde.

Rechts onderaan, in de omgeving van het Thalassocliene referentiepunt, is het grondwater van de zilte graslanden van het Pompje te vinden. In dat natuurgebied zit nog een “fossiele” bel zeewater in de ondergrond die er is blijven zitten van in de periode van de laatste zeetransgressies.



Figuur 9: EC-IR diagram voor grondwater uit de Doode Bemde (DYL), het Pompje (PJE), het Stropersbos (STR), het Torfbroek (TOR) en de vallei van de Zwarte Beek (ZWA)

In één oogopslag is vlot te zien hoe sterk stalen verschillen van, dan wel gelijken op elkaar. Er is een snelle indicatie over de mineraalrijkdom van het water.

Opnieuw en om spraakverwarring uit de wereld te helpen: infiltrerend grondwater dat slechts een paar (i.e. 1-2) jaar door een erg mineraalrijke watervoerende laag loopt (zie bijvoorbeeld gebiedsbeschrijving voor de Dijlevallei stroomopwaarts Leuven, Molenbeekvallei of Torfbroek), dan heeft helemaal geen atmoclien, maar al een uitgesproken lithoclien karakter.

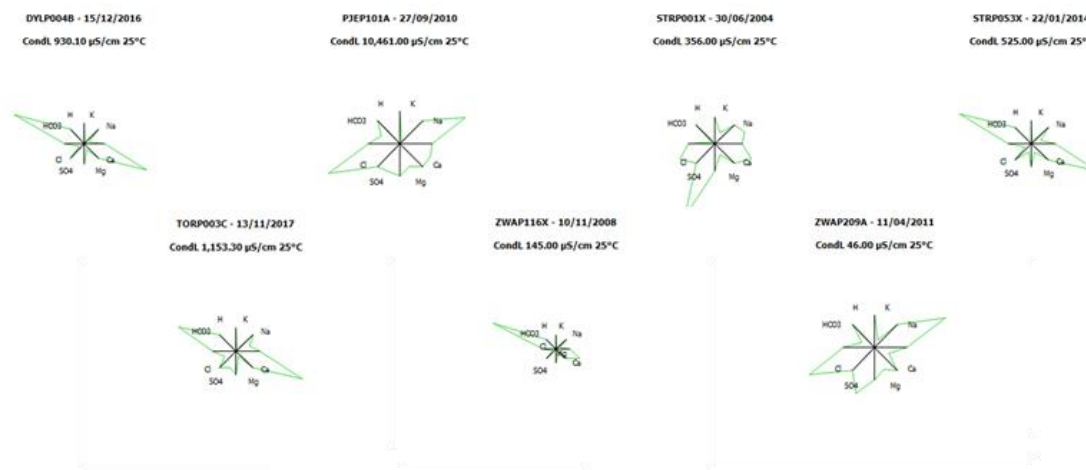
Om snel een idee te hebben van de aard van de mineralen samenstelling zijn de Stiff en Maucha diagrammen veel meer aangewezen.

2.4.2 Het Maucha diagram

Maucha (1932) ontwierp een radiaal diagram waarin de concentraties (in meq/l) van de 8 belangrijkste ionen weergegeven worden (vertrekkend rechts bovenaan in uurwerkwijzerzin zijn dat kalium, natrium calcium, magnesium, sulfaat, chloride, bicarbonaat en de protonen). Hoe hoger de concentratie van het betreffende ion, des te verder de grafiekiek uitwijkt vanuit het centrale punt. Dat geeft voor verschillende grondwaterstalen karakteristieke vormen waar men vertrouwd mee moet geraken en die vervolgens toelaten om in een oogopslag te zien of de chemische samenstelling van een staal correspondeert dan wel afwijkend is van de "norm". Hoewel Maucha zelf er destijds een andere naam aan gegeven had ("Telkessy-diagram", naar de collega die hem op het idee bracht), luistert het tegenwoordig toch algemeen naar zijn naam.

Het vergt wat routine om vertrouwd te geraken met de basisvormen voor referentie – grondwatertypen om dan via deze diagrammen de chemische samenstelling van een ander grondwaterstaal vlot te kunnen interpreteren. Zilt of brak grondwater geeft (met wat goede wil) een naar links fladderende vleermuisvorm te zien (PJEP101 in Figuur 10), omdat in het radiale diagram natrium, kalium en chloride de belangrijkste ionen zijn. Grondwater dat een wat langere weg door de grond heeft afgelegd vertoont het patroon van een rechts vliegende vleermuis waarin calcium en bicarbonaat, verhoudingsgewijs de overhand hebben. Atmosferisch grondwater vertoont een ander, tussenliggend patroon.

Dezelfde stalen uit Tabel 3 zijn gebruikt in de voorbeelden van Maucha-diagrammen (Figuur 10).



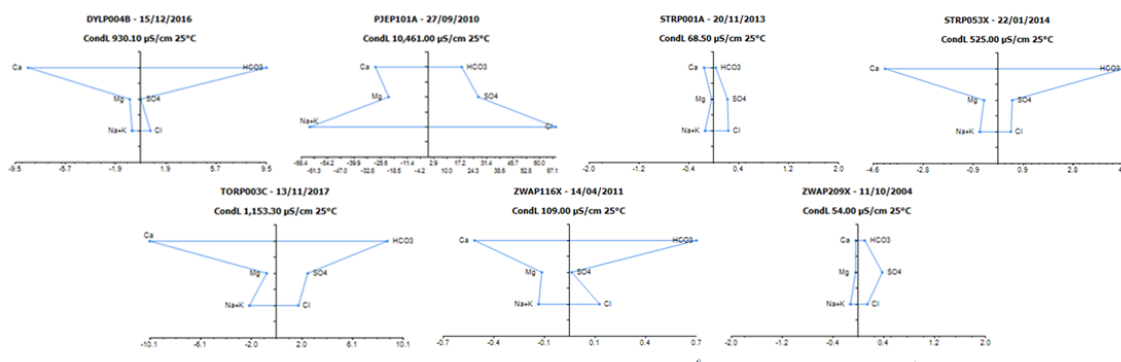
Figuur 10: Maucha diagrammen voor grondwater uit de Doode Bemde (DYL), het pompje (PJE), het Stropersbos (STR), het Torfbroek (TOR) en de vallei van de Zwarte Beek (ZWA)

2.4.3 Het Stiff diagram

Stiff (1951) ontwierp een grafiektype waarbij links de kationen en rechts de anionen worden weergegeven. Origineel waren er stonden ook ijzer en carbonaat bij in het ontwerp maar vandaag worden er drie "paren van kat-/anionen" boven elkaar geplaatst: bovenaan de concentraties van calcium tegenover bicarbonaat, in het midden magnesium tegenover sulfaat en onderaan natrium en kalium tegenover chloride. Dat geeft karakteristieke vormen waar men vertrouwd mee moet geraken en die vervolgens, net zoals dat voor het Maucha-diagram



geldt, in een oogopslag toelaten wat afwijkend is van de “norm”. Dezelfde stalen uit Tabel 3 zijn gebruikt in de voorbeelden van Stiff diagrammen (Figuur 11)



Figuur 11: Stiff diagrammen voor grondwater uit de Doode Bemde (DYL), het Pompje (PJE), het Stropersbos (STR), het Torfbroek (TOR) en de vallei van de Zwarte Beek (ZWA)

Grondwater, dat sterk op regenwater lijkt, laat in het Stiff diagram nauwelijks verschillen zien in de verschillende kat-/anionen paren. Ze geven een verticale smalle rechthoek (zoals voor ZWAP209 en STRP001). Grondwater dat al een tijdje onderweg is geweest doorheen de ondergrond vertoont opmerkelijke veranderingen in de verhoudingen (en niet noodzakelijk de concentraties!) van kationen en anionen, in vergelijking met het erg jonge grondwater. De karakteristieke Stiff diagrammen lijken op een paddenstoel, waarin verhoudingsgewijs calcium en bicarbonaat de overhand heeft. Brak, zilt of zeewater hebben een overmaat aan natrium, kalium en chloriden. De karakteristieke vorm is een “presse papier” of een omgekeerde paddenstoel.

2.5 NUTRIËNTEN IN HET GRONDWATER

Merk op dat al de tot nu toe besproken grafische voorstellingen op geen enkele wijze informatie geven over nutriënten in het grondwater. Kennis van ‘normale & abnormale’ concentraties van de individuele verschijningsvormen van nutriënten in het grondwater zijn nodig. Om dat goed te begrijpen zijn noties van de herkomst van nutriënten en van de verschillende veranderingen die ze tijdens de lange weg van grondwater in de ondergrond kunnen ondergaan, belangrijk. Die processen spelen zich niet alleen af in het grondwater maar ook (en in erg belangrijke mate zelfs) in samenspel met de bodem (helemaal op het einde van de reis van het grondwater, net voor het uittreden onder de vorm van kwel dus). De hele nutriëntenhuishouding is een bijzonder complex biochemisch verhaal waarin heel veel afhangt van chemische evenwichten, zuurtegraad, redoxtoestanden, beschikbaarheid van organisch materiaal, aanwezigheid van ijzer, ... In wat volgt wordt een zeer beknopte (en dus onvolledige) opsomming gegeven van de belangrijkste processen, oorzaken en gevolgen. Het laatste is hierrond zeker nog niet bekend. De laatste decennia wordt hier veel onderzoek rond gedaan, wat leidt tot steeds meer kennis en een op het eerste zicht wirwar aan processen en verbanden.

In onze contreien komen, onder “normale omstandigheden” (i.e. als er geen sprake zou zijn van menselijke beïnvloeding), nutriënten slechts in hele lage concentraties voor in grondwater.

Het Vlaamse (en bij uitbreiding nagenoeg het hele West-Europese) landschap is echter sterk door menselijke activiteiten beïnvloed. Dat leidt tot tal van negatieve effecten waaronder de (soms massale) aanwezigheid van nutriënten in bodem en grondwater.

Eenvoudig gesteld komt het (negatieve) effect van nutriënten op de vegetatie in natuurgebieden neer op productiestijging. De vegetatie wordt productiever, er wordt meer biomassa geproduceerd waardoor minder competitieve, doorgaans kleinere en frelere plantensoorten in de verdrukking komen, het niet meer overleven in de dichte vegetatie van soorten die beter overweg kunnen met overmatig beschikbare voedingsstoffen. Klassiek worden stikstof-, fosfor- en kaliumverbindingen als nutriënten gezien. In landbouw worden die drie steeds samen genoemd als zgn. NPK-meststoffen

Nutriënten dienen in bepaalde verhoudingen aanwezig te zijn in bodem of grondwater om een (negatieve) impact te hebben op de vegetatieontwikkeling van vochtige natuurgebieden. Om het extreem te stellen: als er enkel nitraat aanwezig is en geen fosfaat of kalium, dan gebeurt er nagenoeg niets met de droge stofproductie van de vegetatie. Als er alleen verhoogde fosfaatconcentraties zijn en geen stikstof of kalium gebeurt er evenmin iets. Als er én verhoogde stikstof- én verhoogde fosfaatconcentraties optreden, dan is er plots wel een verhoging in productie. De interactie tussen nutriënten in grondwater en bij welke verhoudingen van verschillende nutriënten er welke effecten optreden is echter nog onvoldoende gekend, behalve dan dat het met zekerheid geweten is dat die belangrijk zijn. Er wordt in dit rapport dan ook uitsluitend gekeken naar de individuele verschijningsvormen.

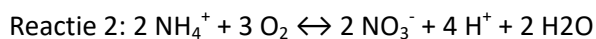
2.5.1 Nutriënten op basis van stikstof

In grondwater worden hoofdzakelijk drie verschijningsvormen gevonden, ammonium, nitraat en nitriet. Uiteraard zijn er nog andere verschijningsvormen, maar die zijn zonder uitzondering van minder acuut belang.

Ammonium (NH₄⁺) is van nature relatief weinig aanwezig in grondwater. Het is een positief ion en zit grotendeels gebonden op de bodembestanddelen (die in regel negatief geladen zijn via het zgn. klei-humuscomplex). Er is een uitwisseling tussen de op de bodem gebonden ammonium en het ammonium in oplossing in bodemvocht. Als een natuurgebied erg nat is, is bodemvocht hetzelfde als grondwater. De ammonium zit dan in het grondwater. Een normale (niet aangerijkte) concentratie bedraagt ~ 0,5 mg NH₄⁺-N/l).

Nitraat (NO₃⁻) komt van nature nauwelijks tot niet voor in grondwater in onze streken. Onder natuurlijke omstandigheden (dus niet negatief door de mens beïnvloed) zou de concentratie van NO₃⁻-N niet hoger dan 0.3 mg N/l bedragen (Bobbink et al 2013).

Ammonium kan, in vochtige tot droge omstandigheden (dus in natuurgebieden waar het grondwaterpeil ten minste een deel van het jaar een paar tientallen centimeter onder maaiveld zakt) omgezet naar nitraat (NO₃⁻). Dat proces wordt nitrificatie genoemd (Reactie 2).

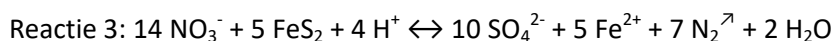


In gebieden waarin de grondwatertafel schommelt (dat zijn de overgrote meerderheid van onze natte gebieden) treedt nitrificatie op maar ook (en dikwijls snel daaropvolgend) denitrificatie waarbij nitraat verder omgezet wordt naar stikstofgas (N₂) of als lachgas (N₂O) die ontsnappen naar de atmosfeer.

Nitraat is negatief geladen en bindt bijgevolg niet aan de (negatief geladen) bodem. Het is met andere woorden erg mobiel. Het spoelt uit en stroomt mee met het grondwater. In



aanwezigheid van pyriet (dat is een ijzer-zwavel (FeS₂)-houdend mineraal dat in nagenoeg elke watervoerende laag in Vlaanderen van nature in enorme hoeveelheden aanwezig is) wordt het in zure omstandigheden afgebroken en ontstaat er sulfaat en stikstofgas (Elberling et al 1994, Lucassen 2004).



Nitriet-N (NO₂) komt van nature helemaal niet voor wat in de praktijk van chemische analyses betekent dat de concentratie van nitriet lager moet zijn dan de bepaalbaarheidsgrens van de analyseapparatuur (op het INBO is dat 0.01 mg N/l). Als nitriet vastgesteld wordt, dan moet dat te maken hebben met de directe instroom van huishoudelijk of dierlijke mest waar het wel in voorkomt. Nitriet is echter chemisch reactief waardoor het, afhankelijk van de omstandigheden vrij snel wordt omgezet naar nitraat, ammonium of stikstofgas. Meten van verhoogde nitrietconcentraties in grondwater betekent dus een actieve bron van vervuiling in of in de directe omgeving van het gebied in kwestie.

2.5.2 Nutriënten op basis van fosfor

De enige wateroplosbare verschijningsvorm van fosfaten in grondwater doet zich voor onder de vorm van zgn. orthofosfaat. In ongestoorde omstandigheden komt dat niet of nauwelijks voor, wat in de praktijk betekent dat de waarde om de bepaalbaarheidsgrens van de analyseapparatuur schommelt (op het INBO is dat 0.015 mg orthofosfaat-P/l).

2.5.3 Nutriënten op basis van kalium

Als er over plantenvoedingsstoffen gesproken wordt, dan worden stikstof, fosfor en kalium doorgaans in één adem genoemd. In de ecohydrologie wordt er nauwelijks aandacht besteed aan de laatste, omdat er in onze contreien vooralsnog geen gevallen bekend zijn van kalium limitatie of overschotten. Kalium (K⁺) draagt een negatieve lading en bindt vlot op de (negatief geladen) bodem. Hoge concentraties in grondwater zijn het gevolg van hoge verzadiging van het bodemcomplex met kalium. Wat hier de probleemgrens is, is niet bekend.

2.5.4 Hoe zit het met sulfaat?

Er is sinds een paar decennia steeds sprake van sulfaat als het over nutriënten in het grondwater gaat. Hoewel sulfaat niet beschouwd kan worden als een nutriënt, speelt het toch een erg belangrijke onrechtstreekse rol in de nutriëntenbeschikbaarheid in natte natuurgebieden.

Sulfaat (SO₄²⁻) komt in onze streken van nature voor in grondwater maar in beperkte concentraties. Het is negatief geladen en bindt dus niet aan de bodem. Het spoelt gemakkelijk uit met grondwater en wordt over grote afstanden met dat grondwater getransporteerd om zo in kwelgebieden aan de oppervlakte te komen. Omwille van de verregaande industrialisatie de voorbije eeuw, zijn die concentraties spectaculair gestegen tot soms meerdere honderden mg SO₄²⁻/l. Pre-industriële concentraties in West-Europa worden geschat (want dat werd toen nog niet bemeten) op ca. 15 mg/l. Overall in onze contreien zijn deze concentraties gedurende de vele voorbije decennia opgelopen tot meer dan het 10 à 15-voudige als gevolg van zwavel- en stikstofdepositie en overbemesting (zie o.a. Van Beek et al. 2004; Broers & Peet 2003). De laatste jaren is er duidelijk verbetering opgetreden als gevolg van de vele beleidsmaatregelen tegen zure (zwavel)depositie, overbemesting e.a. Toch zijn er nog steeds (en soms sterk) verhoogde sulfaatconcentraties te meten in het grondwater. Dat is dan het gevolg van afbraak van nitraat in infiltrerend grondwater (Reactie 3). Die nitraat is afkomstig van overbemesting van overbemesting van landbouwbougronden in het infiltratiegebied en in mindere mate ook door invang van droge en natte atmosferische depositie via bossen. Naaldbossen hebben



een belangrijkere invang dan loofbossen omwille van de hogere leaf area index (LAI = oppervlakte van de bladoppervlakte/oppervlakte onderliggend maaiveld), vnl. in het winterhalfjaar.

Eenmaal dat sulfaat in het grondwater, infiltreert het verder en komt in het kwelgebied terug aan de oppervlakte. Daar heeft het een negatief effect op de nutriëntenbeschikbaarheid en wel op twee manieren:

In bodems van kalkarme systemen (i.e. Vlaamse zandstreek en Kempen) zit het grootste deel van de fosfaten gebonden aan ijzer en aluminium in de ondergrond. Aanvoer van sulfaat via grondwater zorgt voor verdringing van de gebonden fosfaten en dus vrijstelling van plant beschikbare fosfaten in het systeem (Lucassen 2004) – dit proces wordt “interne eutrofiëring” genoemd.

In bodems die rijk zijn aan organisch materiaal (zoals in de meeste natte natuurgebieden in Vlaanderen) zal aanvoer van sulfaat via grondwater zorgen voor versnelde mineralisatie van het organisch materiaal, zeker in zuurdere omstandigheden (zie Reactie 3). Alle mineralen en nutriënten die opgeslagen zitten in dat organisch materiaal, worden vrijgezet en zorgen voor een bijkomende beschikbaarheid van nutriënten. Bovendien wordt er bij dit proces een pH- en bicarbonaatverhoging gerealiseerd. Dit proces wordt interne alkalinisering genoemd (Smolders 1995). Daardoor wordt de afbraak van organisch materiaal via micro-organismen gestimuleerd waardoor het mineralisatieproces beter verloopt en dus de vrijstelling van nutriënten nog groter wordt.

Verhoogde sulfaatconcentraties zijn bijna altijd terug te voeren op instroom van nitraat in het infiltratiegebied en zijn dus een betrouwbare aanwijzing voor een nitraatproblematiek in het grondwatersysteem van het betrokken natuurgebied.

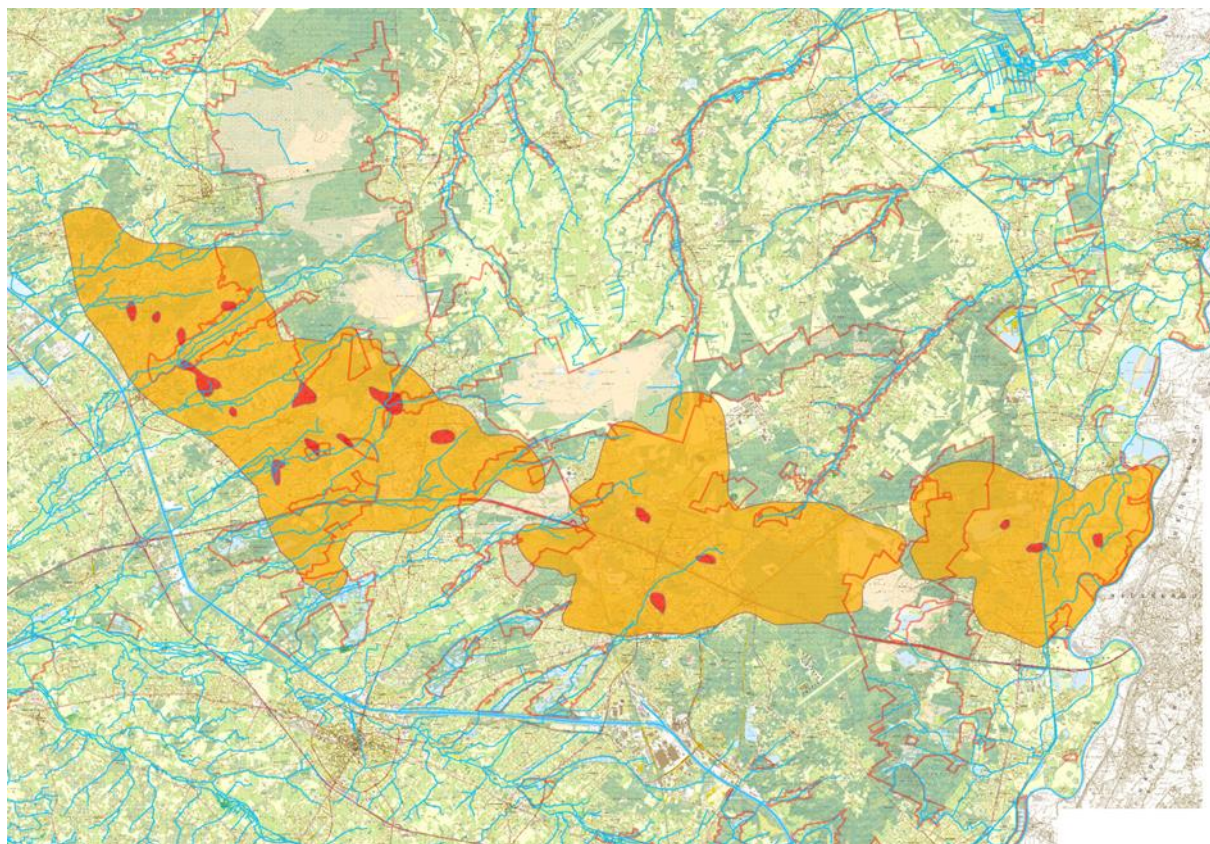


3 WAT ZIJN PAS RELEVANTE HYDROLOGISCHE KNELPUNTEN?

Om de problematiek van verhoogde instroom van stikstof in een programmatorische aanpak te kunnen overzien, is een goede kennis van de stikstofstromen via grondwater van belang om de bronnen van vervuiling goed te kunnen aanduiden. Daar zitten rechtstreekse maar ook onrechtstreekse bronnen bij. Bij de ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen die hierna volgen, zullen een aantal vaste items aan bod komen. Ze worden kort toegelicht.

3.1 STRUCTURELE INGREPEN MET EEN GROTE RUIMTELIJKE IMPACT

In Vlaanderen zijn er verschillende grote structurele hydrologische ‘problemen’ te onderkennen, die dikwijls een hele regio treffen, en dus de grens van het natuurgebied in veel gevallen ruim overschrijden. Die ‘problemen’ zijn bijna altijd het gevolg van economisch (industriële ontginningen of toepassingen, industriële landbouw, grootschalige grondwateronttrekking voor drinkwaterproductie, industriewater of gewasberegening) geïnspireerde, grootschalige ingrepen in het landschap. De belangrijkste zijn rechtstrekking en verdieping van waterlopen (volledige Grensmaas, Demer, en de Grote en Kleine Nete) maar ook het fenomeen de mijnverzakking dwars doorheen de provincie Limburg.



Figuur 12: Overzicht van de mijnverzakkingsgebieden in Limburg (rood= mijnsites, geel = de benaderende contour van de verzakking)

Bij dergelijke ingrepen werd het hydrologisch systeem fundamenteel gewijzigd. In het geval van mijnverzakking is herstel niet meer mogelijk. Bovendien is het proces tot op vandaag nog steeds aan de gang en zullen er in de toekomst nog gevolgen op het hydrologisch systeem ontstaan en permanent zijn. In het geval van grootschalige rechtekking en verdieping van waterlopen zijn herstelmaatregelen slechts mogelijk wanneer erg grootschalig ingegrepen wordt; veelal is dat maatschappelijk een moeilijk en tijdrovend proces. In de meeste gevallen is het echter niet onmogelijk en kan het leiden tot win-win situaties (zie bijvoorbeeld de lopende discussie over veiligheid tegen overstromingen en rivierpeilverhoging in de Demer).

3.2 INGRIJPEN OP OPPERVLAKTE- EN GRONDWATERWATERKWALITEIT

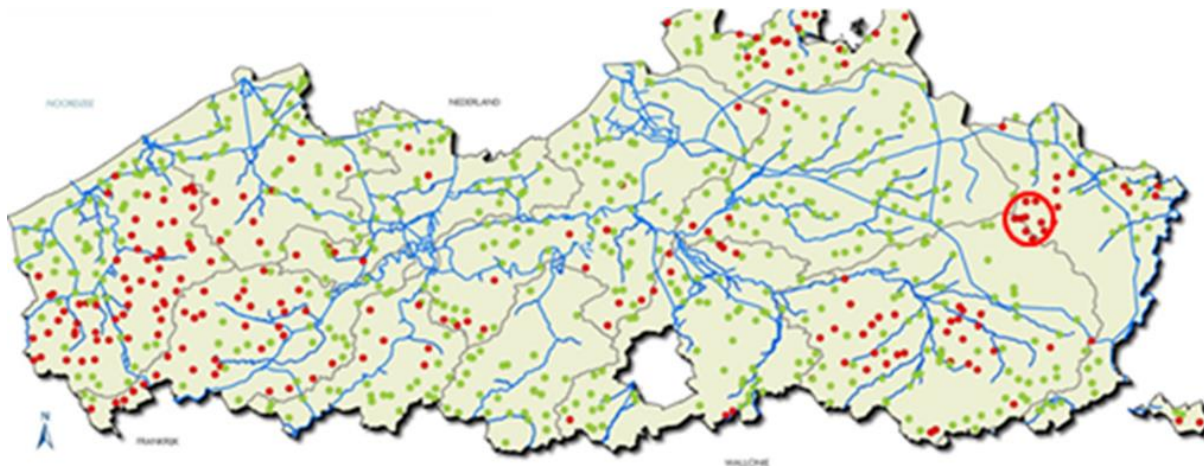
Uit de ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen van natuurgebieden in Vlaanderen komt duidelijk naar voor dat de slechte kwaliteit van het oppervlaktewater hét belangrijkste probleem is bij hydrologisch herstel. Instroom van vervuild grondwater is eveneens een ernstig probleem. Die slechte kwaliteit is nog steeds te wijten aan instromend huishoudelijk afvalwater, in mindere mate ook met nutriënten aangerijkt landbouwwater en in nog minder gevallen ten slotte vervuild industriewater. Veel van onze vochtige natuurgebieden werden in het verleden gedraineerd om ze geschikt te maken voor landbouwpraktijk. In veel gevallen wordt er dus gekeken naar vernattingsmaatregelen als startmaatregel bij ecohydrologisch herstelbeheer. Het is echter zaak om eerst grondig te kijken naar de waterkwaliteit, om niet van de regen in de drop terecht te komen.

Immers, als er vervuild oppervlakte- en/of grondwater het gebied binnenstroomt, dan is het best dat dit niet ruim verspreid wordt in het gebied. Het is aangewezen om eerst voor kwaliteitsverbetering te zorgen vooraleer er aan peilherstel gedacht wordt. Als deze stap wordt overgeslagen, verspreiden nutriënten en andere pollutanten zich over het natuurgebied en zorgen ze voor aanrijking zelfs op locaties waar er misschien de voorbije decennia nooit bemesting heeft plaatsgevonden. Voor stikstofverbindingen (ammonium en nitraat/nitriet) is dat niet wenselijk, maar niet echt nefast of blijvend probleem. Een heel ander verhaal is echter de inbreng van fosforverbindingen (orthofosfaat) en zware metalen. In veel gevallen kunnen aanzienlijk hoeveelheden met vervuild oppervlakte- of grondwater in het gebied ingebracht worden en neerslaan in de bodem om dan later langzaam te worden vrijgesteld. Het definitief verwijderen van fosforverbindingen uit water is doorgaans erg kostelijk, het verwijderen uit aangerijkte bodem is zo goed als onmogelijk tenzij door afgraven van de bodem, wat erg invasief en kostelijk is. Voorkomen is dus beter dan genezen. In veruit de meeste waterafhankelijke natuurgebieden is er onvoldoende zicht op de omvang van het probleem van grond- en oppervlaktewaterkwaliteit.

Op vele plaatsen in Vlaanderen zijn er bovendien wellicht op korte termijn conflicten te verwachten zijn tussen het behoud of de ontwikkeling van natuurwaarden en waterberging als bescherming tegen overstromingen, niet zozeer als gevolg van de ontoereikende oppervlaktewaterkwaliteit maar wel als gevolg van de instroom van nutriënten via met overstromingswater meegevoerde en in de overstromingsgebieden afgezette sedimenten (zie o.a. De Becker & De Bie 2013). De enige haalbare oplossing is dan de oppervlakte overstroombaar gebied zo groot mogelijk te maken zodat de sediment- (en dus de nutriënten-) vracht wordt uitgespreid over een grotere oppervlakte waardoor de dosis per m² geminimaliseerd wordt. Gezien de enorme sedimentvrachten die met onze alluviale rivieren worden meegevoerd, is het voorafgaand aan de overstroming verwijderen van sedimenten, een onmogelijke/niet betaalbare opdracht.



Een specifiek grondwaterkwaliteitsprobleem wordt gevormd door nitraat. Dat komt in het grondwater terecht via bemesting van uit landbouw, maar ook (in veel mindere mate) door lekkende rioleringen. Er zijn nog vrij grote zones in Vlaanderen waar het nitraatprobleem hardnekkig blijft voortduren. Voorbeelden daarvan zijn het brongebied van de Zwarte Beek, een beperkt deel van de Antwerpse Noorderkempen, het Demerbekken in Haspengouw en grote delen van West-Vlaanderen (Figuur 13).



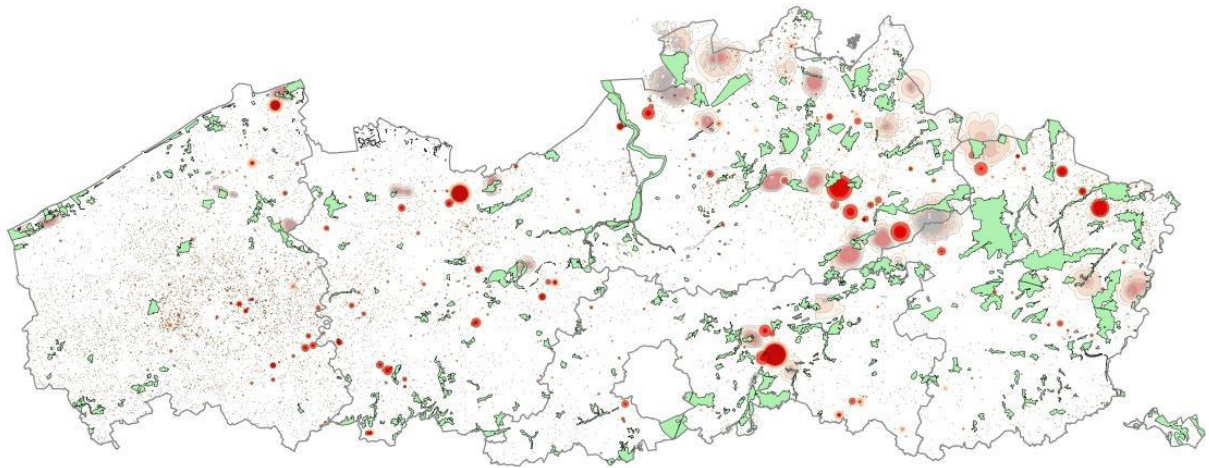
Figuur 13: Overzicht van de locaties in Vlaanderen waar de gezondheidsnorm voor nitraat in grondwater (rode bolletjes > 15 mg NO₃-N/l) wordt overschreden. Bron: DOV situatie 2016.

Om aan gerichte remediëring te kunnen werken in het kader van PAS-herstelmaatregelen, is kennis van de herkomst van het grondwater dat in een bepaald natuurgebied aan de oppervlakte komt onder de vorm van kwel, alsook kennis van het grondwater voedingsgebied, een absolute noodzaak. Voor een hele reeks natuurgebieden is die kennis beschikbaar. Voor veel andere dan weer niet. De opmaak van grondwatermodellen waarmee infiltratiegebieden kunnen worden afgebakend is een betaalbare standaardpraktijk geworden.

Als vervuilingbronnen van oppervlaktewater worden weggewerkt, leidt dit quasi ogenblikkelijk tot een verbeterde oppervlaktewaterkwaliteit. Bij grondwater is dat een (veel) trager proces.

3.3 GRONDWATERWINNINGEN

Grondwaterwinningen vormen een groot probleem voor de overlevingskansen van waterafhankelijke habitat/rbb's in Vlaanderen. Het grondwaterpeil binnen maar liefst een 60-tal SBZH-deelgebieden wordt op betekenisvolle wijze negatief beïnvloed door grote grondwaterwinningen. Het gaat daarbij in de meerderheid van de gevallen om drinkwaterwinningen. Drinkwatermaatschappijen en grote industriële verbruikers brengen de laatste jaren systematisch de pompkegel veroorzaakt door de verschillende winningen in beeld, veelal in het kader van een hervergunningaanvraag voor de winning in kwestie. Die gegevens werden samen gezet met gegevens uit DOV voor kleinere winningen (>500 m³ per jaar vergund debiet).



Figuur 14: Indicatief overzicht van de pompkegels van grondwateronttrekkingen in Vlaanderen (naar gegevens uit www.DOV.be situatie 2014), met weergave van pompkegel. SBZH-deelgebieden in het groen. De onttrekkingen omvatten de drinkwaterwinningen (transparante laag) en de overige winningen met een vergund debiet van meer dan 500 m³ per jaar (donkerrode laag).

Van deze laatste (veelal beregeningsputten voor landbouwdoeleinden) kan op basis van het vergunde debiet een benaderende pompkegel worden berekend (gebruik makend van de formule van Thieme-Dupuit – zie bv. Freeze & Cherry 1979). Aldus kan begroot worden welke oppervlakte aan habitat/rbb nadelig beïnvloed wordt (Figuur 14). Een dergelijk cijfer zegt echter nog niet veel over de werkelijk te verwachten impact omdat niet elk biotoop even gevoelig is voor een eventuele waterstandsval. Bovendien is het op basis van de habitatkaart niet altijd mogelijk om de ligging van een biotoop eenduidig af te lijnen omdat er dikwijls in zeer grote polygonen wordt gekarteerd. Ca. 11.000 ha actueel waterafhankelijk habitat/rbb ligt in een deelgebied dat enigszins overlapt met een pompkegel van een grondwateronttrekking.



Tabel 4: SBZH-deelgebieden (met waterafhankelijke habitattypen) met vermelding van % van de oppervlakte in een pompkegel van grondwateronttrekkingen (??~ % onbekend)

SBZ-H-deelgebied	naam	% beïnvloed
BE2300005-6	Stroppersbos	??
BE2300044-4	Drooghout met Kerkesbeek-Molenbeekvallei	??
BE2100015-1	Kalmthoutse Heide	44,4
BE2100016-1	Klein Schietveld	57,9
BE2100016-2	Groot Schietveld	14,4
BE2100017-14	Tikkebroeken	33,3
BE2100017-3	Vallei van de Laarse beek	11,8
BE2100017-5	Binnenbos en vallei van de Wilborrebeek	29,6
BE2100017-7	Boscomplex rond vliegveld Malle	81,7
BE2100020-1	De Hees	16,0
BE2100020-7	Bovenloop vallei van de Mark	68,5
BE2100026-1	Snepkesvijver, Olens Broek, Langendonk, Zwart water en Grote Neerheide	84,8
BE2100026-13	Lommel-sahara en Riebos	100,0
BE2100026-2	De Zegge, Mosselgoren en Neerhelst/De Botten	17,1
BE2100040-1	Bovenloop van de Grote Nete met Scheps, De vennen, Most en Keiheuvel	35,4
BE2100040-2	Zammelsbroek, Varendonk en Witbergen	58,2
BE2100040-7	Goor, Asbroek en Prinsbos	51,0
BE2200032-3	Vloeiweiden van Lommel-Kolonie	100,0
BE2200034-1	Itterbeek met Brand, Jagersborg en Schootsheide	1,8
BE2200037-8	Maaswinkel Grindgroeve, Uiterwaarden van Mazenhoven, Meeswijk, Kerkeweerd	64,2
BE2200037-9	Uiterwaarden Maaswinkel - omgeving Steenbakkerij	48,3
BE2200043-1	Bosbeekvallei	39,6
BE2200043-2	Klaverberg	62,7
BE2200043-3	Ruwmortelven	39,2
BE2200043-4	Heiderbos	100,0
BE2300005-4	Bellebargiebos of Kwadebossen	83,8
BE2300005-7	Heidebos	92,3
BE2300006-4	Berlare broek, Overmere-Donk en Paardenweide, met Broekmeers, Polsmeersen, Donkvijver en Meulenbroek	13,5
BE2300044-5	Gootbos	??
BE2400008-1	Zoniënwood (Groenendaal)	??
BE2400008-2	Zoniënwood (Tervuren), Koninklijke schenking, Kapucijnenbos	??
BE2400010-4	Kastanjebos	100,0
BE2400010-5	Warande, Plantsoenbos, kasteel De Merode, Rotte Gaten, Molenbeekvallei Herent, Silsombos, Wilder, Kareelbos	12,1
BE2400011-4	Doodde Bemde, Grootbroek, Laanvallei, Rodebos, Heverleebos, Meerdaalwoud	2,8
BE2400011-5	Veeweide	52,0
BE2400011-6	Veeweide (Broek)	52,2
BE2400011-7	Ormendaal	100,0
BE2400012-15	Molenbeek stroomafwaarts Korbeek-Lo	95,7
BE2400014-10	Merodebossen, Averbode Bos en Heide, Waaiberg, Gerhagen, Houterenbergh-Pinnekenwijken, Rodenberg	6,3
BE2400014-16	Achter Schoonhoven, Rommelaar, Konijnenberg	50,8
BE2500001-1	Westhoek, Calmeynbos	40,6
BE2500001-10	Hoge Blekker, Doornpanne, Schipgatduinen	55,5
BE2500001-12	Ter Yde, Hannecart, Plaatsduinen, Oostvoorduin	10,7
BE2500001-17	IJzerklove	??
BE2500001-18	Schuddebeurze	??
BE2500001-25	Het Zwin, Zwinbosjes, Kleine Vlakte, Groenpleinduin, Oude Hazegraspolder, Koningsbos, Golfterrein "t Zoute	48,6
BE2500001-4	Duinen van de Panne ten noorden van de Dynastielaan	90,5
BE2500001-5	Duinen van de Panne aan de Egelantierenlaan	100,0
BE2500001-6	Duinen van de Panne aan de Kinkhoornlaan	100,0
BE2500001-7	Oostoekduinen, Belvédère	47,7
BE2500001-8	Houtsaegerduinen	72,4
BE2500001-9	Noordduinen	90,2
BE2500002-31	Blauwe Toren	14,6
BE2500004-4	Wijnendalebos, Vallei van de Waterhoenbeek	0,4
BE2500004-5	Sint-Andriesveld	41,8
BE2500004-6	Bulskampveld, Vagevuurbossen, Vallei van de Wantebeek	7,0

////////////////////////////////////

Dat betekent nog niet dat deze habitat/rbb-vlekken ook effectief nadelig beïnvloed worden; het geeft enkel een indicatie van de mogelijke omvang van het probleem.

De SBZH-deelgebieden die beïnvloed worden, zijn opgelijst in Tabel 4 en in een overzicht te zien in Figuur 14. Belangrijk daarbij is dat de impact van pompkegels naar alle waarschijnlijkheid een onderschatting is van de realiteit. Dat is het gevolg van het niet in rekening brengen van gecumuleerde effecten en omdat de invloed van een aantal belangrijke winningen buiten de grenzen van Vlaanderen niet in rekening werden gebracht. Hieronder vallen onder meer de winningen ten westen van de Kalmthoutse heide (drinkwaterwinning Huybergen, NL), de drinkwaterwinning in het Brusselse deel van het Zoniënwoud (Vivaqua), de Waals-Brabantse drinkwaterwinningen, de bruinkoolwinning gerelateerde afpompingen in Duitsland, de drinkwaterwinning te noorden van de Stropers (drinkwaterwinning van Hulst, NL); ten slotte zijn ook de gegevens voor de satellietwinning van Brecht ten noorden van het Groot schietveld niet apart beschikbaar waardoor de impact moeilijk in te schatten is.

3.4 LOKALE DRAINAGE

Naast de structurele ingrepen met grote ruimtelijke impact, de slechte (vnl. oppervlakte-) waterkwaliteit en de grote drinkwaterwinningen, is het -voor natuurbehoudsdoelstellingen- te diep uitgevoerde lokale drainagenetwerk het grootste probleem. Gedurende vele eeuwen werd er gestaag gewerkt aan het verder uitbouwen van drainagenetwerken in functie van landbouw, maar de middelen waren beperkt (letterlijk kruiwagens en schop). Na de tweede wereldoorlog werd overal in West-Europa intensief werk gemaakt van drainage in het streven naar een verbeterde landbouwproductie en nu met de grote middelen (kranen en bulldozers) die er vroeger niet waren. Dat leidde ertoe dat er een systematische daling van het grondwatervlaktepeil optrad vertrekkend vanuit de grote rivieren en zich zo doorzettend tot in de kleinste hoeken en kanten van natuurgebieden. Bij hoge uitzondering ontsnapte er eens ergens een hoekje, maar er kan gerust gesteld worden dat de algemene regel is dat nagenoeg elk Vlaams natuurgebied te maken heeft (gehad) met verdroging als gevolg van lokale drainage. De voorbije decennia werd in toenemende mate gewerkt aan het herstel van dat grondwaterpeil in een hele reeks natuurgebieden, maar de te leveren inspanning is hier nog erg groot. De te behalen winsten zijn dat dus ook. Het probleem daarbij is veelal het gebrek aan kennis van het lokale drainagenetwerk. Voor de overgrote meerderheid van de gebieden moet dat netwerk nog in kaart gebracht worden. Dat is een noodzakelijke voorwaarde om te kunnen beslissen waar er kan gewerkt worden aan het verminderen van het drainageniveau (door welgemikt dempen of verondiepen van grachten). Het is voor het welslagen van een dergelijke ingreep van het grootste belang dat er als gevolg van die ingrepen geen ongewenste effecten buiten de grenzen van de natuurgebieden optreden. Door het in beeld brengen van de drainagenetwerken (dat kan tegenwoordig eenvoudig met de inzet van een gedetailleerd Digitaal Hoogte Model aangevuld met een minimum aan terreincontroles) kunnen binnen natuurgebieden hydrologisch min of meer onafhankelijke 'deelgebieden' onderscheiden worden waarbinnen aan peilherstel kan gedaan worden. Die aanpak geldt voor gans Vlaanderen

3.5 BEPERKEN VAN EVAPOTRANSPIRATIE

In toenemende mate wordt verwezen naar het beperken van evapotranspiratie als maatregel voor het herstel van hogere grondwatertafels. Tot op zekere hoogte klopt dit verhaal, maar er wordt in veel gevallen ook op verkeerde gronden naar verwezen. Er zijn nogal wat verschillen tussen verschillende vegetatievormen en hun impact op verdamping en dus grondwaterstanden. Het principe is duidelijk: als het verdampingsoppervlak van een vegetatie



beperkt wordt, wordt ook het grondwaterverbruik beperkt en zal het grondwater in de zomer minder diep wegzakken. Er zijn nogal wat verschillen in verdampingsoppervlakte (LAI of Leaf Area Index) tussen verschillende vegetatietypen. Hoe hoger de LAI des te groter het verdampingsoppervlak. Een grasland heeft een LAI van 3-4, heide en schrale graslandvegetaties hebben een LAI van 2. Loofbos heeft een LAI van 4-6 en een fijnsparreanaanplant heeft een LAI die kan oplopen tot 8. Grove den of Corsicaanse den heeft een LAI van 5-6. Het lijkt dan ook op het eerste zicht gunstig om fijnsparbestanden om te vormen naar loofbos. Voor fijnspar is deze redenering correct, voor dennen dus niet.

Het verschil in vegetatie wordt minder belangrijk naargelang het gebied al bij aanvang van de discussie vochtiger is. In een zeer nat gebied (cf. Walenbos, vallei van de Zwarte beek, ...) zal dat vrijwel nihil zijn omdat de evapotranspiratie daar quasi potentieel is d.w.z. enkel beperkt door de beschikbare energie voor verdamping en niet door de toegang tot de watervoorraad. Bos vervangen door grazige vegetatie levert dus in een aantal gevallen een verlaging van het verdampingsoppervlak op, zorgt meteen ook voor conflicten tussen het streven naar bosuitbreiding en het streven naar vernatting. Het moet duidelijk zijn dat een vernatting op basis van het kappen van bos slechts in laatste instantie nog een bijdrage kan leveren aan een stijging van de grondwaterpeilen, nadat alle voorgaande, belangrijkere, maatregelen zijn genomen.

3.6 METEN IS WETEN EN ZORGT VOOR EFFICIËNTE REMEDIËRING

De voorbije decennia zijn er zowel in Vlaanderen als in de ons omringende regio's en landen grote inspanningen geleverd om een goed, op cijfers gebaseerd, inzicht te krijgen in het verband tussen het voorkomen (ook kans voor ontwikkeling) van grondwaterafhankelijke vegetatietypen en de grondwaterdynamiek en -chemie. Er zijn voor de meeste grondwaterafhankelijke vegetatietypen goede cijfers beschikbaar over de gewenste karakteristieke grondwaterstanden (GXG's zoals GHG en GLG) maar ook over de noodzakelijke chemische samenstelling (mineralenconcentraties en nutriëntenvracht). Dat betekent dat de waarden gekend zijn voor de verschillende sturende (=belangrijkste) hydrologische variabelen waaraan een standplaats moet voldoen om een goede kans te hebben dat een bepaald grondwaterafhankelijk vegetatietype zich zal ontwikkelen.

Voor het overgrote deel van de Vlaamse SBZ-H-deelgebieden is het mogelijk om, aan de hand van vele recente rapporten en studies, in combinatie met de ecohydrologische kennisontwikkeling van de voorbije decennia, een vrij goed geïnterpreteerd beeld samen te stellen over de vegetatietypen die hier 'van nature' voorkomen, thuishoren of in het verleden aanwezig geweest zijn. Voorbeelden daarvan zullen in de hiernavolgende gebiedsbeschrijvingen gegeven worden. Dat betekent logischerwijze dan ook dat de abiotische standplaats bij vrij nauwkeurige benadering kan worden aangegeven.

Als er gemeten wordt wat de waarde van de verschillende sturende standplaatskarakteristieken actueel is, en er wordt een doel-vegetatietype vooropgesteld (waaraan dus eenduidige en cijfermatige standplaatsvereisten gekoppeld zijn), dan is de 'doelafstand' (in abiotische termen) bekend.

Dit is dé methode die het minst voor discussie vatbaar is. Uiteraard kan die doelafstand ook 'ingeschat' worden, maar de ervaring leert dat dergelijke inschattingen in het beste geval redelijk zijn, maar in een groot aantal gevallen fout lopen, eenvoudig weg omdat grondwaterstanden en (zeker) grondwaterkwaliteit zich niet laten "schatten". Enkel meten is hier aangewezen.



Het is daarom te adviseren om in de verschillende deelgebieden een gedegen meetcampagne op te zetten/verder te zetten naar een aantal cruciale hydrologische variabelen. Daarbij is het wenselijk om te vertrekken van bestaande (historische) meetpunten. Een vrij volledig overzicht daarvan is te vinden in de online WATINA+ databank (<http://data.inbo.be/watina/Pages/Common/Default.aspx>).

Sinds begin van 2019 worden die gegevens regelmatig overgedragen naar de Databank Ondergrond Vlaanderen (<https://dov.vlaanderen.be/>)

3.7 REFERENTIES (BIJ HOOFDSTUKKEN 2 & 3)

Bobbink, R., Bal, D., Smits N.A.C. & Smolders A.J.P. 2013 Biogeochemische mechanismen in natte ecosystemen

Broers, H.P. & M. Peet 2003. Actualisering van de gebiedstypen-informatie van het meetnet grondwaterkwaliteit van de provincie Noord-Brabant. TNO.

De Becker P.; De Bie E., 2013. Verzamelen van basiskennis en ontwikkeling van een beoordelings- of afwegingskader voor de ecologische effectanalyse van overstromingen. INBO.R.3013.6. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.6). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Elberling B, Nicholson R.V. & Scharer J.M. 1994 A combined kinetic and diffusion model for Pyrite oxidation in tailings: a change in controls in time. Journal of Hydrology 157: 47-60.

Freeze R.A. & Cherry J.A. 1979. Groundwater Prentice Hall.

Lucassen E. 2004. Biogeochemische beperkingen voor herstel van verdroogde elzenbroekbossen gevoed met sulfaat verrijkt grondwater. Proefschrift KU Nijmegen.

Maucha, R., 1932. Hydrochemische Methoden in der Limnologie XII: 1-173.

Smolders, A.J.P. 1995. Mechanisms involved in the decline of aquatic macrophytes; in particular of *Stratiotes aloides* L. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen

Stiff H 1951 The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. Journal of petroleum technology 1951: 15-18.

Van Beek C.L. Van der Eertwegh G.A.P.H., Van Schaik F.H., Velthof G.L. & Oenema. O. 2004. The contribution of dairy farming on N and P loading of surface water. Nutrient Cycling in Agroecosystems 70: 85-95.

van Wirdum G. 1990. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Appendix D Evaluation of the major-ionic composition of natural waters.



4 DE VOORNAAMSTE VLAAMSE ECOHYDROLOGISCHE SYSTEMEN

De meeste Vlaamse waterafhankelijke natuurgebieden zijn in te delen in een beperkt aantal ecohydrologische systemen. Het gaat daarbij meestal om polders, valleigebieden, bronsystemen, infiltratiegebieden. In dit rapport zullen enkel deze systemen besproken worden die hierna in het vet en cursief weergegeven werden.

De grens tussen zee en land wordt gevormd door de duingordel waarin een paar vlekjes met slikken en schorren te vinden zijn.

Verder landinwaarts komen we in de **polders** terecht. Dit zijn per definitie gebieden waarin de waterhuishouding sterk artificieel gewijzigd is; er wordt permanent bemalen om grote delen van het land boven water te houden. Het zijn doorgaans gebieden die naar ontstaansgeschiedenis qua ecosysteem erg jong zijn (<1000 jaar oud) en in de meeste gevallen rechtstreeks van onder het zeeoppervlak of vanuit zoutwatergetijdengebied, rechtstreeks in landbouwcultuur gebracht werden, zonder dat er ooit een bos op heeft gestaan.

Ze zijn te vinden in het westen van West-Vlaanderen, in het noorden van Oost-Vlaanderen (Krekengebied) en langsheen het door getijde beïnvloede deel van Schelde (westen van de provincie Antwerpen tot grosso modo Gent (in Oost-Vlaanderen)

Valleigebieden zijn op te splitsen in **alluviale valleien** (die op hun beurt weer op te delen zijn in valleien **met kwel** en deze **met nagenoeg geen kwel**) en de kempische beekdalen.

Alluviale valleien zijn, qua systeem, het gevolg van menselijke activiteit; Ze zijn rechtstreeks het gevolg van grootschalige ontbossingen in de rivierbekkens in het zuiden van Vlaanderen. Eenzelfde tendens heeft zich voorgedaan in heel Europa (en ver daarbuiten). Het gevolg van die ontbossingen is een drastische wijziging van de hydrologie van het ecohydrologische systeem. Zo lang het landschap bedekt was met bossen, infiltreert het grootste deel van het neerslagwater in de bodem, en percoleert verder door naar het grondwater. Dat heeft alles te maken met de hoge ruwheid van het landoppervlak waardoor oppervlakkige afvoer van hemelwater gestremd wordt. Meer dan waarschijnlijk speelt het hogere percentage organisch materiaal in een bosbodem (in vergelijk met akkerland) hier ook een grote rol in. Kappen van kleine oppervlakten bos heeft nog geen al te grote effecten op de hydrologie, maar door blijvend verder schrijdende ontbossing is men op een gegeven ogenblik een drempel overgegaan waarbij het hydrologische regime van volledige rivierbekkens wijzigde. Daar waar onder een bebost landschap het rivierregime doorheen het jaar erg stabiel moet zijn geweest, veranderde dat plots naar een erg piekig regime waarbij de regenweerafvoer niet zelden 4-5 keer grotere debieten oplevert dan in tijden van droogweerafvoer. Enorme hoeveelheden sedimenten worden meegesleurd met het afstromende regenwater en komen in de rivieren terecht. Waar de rivieren vroeger diffuus in een veenlandschap liepen, wordt dat veen nu afgedekt met sedimenten en heeft de rivier, als gevolg van dat sedimentatieproces een rivierkanaal met steile oevers, oeverwallen en komgronden gevormd. Als de rivier in kwestie ingesneden is in een watervoerende laag (die dan nog onder de onderkant van het alluvium doorloopt), dan wordt er veelal nog opstuwend grondwater dwars door het alluvium geperst. Het resultaat is dan kwelwater in de wortelzone van de vegetatie in de alluviale vlakke. Dit is ruwweg de beschrijving van het systeem van een **alluviale vallei mét kwel**. Als de rivier zich dwars door het watervoerende pakket heen gesleten had, tot in de onderliggende aquitard



(kleilaag), dan stroomt er geen grondwater onder het alluvium is het eindresultaat een **alluviale vallei nagenoeg geen kwel**. Beide systemen komen in Vlaanderen voor. Ruwweg zijn er in het westen van het land zijn er meer alluviale valleien zonder dan met kwel en in het oosten is dat omgekeerd.

Beekdalen in het noorden van Vlaanderen liggen grotendeels in een zandig substraat; bovendien zijn de topografische niveauverschillen niet zo uitgesproken. Het gevolg daarvan is dat ontbossing niet zo'n dramatisch effect had op het hydrologische regime van de beekdalen. De piekigheid van de waterlopen is in ieder geval niet zo uitgesproken als in het zuiden van Vlaanderen, de hoeveelheden meegesleurd sediment zijn zeer klein. De veenafzettingen werden daardoor niet afgedekt en liggen nog steeds aan het oppervlak in het beekdal. Er is geen detailtopografie ontstaan met oeverwallen en komgronden. Dit systeem noemen we **Kempisch beekdal**, dat ook in de Vlaamse zandstreek in Oost-Vlaanderen en het West-Vlaamse houtland voorkomt.

In de zandstreken in Vlaanderen (houtland in West-Vlaanderen, zandig Oost-Vlaanderen, het Noorden van de provincies Antwerpen en Limburg zijn er heel wat plateau-gronden waar, ondanks de neerwaartse stroomrichting van het grondwater, het freatische peil tot in de buurt van het maaiveld zit en er lokaal zelfs (in terreindepressies) bovenuit stijgt. Het is mogelijk dat er hier en daar sprake is van grotere en kleine hangwatersysteempjes, maar in het overgrote deel van de gevallen gaat het over een freatisch watervoerende laag (die aan het maaiveld ligt dus), afgedekt met een doorgaans dun quartair zanddek, en dat tot aan het maaiveld gevuld is met grondwater. Dergelijke waterafhankelijke systemen worden **infiltratiegebieden** genoemd.

Brongebieden zijn te vinden op hellingen (doorgaans valleiflanken) waar de topografie een ondoorlatende laag (doorgaans een kleilaag) snijdt. Bovenop die kleilaag ligt dan een watervoerende (zand(-ige)) waaruit grondwater in een puntlocatie uitreedt. Dat kan in een beboste of niet beboste omgeving zijn. Het bronwater valt dan, ter hoogte van de valleiflank letterlijk van de kleilaag af en sijpelt als een (doorgaans) klein bronbeekje de valleiflank af.

Nagenoeg alle Vlaamse natuurgebieden laten zich beschrijven onder één van deze systemen. Rest er nog een groep van gebieden, die dikwijls behoren tot een van de bovengenoemde systemen (polder, alluviale vallei met of zonder kwel, kempisch beekdal, infiltratiegebied of brongebied), maar waar nog één of ander speciale abiotische omstandigheid ervoor zorgt dat het niet helemaal onder die noemer te vatten blijkt. Dergelijke systemen zijn hier verzameld onder de groepsnaam "**Specialekes**".

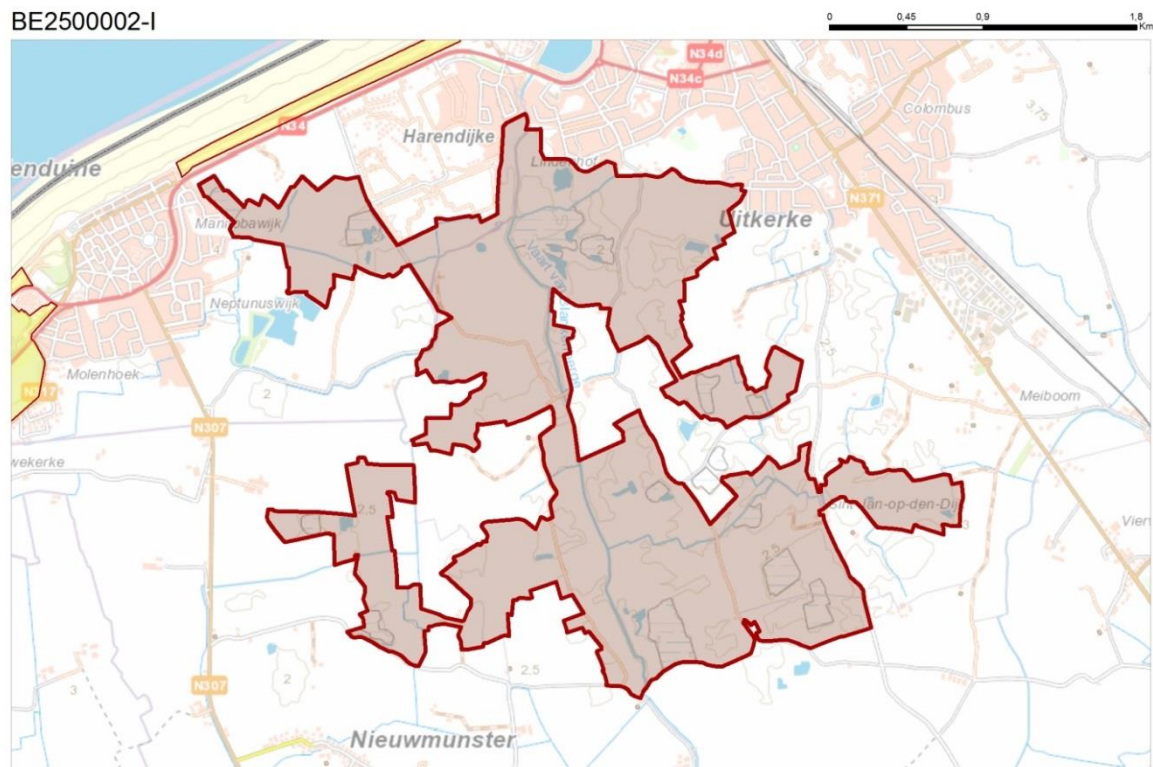


5 ECOHYDROLOGISCH TYPEGEBIED “POLDERS”

5.1 UITKERKSE POLDERS BE2500002-I

5.1.1 Algemene situering

De Uitkerkse polders zijn een open poldergebied van de Oostkust, bestaande grasland- en akkercomplex gelegen tussen en op grondgebied van Blankenberge, Den Haan en Zuienkerke



Figuur 15: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Uitkerkse polders

5.1.2 Topografie en Hydrografie

Anders dan in de rest van Vlaanderen gaat het hier over erg jonge afzettingen en geomorfologische processen die het uitzicht van landschap bepalen.

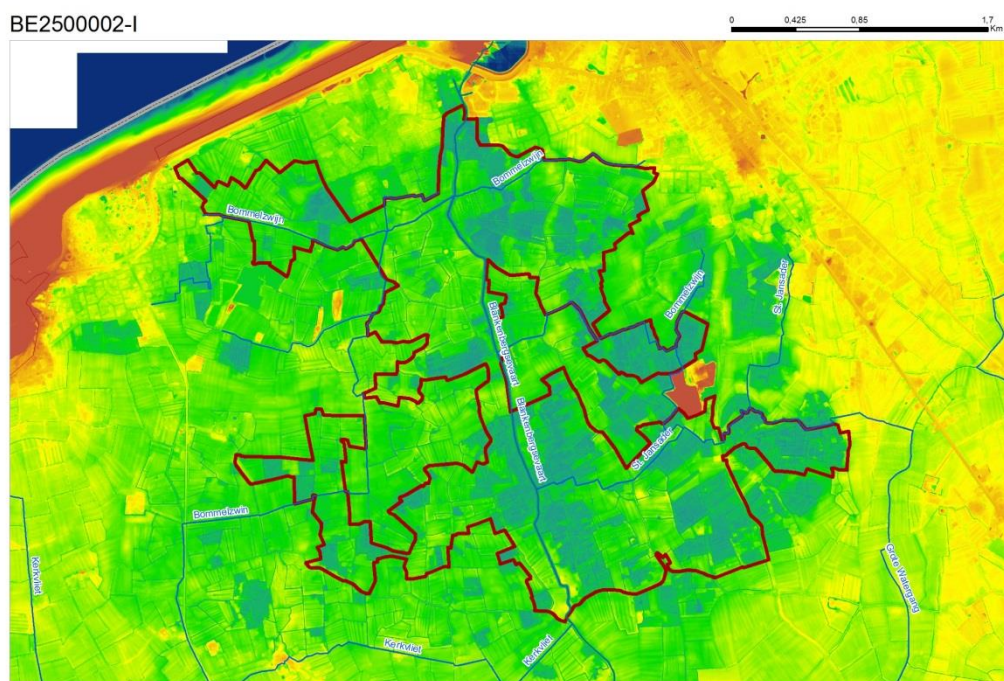
Zoals overal in de West-Europese kustvlakte (ook en vooral in Nederland) was er hier op het einde van de ijstijden (boreaal) sprake van uitgestrekte moerassige vlakten waarin veengroei opvallend optrad. Dat gebeurde als gevolg van de stijging van de zeespiegel en het gelijktijdig stijgen van het (zoet water-) grondwaterpeil. Tijdens de verschillende periodes van zeetransgressies (binnendringen van de zee in het achter de kust gelegen land in de periode tussen 600 VC en 1400 na Chr.), werden dwars door de veenafzettingen krekensleuven uitgesleten. Het veen zelf werd daarbij bedekt met kleiige en zandige sedimenten (slikken en schorren); dit zijn de verschillende zgn. Duinkerken afzettingen. In diezelfde periode probeerden mensen stapsgewijs de zee terug te dringen en overstromingen met zout water te voorkomen. Daarbij ontstonden de polders.



Het SBZ-H-deelgebied van Uitkerke is een zgn. “Oudland”-poldergebied, wat betekent dat het rijke microreliëf in het gebied grotendeels het gevolg is van de geomorfologische processen die dateren van de periode van de zgn. Duinkerke 2 transgressie (3^e eeuw na Chr.) en de daaropvolgende Karolingische regressie (8^e eeuw na Chr.). In de periode direct nadien werd in de natte venige depressies die ontstaan waren veen gewonnen en landbouwgebruik gestart. De (voorlopig) laatste zeetransgressie (Duinkerke 3 – ts 9-1400 na Chr.), is niet over dit gebied heengegaan. Dat zou onder meer te danken zijn aan de aanleg destijds van dijken ten oosten en te westen van het gebied en de duinengordel tegen de eigenlijke kust uiteraard.

Bij de transgressies ontstond een landschap met zandige kreken en kleiige/venige slikken en schorren. Bij de regressie daalde de grondwatertafel waardoor de (toen) recent afgezette sedimenten zich gingen ‘zetten’, t.t.z. de stapeling werd dichter/compacter; stabiliseren dus. Daar waar in het ‘actieve’ slikken en schorrenlandschap de zandige kreken het diepst lagen en de kleiig venige schorren het hoogst, keerde deze microtopografie na het stabiliseren van de verschillende soorten sedimenten om en werden de voormalige kreken de ruggen en de slikken en schorren natte komvormige depressies. Zo ook in dit gebied.

Om de door inversie ontstane depressies te kunnen draineren is een uitgebreid netwerk aan kanalen, grachten en greppels gegraven. Het (omwille van landbouwgebruik) overtollige zoet water wordt via sluizen bij laagtij naar zee geloosd via de Blankenbergse vaart. Het volledige gebied wordt dus gekenmerkt door een zeer sterk artificiële, stuurbare hydrologie en dat al van in de middeleeuwen.



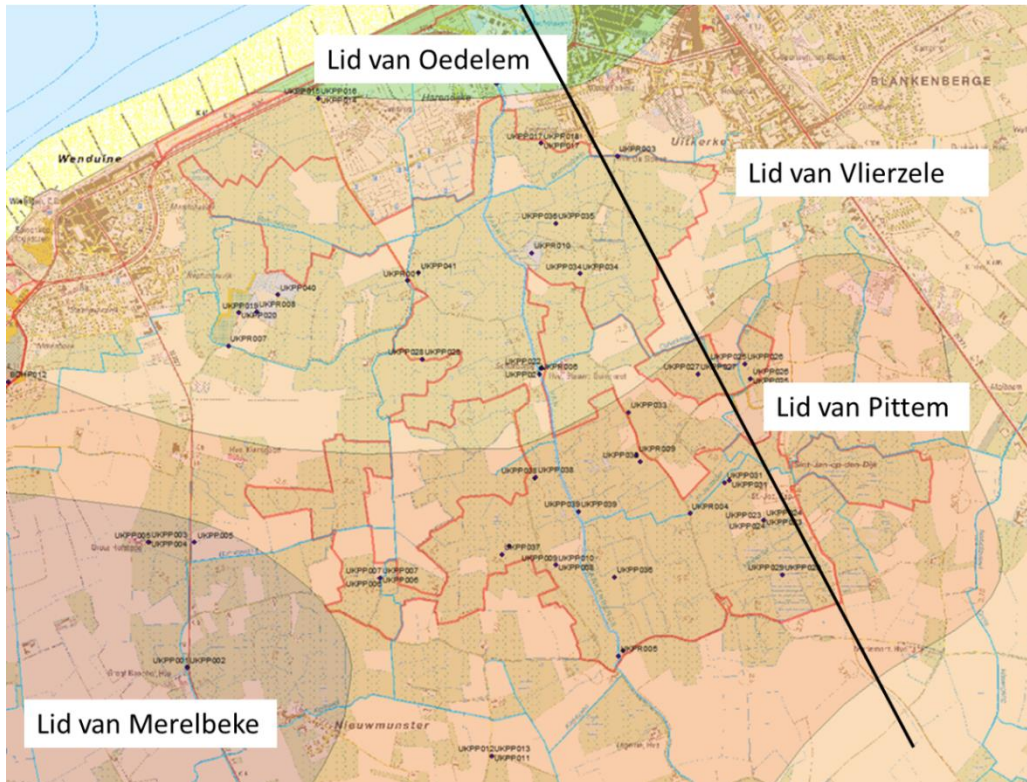
Figuur 16: Detailtopografie van de Uitkerkse polder

5.1.3 Geohydrologie

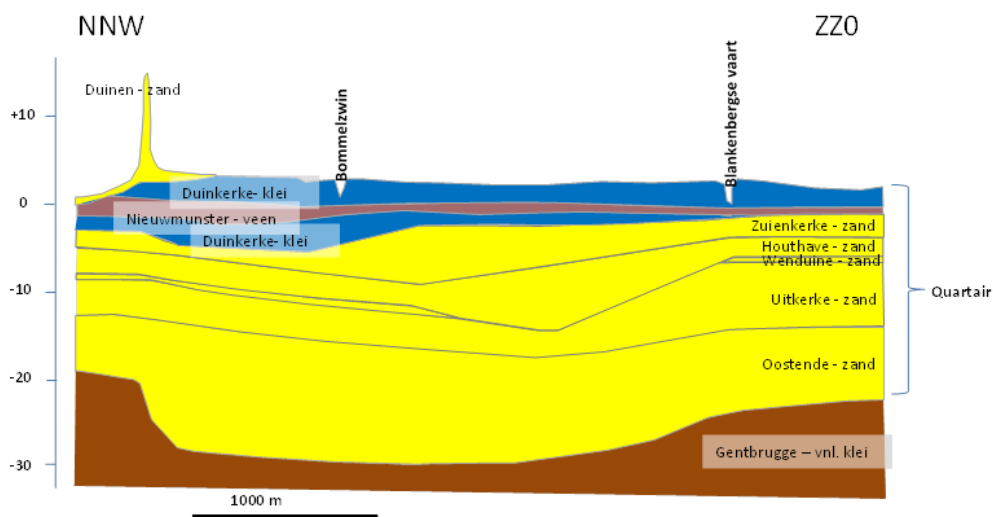
De top van het tertiair bevindt zich hier op een diepte van -20 tot -30 m TAW, dus zowat 25-35m onder het maaiveld. Het gaat om de klei-afzettingen van de formatie van Gentbrugge met het lid van Vlierzele (kleihoudende fijne zanden), het lid van Pittem (sterk zandhoudende klei) en onderaan het Lid van Merelbeke (klei met zandlaagjes) en in het noorden tegen de duinen aan ook nog een strookje zand van de Formatie van Aalter (meer bepaalt het lid van Oedelem).



Deze drie afzettingen kunnen hydrologisch samengenomen worden als een slecht doorlatende laag die het hydrologische systeem hier onderaan afsluiten. In feite spelen deze afzettingen geen rol van betekenis in het aanvoeren of doorlaten van water. Opvallend is de geul die hier in de top van de tertiaire afzetting is geërodeerd en die min of meer parallel aan de kustlijn verloopt.

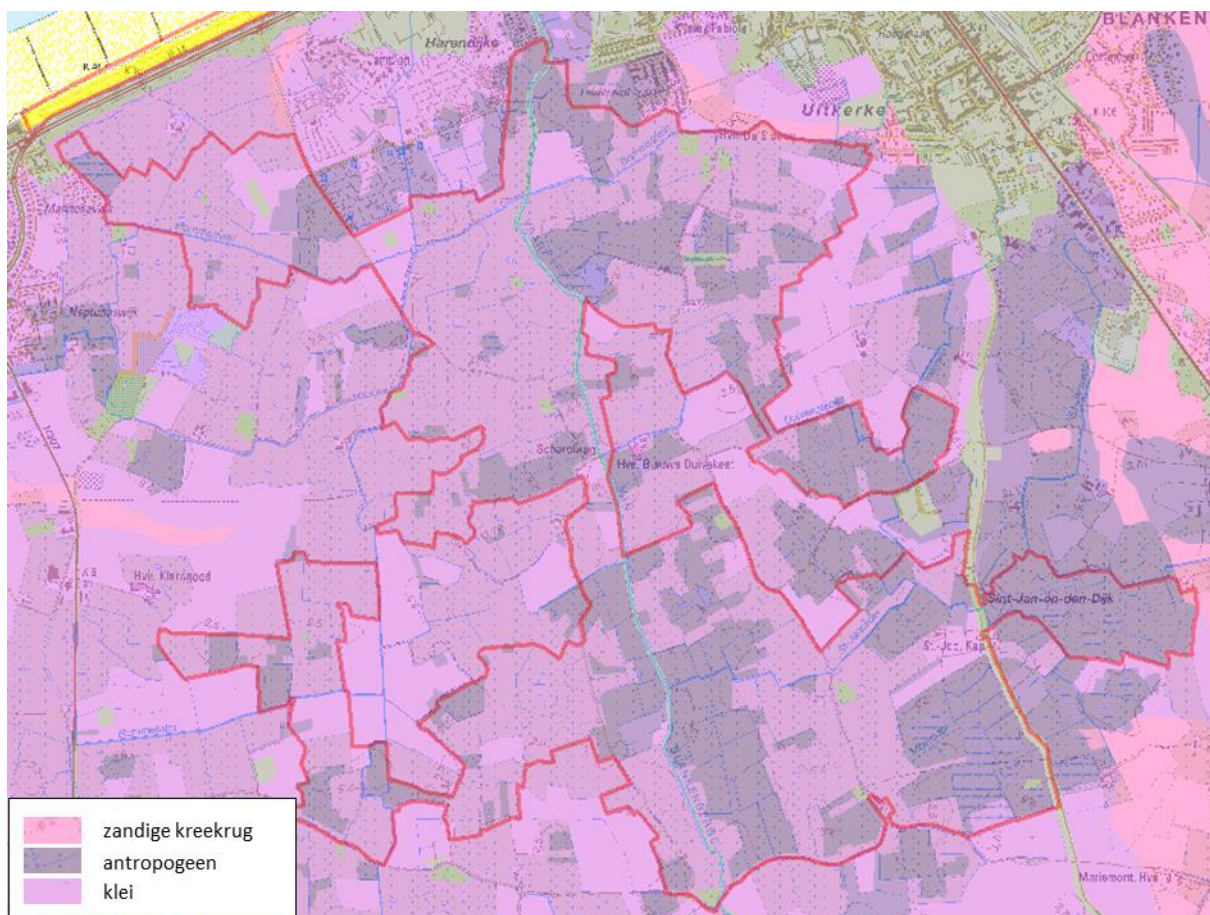


Figuur 17: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de Uitkerkse polder en indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede in Figuur 18 .



Figuur 18: Schematische opbouw van de top van het tertiair en de quartaire afzettingen in een noordnoordwest-zuidzuidoost doorsnede doorheen de Uitkerkse polder.

Bovenop de tertiaire afzettingen hebben in verschillende lagen een hele reeks pleistocene afzettingen plaatsgevonden.



Figuur 19: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Uitkerkse Polders

Een smalle (grofzandige) duinenrij ligt bovenop de klei van Duinkerke, een niet watervoerende laag. Net onder die kleilaag zit een recente holocene veenafzetting van een paar meter dik. Die watervoerende laag wordt dunner naar het zuiden. Daaronder zit een halfdoorlatende fijne kleiige zandlaag die overgaat in de dikke complexe zandlaag gemengd met schelpfragmenten en verspreid kleilenzen. Die dikke quartaire watervoerende laag bestaat uit verschillende onderscheiden afzettingen van Zuienkerke, Houthave, Uitkerke en Oostende. Echte regionale grondwaterstromingen treden hier niet op. Onder de polder zit een grote “bel” zeewater gevangen. De oorsprong van de dat zeewater dateert van in de periode van de zeetransgressies. Bovenop dat ‘fossiele’ zeewater is dan zoet water geaccumuleerd afkomstig van neerslag. Zoet water heeft een lager soortelijk gewicht dan zout water en blijft als een tweede bel bovenop het zoute grondwater (voormalig zeewater in feite) drijven. Door de inpoldering wordt het (zoete) grondwaterpeil hier artificieel een paar meter lager gehouden dan het gemiddelde zeewaterpeil. De enige echte zandlaag die aan de oppervlakte ligt, is de relatief smalle duingordel. Onder de duingordel en in de hele polder ligt een kleilaag van een paar meter dikte. Alleen in de duingordel kan er dus wat meer neerslagwater infiltreren richting grondwater in vergelijking met de rest van de polder. Daar stroomt het water grotendeels oppervlakkig weg naar de (kunstmatig laag gehouden) afwateringssloten. Onder de duinen is op die manier de actuele waterscheiding ontstaan, met langs de zeekant het wegstromen van zoet water richting strand en zee. Aan de andere kant stroomt er zoet water richting polder. Voor de inpoldering en de bemaling van dit gebied moet de grondwaterstand aanzienlijk hoger zijn geweest, en waren niet de duinen de waterscheidingslijn, maar moet die ergens midden in de polder gelegen hebben. Er moet toen een veel grotere uitstroom van zoet water door en onder de duinen richting zee zijn opgetreden. Behalve duinen zijn er ook nog de

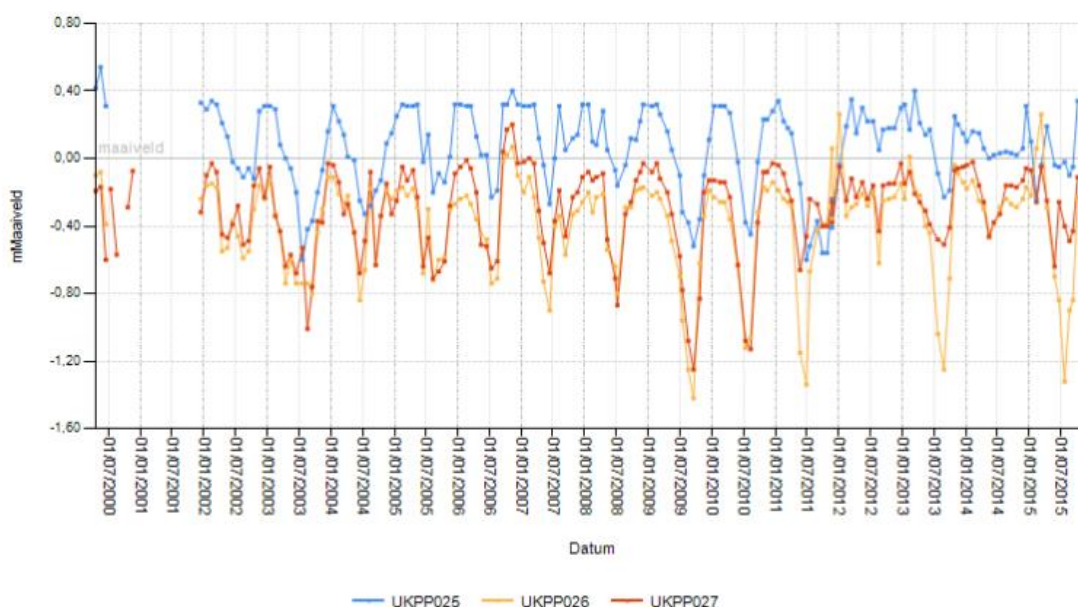


met zand opgevulde krekken die door het topografische inversieproces de hoogten (de zgn. kreekkruggen) in het landschap hebben gevormd. Die zandige, licht verhoogde kreekkruggen zijn omgeven door uitgestrekte kleiafzettingen. Er kunnen lokaal afwijkende grondwatertafels ontstaan in die kreekkruggen. Daarom zijn ze in het verleden veelal specifiek voorzien van drainagesystemen. Er kunnen zich ook hogere freatische grondwatertafels dan in het omliggende landschap in voordoen, waardoor er kleine, plaatselijke, al dan niet tijdelijke kwelstroompjes ontstaan. Samengevat zorgt dit voor een beeld van lokale grondwaterstroming vanuit de randen richting centrum van de polder waar het water (steeds kunstmatig) afgevoerd wordt naar zee via de zgn. treksloten en ultiem via de Blankenbergse vaart. Te veel zoet water wegpompen richting zee zorgt ervoor dat de zoetwaterbel op sommige plaatsen zo dun wordt dat het fossiele zeewater aan het oppervlak komt. De diepte van de contactlaag van zout en zout water wordt bedraagt in dit gebied amper 1-2 meter onder maaiveld (Clays et al 2000)

Omwille van de actieve bemaling zijn de grondwaterstromingen hier hoofdzakelijk horizontaal. Door de hydrostatische drukverschillen tussen het (kunstmatig) lage polderpeil en de peilen in de duinen, kreekkruggen en hier en daar ook waterlopen, treden er plaatselijk wat kleinere kwelssystemen op die soms ook zout water aan de oppervlakte brengen.

5.1.4 Grondwaterdynamiek

Aangezien er nauwelijks sprake is van kwel in de polders (behalve dan de beperkte plaatselijke verschijnselen), wordt het grondwaterregime hier hoofdzakelijk bepaald door neerslag, evapotranspiratie en artificiële drainage. Dat betekent dat de peilen in de zomer wegzakken tot ruim een meter en meer onder het maaiveld. Bovendien bevochtigd een kleibodem, die hier dominant aanwezig is, erg traag waardoor er nauwelijks effecten van regenbuien (i.e. kleine secundaire piekjes) te merken zijn in de tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen. Enkel in de diepste depressies zijn er soms kleinere grondwatertafelschommelingen op jaarbasis (Figuur 20).



Figuur 20: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen in het SBZ-H deelgebied van de Uitkerkse polder

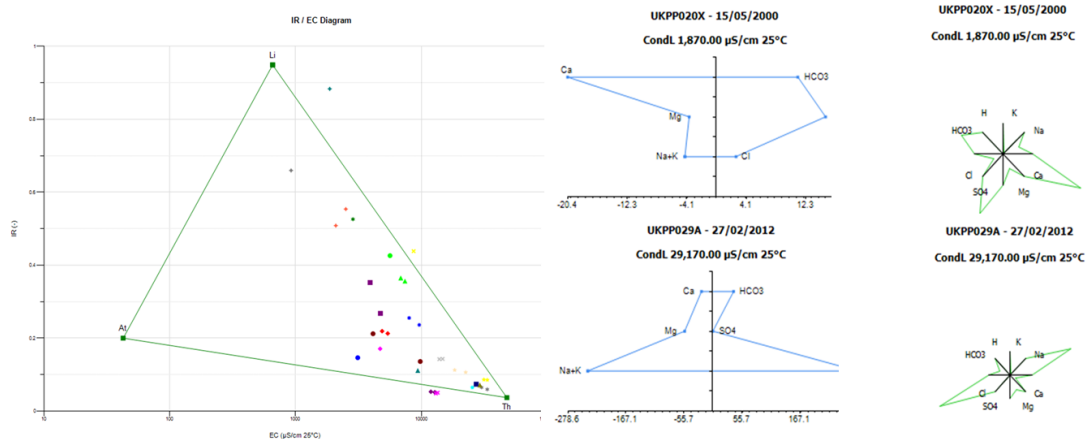
5.1.5 Grondwaterchemie

Het freatische grondwater in de Uitkerkse polder bestaat ten dele uit ingevangen (fossiel) zeewater dat is achtergebleven en grotendeels afgesloten is geraakt van de zee in de periode

van de laatste regressie). Zoet en zout water mengen nauwelijks. In de Uitkerkse polder zit het contactoppervlak tussen zoet en zout grondwater op geringe diepte onder maaiveld. Dat vertaalt zich in de enorm hoge EC25 waarden evenals natrium, kalium, calcium, magnesium, chloride en sulfaatconcentraties, allemaal componenten die in zeewater in hoge concentraties aanwezig zijn. Zonder de aanwezigheid van dit fossiel zeewater zou de chemische samenstelling van het grondwater hier ook zeer mineraalrijk zijn (zie bv Stiff- en Maucha diagram voor het meetpunt UKPP020 in Figuur 21. Vandaar ook de zeer hoge minimum en 10-percentielwaarde van de chemische samenstelling van het freatische grondwater hier (Tabel 5). Op het EC/IR-diagram wordt duidelijk dat de chemische karakteristieken van het grondwater hier tussen het lithotrofe en het thalassotrofe referentiepunt liggen.

Tabel 5: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Uitkerkse polder (uit periode 2000-2012).

#34	EC25	pH	HCO3	P-PO4	N-NO2	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	33400	8,5	2855	0,345	9,849	2,86	706,77	1314	14376,0	7010,0	284,8	760,9	1031,25	10,67
90-percentiel	29728	8,2	2005	0,072	4,230	1,86	18,70	1155	12235,2	6434,0	266,9	525,6	842,00	5,96
mean	12500	7,6	1275	0,031	1,451	0,96	29,04	524	4311,6	2404,5	111,0	340,3	319,72	2,40
10-percentiel	2650	7,1	607	0,003	0,027	0,29	0,31	61	352,9	218,5	20,3	125,3	48,40	0,34
min	922	6,9	298	0,003	0,016	0,03	0,04	7	95,6	84,0	14,6	80,3	21,50	0,05



Figuur 21: EC/IR- (links), Stiff- (midden) & Maucha-diagrammen (rechts) van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Uitkerkse polder

De nutriëntenconcentraties en met name de nitrietconcentraties zijn plaatselijk bijzonder hoog. Instroom van huishoudelijk afvalwater of dierlijke mest liggen meer dan waarschijnlijk aan de basis daarvan. Daarnaast is er op nogal wat plaatsen een verhoogde orthofosfaat concentratie te meten. Nitraatconcentraties zijn dan weer aan de lage kant. In ieder geval zorgt het samen voorkomen van hoge N- en P-concentraties in het grondwater voor verhoogde productie van de vegetatie.

5.1.6 Oppervlaktewater

In het oppervlaktewater zijn er vrij hoge concentraties aan nutriënten te meten doorheen het jaar. Hoewel het water op tal van plaatsen aan de zgn. “basiskwaliteit” voldoet, blijven de nutriëntenconcentraties naar ecologische maatstaven toch hoog onder andere ook door de organische belasting, de sulfaatreductie en de sterk schommelende zoutconcentraties. Zo wordt in de zomer regelmatig water (van matige kwaliteit) van het kanaal Brugge-Oostende



binnengelaten om te verregaande verzilting tegen te gaan. In droge perioden wordt de zoutconcentratie hoger omwille van de verlaagde aanvoer van zoet water en indamping, en in de winter is dat omgekeerd. Ook wordt er soms zeewater binnengelaten via de Blankenbergse vaart om glasaalmigratie toe te laten.

5.1.7 Vegetatiezoner

In de diepste delen van het gebied staat het zout water tegen het maaiveld. Daar ontwikkelen zich zilte graslanden (1330). Elders, en topografisch gezien vrijwel steeds hoger in het landschap gaat het over kamgraslanden (rbbkam) al dan niet met elementen van overstromingsgraslanden (in depressies op kleibodems blijft neerslag en grondwater immers regelmatig en lang staan) en in diverse stadia van bemesting.

5.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

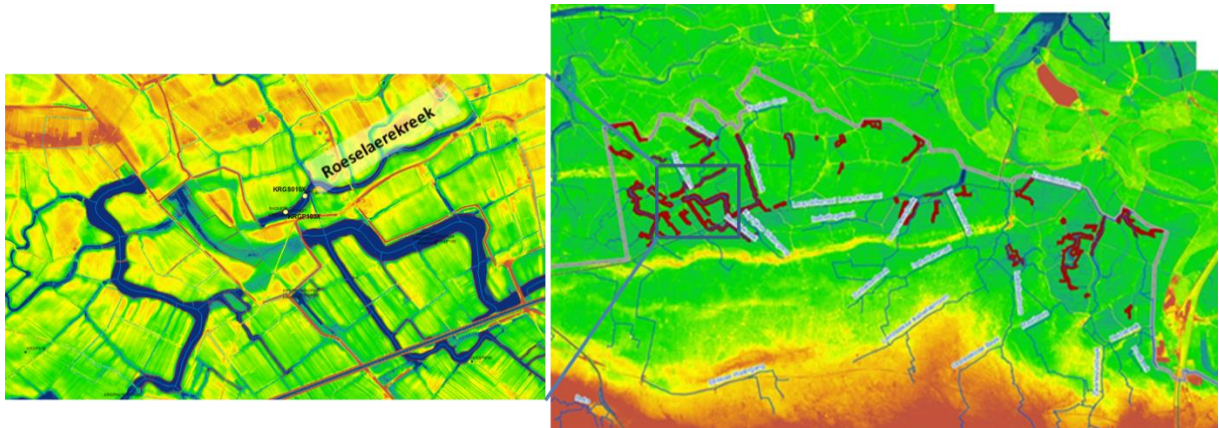
- i. Structurele ingrepen: De waterhuishouding in deze polder is in hoge mate artificieel. Ze wordt bepaald door het uitgebreide drainagenetwerk en het daarin ingestelde pompeil waarbij het oppervlakte(zoet)water wordt afgevoerd naar de zee
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: behalve neerslagwater dat in het winterhalfjaar een tijdlang boven het maaiveld kan staan n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: geen goede gegevens beschikbaar
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitriet via grondwater is plaatselijk aanzienlijk, dikwijls in combinatie met orthofosfaat. Nitraatconcentraties zijn eveneens verhoogd, maar (mits een enkele uitzondering) niet zo uitgesproken als de nitrietwaarden
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: door uitgebreid en goed onderhouden drainagenetwerk dat aansluit op de Blankenbergse vaart dringt een ingesteld pompeil hier nagenoeg overal door. De contactzone tussen zout en zoet water ligt hier vlak onder het maaiveld; verzilting van het grondwater is hier niet ver weg.
- v. Beperken evapotranspiratie: niet mogelijk
- vi. Meetnet: Ja, maar recent niet meer operationeel (VLM metingen stopgezet einde 2015)

5.1.9 Relevante referenties

Clays S. 1999 Hydrogeologisch en hydrogeochemisch onderzoek van het westelijke deel van de Uitkerse polder bij Wenduine Licentiaatsverhandeling RUGent

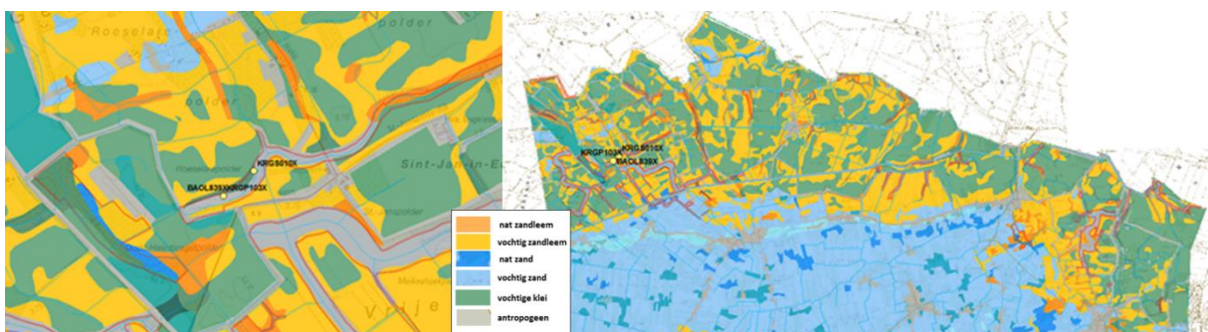
Clays S., Van Camp M. & Spanoghe G. 2000. Studie naar de haalbaarheid van natuurinrichting in de Uitkerse polders. Ecohydrologische studie – eindrapport.

Mostaert & De Moor 1989 transgressies en geomorfologie



Figuur 23: Algemene topografie van het krekengebied (rechts) en detailtopografie in de omgeving van de Roeselaerekreek (links)

Net zoals in de kustpolders werd in de ondergrond een grote ‘fossiele’ bel zout water gevangen, afgesloten van de zee of in dit geval de brakwater riviermonding van de Schelde. Daar bovenop ontwikkelde zich in een paar honderd jaar een zoetwaterlaag. Via allerlei gegraven (plaatselijk erg dichte) drainagesystemen (zie Figuur 23 links) werd dan artificieel ontwaterd via pompgemalen. Als gevolg van de ontwatering inverteerde de topografie. Dat is in grote mate vergelijkbaar met wat in de kustpolders heeft plaatsgevonden. Daar zijn de voormalige zandige getijdegeulen hoger komen te liggen en de voormalige kleiige slibrijke slikken lager. Een tweede belangrijk gevolg van de inpoldering is het niet langer meer toestromen van zout water en dus het toenemende belang van zoet water in het systeem. Dat zoet (grond-)water ligt als een laag bovenop het zoute grondwater dat daardoor weggeduwd/verdrongen wordt. Dat komt onder andere omdat door het verschil in dichtheid van de beide watertypen (soortelijk gewicht van zoet water is lager dan van zout water) en het feit dat ze in dergelijk poreuze media zo goed als niet (kunnen) mengen. Op de locaties met dikkere zandige afzettingen (de hoger gelegen kreekkruggen) kan er eenvoudigweg meer zoet water opstapelen en wordt het zout water dieper weggeduwd; op de lager gelegen kleiige locaties en de veenafzettingen daarin, kan zoet neerslagwater minder tot nagenoeg niet in de bodem dringen en bijgevolg minder dik opstapelen waardoor het zout water minder weggedrongen wordt en dus dichters tegen het oppervlak ligt.



Figuur 24: Detail uit de Belgische bodemkaart met een algemeen beeld voor het krekengebied (rechts) en een detail in de omgeving van de Roeselaerekreek (links)

Dat komt duidelijk tot uiting in het detail van de bodemkaart (Figuur 24 rechts) waarin de voormalige slikken herkenbaar zijn aan de kleiige bodem (groen) en de getijdegeulen aan de zandlemige (geel-oranje) en zandige (blauwe) bodem.



Een vuistregel is: waar zoet water afgevoerd wordt komt zout water dicht tegen het oppervlak. Onder ontwateringsloten (zoals de Roeselaerekreek er ook de facto een is) zit zout water dus dicht tegen de slootbodem of soms zelfs in de sloot.

5.2.3 Geohydrologie

De dagzomende tertiaire ondergrond bestaat hier uit kleiige en zandige afzettingen van de formatie van Maldegem, met name (van zuid naar noord in Figuur 25) de klei van het lid van Zomergem (beige), zand van het lid van Buisputten (geel) en klei van het lid van Onderdijke (zalmkleurig). Deze configuratie geldt voor het westelijke deel van het krekengebied. Meer naar het (noord-)oosten komen daar nog de zandige en kleiige afzettingen van de formatie van Zelzate bovenop. Die tertiaire ondergrond speelt echter een marginale rol in het hydrologische systeem. Veel belangrijker is de aanwezigheid van een ca. 30 meter dikke quataire afzetting die zandig is en te beschouwen is als een watervoerende laag. Aan het maaiveld is er erg veel kleilig en zandlemig materiaal te vinden (Figuur 24).

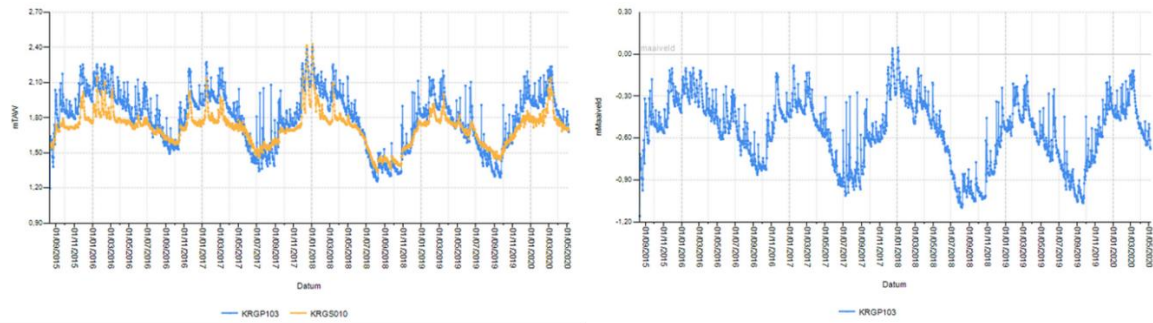


Figuur 25: Dagzomende tertiair geologische lagen onder de SBZ-H deelzone Krekengebied - de Roeselaerekreek

Door de hydrostatische drukverschillen tussen het hogere grondwaterpeil in de hoger gelegen delen in het landschap en het lagere kreekpeil ontstaan grondwaterstroombaantjes vanuit de hoogten richting kreek. Die kwel is in niets te vergelijken met grote regionale kwelsystemen aan de rand van het Kempisch plateau of in het zuiden van Vlaanderen.

5.2.4 Grondwaterdynamiek

Het grondwaterpeil net naast de kreek (KRG103 in Figuur 26) fluctueert 80-90 cm doorheen het jaar en is opvallend beïnvloed door neerslag (piekige tijdreeks). Dat heeft uiteraard alles te maken met de zandige ondergrond hier, waardoor neerslagwater vlot infiltreert en voor een korte snelle peilstijgingen (en ook dalingen) zorgt. Het peil fluctueert van 30 cm onder maaiveld in de winter tot 1 meter onder maaiveld in de zomer. Het kreekpeil fluctueert veel minder (een kleine 30 cm). Op jaarbasis) en staat hier nagenoeg het ganse jaar lager dan het peil in het aanpalende perceel. Enkel in de droogste periodes schijnt er wat kreekwater richting oever te infiltreren.



Figuur 26: Tijdreeksen van stijghoogten (links) en waterpeilen (rechts) voor grondwater (KRG103) en het kreekpeil (KRGS010) aan de Roeselaerekreek.

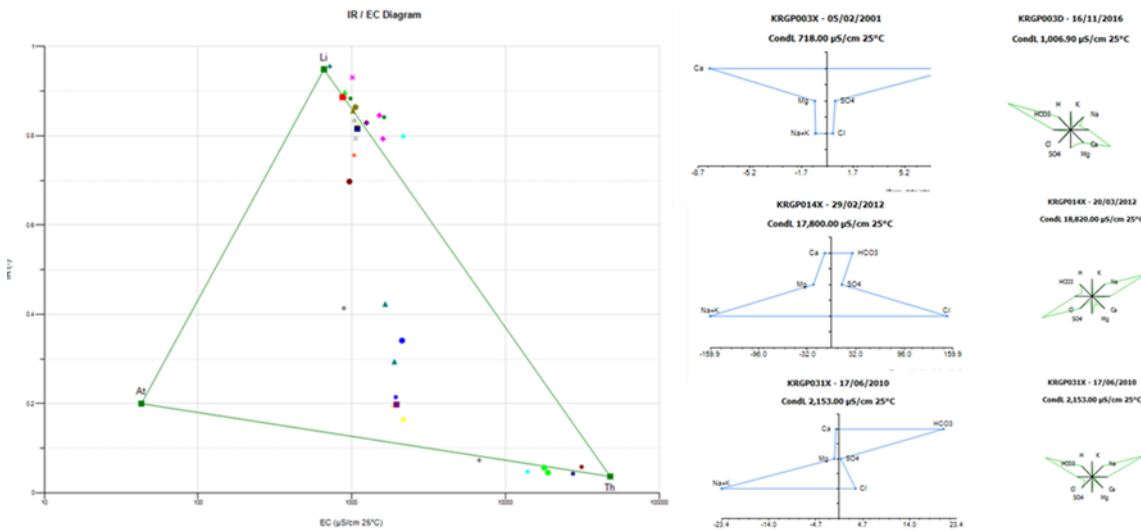
In de kreek vindt actueel nog opstapeling van veen plaats. De vegetatie vormt een drijftil op het wateroppervlak. Die drijftil fluctueert mee op en af met het fluctuerende kreekpeil. Daardoor lijkt het voor de drijvende vegetatie alsof er een zo goed als constant grondwaterpeil heerst.

5.2.5 Grondwaterchemie

In de Roeselaerekreek zit hoofdzakelijk mineraalrijk zoet water maar EC-metingen onderaan in de kreek leren dat de zoet-zoutgrens hier net in de kreekbodem zit.

Tabel 6: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Oost-Vlaamse krekengebied (periode 2001-2016).

#32	EC25 µS/cm	pHF	HCO3 mg/l	P-PO4 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NH4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	31140	8,4	1780	7,618	2,233	4,75	12,42	1690	11725,8	6676,5	525,2	410,4	790,16	15,50
90-percent	17012	7,9	1598	2,607	0,590	1,93	3,94	385	5089,2	3462,8	133,8	214,7	224,94	8,40
mean	4604	7,5	900	0,768	0,202	0,52	1,55	153	1221,6	856,6	66,5	125,1	85,91	2,64
10-percent	890	7,1	532	0,015	0,005	0,02	0,04	1	27,6	18,0	15,2	22,3	14,72	0,03
min	718	6,9	512	0,010	0,005	0,01	0,02	1	13,0	14,0	7,4	12,8	10,30	0,03



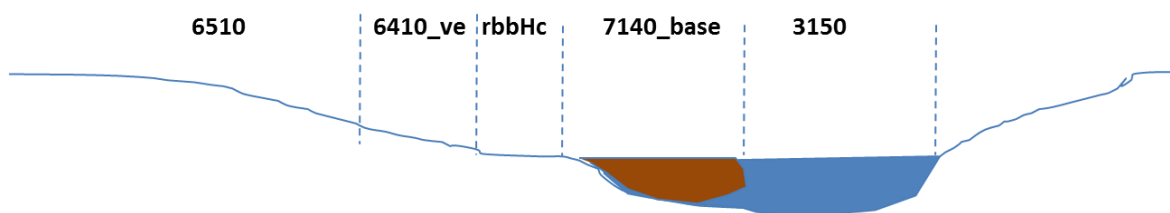
Figuur 27: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Krekengebied

Uit de chemische samenstelling van grondwatermeetpunten doorheen het hele krekengebied komt een grote variatie aan chemische samenstelling naar voor maar toch hoofdzakelijk mineraalrijk zoet en brak water (zie Figuur 27). Dat is ook af te leiden uit de erg hoge EC25



Er wordt momenteel opnieuw overgeschakeld van winter naar zomermaaien; De verwachting is dat riet dan na een aantal jaren minder dominant zal aanwezig zijn, en frelere soorten kunnen terugkeren. Vanuit basenrijk trilveen kan dan veenmosrietland ontstaan indien zich in eerste instantie grote hoeveelheden vnl. slaapmossoorten van het genus Calliergon(-ella) of Drepanocladus vestigen die zodanig gaan overheersen dat neerslagwater wordt vastgehouden in de drijftil. Daarin vestigen zich dan steeds meer veenmossen. Dat proces zal echter nog vele jaren duren. Dat zou in de praktijk moeten leiden tot de ontwikkeling van basenrijk trilveen (7140_base). Van daaruit kan de evolutie naar veenmosrietland (7140_mrd) eventueel opnieuw opstarten. Maar dat zal een lange periode (meerdere tientallen jaren) vergen. Of het beoogde resultaat (althans de eerste stap met de ontwikkeling van 7140_base) onder het nieuw ingestelde maairegime gehaald zal worden, kan pas over een aantal jaren geëvalueerd worden. Iets naar het westen liggen er verlande krekken die intussen al verbost zijn. De bosgemeenschap die zou kunnen ontstaan op de drijfkillen met riet zou mesotrofe elzenbroek (91EO_vm) moeten zijn. Omwille van verzuuring en instroom van nutriënten is dat in de praktijk veelal ruig wilgenstruweel (rbbSf) en eutroof elzenbroek (91EO_vn). In de oeverzone is de standplaats geschikt voor de ontwikkeling van dottergrasland (rbbHc) en eventueel een smalle gordel veldrusgrasland (6410_ve). Nog verder weg van de kreekrand en hoger in het landschap wordt dan glanshavergasland (6510) aangetroffen. Onder begrazing krijgen deze graslandtypen een kamgras-grasland (rbbkam) uiterlijk.

Uiteraard is hydrologie niet de enige factor in het bepalen van de ontwikkelingskansen van vegetatietypen. Hier is met name de voorgeschiedenis in landgebruik (meer bepaald de bemesting van de aan de kreek grenzende graslanden in het recente verleden) een belangrijke beperkende factor op het eindresultaat. Waar (historische) bemesting een rol speelt, ontwikkelt zich eerst een tijdlang een beemdgras-raaigrasland.



Figuur 29: Schematische vegetatiezonering (in de open sfeer) voor de Roeselaerekreek en aanpalende terreinen

5.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: De waterhuishouding in deze polder is in hoge mate artificieel. Ze wordt bepaald door het pompeil waarbij het oppervlakte(zoet)water wordt afgevoerd
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: het oppervlaktewater is hier sterk aangereikt met nutriënten
 - Grondwater: het grondwater is hier plaatselijk sterk aangereikt met nutriënten en dat zowel N- als P-verbindingen. In de omgeving van de Roeselaerekreek is de situatie alvast goed.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.

- iv. Lokale drainage: speelt in het hele gebied een grote rol, maar direct op het peil van de kreek door uitgebreid en vrij goed onderhouden drainagenetwerk dringt een ingesteld pompeil hier overal door.
- v. Beperken evapotranspiratie: niet mogelijk
- vi. Meetnet: Ja, recent (2015) geautomatiseerd in de Roeselaerekreek, maar verder in het krekengebied manueel en vrijwillig.

5.2.9 Relevante referenties

Decler K., Vandevoorde B., De Becker P., De Saeger S. & Oosterlinck P. 2014 Analyse en bepaling van de lokale staat van instandhouding (LSVI) van de habitat “overgangs- en trilveen” (7140) ter hoogte van de Roeselarekreek (Sint-Laureins), met voorstel van hydrologische - en beheermaatregelen ter verbetering van de LSVI. Advies van het Instituut voor natuur en bosonderzoek. INBO.A.3162

Marechal R. 1992. De geologische structuur in Denys J (red) Geografie van België Gemeentekrediet

Vandenbohede A., Courtens C., Lebbe L. De Breuck W. 2010. Fresh-Salt water distribution in the central Belgian coastal plain: an update. *Geologica Belgica* 11/3 163-172

Vandevelde D. 2002. Optimalisatie van het meetnet voor het monitoren van de verdrogings- en verziltingsproblematiek in het Vlaamse kustgebied



6 ECOHYDROLOGISCH TYPEGEBIED “ALLUVIALE VALLEI MET KWEL”

6.1 VALLEIEN VAN DE DIJLE, IJSE, LAAN EN VAALBEEK BE2400011-A

6.1.1 Algemene situering

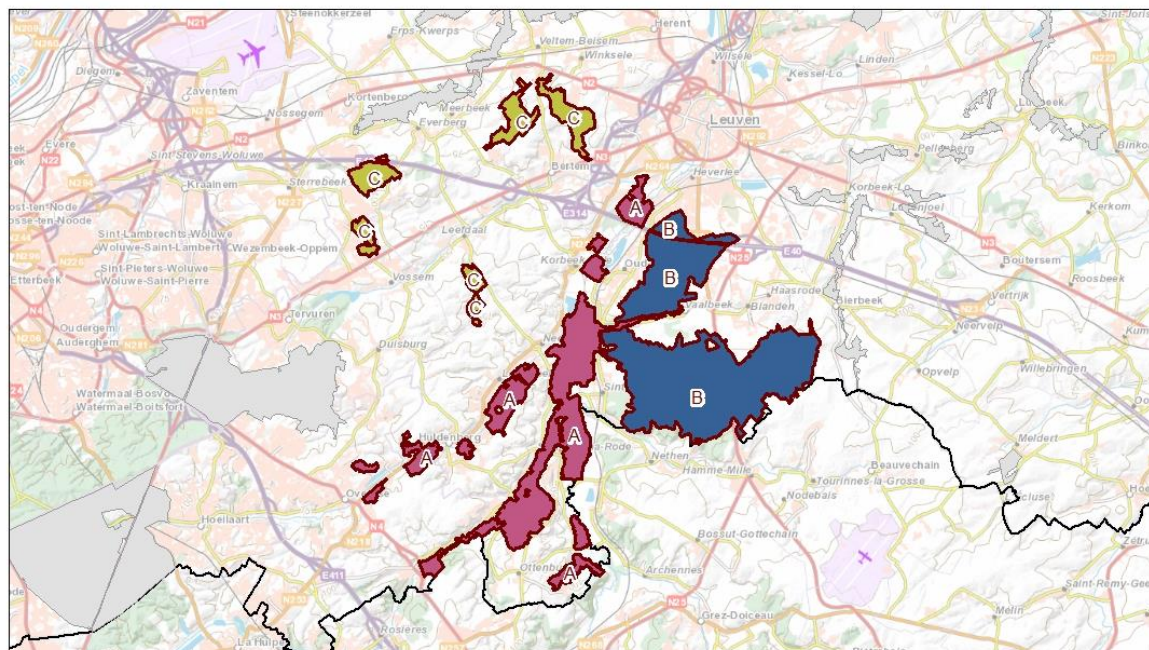
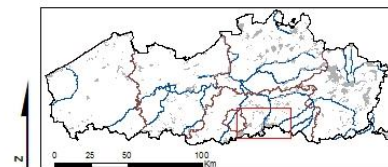
BE2400011

A: Valleien van de Dijle, Laan en IJse

B: Heverleebos - Meerdaalwoud

C: Verspreide bossen op plateau

0 1,75 3,5 7 Km

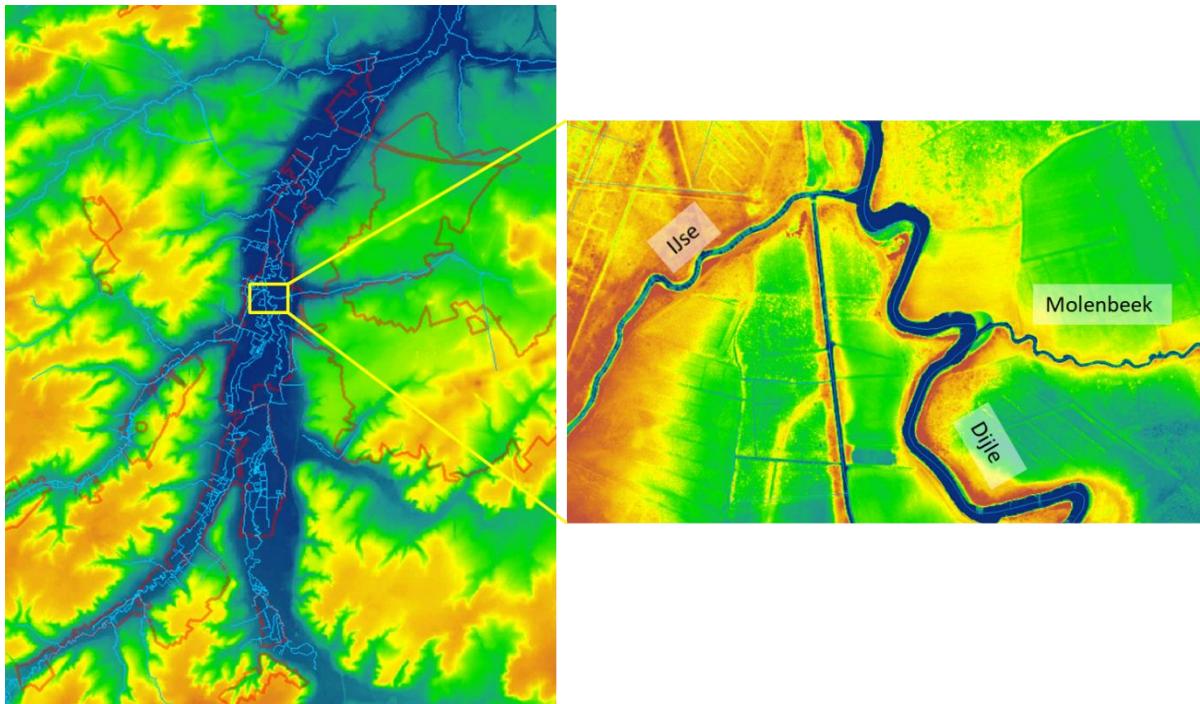


Figuur 30: Situering van de SBZ-H deelzone Vallei van Dijle IJse en Laan (paars)

De valleien van de Dijle, IJse en Laan stroomopwaarts Leuven situeren zich in de Leemstreek. Centraal in deze SBZ-H-deelzone ligt het private natuurreservaat de Doode Bemde (Natuurpunt & Vrienden van Heverleebos & Meerdaalwoud vzw). Ten noorden ligt het Vlaams reservaat Vijvers van Oud-Heverlee. Verder naar het zuiden liggen de Vlaamse reservaten van het Grootbroek, de vijvers van Florival en het Rodebos & Laanvallei allen beheerd door het Agentschap voor Natuur & Bos. De voorbije decennia werden bijzonder veel gegevens verzameld in het private natuurreservaat de Doode Bemde, dat centraal in deze SBZ-H-deelzone ligt. Daarom wordt dit gebied grondig besproken als casus waarbij extrapolatie naar de rest van het SBZ-H-deelgebied mogelijk lijkt. Ten noorden en ten zuiden van de Doode Bemde is het ANB aan de slag met Vlaamse natuurreservaten.

6.1.2 Topografie en Hydrografie

Het gaat hier om de middenloop van de Dijle (en zijrivieren IJse, Voer, Laan, Vaalbeek) tussen de Leuven en de zuidgrens van Vlaanderen. De vallei is ca. 40 meter diep is ingesneden in het Brabantse leemplateau. Onderaan en op de valleiflanken zijn veel bronnen, doorgaans in bronbossen, gelegen. De rivieren hebben hier een relatief laag verhang (0.5-0.8 m/km). Vooral de Dijle (en in mindere mate ook de Laan) kent een uitgesproken meanderend karakter met een sinusoïteit van 1,5 tot 2 (zie Figuur 31). Dat betekent dat de stroomdraad van de rivier tot twee keer zo lang is als de lengte in vogelvlucht. Dat is de natuurlijke situatie die echter voor Vlaanderen eerder uitzonderlijk is.



Figuur 31: Detailtopografie van de vallei van de Dijle ten zuiden van Leuven (links) en detail van het samenvloeiingsgebied van Dijle met IJse en Molenbeek/Vaalbeek in de Doode Bemde (rechts)

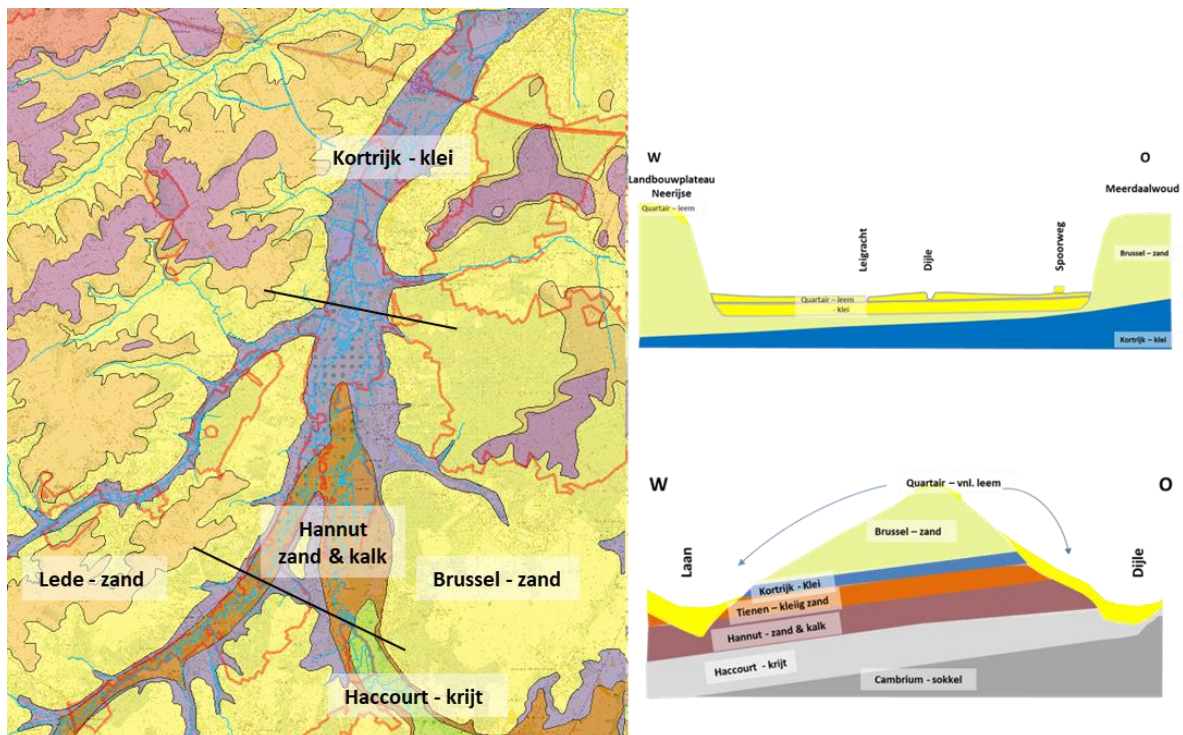
6.1.3 Geohydrologie

De verschillende tertiair geologische lagen hellen met een lichte inclinatie (ca. 2%) in noordnoordwestelijke richting. De zanden van de formatie van Brussel vormen in het noordelijke deel van de Dijlevallei (grosso modo noordelijk vanaf de dorpskern van St. Agatha Rode) het belangrijkste (freatische) watervoerende pakket. Ze bestaat hier uit mineraalrijk grof zand en kalkhoudende zandsteenknollen. Daarbovenop ligt, en hoger langs de valleiflanken dagzomend, de formatie van Lede. Die bestaat eveneens uit grof kalkrijk zand. Infiltrerend grondwater percoleert hier dus door 2 kalkhoudende zandlagen waarbij er veel mineralen in oplossing gaan. Het eindresultaat is dan ook uitgesproken mineraalrijk grondwater en dito kwel in de valleien. In het noordelijke deel van deze SBZ-H-deelzone is de rivier niet volledig doorheen de zanden van Brussel gesneden. Dat betekent dat een deel van het watervoerende pakket nog onder de recente alluviale afzettingen doorloopt. Dat is meteen de reden waarom er in deze vallei het ganse jaar door kwel uittreedt. De kwelflux wordt geraamd op 2-4 mm/dag. Verder zuidwaarts is de Dijle wel dwars door de formatie Brussel gesneden tot in de formatie van Kortrijk (destijds Ieperiaanklei genoemd). Vanaf de dorpskern van St. Agatha Rode zuidwaarts speelt de daar onderliggende watervoerende laag met kalksteen houdende



zanden, de formatie van Hannut, ook een rol in de aanvoer van grondwater. Net zoals de zanden van de formatie van Brussel hebben deze van Hannut een hoge hydraulische geleidbaarheid en zorgen ook voor aanvoer van grote hoeveelheden kwelwater naar de vallei. Helemaal in het zuiden (in de omgeving van de vijvers van Florival) dagzoomt het Krijt (eenheid van Haccourt). Dat is een afzetting die dateert vanuit het secundair en die dagzoomt in Vlaanderen ook nog in de Voerstreek en zuidelijk Haspengouw. Dit is (omwille van de talrijke verweringsbarsten) een laag met een hoge hydraulische geleidbaarheid waarin grote hoeveelheden extreem mineraalrijk grondwater stroomt.

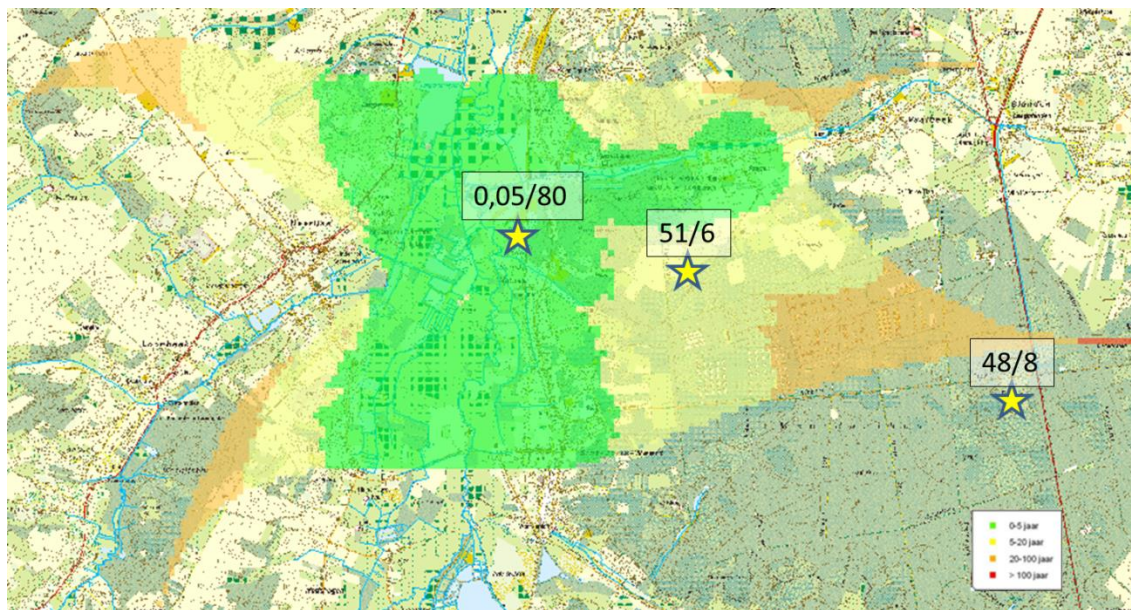
In het noordelijke deel van deze SBZ-H-deelzone vormt de ondoordringbare laag van Kortrijk-klei dus de begrenzing van het hydrologische systeem. Verder naar het zuiden is dat de Cambriumsokkel onder het Krijt.



Figuur 32: Dagzomende tertiair geologische lagen in en rond de SBZ-H deelzone van de Dijle-IJse en Laanvallei en schematisch dwarsdoornede door de vallei van de Dijle ter hoogte van de Dode Bemde (rechts boven) en ter hoogte van het Rodebos (rechts onder) (geïnterpreteerd van www.dov.be)

In het noorden van deze SBZ-H-deelzone zijn er als gevolg van deze geologische configuratie geen bronnen te vinden. Vanaf de vallei van de Vaalbeek (omgeving Zoet Water) en verder naar het zuiden, bevindt de bovenkant van de kleiformatie (Kortrijk) zich boven valleinniveau waardoor er bronnen optreden. Verder naar het zuiden (Margijsbos te Loonbeek en Rodebos te St. Agatha Rode) “hangen” de bronniveaus halverwege de valleiflanken (zie gebiedsbeschrijving bronbossen Rodebos).

Het gaat, zowel in het noorden als in het zuiden, om een relatief snel hydrologisch systeem (loopsnelheid ca. 130-150 m per jaar) waarbij de verblijftijd van het grondwater met een gemiddelde over het ganse infiltratiegebied van 20-25 jaar als erg kort mag beschouwd worden (Batelaan & De Smedt 1994).



Figuur 33: Schematische weergave van het grondwater voedingsgebied (infiltratiegebied) van het grondwater in het zuidelijk deel van het natuurreservaat de Doode Bemde en de Vaalbeekvallei met indicatie van de verblijftijd (naar Batelaan & De Smedt 1994). Sterretjes zijn staalnamelocaties met concentraties $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ in juli 2004.

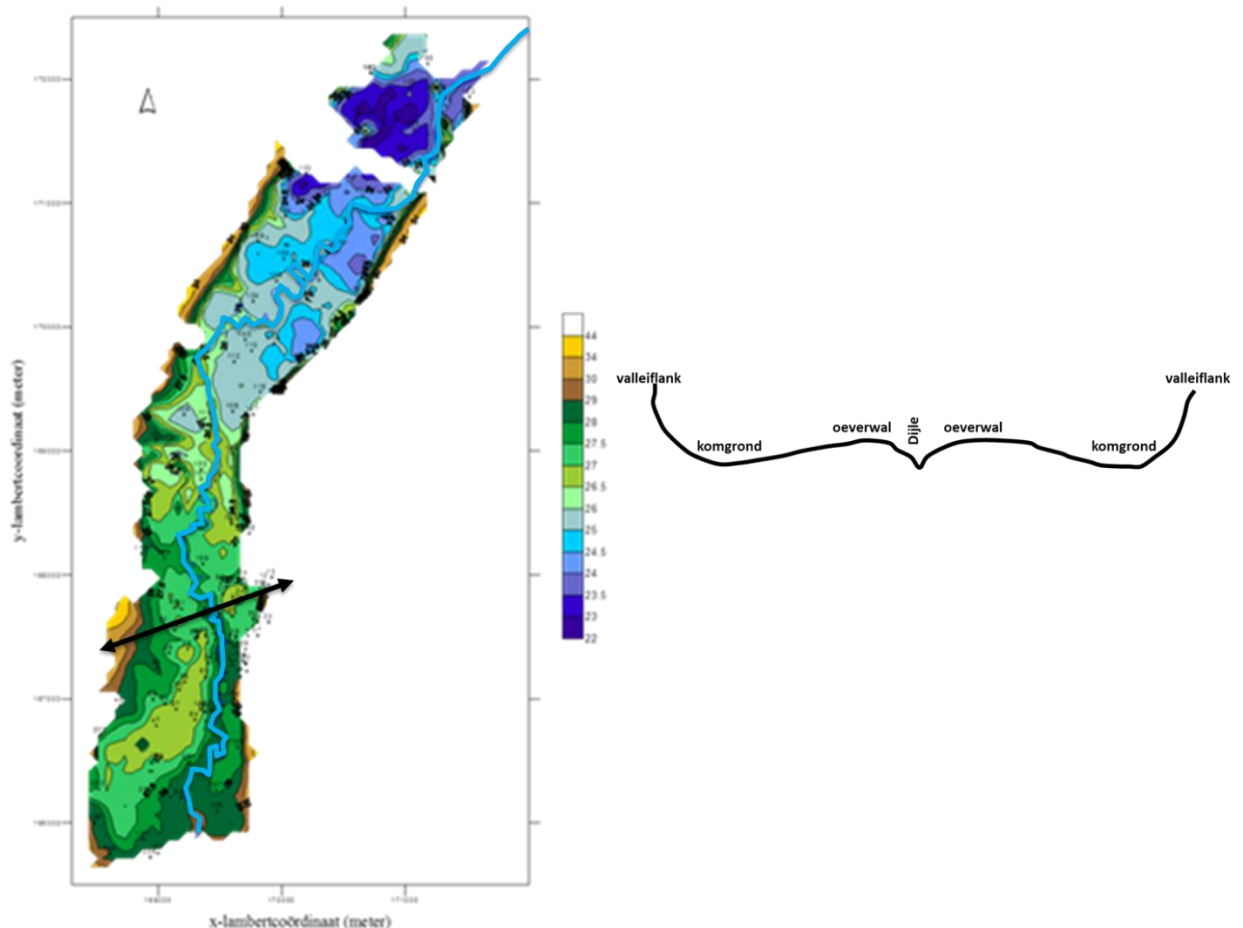
De zanden van de Formatie van Brussel zijn, net zoals vele andere marine afzettingen in Vlaanderen erg rijk aan pyriet (ijzersulfiden) dat er voor verantwoordelijk zijn dat nitraat in het infiltratiewater gedenitrificeerd wordt. Stikstof verdwijnt naar de atmosfeer, maar het kwelwater voert de daarbij ontstane sulfaten mee naar het kwelgebied (zie staalnamelocaties in Figuur 33).

In het gebied (eigenlijk in de ganse regio waar de formatie van Brussel voorkomt zowel in Vlaanderen als in Wallonië) zijn verschillende grote grondwaterwinningen actief. Het gaat om drinkwaterproductie uit het krijt, de zanden van Brussel en voor een zeer klein aandeel ook uit alluviale watervoerende lagen. Dat zijn zandige lagen die vrij recent (ca. de laatste duizend jaar) bij overstromingen van de rivieren zijn afgezet. De alluviale winningen werden begin 2000 grotendeels stilgelegd omwille van te hoge nitraatconcentraties. De winningen uit de andere watervoerende lagen gaan over aanzienlijke gewonnen volumes maar lijken hier compatibel te zijn met de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen.

Naast grondwater zijn ook overstromingen in dit type van valleien van bijzonder groot belang. Het alluviale (i.e. overstromings-) vallei ecosysteem zoals dat hier ontwikkeld is, is onrechtstreeks het gevolg van menselijke activiteit. Met name de verregaande ontbossing van het rivierbekken bereikte in de vroege middeleeuwen zijn maximum waardoor een steeds kleiner wordende fractie hemelwater infiltreerde en oppervlakkige afvoer (de zgn. surface runoff) alsmaar toenam. Als gevolg daarvan is het peilregime van de rivieren drastisch gewijzigd. Waar de debiet vroeger vrij constant moet zijn geweest, is er nu sprake van regelmatige piekafvoeren die het 3-4(-5) -voudige hoeveelheden van de droogweerafvoer (zie o.a. De Smedt 1973, Notebaert 2009). Die droogweerafvoer bedraagt voor de Dijle ca. 5 m^3/sec en is bijzonder constant doorheen de tijd, zelfs in tijden van extreme droogte zoals tijdens de zomer van 2018. Met de frequente piekafvoeren, waarbij debieten optreden van 15 tot 20 m^3/sec en meer, worden enorme hoeveelheden sedimenten meegesleurd en bij overstromingen afgezet in de riviervallei. Zo ontstaan de alluviale vlakke met een zeer karakteristieke detailtopografie waarbij de oeverwallen die 2 tot 3 meter hoger liggen dan de

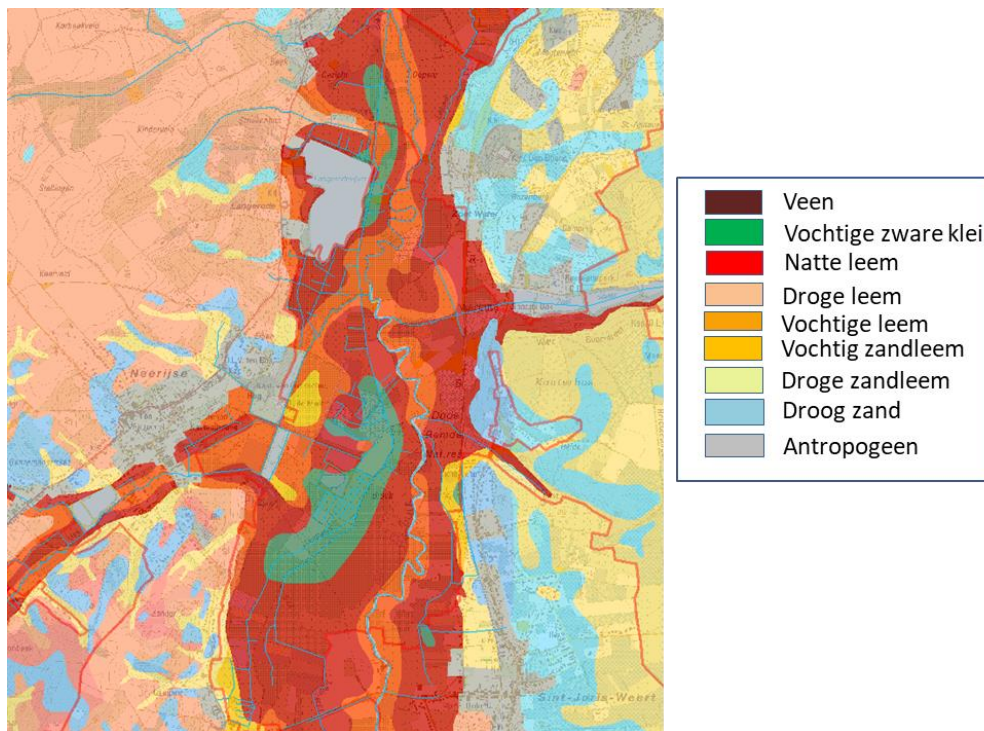
komgronden (zie Figuur 31). In dwarsdoorsnede lijkt dat karakteristieke topografische patroon sterk op een “liggende accolade” (Figuur 34).

Dat patroon ontstaat als volgt: zo lang de rivier, ook bij piekafvoeren, binnen haar oevers stroomt is de stroomsnelheid hoog en vervoert ze erg grote hoeveelheden sediment in suspensie. Bij 20 m³/sec is de Dijle zgn. “bank-full”. Als het debiet nog een ietsje stijgt, sijpelt het water overal over de oevers naar de lageregelegen komgronden. Bij dat buiten de oevers treden, daalt de stroomsnelheid dramatisch en bezinkt een grote hoeveelheid sediment. Immers, hoe lager de snelheid van het water, hoe minder sediment er in suspensie kan blijven. Aangezien de grootste snelheidsdaling gebeurt net bij het buiten de oevers treden, wordt ook op de oevers de grootste hoeveelheid sediment afgezet. Overstroming na overstroming komt daar een laagje bij dat op de oeverwallen telkens dikker is dan het afgezette laagje in de komgronden. Dat betekent dat er op een ‘natuurlijke’ manier oeverwallen worden gevormd. Vandaar het vrij uitgesproken topografische niveauverschil tussen oeverwallen en komgronden. Elke zijrivier van de Dijle vormt op haar beurt oeverwallen waardoor. De Dijle slingert bovendien over een afstand van 5-6 kilometer van de linker- naar de rechter valleiflank en terug. Samen met het topografische verhang van de vallei levert dat een vrij grillig en complex beeld van opeenvolgende depressies zowel op de linker- als op de rechteroever van de rivier (Figuur 34 links). Die komgronden kunnen beschouwd worden als min of meer onafhankelijke hydrologische basiseenheden in het alluviale vallei-ecosysteem.



Figuur 34: Opeenvolging van oeverwallen en komgronden in de vallei van de Dijle ten zuiden van Leuven (rechts) met situering van een karakteristiek topografisch dwarsprofiel (een “liggende accolade”) (rechts)

Dat sedimentatieproces gebeurt bovendien tot op zekere hoogte ‘gefractioneerend’. Dat betekent dat bij dalende stroomsnelheden, in regel grofkorreliger materiaal eerst wordt afgezet; op de oeverwallen dus. In de komgronden is het aandeel fijnkorrelig materiaal (leem en klei) veel groter. Daardoor ontstaat een bodemkundige gradiënt van lichtere texturen op de oeverwallen naar zwaardere (maar ook venige) texturen in de komgronden. Hier en daar zijn, in het diepste deel van slecht ontwaterde komgronden wat veenafzettingen terug te vinden, hoewel die op de bodemkaart niet altijd terug te vinden zijn. Aan de randen van de vallei, aan de voet van de valleiflanken zit colluviale leem en zandleem.



Figuur 35: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Dijle (Doode Bemde)

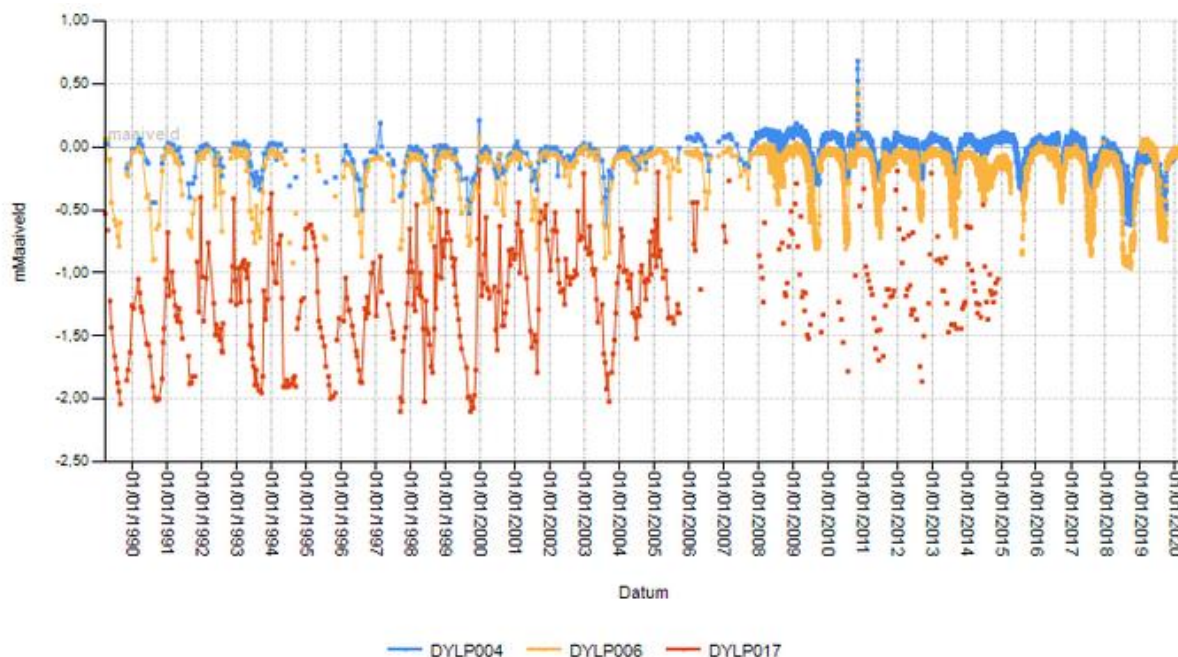
Als gevolg van de toegenomen urbanisatie en de daarmee samenhangende toename van de verzegelde oppervlakte in het rivierbekken (vnl. Waals-Brabant – omgeving van Waver-Ottignies) is het afvoerregime van de Dijle in de laatste decennia aan het wijzigen. De frequentie en de omvang van de piekafvoeren nemen toe. De gevolgen van de klimaatopwarming lijken in dezelfde richting te werken (VanderAa et al. 2015). Dat leidt dan weer voor een veranderende vorm van het rivierkanaal, dat breder schijnt te worden (Notebaert 2009). Effecten op het rivierpeil (en dus op het drainageniveau van de ganse vallei) zijn op dit ogenblik echter nog niet vast te stellen.

6.1.4 Grondwaterdynamiek

Aangezien de bodem in de vallei zelf bestaat uit een metersdikke, hydrologisch minder goed doorlatende alluviale (hoofdzakelijk) leemafzettingen, is de drainerende invloed van de rivier, maar ook van alle grachten in het gebied erg beperkt tot ca. 5-10 meter direct links en rechts (zie Huybrechts et al. 2000). Let wel: het is niet omdat leem “minder goed” geleidend is, dat er geen kwelwater van onderuit door geperst wordt. Dat is in het geval van de Dijle en in veel andere alluviale valleien in de leemstreek zeer manifest wel het geval.



Door de combinatie van de aard van de sedimenten en de specifieke (topografische) manier van afzetten daarvan (zie hoger), is er in de vallei een uitgesproken hydrodynamische gradiënt terug te vinden.



Figuur 36: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in transect van oeverwal naar komgrond in de Dijlevallei (deel Doode Bemde)

Daarmee wordt bedoeld dat op de oeverwal de grondwatertafelschommelingen veel groter zijn dan in de komgrond. Op de oeverwal lopen de grondwatertafelschommelingen doorheen het jaar op tot ruim anderhalve meter (tijdreeks DYLP017 in Figuur 36). De gemiddelde hoogste grondwaterpeilen bereiken een diepte 30-50 cm onder maaiveld in de winter. In de komgronden, op een afstand van slechts 150 meter (tijdreeks DYLP004 in Figuur 36) is de situatie helemaal anders. De peilen staan voor een groot deel van het jaar gelijk met tot net boven maaiveld, in de zomer zakken ze tot 20-30 cm onder maaiveld. Dat heeft alles te maken met de invloed van toestromend grondwater (kwel) van onder de naastliggende en 40 meter hoger gelegen plateaugronden. Dergelijke kleine schommelingen bij erg hoge grondwaterstanden geven aanleiding tot de ontwikkeling van veen. Daar waar de komgronden in het verleden slechts ten dele ontwaterd werden (Doode Bemde, omgeving vijvers van Oud-Heverlee, Laanvallei) zijn veenafzettingen tot meer dan 2 meter dik aangetroffen. Tussen deze twee uitersten, t.t.z. grote schommelingen op de oeverwallen en kleine schommelingen in de komgronden, komen tussenliggende situaties voor (bv tijdreeks 6 in Figuur 36).

6.1.5 Grondwaterchemie

De chemische samenstelling van het grondwater is hier mineraalrijk als gevolg van de geohydrologische karakteristieken van de ondergrond. Andere alluviale systemen in de omgeving met dezelfde geohydrologische setting, zoals het Torfbroek, Molenbeekvallei of Kastanjebos in het noordwesten, het Hallerbos en de Duling nog verder naar het westen of de Snoekengracht in het oosten hebben nog hogere mineralenconcentraties hoewel ze grondwater ontvangen uit dezelfde watervoerende lagen. Dat betekent dat de mineralenconcentraties in de watervoerende laag (formaties van Brussel en Lede) niet homogeen verspreid zitten. De Dijlevallei en de Doode Bemde worden met andere woorden gevoede met het minst mineraalrijke grondwater van alle (onderzochte) natuurgebieden die



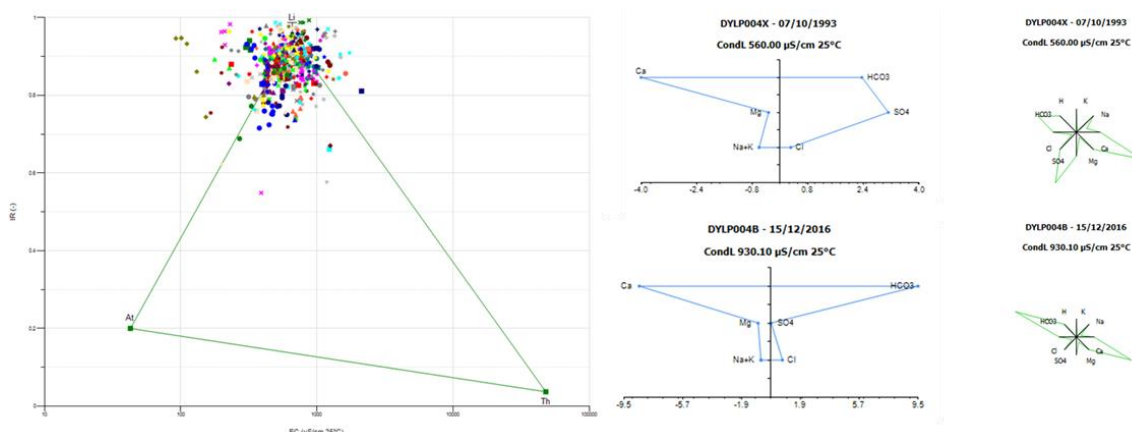
gevoed worden met Brusseliaan water. Dat is duidelijk te merken aan de elektrische geleidbaarheidswaarden van het grondwater in dit gebied (EC25~6-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ zie Tabel 10). Die zijn sterk vergelijkbaar met de waarden voor de vallei van de Molenbeek en liggen duidelijk lager dan deze van het Torfbroek, Kastanjebos, Snoekengracht en Hallerbos.

Tabel 7: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied valleien van Dijle, IJse, Laan en Vaalbeek (periode 1991-2017).

# = 575	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₂	P-PO ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	2123	7,9	1182	0,406	6,080	20,30	61,14	420	197,0	87,8	96,5	353,0	46,28	97,40
90 percent	886	7,3	540	0,015	0,122	0,51	1,19	80	46,0	28,3	5,4	160,6	17,54	30,10
mean	617	6,9	335	0,014	0,064	0,43	0,78	30	25,3	16,6	2,6	103,9	9,00	11,17
10-percent	392	6,4	155	0,005	0,010	0,01	0,04	1	9,0	7,0	0,2	55,0	3,46	0,11
min	92	5,7	13	0,005	0,005	0,01	0,01	0	1,0	1,4	0,1	13,0	1,13	0,01

In de jaren '90 van vorige eeuw bleek het aangevoerde grondwater nagenoeg overal erg rijk te zijn aan sulfaat, een gevolg van het denitrificatieproces van nitraatrijk infiltrerend water. De voorbije decennia is dat sulfaatgehalte opmerkelijk gedaald op de meeste locaties in dit gebied, vermoedelijk als gevolg van vele beleidsmaatregelen (mestactieplannen, drinkwaterbeschermingszones, kwetsbare grondwaterlagen, waterzuivering, ...). Dat betekent dat veranderingen in grondwaterchemie in het infiltratiegebied zich vrij snel vertalen in veranderingen in grondwaterchemie in het kwelgebied. Anders gezegd, vervuiling (bv door overbemesting) van het grondwater in het infiltratiegebied, leidt tot met nutriënten aangerijkte kwel in de valleigebieden en uittredend grondwater in bronnen. De formatie van Brussel is één van de belangrijkste watervoerende lagen van België voor wat drinkwaterproductie betreft. De combinatie van snel systeem met het belang voor drinkwaterproductie heeft ertoe geleid dat deze hele ruime regio destijds al afgebakend was als kwetsbaar voor verontreiniging, waarbij er speciale maatregelen werden genomen om infiltratie van nutriënten (overbemesting) vanuit landbouw, en dan met name nitraat, terug te dringen (Baeten & De Smedt 1986). Dat lijkt ook te hebben gewerkt in deze regio.

Voor het zuidelijke deel van de SBZ-H-deelzone zijn er veel minder (recente) gegevens voor handen maar in algemene termen kan gesteld worden dat het grondwater daar een ietsje mineraalrijker is.



Figuur 37: EC-IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied valleien van de Dijle, IJse, Laan en Vaalbeek

Vroeger (1990-2000) werd regelmatig aanrijking vastgesteld met orthofosfaat en stikstofverbindingen in het grondwater. Door de inspanningen op het vlak van rioleringen,



maatregelen als gevolg van de kwetsbaarheid van de watervoerende lagen dit gebied voor in de voorbije jaren is deze situatie grondig verbeterd.

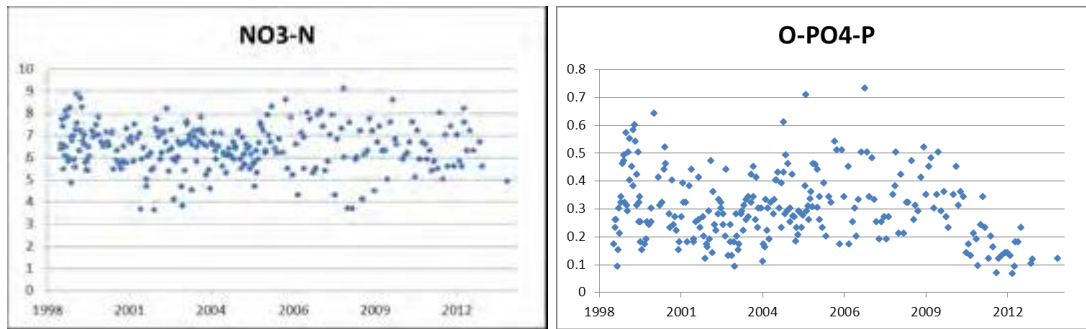
6.1.6 Oppervlaktewater

In alluviale systemen speelt oppervlaktewater een erg belangrijke rol. In het geval van de Dijle is er een paar decennia geleden intussen, voor gekozen om het alluviale (i.e. het overstromings-) karakter van de vallei nagenoeg volledig te herstellen. Dat betekent dat de rivier (sinds 2000) jaarlijks opnieuw één of meerdere keren overstroomt. Daarbij staan delen van de vallei gedurende een paar dagen tot een paar weken onder water. Aangezien het hier om een kwelsysteem gaat (waarbij grondwater het ganse jaar door uittreedt), speelt de oppervlaktewaterkwaliteit geen echt grote rol bij de aanvoer van nutriënten naar het vallei-ecosysteem. Omwille van de quasi permanente kwel, dringt het overstromingswater immers zo goed als niet de bodem in. Wel is het ogenblik waarop er overstroming optreedt, de frequentie, duur en diepte van belang voor de impact op de vegetatieontwikkeling. Het overstromingswater kan er dan voor zorgen dat planten effectief verdrinken (door zuurstofgebrek). Bij die overstromingen worden ook grote hoeveelheden sediment afgezet bovenop de vegetatie, waardoor ze fysisch afgedekt wordt.



Figuur 38: Overtopping van de oeverwal langs de Dijle te Sint Joris Weert (links) met afzetten van een dun laagje sedimenten in de aanpalende graslanden (rechts) – overstroming foto's D. Vanautgaerden).

Hoewel de hoeveelheden sediment die de laatste decennia worden afgezet vermoedelijk veel kleiner zijn dan pakweg een millennium geleden (zie bv. Huybrechts 1989, Notebaert 2009), worden er bij actuele overstromingen toch nog aanzienlijke hoeveelheden fijn (hoofdzakelijk lemig) materiaal afgezet (De Becker & De Bie 2013). Niet zozeer de nutriënten in het oppervlaktewater maar de nutriënten die gebonden zitten aan de sedimenten hebben een aanrijkende impact op het vallei-ecosysteem. Bijzonder problematisch daarbij blijft de soms bijzonder grote hoeveelheden plant beschikbare fosfor (~zgn. Olsen-P) die samen met die sedimenten worden afgezet. Om de impact per oppervlakte-eenheid te minimaliseren wordt hier bewust gekozen om de overstromingen uit te spreiden over een zo groot mogelijk oppervlakte (i.e. de volledige alluviale vlakte).



Figuur 39: Evolutie van de concentraties van nitraat en orthofosfaat in de Dijle te St. Joris Weert (VMM meetpunt 221000)

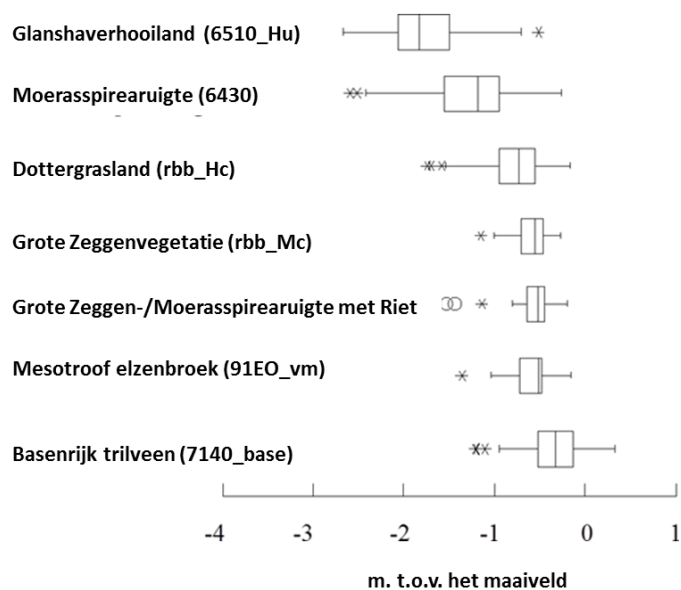
De kwaliteit van het oppervlaktewater, meer bepaald de nutriëntenconcentraties en zeker deze van fosfaten is dus niet rechtstreeks een bron van aanrijking van het systeem, maar onrechtstreeks via adsorptie op de hoofdzakelijk lemige sedimenten die worden afgezet. Nitraatconcentraties vertonen een uiterst langzaam dalende trend, evenals de orthofosfaatconcentraties. Van deze laatste is de variatie doorheen het jaar sterk afgenomen omwille van het in bedrijf nemen van tertiaire zuiveringsmodules in RWZI's in het stroombekken. Het resultaat is bijgevolg een productief en voedselrijk ecosysteem.

6.1.7 Vegetatiezoning

Het aantal vegetatietypen als gevolg van de combinaties in standplaatskarakteristieken in een dergelijke alluviale vallei zijn verrassend divers, zeker als er rekening gehouden wordt met het feit dat dit een zeer productief ecosysteem is. In niet bemeste graslanden wordt een productie van 3-4 ton droge stof per hectare en per jaar gehaald ondanks het volledig achterwege blijven van toedienen van bemesting dierlijke of kunstmeststoffen. Productieve vegetaties betekent veel concurrentie tussen plantensoorten waarbij een paar dominante soorten sterk gaan overheersen met een vrij laag soortenaantal tot gevolg. Blijkbaar wordt dat in dit type van systemen gecompenseerd door de grote diversiteit aan standplaats- en dus vegetatietypen op zeer korte afstand (zie Figuur 31 & Figuur 41).

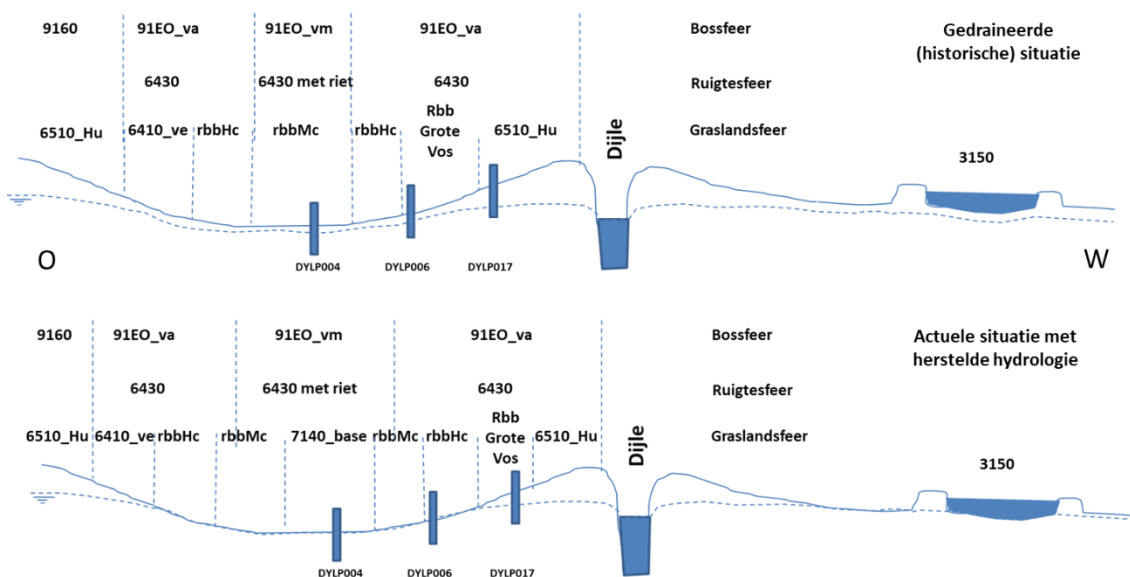
In de natste/diepste delen van de komgronden komt de mineraalrijke vorm van kleine zeggenvegetaties (7140_base) tot ontwikkeling met o.a. soorten als ronde zegge, hennegras en moeraskartelblad. Op de iets hoger gelegen delen ontwikkelen grote zeggenvegetaties (rbbMc) waar in de winter en het voorjaar het grondwaterpeil nog boven maaiveld uitkomt. Waar grondwater niet meer boven maaiveld uitstijgt in het winterhalfjaar, is een gordel van dottergraslanden (rbbHc) optimaal ontwikkelt. Op de 'droge' oeverwallen zijn glanshavervegetaties (6510_Hu) te vinden. Tussen deze beide types zit een zoom grote vossenstaartgraslanden (rbbvos) geprangd waarin o.a. trosdravik en waterkruiskruid domineren. Aan de kant van de valleiflank worden de dottergraslanden afgezoomd door veldrusgrasland (6410_ve). Nog iets hoger op de helling liggen dan opnieuw glanshavergraslanden. Tussenin komen her en der verspreid vochtige varianten van heischraal grasland (6230_hmo) tot ontwikkeling met soorten als bleke zegge, blauwe knoop, tormentil en bosorchis.





Figuur 40: Box & Whisker-plots van gemiddelde laagste grondwaterstand GLG (in meter t.o.v. het maaiveld) voor de belangrijkste habitatsubtypen en regionaal belangrijke biotopen voor de Dijlevallei ten zuiden van Leuven (naar De Becker et al. 1999)

Dat zijn allemaal vegetatietypen in de open sfeer. De vervanggemeenschap onder ruigtebeheer is hoofdzakelijk moerasspirearuigte. In de diepste delen van de vallei speelt riet een dominantere rol daarin naarmate de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) minder diep wordt. Voor de ontwikkeling van echte rietlanden is het hier nagenoeg altijd te droog.



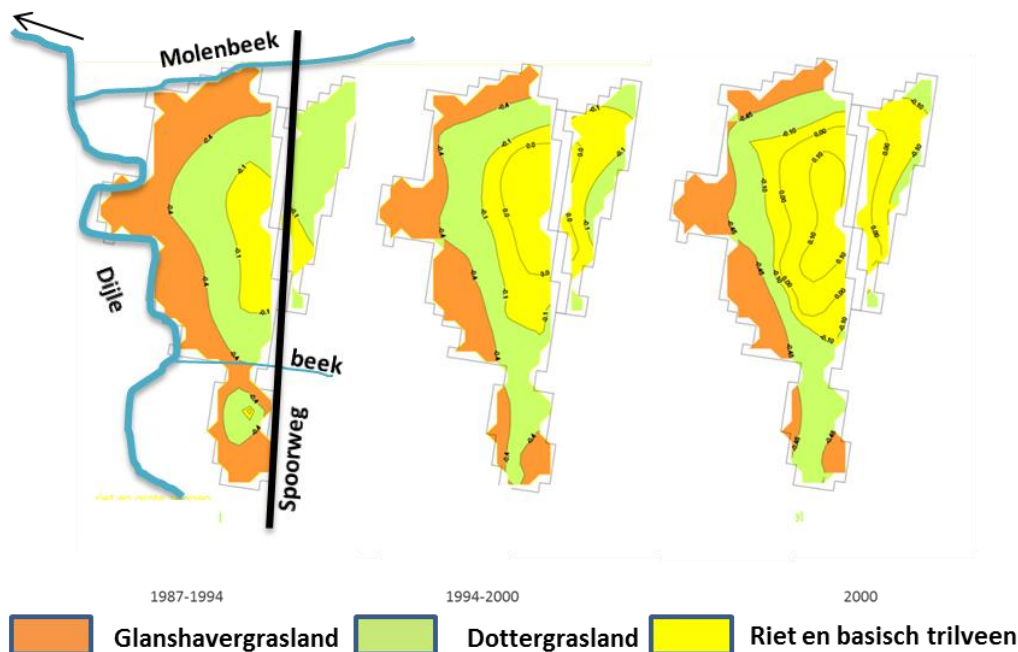
Figuur 41: Schematische zonering van habitatsubtypen en rbb's in de alluviale vallei van de Dijle voor (boven) en na (onder) hydrologisch herstel

Die zouden op termijn kunnen te vinden zijn in verlandende vijvers. Momenteel ontwikkelt daarin een te eutrofe vorm van het habitattypen 3150: "van nature eutrofe meren met Magnopotamion". Nagenoeg alle vijvers in dit SBZ-H-deelgebied werden/worden gevoed met oppervlaktewater van Dijle of IJse. De kwaliteit daarvan is actueel aanzienlijk veel beter dan een paar decennia geleden, maar de op die manier mee binnen gebrachte nutriënten (met name fosfaten) zitten grotendeels in het vijverbodemsediment. In dit habitatrictlijngebied zijn

er geen natuurlijke meren aanwezig. Het zijn allemaal verlaten, voormalige viskweekvijvers, die gevoed worden met oppervlaktewater (rivierwater) dat de voorbije decennia zonder uitzondering hypertroof was. Die vijvers hebben gefungeerd als een soort zuiveringsinstallatie, waardoor er in de onderwaterbodems grote hoeveelheden nutriënten geaccumuleerd werden en vrijkomen in de waterkolom. Het resultaat daarvan is in toenemende mate jaarlijks weerkerende waterbloei en dus een slecht ontwikkelde waterplantenvegetatie.

In de bossfeer is eveneens een, weliswaar eenvoudiger vegetatiezonering terug te vinden. In de komgronden ontwikkelt zich een mesotroof elzenbroekbos (91EO_vm) met soortenrijke kruid- en moslaag met dominantie van elzenzegge, grote egelskop, moerasvaren, haakveenmos, hartbladig puntmos, ...). Aan de buitenranden daarvan, op de oeverwallen en op de voet van de valleiflank ontwikkelt zich de laatste 60-70 jaar vogelkers-essenbos (91EO_va). Aangezien deze gronden, op een paar uitzonderingen na) tot op het einde van de 2^e wereldoorlog graslanden waren en ze bovendien aansluitend voor intensieve populierteeft massaal ingeplant werden en einde van de jaren 80 van vorige eeuw massaal opgegeven werden (omwille van bladroest- en schorsbrandschimmelaandoeningen, is de ontwikkelingsduur van dit natuurlijke bostype te kort om een goede staat van instandhouding te vertonen. In de boomlaag wordt populier steeds sneller vervangen door zomereik en Gewone es. In de kruid en struiklaag zijn soorten als heksenkruid, boskortsteel, dauwbraam, kardinaalsmuts, rode kornoelje, één- en tweestijlige meidoorn steeds frequenter aanwezig. Toch zal het natuurlijke proces van bodemvorming nog vele decennia in beslag nemen. Dat is eigen aan dit habitattype. Er is niets vreemds of onnatuurlijk aan.

In dit SBZH-deelgebied wordt al enkele decennia, onder meer via het instrument van natuurinrichting maar verder ook door natuurbeheer, aan natuurherstel gedaan. Daarbij is hydrologisch herstel een belangrijk aandachtspunt geweest. De oppervlaktewaterkwaliteit is aanzienlijk beter geworden en overal in de valleien worden vernattingsmaatregelen uitgevoerd. Binnen een komgrond treden bij vernatting, verschuivingen op in vegetatiezonering (Figuur 41).



Figuur 42: Verschuiving van vegetatiezonering in een komgrond in de vallei van de Dijle als gevolg van vernatting van een komgrond (De Wilde et al. 2001).

Voor een kleine komgrond in Oud-Heverlee kon dat gemeten worden aan de hand van de grondwaterpeilen (zie Figuur 42). De vegetatiegordels schoven inderdaad op in de jaren die er direct op volgden.

6.1.8 PAS relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t. (geen verdieping rechttrekking, ...)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – nutriëntenvrachten influx via overstromingssedimenten zijn mogelijk een probleem beperken kan enkel extern (erosiebestrijdingsmaatregelen)
 - Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater is volop aan de gang
 - Via grondwater – nitraat/sulfaat van droge depositie & landbouw is al verbeterd maar speelt nog steeds
- iii. Grondwaterwinning: Ja – in het gebied zijn verschillende grote drinkwaterwinningen maar een negatief effect op habitatontwikkelingskansen is minimaal
- iv. Lokale drainage: Ja, maar drainerende invloed beperkt tot 5-10 meter)
- v. Beperken evapotranspiratie Ja aantoonbaar effect op GLG bij kappen van populierenbestanden
- vi. Meetnet: Ja. Zowel vroeger als actueel een operationeel hydrologisch netwerk aanwezig

6.1.9 Relevante referenties

Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

Baten Y & De Smedt P. 1986. Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Vlaams-Brabant. Het leefmilieu in Vlaanderen. Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL), Bestuur voor Leefmilieu (Brussel).

De Becker P., Hermy M. & Butaye J 1999. Ecohydrological characterization of a groundwater-fed alluvial floodplain mire. *J. Veg. Sci.* 2:215-228.

De Becker P. & De Bie E. 2013 Verzamelen van basiskennis en ontwikkeling van een Beoordelings- of afwegingskader voor de ecologische effectanalyse van overstromingen – eindrapport INBO.R.2013.6

De Smedt P. 1973. Paleografie en quartair-geologie van het confluëntiegebied Dijle-Demer. *Acta Geografica Lovaniensia* nr. 11.

De Wilde M., De Becker P. & Hermy M. 2001. Ecohydrologische studie van de Dijlevallei ten zuiden van Leuven. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2001.13

Huybrechts W. 1989 paleohydrologic conditions in the Mark river basin during the last 15000 years

Huybrechts W, Batelaan O, De Becker P, Joris I. & van Rossum P. 2000 Ecohydrologisch onderzoek waterrijke vallei-ecosystemen: eindrapport + bijlagen Instituut voor natuurbehoud IN.R.2000.12



Notebaert B. 2009 Sensitivity of river systems to human actions and climatic events across different environments: a holocene perspective. Proefschrift voorgedragen tot het behalen van de graad van Doctor in de Wetenschappen. KU Leuven.

Van der Aa B., Vriens L., Van Kerckvoorde A., De Becker P., Roskams P., De Bruyn L., Denys L., Mergeay J., Raman M., Van den Bergh E., Wouters J., Hoffmann M. 2015. Effecten van klimaatverandering op natuur en bos. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.9952476). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.



6.2 DE SNOEKENGRACHT (GEEN SBZ GEBIED)

6.2.1 Algemene situering

Dit private natuurreservaat maakt geen deel uit van het Natura 2000 netwerk. Het wordt beheerd door de terrein beherende vereniging Natuurpunt. Het is gelegen op het grondgebied van de gemeente Boutersem (deelgemeente Vertrijk), halverwege tussen Leuven en Tienen in het oosten van de provincie Vlaams-Brabant.

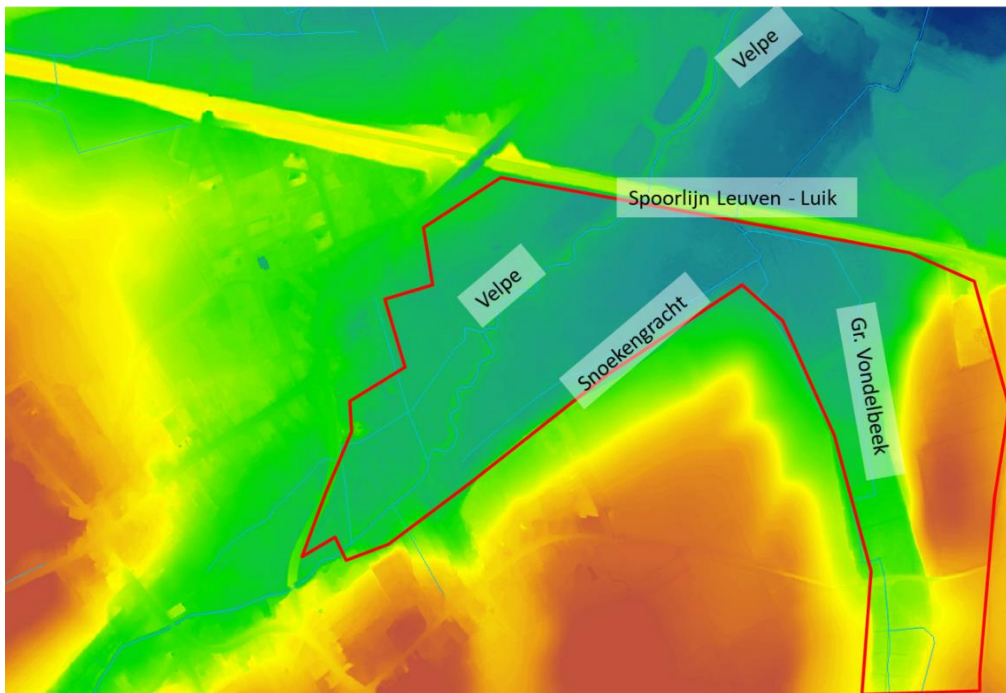


Figuur 43: Algemene situering van de Snoekengracht

6.2.2 Topografie en Hydrografie

De Snoekengracht ligt net ten zuiden van de spoorlijn Leuven Luik, in het samenvloeiingsgebied van de Velp en de Grote Vondelbeek. De samenvloeiing zelf ligt een eind ten noorden van de spoorlijn. Het toponiem Snoekengracht slaat op een drainagegracht in de rechter komgrond van de Velp die hier net overgaat van boven- naar middenloop. De Velpevallei is hier een kleine 250 meter breed en werd meer dan waarschijnlijk al meer dan een eeuw geleden gedeeltelijk rechtgetrokken omwille van watermolens stroomop- en stroomafwaarts van dit gebied. De vallei is hier ca. 15 meter diep ingesneden in het leemplateau. De Velp heeft hier nog een (naar Vlaamse normen) erg groot verhang van ca. 5 meter /kilometer.

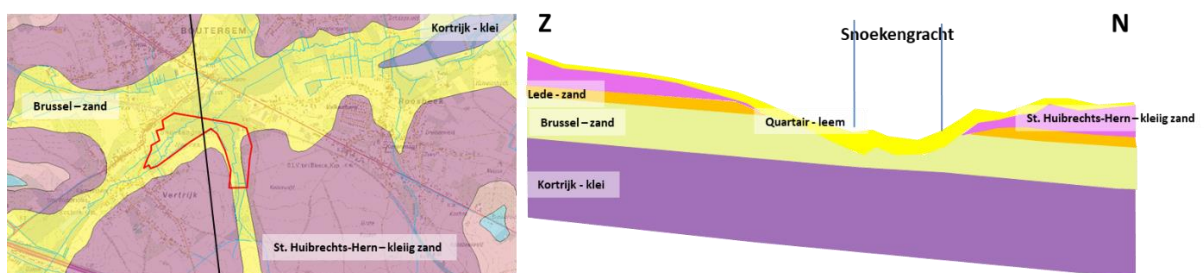
Omdat hier de middenloop begint is in de detailtopografie van het terrein al duidelijk een oeverwallen-komgrondenprofiel te herkennen (Figuur 44). Het topografisch niveauverschil tussen oeverwal en komgrond bedraagt hier ongeveer één meter.



Figuur 44: Detailtopografie voor de Snoekengracht en omgeving

6.2.3 Geohydrologie

Het geohydrologische systeem in de Snoekengracht is eenvoudig en grotendeels vergelijkbaar met dat van de Dijlevallei die 12 kilometer naar het westen ligt. Het watervoerende pakket bestaat uit de 15 meter dikke afzetting met kalkrijke zanden van de formatie van Brussel. Die helt zachtjes (2%) af naar het noordnoordwesten en rust op de klei van Kortrijk die onderaan het hydrologische systeem afsluit. Bovenloop de zanden van Brussel ligt nog een dunne laag, eveneens kalkrijke, zanden van de formatie van Lede en daar bovenop het kleiige zand van de formatie van Sint Huibrechts Hern. Het verschil met de Dijlevallei bestaat eruit dat de Velpe hier niet dwars door de watervoerende laag geërodeerd is. Dat betekent dat hier meer kwel in de vallei aan de oppervlakte komt (Batelaan & De Smedt 1994).

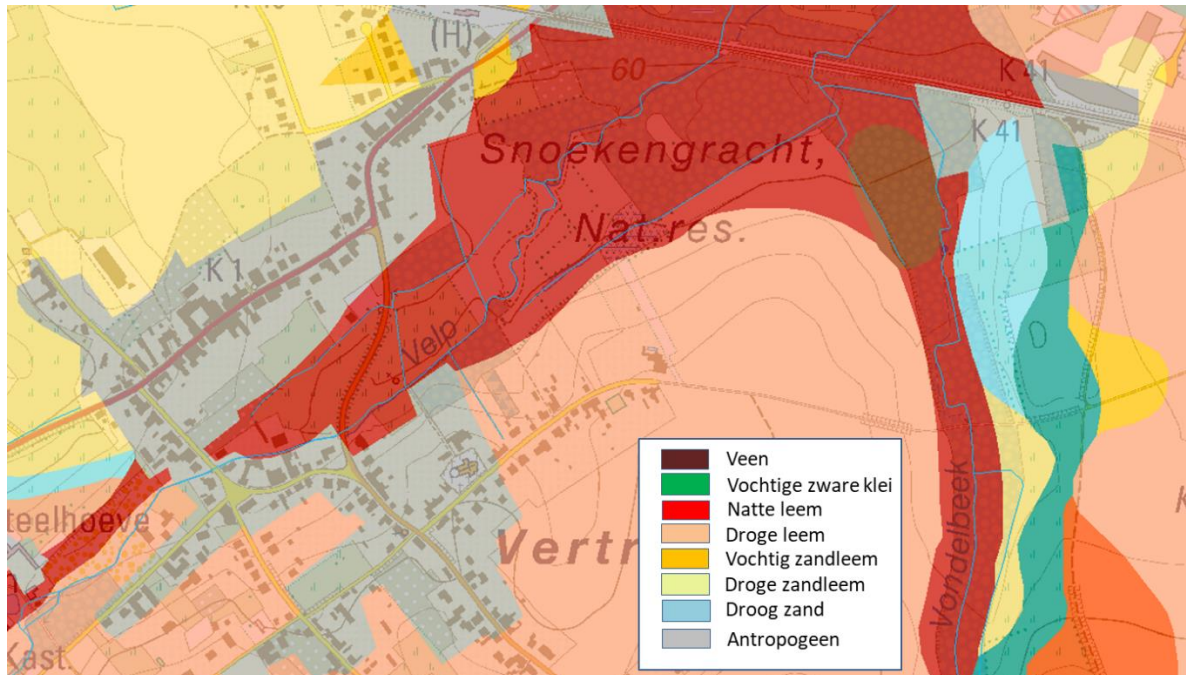


Figuur 45 Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor de Snoekengracht.

Vergelijkbaar met de Dijlevallei is ook dit een zeer snel hydrologisch systeem met een verblijftijd van het grondwater van ca. 20 jaar. De vallei zelf is afgedekt met een laag recent alluvium. Bij boringen in dit gebied kon worden vastgesteld dat op nauwelijks één meter diepte een haarscherpe overgang te vinden is van het oppervlakkige lemige alluvium naar een dik veenpakket waarin grote hoeveelheden slakenhuisjes en erwtenmosseltjes achtergebleven zijn. Op de Belgische bodemkaart (Figuur 46) is aan de oppervlakte nagenoeg overal natte



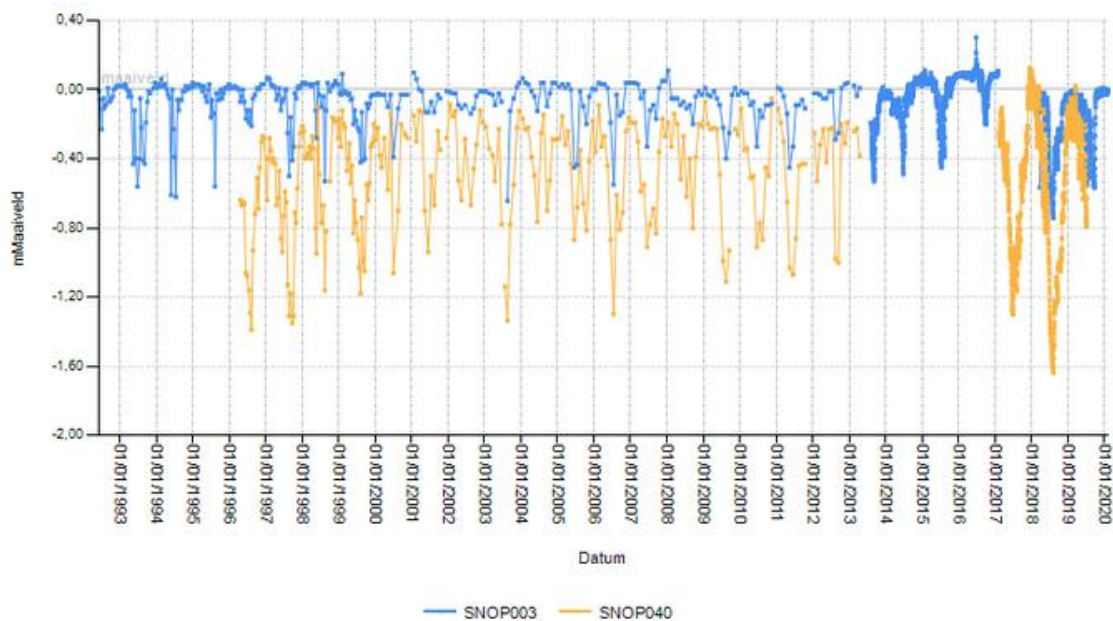
leem te vinden, met uitzondering de omgeving van de samenvloeiing met de Vondelbeek. In realiteit komt er echter oppervlakkig veen voor in een groot deel van de komgrond van de Snoekengracht (sensu stricto), t.t.z. de rechter komgrond van de Velpevallei.



Figuur 46: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Snoekengracht

6.2.4 Grondwaterdynamiek

De omstandigheden zijn hier inderdaad goed voor de ontwikkeling van veen. In de komgrond van de Snoekengracht (s.s.) (tijdreeks SNOP003 in Figuur 47) zitten de peilen geurende een groot deel van het jaar gelijk met het maaiveld en zakken in de zomer 40-50 cm onder maaiveld.



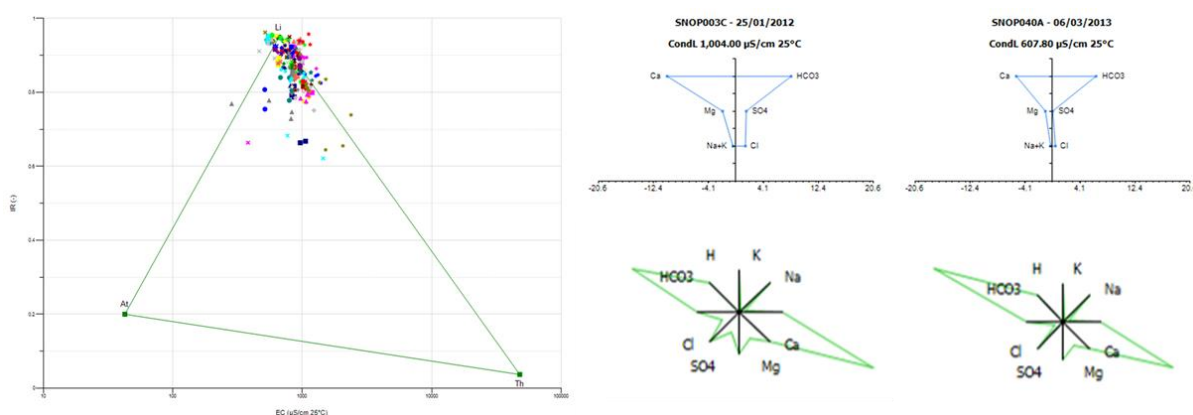
Figuur 47: Tijdreeks van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de Snoekengracht.

Op de oeverwal (tijdreeks SNOP040 in Figuur 47), op amper 70 meter afstand van het meetpunt in de komgrond, schommelen de peilen van 10 centimeter onder maaiveld in de winter ruim anderhalve meter diepte in de zomer. Dat is een heel steile hydrologische gradiënt op een zeer korte afstand.

6.2.5 Grondwaterchemie

De zeer uitgesproken kwelsituatie in dit gebied vertaalt zich in een uiterst compacte puntenwolk in de top van het EC/IR-diagram (Figuur 48), rond het zgn. lithocline referentiepunt. Een beperkt aantal punten dwaalt wat af naar rechtsonder. Dat zijn staalnamelocaties die tot begin van deze eeuw duidelijk sporen van vervuiling meedroegen.

Het grondwater is hier bijzonder rijk aan mineralen. Het is in ieder geval een pak mineraalrijker nog dan dat het geval was voor de Dijlevallei (vgl. met Tabel 7), maar minder mineraalrijk dan het Torfbroek (Tabel 9).



Figuur 48: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van de Snoekengracht

Die vervuiling had hier hoofdzakelijk te maken met de instroom van huishoudelijk afvalwater vanuit de dorpskern van Verrijck maar ook van andere verspreide bewoning aan beide zijden van de vallei. Dat probleem werd intussen grotendeels opgelost. Orthofosfaat in het grondwater is nagenoeg verdwenen. Nitraat komt tot erg recent (2017) nog steeds voor ze het aanzienlijk veel minder dan een paar decennia geleden.

Tabel 8: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de Snoekengracht (periode 1996-2017).

# = 262	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	2380	7,8	925	36,40	3,72	0,920	222	265,0	109,0	9,5	413,0	50,00	42,00
90-percentiel	1101	7,5	572	4,49	0,75	0,118	109	73,9	30,0	2,8	184,7	25,56	11,95
mean	875	7,2	449	1,32	0,29	0,045	51	43,0	16,1	1,1	149,1	17,70	4,11
10-percentiel	633	6,9	321	0,03	0,02	0,005	2	15,8	7,0	0,2	111,0	8,71	0,04
min	285	6,2	20	0,01	0,01	0,005	0	7,2	3,9	0,1	25,4	4,80	0,01

Ook sulfaat bereikte in de jaren 90 van vorige eeuw erg hoge waarden hier (>200mg/l). Die waarden zijn ook helemaal terug gevallen tot een paar tientallen mg/l. Dat betekent dat de uitspoeling van nitraten in het infiltratiegebied (van onder te intensief bemeste landbouwpercelen) hier helemaal weggevallen lijkt te zijn.

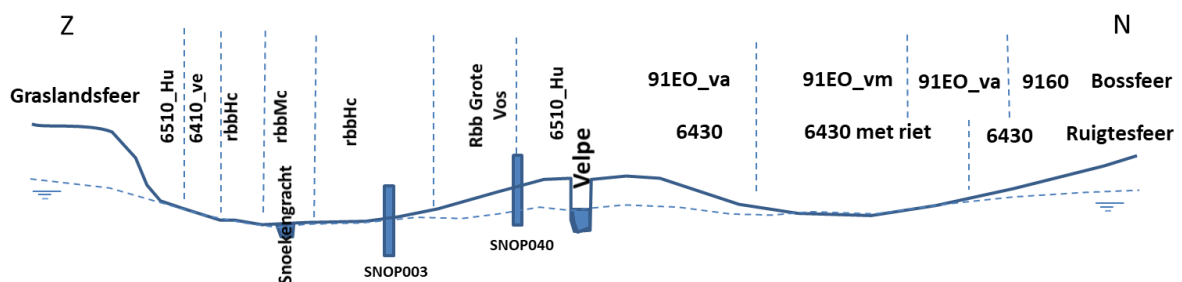


6.2.6 Oppervlaktewater

Tot rond de laatste eeuwwisseling was de kwaliteit van het oppervlaktewater hier erg slecht, hoewel daar geen meetgegevens van bestaan. Op basis van de geur en de resultaten van de verzuiving na regelmatige overstromingen van de Velpe kon dat duidelijk geconcludeerd worden. Intussen is het overgrote deel van het afvalwater stroomopwaarts van dit gebied gecollecteerd en wordt het afgevoerd naar een RWZI.

6.2.7 Vegetatiezonering

De vegetatiezonering is zeer sterk vergelijkbaar met die van andere alluviale valleien met kwel. De vallei van de Velpe is hier echter zeer smal waardoor de vegetatiezonering erg compact op het terrein waarneembaar is. Een smalle rand van 6510_hu grasland is aanwezig in de zuidrand van het gebied. Iets lager in de serie komt (eveneens een smal bandje) veldrusgrasland (6410_ve) voor gevolgd door dottergrasland (rbbHc). Weg van de valleiflank en geleidelijk opklimmend naar de rechter oeverwal van de Velpe is dezelfde zonering in omgekeerde volgorde te zien. De topografische gradiënt is hier iets meer uitgerokken waardoor er ook nog een zone met Grote vossenstaartgrasland (rbbvos) ontwikkelt. Bij het niet onderhouden van de drainagegracht (Snoekengracht) komen de grondwaterpeilen in de winter boven maaiveld uit (zie tijdreeks SNOP003 in Figuur 47). Dan wordt dottergrasland in een kort tijdsparre vervangen door grote zeggenvegetaties (rbbMc). De populatie brede orchissen, met meerdere duizenden exemplaren één van de grootste van Vlaanderen, krimpt dan. Lichtjes ruimen van de gracht zorgt weer voor winterpeilen die niet boven maaiveld uitstijgen, voor het weer geleidelijk verdwijnen van grote zeggesoorten en voor het opnieuw stijgen van de aantallen brede orchis.



Figuur 49: Schema van vegetatiezonering in de Snoekengracht

Op de linkeroever van de Velpe is de vegetatie ruiger. Hier ontwikkeld moerasspirearugte (6430) al dan niet met riet. De vervanggemeenschappen in de bossfeer zijn volledig vergelijkbaar met andere alluviale valleien in de streek; In de komgrond ontwikkeld mesotroof elzenbroek (91EO_vm), wat hogerop in de vallei, zowel in de richting van de valleiflank als richting oeverwal ontwikkeld alluviaal elzen-essenbos (91EO_va) en nog hogerop op de flank ten slotte eiken-haagbeukenbos (9160). Dat laatste is hier echter nauwelijks tot niet aanwezig.

6.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: waren tot het begin van de 20e eeuw een probleem wegen grote vracht aan nutriënten van huishoudelijk afvalwater. Dit euvel lijkt nu te zijn opgelost door collectorwerken. Er zijn echter geen meetgegevens beschikbaar.

- Oppervlaktewater: omwille van dezelfde reden waarschijnlijk niet belangrijk meer maar geen meetgegevens beschikbaar.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten was tot rond de laatste eeuwwisseling belangrijk. Orthofosfaat is momenteel niet meer meetbaar, nitraat nog in erg beperkte mate. De sulfaatconcentraties waren eveneens zeer hoog, maar ook dat probleem lijkt nagenoeg volledig weg meer dan waarschijnlijk omwille van het achterwege blijven van overbemesting in het grondwater infiltratiegebied.
- iii. Grondwaterwinning: geen
 - iv. Lokale drainage: Er zijn nauwelijks nog drainagestructuren aanwezig. Lichte ruiming hebben een duidelijk effect op omvang van Brede orchispopulatie
 - v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
 - vi. Meetnet: een beperkt meetnet bestaat en is operationeel.

6.2.9 Relevante referenties

Batelaan O., De Smedt F., Huybrechts W & De Becker P. 1993. Ecohydrologische analyse van een natuurgebied met behulp van hydrogeologische systeemmodellering en geografische informatieverwerking. Water 71: 117-127.

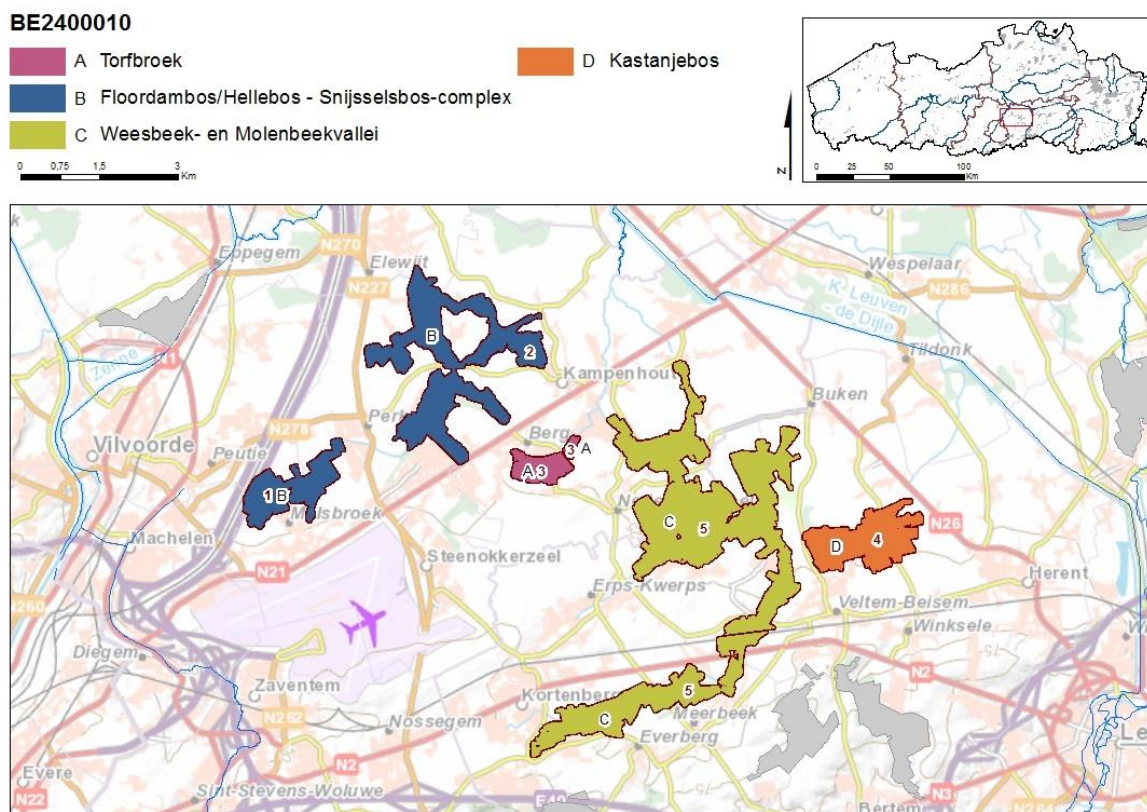
Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

Huybrechts W. & De Becker P. 1999. De Snoekengracht ecohydrologische atlas. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud rapport IN 99/02

Van Daele T. 1997. Studie van het grondwater in het natuurgebied “De Snoekengracht” te Boutersem. Scriptie Universiteit Gent 96 pp.

6.3 TORFBROEK BE2400010-A

6.3.1 Algemene situering

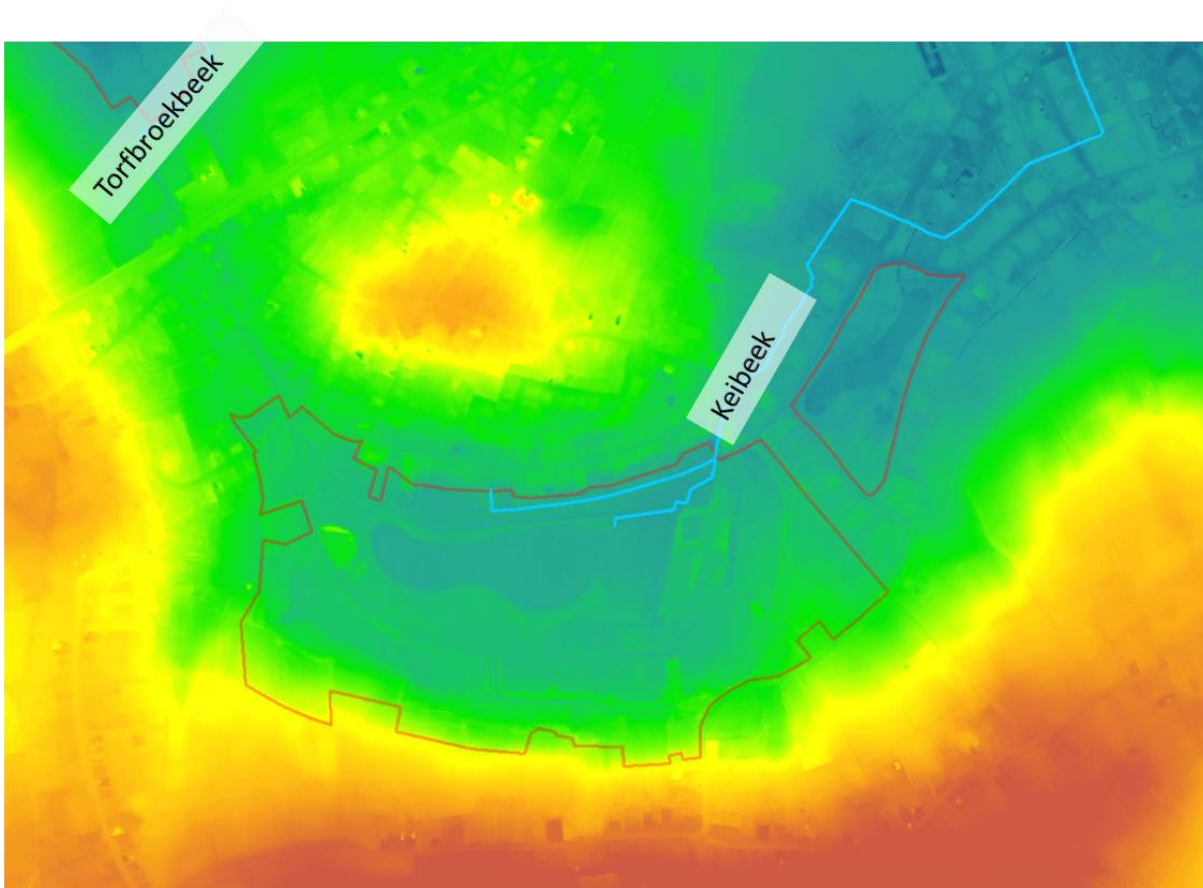


Figuur 50: Situering van de SBZ-H deelzone Torfbroek (paars met A 3 centraal in de figuur)

Het gebied ligt aan de zuidrand van de Vlaamse Vallei op ca. 10 km ten NOO van Brussel in de gemeente Kampenhout (Berg). Het is een deelzone van het habitatrichtlijngebied “Valleigebied tussen Melsbroek, Kampenhout, Kortenbergh en Veltem”. Het is een privaat natuurreservaat (Natuurpunt beheer vzw) het gebied vormt het amfitheatervormig dalhoofd van de Keibeek (een zijvalleitje van de Weesbeek).

6.3.2 Topografie en Hydrografie

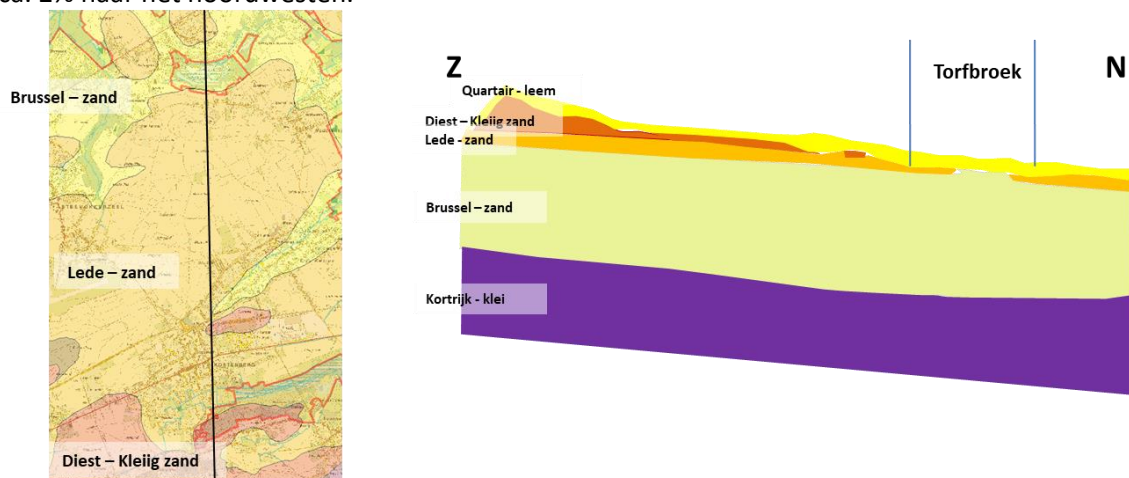
In het gebied vertrekken op nauwelijks een kilometer van elkaar een aantal kleine beekjes in noordelijke (de Torfbroekbeek), en noordoostelijke richting (de Keibeek). Anders dan de naam doet vermoeden, is het de Keibeek die in het Torfbroek ontspringt en niet de Torfbroekbeek (Figuur 51). Het gebied ligt op een hoogte van ca. 15-20 m TAW. Anders dan in andere alluviale systemen is de detailtopografie hier vrij egaal (geen oeverwallen-komgrondenprofiel). Omwille van de ligging aan het begin (het hoofd) van een alluviale vallei treden hier zo goed als geen piekafvoeren of overstromingen op en zijn er dus ook geen oeverwallen en komgronden op gebouwd. Het dalhoofd is in het recente verleden grotendeels vergraven (zie Figuur 54)



Figuur 51: Algemene topografie voor het Torfbroek en omgeving

6.3.3 Geohydrologie

Drie tertiair geologische afzettingen, (van “jong” naar “oud”) de kleiige zanden van Diest, de kalkrijke zanden van Lede en die van Brussel vormen hier één dik watervoerend pakket. Neerslag in het zuidelijk gelegen infiltratiegebied, percoleert doorheen de mineraalarme zanden van Diest en vervolgens doorheen de mineraalrijke zanden van Lede en Brussel om in het Torfbroek uit te treden onder de vorm van kwel. Deze afzettingen hebben een helling van ca. 2% naar het noordwesten.

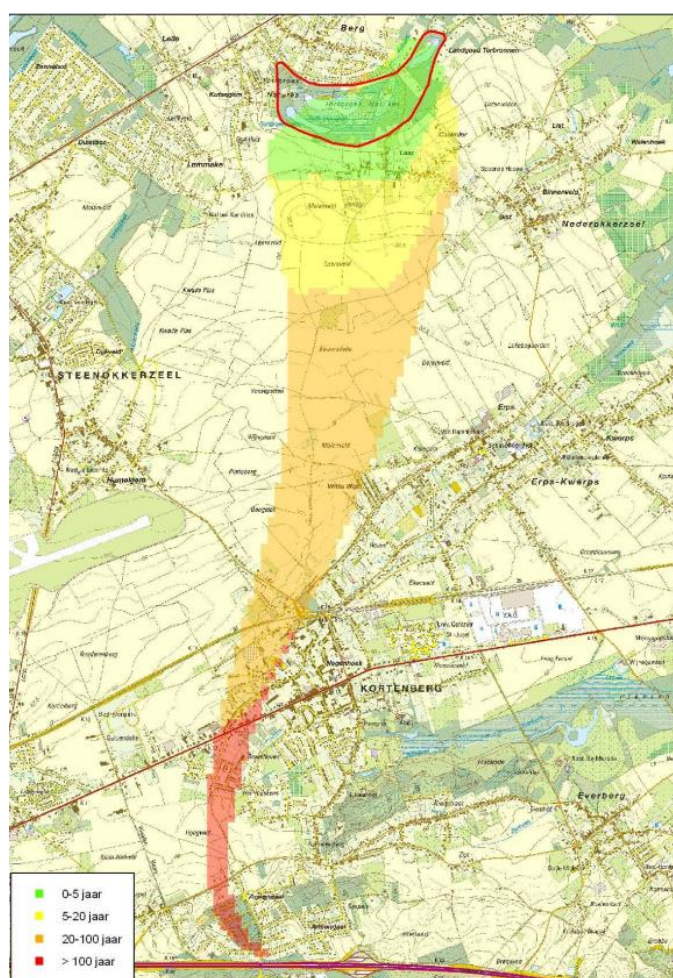


Figuur 52: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) in en rond de SBZ-H deelzone Torfbroek met situering van een schematische dwarsdoornede (rechts)



Het hydrologische systeem wordt hier onderaan begrensd door de klei van Kortrijk.

De formatie van de zanden van Brussel, het belangrijkste van de drie afzettingen, bestaat hier uit zeer mineraalrijk grof zand en kalkzandsteenknollen en is hier plaatselijk erg kalkrijk zijn door de aanwezigheid van soms dikke fossiele schelpafzettingen. Het gebied ligt aan de noordkant van de zgn. 'steilrand', die meteen de zuidrand vormt van de Vlaamse vallei. Zowel de zanden van Lede als die van Brussel hebben een hoge hydraulische geleidbaarheid. Bij open sleufbemaling voor de aanleg van een Aquafincollector langsheen de Neerstraat, konden drastische grondwaterpeilverlagingen tot 300 meter in het gebied worden vastgesteld (De Becker 2010). De stroomsnelheden van het grondwater bedragen tot ca. 25m/jaar. De kweldruk wordt geraamd op 2-4 mm/dag en het infiltratiegebied strekt zich uit tot ca. 6 kilometer ten zuiden van het natuurgebied (Batelaan & De Smedt 1994). Het gaat hier om een hydrologisch "snel" systeem.

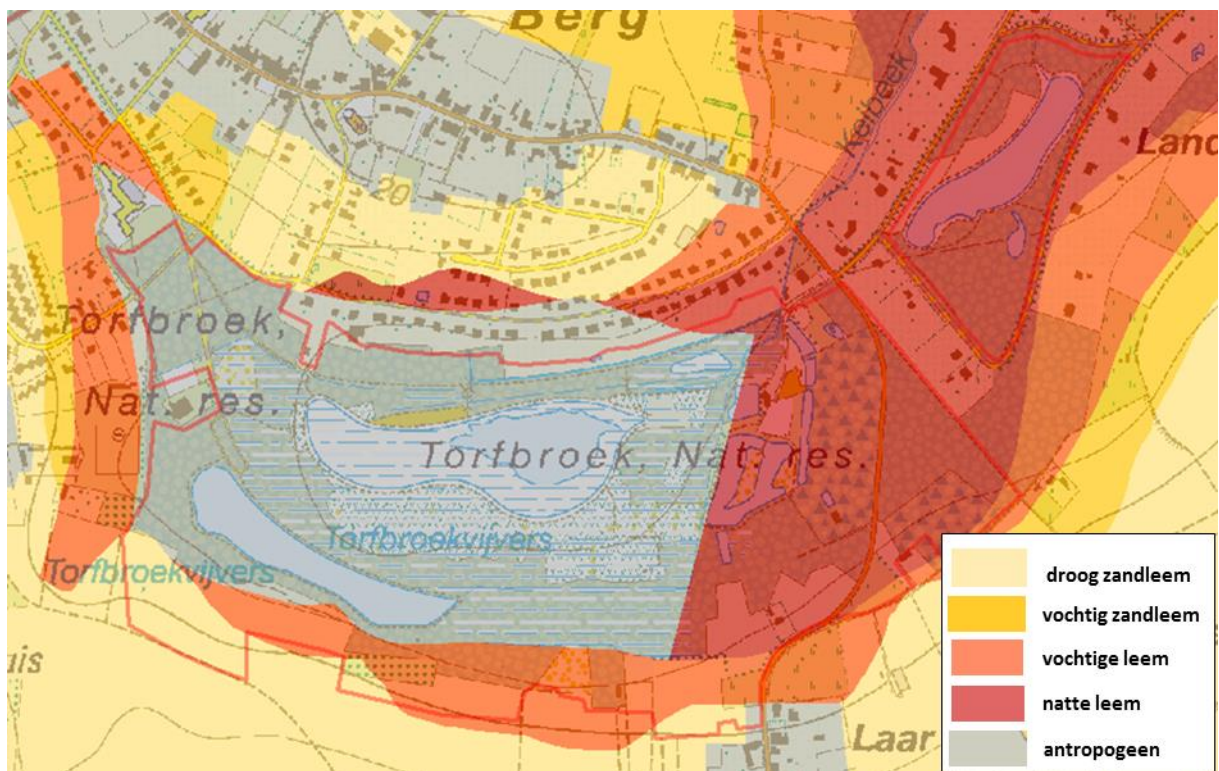


Figuur 53: Grondwatervoedingsgebied en verblijftijd grondwater voor het Torfbroek (Batelaan & De Smedt 1994)

Een groot percentage van het grondwatervoedingsgebied ligt onder (vrij intensieve) landbouwuitbating. Een tweede belangrijk grondgebruik in het infiltratiegebied is urbaan gebied (Kortenberg). Slechts een zeer klein deel ligt onder natuurgebied. Bovendien ligt ca. 400 m ten zuiden van het natuurgebied een zandgroeve waarin ook 'inert' materiaal gestort werd/wordt. Daaruit lekken alvast chloriden en sulfaten weg die in het kwelwater in het Torfbroek terug te vinden zijn (zie § grondwaterchemie). Het gebied blijkt dus bijgevolg

gevoelig voor hydrologische verstoring. De nodige aandacht zal vereist blijven om erover te waken dat hier geen calamiteiten kunnen optreden met een blijvend negatief effect.

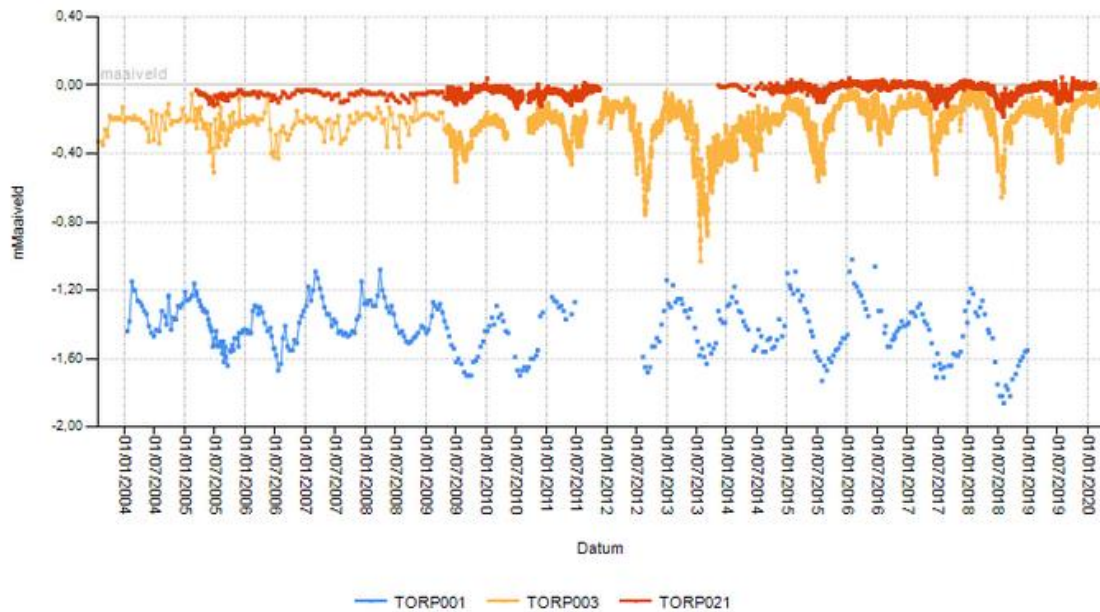
Binnen het SBZ-H-deelgebied van het Torfbroek zelf bestaat de bodem voor een klein deel uit droge tot vochtige zandleem maar vooral vochtige tot natte leem. Een groot deel van het gebied is destijds vergraven (antropogeen op Figuur 54: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Torfbroek). Met uitzondering van een relatief klein, voormalig huishoudelijk afvalstort aan de west kant van de vijvers, bestaat de antropogene bodem nagenoeg uitsluitend uit ter plaatse vergraven en verplaatst materiaal; leem dus. Het materiaal dat uit de uitgegraven vijvers komt, werd rondom die vijvers uitgespreid. Dat zorgt in feite voor een iets drogere standplaats dan in onvergraven toestand het geval zou zijn geweest. Er zijn slechts kleine fragmenten van het oorspronkelijke, onvergraven maaiveld overgebleven.



Figuur 54: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Torfbroek

6.3.4 Grondwaterdynamiek

Van zuid naar noord zit er een scherpe gradiënt in grondwaterdynamiek in het gebied, van grote schommelingen van het grondwaterpeil naar een vrijwel constante grondwatertafel vlak tegen het maaiveld in het midden van het gebied. Die gradiënt loopt samen met de dalende topografie.



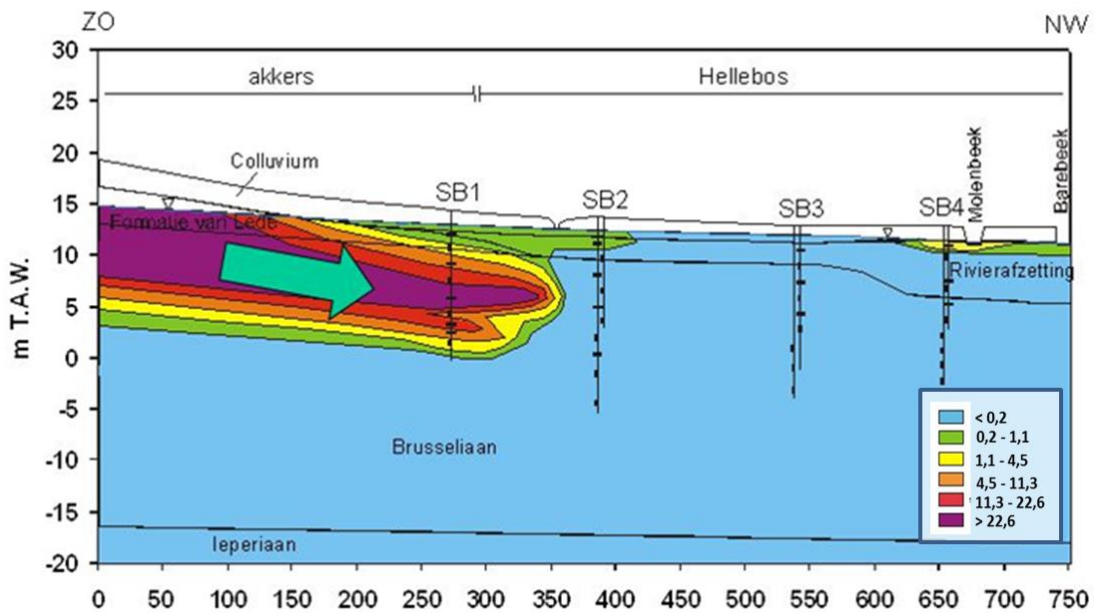
Figuur 55: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in het Torfbroek- illustratie van de steile hydrodynamische gradiënt (voor benaderende locatie peilpunten zie Figuur 58).

Aangezien dit een vrij ‘snel’ hydrologisch systeem is (vrij hoge hydraulische geleidbaarheid) hebben drainageactiviteiten aan de rand van het gebied een grote impact binnen dit gebied. Bij de open sleuf bemaling toegepast bij het aanleggen van een afvalwatercollector ten NO van het gebied traden grondwaterstands dalingen van 0.3 m tot op een afstand van 350m in een zone met zeer gevoelige grondwaterafhankelijke vegetaties.

In de lange tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (Figuur 55) is een geleidelijk stijgende trend van het grondwaterpeil te merken. Met name in de zone rond meetpunten TORP003 en TORP021. Dat kan op termijn verschuivingen in vegetatiezonering en dus habitattypen tot gevolg hebben.

6.3.5 Grondwaterchemie

Voor Hellebos, net ten noordwesten van het Torfbroek werd aangetoond (Eppinger & Walraevens 2003-Figuur 56) dat er aanzienlijke hoeveelheden nitraat naar het grondwater infiltreert vanuit het zuidelijk gelegen landbouwgebied. Het gaat om concentraties die kunnen oplopen tot meer dan 30 mg NO₃-N/l die tot op een diepte van 13 meter (in 2000-2002). De nitraat denitrificeert grotendeels als gevolg van de pyrietrijke sedimenten (zie hoger in algemeen deel) waarbij sulfaatconcentraties in het grondwater aanzienlijk stijgen.



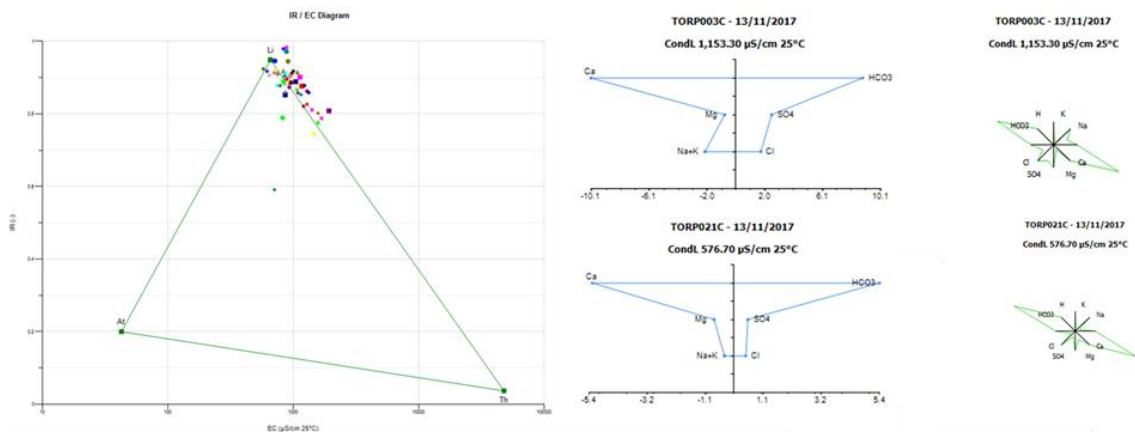
Figuur 56: Nitraatpluim (concentraties in mg NO₃-N/l in het grondwater ten zuiden van het Torfbroek (naar Eppinger & Walraevens 2003).

Er is geen enkele reden om aan te nemen waarom een vergelijkbare situatie zich niet zou voordoen in het Torfbroek zelf. De geohydrologische setting en het landgebruik in het infiltratiegebied zijn exact dezelfde. Bovendien ligt, net ten zuiden van het natuurgebied, midden in het infiltratiegebied een (nog operationele) zandgroeve waarin ook materiaal gestort werd/wordt. Momenteel worden er regelmatig hoge chloride- en sulfaatconcentraties in het kwelwater gemeten. Dat wordt ten minste ten dele toegeschreven aan de stortactiviteiten in de zandgroeve (De Becker 2009)

Behalve de vervuiling met nitraat, zouten en ook sulfaten, is de grondwaterkwaliteit hier uniform (erg) mineraalrijk. Dit gebied kent samen met de Moervaartdepressie (Oost-Vlaanderen) en de Steenputbeek in het Hallerbos (Vlaams-Brabant) tot de meest mineraalrijke kwelwater van Vlaanderen. Dat is met name te zien aan de hoge (gemiddelde) concentraties van calcium en bicarbonaat.

Tabel 9: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Torfbroek (periode 1999-2017).

# = 55	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₂	P-PO ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1925	7,9	840	0,202	0,710	8,98	36,00	472	158,0	102,1	30,3	377,0	14,90	13,40
90 percent	1379	7,5	611	0,036	0,305	0,97	0,29	159	100,4	48,4	5,2	263,0	9,48	6,25
mean	992	7,1	496	0,017	0,185	0,68	0,80	71	50,1	23,7	2,7	192,0	6,74	2,08
10-percent	715	6,8	346	0,005	0,010	0,04	0,04	3	19,0	9,8	0,5	134,8	4,13	0,05
min	577	6,7	282	0,005	0,010	0,01	0,02	2	5,5	7,3	0,3	49,5	2,59	0,01



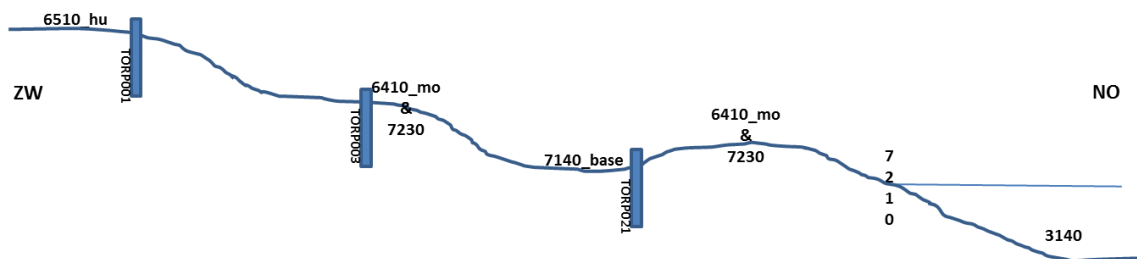
Figuur 57: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Torfbroek

6.3.6 Oppervlaktewater

Het regime van het beekje dat uit het gebied stroomt, de Kleinbeek, vertoont nauwelijks schommelingen. Van overstromingen is er dan ook geen sprake. Het gebied is dus in sé geen alluviale vallei, maar een dalhoofd waarin de geomorfologie grotendeels bepaald werd door colluviale processen. Er zijn geen gegevens bekend van de oppervlaktewaterkwaliteit (beekwater) hier.

6.3.7 Vegetatiezonering

Op de hydrodynamische gradiënt is een natuurlijke vegetatiezonering te vinden vertrekkende vanuit het zuiden naar het noorden van glanshavergrasland (6510_hu), over basenrijke pijpenstrootjesgraslanden (en echte blauwgraslanden (ss)) (6410_mo) naar trilveen met ronde zegge (7140_base). Bij vernatting evolueren de blauwgraslanden naar Grote zeggenvegetaties. Verruiging geeft aanleiding tot ontwikkeling van moerasspirea- en rietruigten. Bosontwikkeling verloopt via wilgenstruweel naar mesotroof elzenbroek (91EO_vm) in de natste terreindelen en vogelkers-essenbos (91EO_va) in de drogere terreindelen.



Figuur 58: Schema van vegetatiezonering in het Torfbroek (met aanduiding van peilbuizen uit Figuur 55)

6.3.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – n.v.t.
 - Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater
 - Via grondwater – chloride, nitraat/sulfaat van landbouw, lekkende riolering en stort in infiltratiegebied
- iii. Grondwaterwinning: Neen



- iv. Lokale drainage: Neen (of toch niet betekenisvol)
- v. Beperken evapotranspiratie: lijkt niet nodig; gewenst?
- vi. Meetnet: Ja zowel vroeger als actueel een operationeel hydrologisch netwerk aanwezig

6.3.9 Relevante referenties

Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

De Becker P. 2009. Mogelijke ecohydrologische effecten op SBZ en natuurgebieden in het kader van het voorontwerp bijzonder oppervlakedelfstoffenplan "Zand in Vlaams-Brabant" (juni 2009). Advies van het Instituut voor natuur en bosonderzoek INBO.A.2009.153.

De Becker P. 2010 Advies betreffende peilbuisgegevens van het Torfbroek naar aanleiding van werken uitgevoerd door Aquafin. Advies van het instituut voor natuur en Bosonderzoek INBO.A.2010.247.

Eppinger R. & Walraevens K 2003 Nitraatverspreiding en reductieprocessen in het grondwater van een 5-tal geselecteerde testsites in Vlaanderen

Vyvey Q. 1992 Experimenteel planten ecologisch onderzoek van het Torfbroek te Kampenhout (België): invloed van het maaibeheer op blauwgrasland met *Juncus subnodulosus*. Doctoraatsthesis UGent

Ecolas 2007 ecohydrologische haalbaarheidsstudie voor het natuurinrichtingsproject Torfbroek

Gildemeyn A 199X De relatie tussen grondwaterkwaliteit en het voorkomen van acidofytische mossen in het kalkmoeras 'Het Torfbroek' (Berg-Kampenhout, Vlaams-Brabant). Eindwerk UGent

Boone N, Hens M, De Becker P, Denys L & Packet J 2010 Aanvullende gegevens over het natuurgebied Torfbroek. Advies van het Instituut voor Natuur en Bos onderzoek INBO.A.2010.39

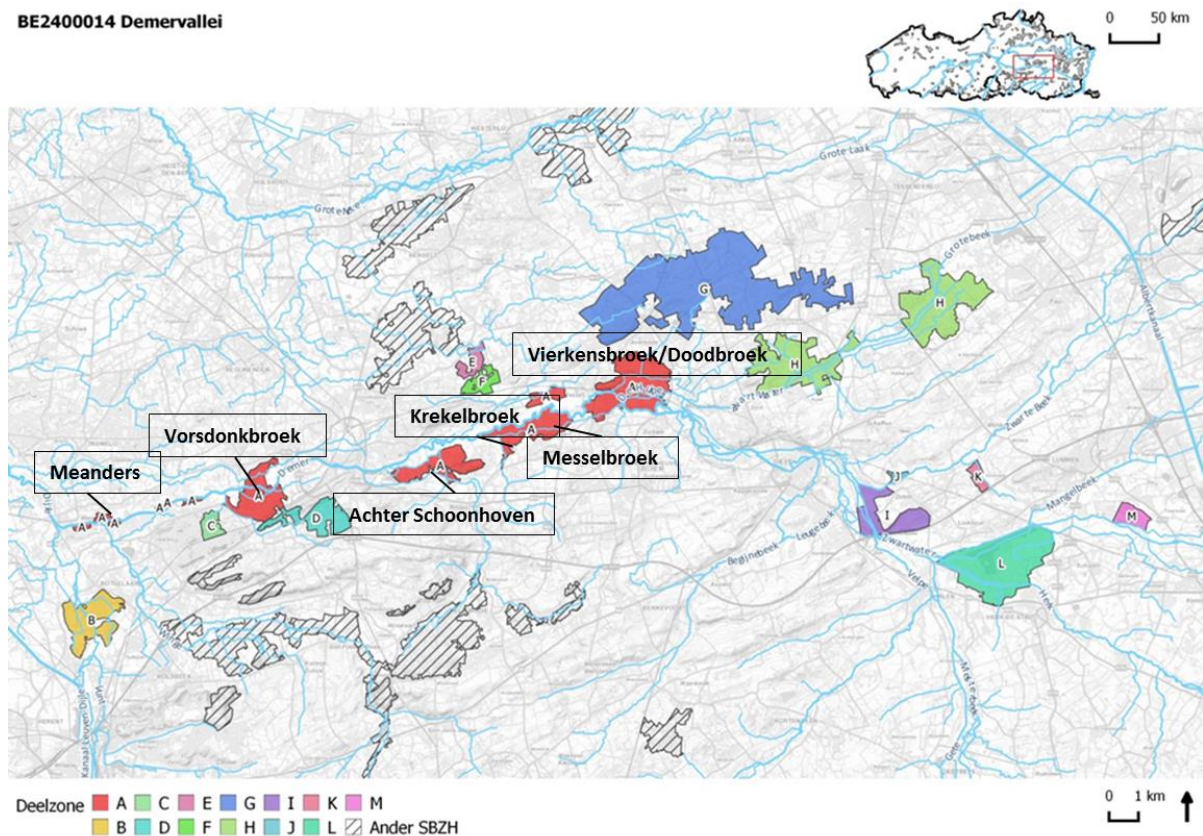


6.4 BENEDENLOOP DEMERVALLEI BE2400014-A

6.4.1 Algemene situering

Het SBZ-H deelgebied van de Demervallei bestaat uit verschillende valleifragmenten (Figuur 15Figuur 59) die allemaal gelegen zijn in of aan de rand van de alluviale vlakte van de Demer tussen Diest en de samenvloeiing met de Dijle ter hoogte van Werchter. Stroomopwaarts in dit deelgebied gaat het over grotere aaneengesloten oppervlakten riviervallei (Vierkensbroek/Doodbroek), naar het westen toe gaat het om kleine stukken afgesneden meanders. Het gebied vormt de overgang tussen het Hageland in het zuiden en de Kempen in het noorden.

BE2400014 Demervallei

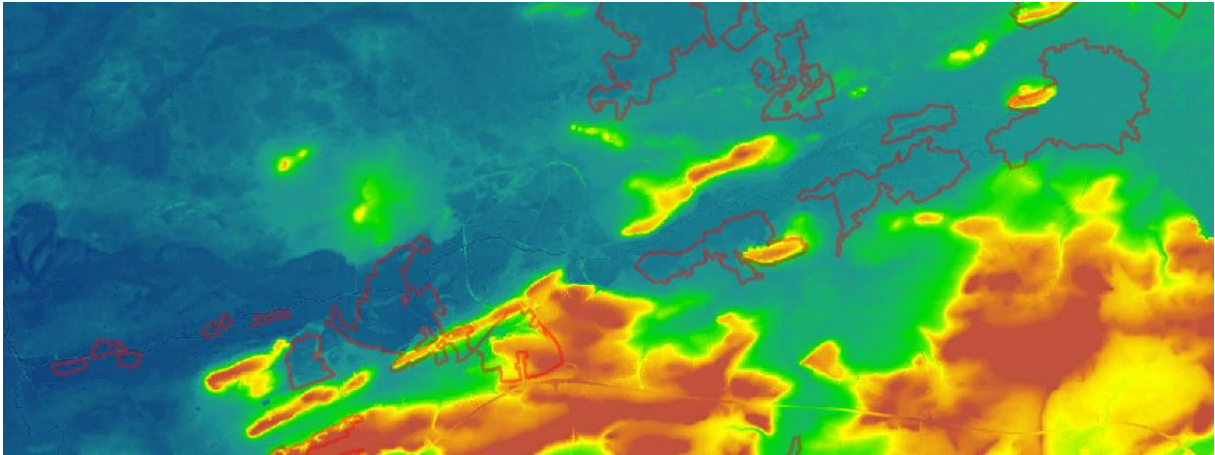


Figuur 59: Situering van de SBZ-H deelzone Demervallei BE2400014 (A) tussen Diest en Werchter.

Anders dan in andere riviervalleien, hebben elk van deze fragmenten hun specifieke landschapsecologische, en zeker geomorfologische karakteristieken. Dat betekent dat er zich een enorme diversiteit aan abiotische standplaatscondities en dus ook vegetatietypen voordoet binnen deze vallei. Het is niet mogelijk om één enkel typegebied uit te pikken dat model staat voor het functioneren van de rest van de vallei. Een paar voorbeelden zijn hier noodzakelijk.

6.4.2 Topografie en Hydrografie

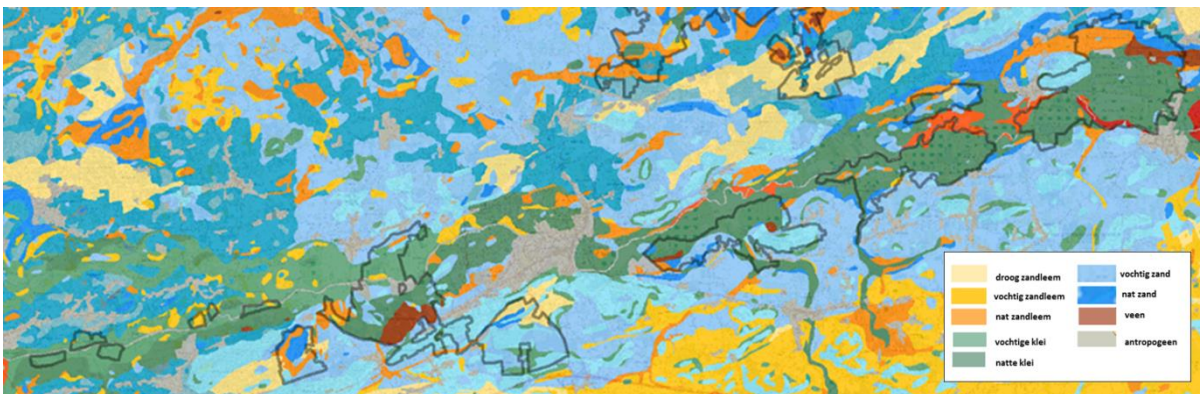
De benedenloop van de Demer situeert zich aan de noordrand van het Hagelandse Diestiaanzandbankenlandschap(Figuur 60) . Het is eigenlijk een zuidoostelijke uitloper van de zgn. Vlaamse Vallei en ligt op een hoogte van ca. 10-15 m TAW.



Figuur 60: Algemene topografie voor de Demervallei tussen Diest en Werchter

De rivier stroomt hier in een alluviale vlakte van 1.5 tot 2 kilometer breedte en kent een verhang van ca. 0.6m/km. De gemiddelde afvoer van de Demer bedraagt ca. 12 m³/sec maar dat kan erg sterk fluctueren omdat het regime sterk bepaald wordt door neerslagafvoer en (verhoudingsgewijs) in mindere mate door afvoer van grondwater. Piekaflowen van 50-60 m³/sec treden regelmatig (jaarlijks) op waarbij grotere delen van de alluviale vlakte overstromen. In het verleden (jaren 80 van vorige eeuw) werd de Demer drastisch rechtgetrokken en verdiept om overstromingen in de vallei zo veel als mogelijk te vermijden. Grote delen van de alluviale vlakte hebben hier immers een landbouwbestemming. Die werken hebben geleid tot een sterke versnelling van de afvoer van neerslag en oppervlaktewater, problemen ter hoogte van de flessenhalzen in het valleisysteem (met name de bewoningskernen van Aarschot en Werchter) en een verdere insnijding van de bedding met ruim 1-1.5 meter.

De bodem, meer bepaald de textuur, speelt daarin een zeer belangrijke rol. Hoewel de vallei op de Belgische bodemkaart gekenmerkt wordt door een quasi homogeen oppervlak van vochtige en natte kleibodems (Figuur 61), zit het (alluviale) zand toch op geringe diepte (veelal op een diepte van < 1m onder maaiveld).

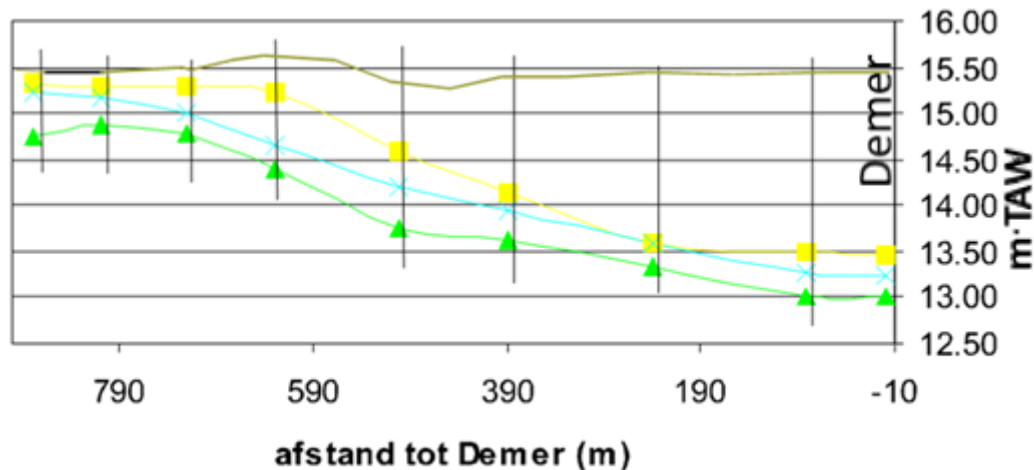


Figuur 61: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de benedenloop van de Demer

In de vallei ligt een uitgebreid systeem van drainagegrachten die samen met de verdiepte Demer zorgen voor een systematische ontwatering van de volledige vallei. De uitgesproken zandige ondergrond maakt dat grachten een drainerend effect hebben dat zich erg ver langs beide zijden van een drainagestructuur laat voelen. De rechtgetrokken Demer, zelf ook een soort groot drainagekanaal, ligt als gevolg van de extra insnijding momenteel op de meeste



plaatsen ca. 3 meter diep in de vallei. Uit gedetailleerde peilmetingen kon worden opgemaakt dat het effect zich tussen de 4-500 meter langs beide zijden van Demer laat voelen.



Figuur 62: Grondwaterpeilen in een dwarstransect ten zuiden van de Demer ter hoogte van Achter Schoonhoven in juli (geel), september (blauw) en november (groen) 1997.

6.4.3 Geohydrologie

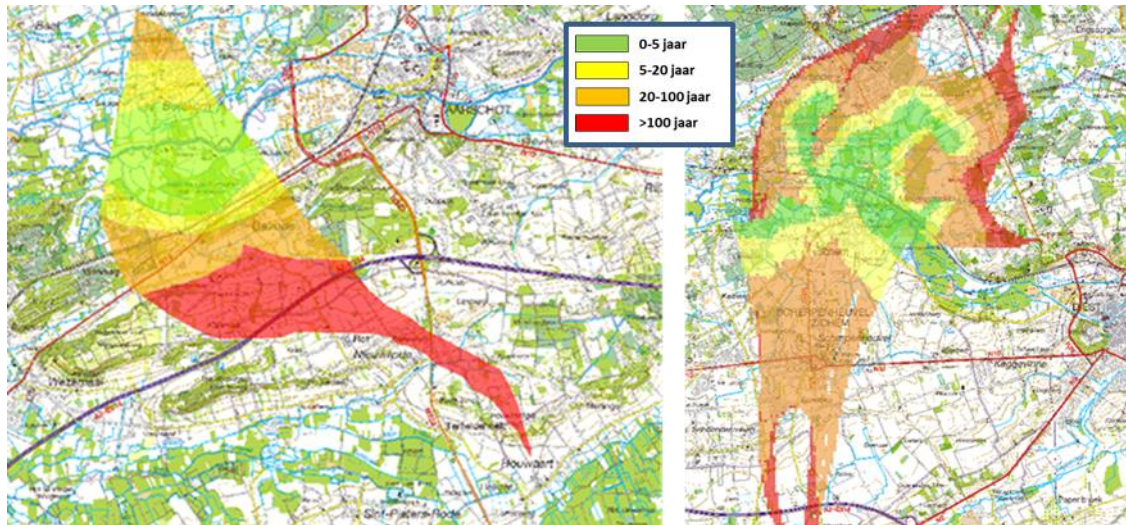
Het overgrote deel van het grondwater in de benedenloop van de Demer tussen Diest en Werchter is afkomstig uit een watervoerende laag met glauconietrijke (~ijzerrijke kleimineraal), maar verder eerder mineraalarme zanden van de Formatie van Diest (Figuur 63 links). Die watervoerende laag ligt op de compacte kleilagen van de groep van Rupel en Tongeren. Daaronder zit de afgesloten (gespannen) watervoerende laag met uitgesproken mineraalrijke zanden van de formatie van Lede en Brussel (Figuur 63 rechts). Op een aantal plaatsen in de Demervallei en omgeving zijn er meer dan waarschijnlijk kleine gaten in de afsluitende Rupel-Tongeren kleilaag. Dat zijn een soort “hydrogeologische vensters”, waardoor mineraalrijk grondwater vanuit de onderliggende gespannen watervoerende laag omhoog geperst wordt doorheen het bovenliggende mineraalarmere grondwater van de bovenste, freatische watervoerende laag. Aan het maaiveld wordt dan midden in een uitgestrekte zone met mineraalarm grondwater een welomschreven vlek met veel mineraalrijker grondwater gemeten. Het spreekt voor zich dat dit fenomeen te zien is aan de aanwezigheid van andere grondwaterafhankelijke vegetatietypen die mineraalrijker grondwater vereisen. Dat werd voor het eerst vastgesteld en aangetoond voor het iets zuidelijker gelegen Walenbos (zie § XXX – Huybrechts & De Becker 1997). Meer dan waarschijnlijk treedt dit fenomeen in de ondergrond ter hoogte van het Krekelbroek en in het Vierkensbroek.



Figuur 63: Dagzomende tertiair geologische lagen voor de SBZ-H deelgebieden van de Demervallei en schematisatie van de geologische dwarsdoorsnede (rechts).

Zoals elders in het grootste deel van Vlaanderen, hellen de tertiair geologische lagen hier zachtjes af in noordnoordwestelijke richting. Dat heeft tot gevolg dat in het grootste deel van

de Demervallei, het gros van het in de vallei uittredende grondwater, aan de zuidzijde van de vallei infiltreert. Dat is met name het geval voor het infiltratiegebied van kwelwater in het Vorsdonkbos-Turfputten (Figuur 64 links).



Figuur 64: Gemodelleerde grondwatervoedingsgebieden voor Demervallei-segmenten ter hoogte van Vorsdonkbroek (L) en Vierkensbroek-Doodbroek (R) (naar Batelaan & Desmedt 1994)

Ter hoogte van Vierkensbroek-Doodbroek is de situatie gevoelig anders (Figuur 64 rechts). Dat heeft alles te maken met de complexere topografie rond dit gebied. Hier liggen ook aanzienlijke Diestiaanheuvelds ten noorden van de vallei (de bossen en heide van Averbode) en bovendien maakt de Demervallei hier een bijna haakse bocht vanuit het zuiden naar het westen.

Het gaat hier om relatief trage hydrologische systemen waar het grondwater vanaf het ogenblik dat neerslag infiltreert, al gauw gemiddeld 50-80 jaar onderweg is vooraleer het uittreedt onder de vorm van kwel in vallei.

Verskillende grondwaterwinningen in de vallei zorgden de voorbije decennia voor discussie omtrent de verdrogende impact ervan op het grondwaterregime in de natuurgebieden.

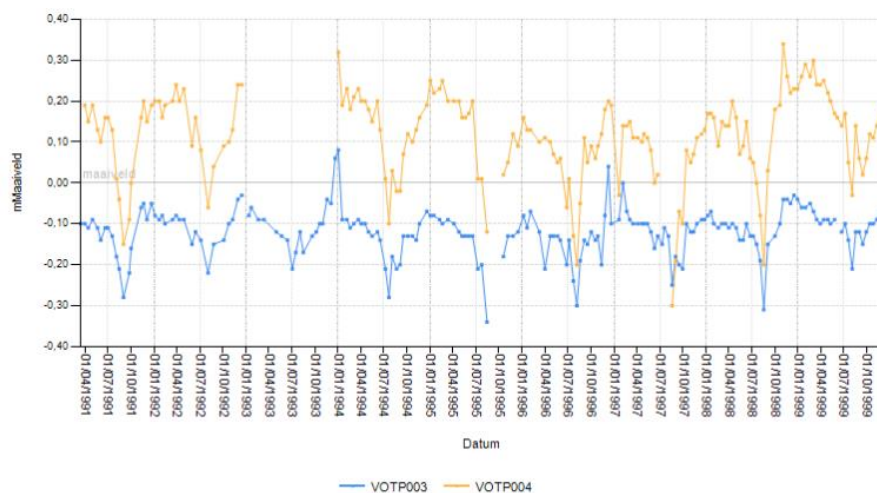
De relatief recente drinkwaterwinning van het Rot (Nieuwrode), net ten zuiden van het gemodelleerde infiltratiegebied van het grondwater dat in Vorsdonkbroek uittreedt, kreeg in 2000 een voorwaardelijke exploitatievergunning. Daarbij werd aangegeven dat er geen negatieve impact mocht zijn op de grondwaterstroming naar het Vorsdonkbroek. Dat diende gemonitord via peilbuizen en lange tijdreeksen van het grondwaterregime voor, tijdens en tot lang na het opstarten van de winning. In 2017 werden deze metingen grondig gemonitord en geëvalueerd. Er werd bij het doorlopen van de hervergunningsprocedure voor de drinkwaterwinning in 2017 alvast geen aantoonbaar negatieve impact op de grondwaterdynamiek/kwelvolumes in Vorsdonkbroek gevonden.

Voor de drinkwaterwinning Weerderlaak, ten oosten van Aarschot (dit gebied wordt ook wel "Achter Schoonhoven" genoemd) werd de verdrogende impact op de grondwaterdynamiek wel aangetoond (zie o.a. Callebaut et al. 2004). De waterwinning is hier echter niet de enige reden van verdroging. Het rechttrekken van de Demer en dus het systematisch verlagen van de drainageniveaus in nagenoeg de volledige vallei, heeft een vergelijkbare, zo niet nog grotere impact.



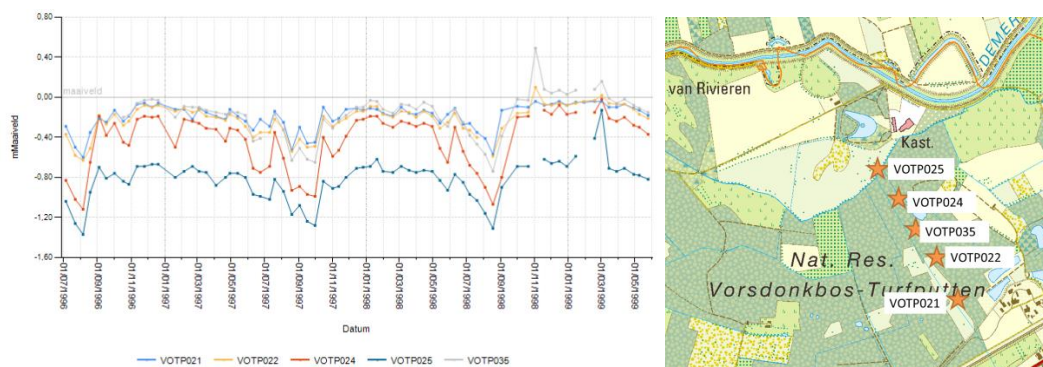
6.4.4 Grondwaterdynamiek

Op een beperkt aantal locaties in de Demervallei treedt er zodanig veel kwelwater uit dat er een uiterst stabiel grondwaterregime ontstaat met peilen vlak tegen het maaiveld. De veenafzettingen in Figuur 61 zijn een goede eerste indicatie van die locaties (Vorsdonk, Achter Schoonhoven/Weerderlaak, Krekelbroek, Vierkensbroek). Met name in Vorsdonkbroek is de overdruk van het uittredende kwelwater zodanig groot dat er artesische verschijnselen optreden: het grondwater kan hier (in een piëzometer dan wel) tot meer dan 30 cm boven het maaiveld uitstijgen (zie Figuur 65).



Figuur 65: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in een piëzometer in Vorsdonkbos. VOTP003 heeft een filter op 1m-mv, VOTP004 heeft een filter op 4m-mv.

Door de zeer sterke invloed van het diepe drainagenetwerk en de rechtgetrokken en dieper ingesneden Demer worden hier, anders dan wat normaal zou kunnen verwacht worden, de diepste grondwaterpeilen gemeten in het midden van de komgronden.



Figuur 66: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilen in een raai dwars op de Demer (Linker valleihelft) ter hoogte van Vorsdonkbos.

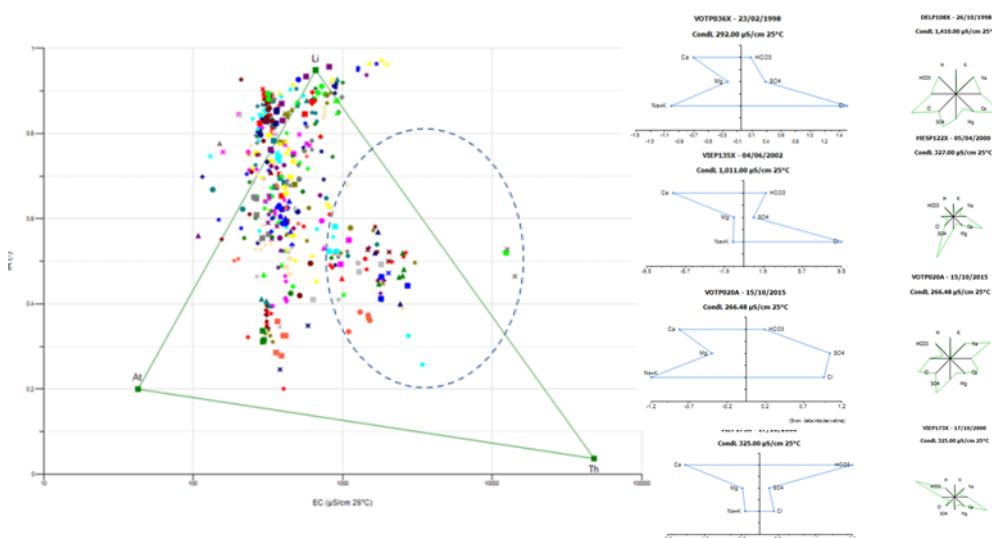
Waar meetpunt VOTP021 en 22 (aan de zuidrand van de alluviale vlakte) peilen hebben vlak tegen maaiveld en een amplitude van 30-35 cm op jaarbasis zit het peil in het diepste deel van de komgrond (bij VOTP025) 0.8-1.2 meter diepte. In andere, minder gedraineerde alluviale valleien (zie bijvoorbeeld het SBZ-H-gebied Dijlevallei), zijn de diepste delen van de komgronden net de natste locaties. Ook in het gebied Achter Schoonhoven (Figuur 62) zijn de grondwaterpeilen abnormaal laag als gevolg van drainage en waterwinning. In Vierkensbroek-Doodbroek werden intussen een tiental jaar geleden maatregelen genomen om drainagesystemen te verondiepen. Aanzienlijk nattere peilen werden hier intussen hersteld.

6.4.5 Grondwaterchemie

In de Demervallei is vervuiling van het grondwater wijd verbreid. In sommige delen van dit SBZ-H-gebied waren de grondwaterkwaliteitsproblemen tot voor kort zelfs als enorm te bestempelen. Veruit het belangrijkste probleem wordt veroorzaakt door lozingen op de Hulpe en de Winterbeek (zie gebiedsbeschrijving typevoorbeeld Kempisch beekdal: SBZ-H-deelgebied Vallei van de Drie beken), die ter hoogte van Vierkensbroek samenvloeien met de Demer. Deze waterlopen vervoeren een enorme vuilvracht (o.a. Ca/MgCl_2 en Ca/MgSO_4) afkomstig van industrieel afvalwater geloosd in Tessenderlo. Dat oppervlaktewater kan bovendien infiltreren tot 4-600 meter links en rechts van de oevers van de transporterende waterlopen, naar het grondwater onder de aanpalende oevers. De gevolgen daarvan zijn meetbaar tot in Rillaar (ca. 23 kilometer stroomafwaarts van de lozingspunten). Verder stroomafwaarts is de verdunning voldoende om niet meer tot opvallende concentraties te leiden.

Tabel 10: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Demervallei (periode 1990-2015).

# = 414	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	μS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1299	7,1	193	0,015	0,30	0,110	0,70	199	240,2	29,3	8,2	183,7	14,60	62,34
90-percen	600	6,3	105	0,010	0,15	0,048	0,29	86	92,3	16,5	5,4	80,3	7,98	24,07
mean	270	5,7	11	0,005	0,03	0,010	0,04	10	13,0	7,5	2,9	19,0	2,85	0,30
10-percen	108	3,4	1	0,005	0,01	0,005	0,01	2	3,6	3,0	0,1	8,2	1,15	0,02
min	108	3,4	1	0,005	0,01	0,005	0,01	2	3,6	3,0	0,1	8,2	1,15	0,02



Figuur 67: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het de benedenloop van de Demer. (De stippelijijn op het EC/IR-diagram duidt de vervuilde staalnamelocaties aan).

Deze vervuiling vertaalt zich in de voor de streek abnormaal hoge waarden zeker voor het maximum maar ook nog voor de 90-percentiel voor EC_{25} , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} en Mg^{2+} in Tabel 10.

Het EC/IR-diagram vertoont een dichte puntenwolk in de omgeving van het lithocline punt. Nagenoeg alle grondwater dat in de benedenloop van de Demer uittreedt is vrij lang in de ondergrond onderweg geweest. Echt uitgesproken mineraalarm grondwater komt hier niet voor. De meetpunten die het dichtst bij het atmocliene grafiekpunt liggen zijn deze die tegen de zuidelijke valleiflank gelegen zijn in de venige zone van Vorsdonkbos en aan de noordostrand van het Vierkensbroek.

Een vrij grote groep van meetpunten heeft merkbaar en abnormaal verhoogde EC25 waarden als gevolg van verhoogde sulfaat, natrium en chloridegehalten. Dergelijke meetlocaties zijn in vrijwel het gehele gebied aan te treffen. Vandaar ook de erg afwijkende vormen van de Stiff- en Maucha-diagrammen.

De nutriëntenbelasting vertoont vergelijkbare extreme maxima en 90-percentielwaarden maar die blijkt verband te houden met dezelfde locaties als de extreme zoutenbelasting. Als abstractie gemaakt wordt van deze locaties is er hier sprake van geringe aanrijking elders in de Demervallei.

Het grondwater (van de niet vervuilde sites) is in regel matig mineraalrijk, in overeenstemming met wat kan verwacht worden van grondwater dat afkomstig is uit de zanden van de Formatie van Diest.

6.4.6 Oppervlaktewater

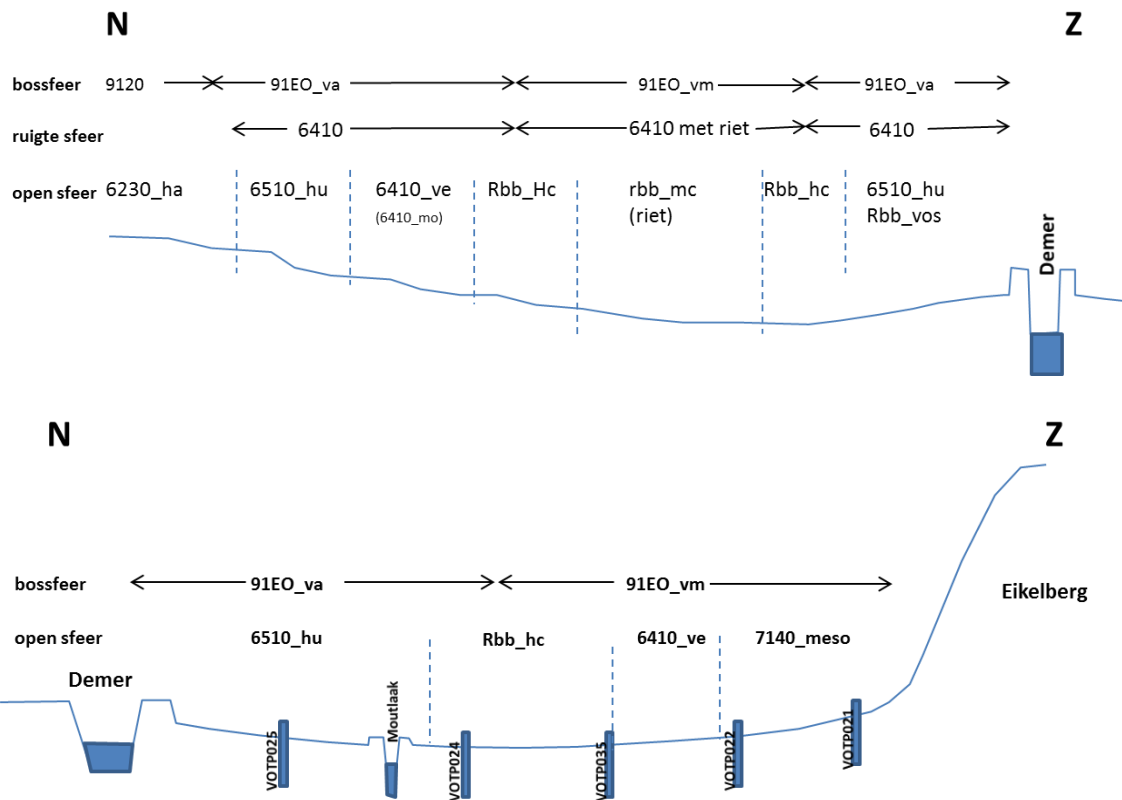
De nutriëntenbelasting van de Demer zelf evolueert de laatste jaren in goede zin, maar een hele reeks zijwaterlopen vervoert nog een soms aanzienlijke vuilvracht voornamelijk van huishoudelijk afvalwater. Met name orthofosfaatconcentraties zijn soms bijzonder hoog, naast een iets minder zware stikstofbelasting (ammonium). De Demer vervoert bovendien een grote sedimentvracht. Niet zozeer de noordoostelijke zijrivieren die vanuit de Kempen komen (Zwarte beek, Hulpe, Winterbeek,...) zijn daarbij een probleem maar de Demer zelf en tal van de zuidelijke zijrivieren (Herk, Mombeek, Velpe, Motte, Grote en Kleine Gete, Begijnenbeek, ...) komen vanuit de leemstreek (Haspengouw) en vervoeren grote hoeveelheden met nutriënten beladen, hoofdzakelijk lemig sediment. Aangezien overstromingen in deze vallei regelmatig optreden, en men overweegt om de frequentie de komende jaren gevoelig op te drijven, zijn hier naar de toekomst scherper wordende problemen met nutriëntenaanrijking te verwachten.

De extreem hoge concentraties van industrieel afvalwater die via de Hulpe en de Winterbeek vanuit Tessenderlo door het SBZ-gebied vallei van de Drie Beken en door het Vierkensbroek naar de Demer werden getransporteerd, lijken grotendeels verleden tijd. Tot in het begin van deze eeuw werden in het Vierkensbroek EC₂₅ waarden van 14000µS/cm gemeten. Dat zijn eerder brak- tot zoutwaterwaarden die echter wel de voorbije jaren door saneringsinspanningen scherp daalden, hoewel piekconcentraties (en dus pieklozingen) toch nog steeds optreden.

6.4.7 Vegetatiezonering

Net zoals in andere alluviale valleien (met kwel) bestaat de vegetatiezonering hier uit de karakteristieke hydroserie in de open sfeer vertrekkende van droge glanshavergraslanden (6510_hu) over veldrusgraslanden (6410_ve), eventueel met vegetatiefragmentjes die doen denken aan blauwgrasland (6410_mo) naar dottergraslanden (rbbHc) en grote zeggevegetaties (rbbMc) in de natste delen met een hoge dominantie van riet (Figuur 68 boven). Specifiek aan de noordzijde van de vallei, in de overgang naar de Kempen, is het voorkomen van Struisgraslanden (6230_ha) op de zandigere terreinen net buiten het alluvium.





Figuur 68: Schematisering van de vegetatiezonering voor de Demervallei (boven) en voor het specifieke geval van het Vorsdonkbos-Turfputten (onder - hier met aanduiding van de peilbuizen uit Figuur 66)

Voor het deelgebied Vorsdonkbos-Turfputten en ook voor Krekelbroek-Messelbroek is de situatie enigszins afwijkend. Als gevolg van het sterk gedraineerde karakter van de Demervallei maar zeker ook omwille van de sterk tegen de zuidelijke valleiflank geconcentreerde kwelinvloeden vanuit de zuidelijk gelegen Diestiaanheuveld, liggen de meest vochtminnende vegetaties niet in het diepste deel van de vallei, maar zijn ze samengepakt aan de rand van de zones met sterke kwel of op plekken waar omwille van topografische toevalligheden of het (toevallig) ontbreken van drainagegrachten in de omgeving de situatie wat natter is. Tegen de linker valleiflank aan ligt daar een brede zone met kleine zeggevegetaties (7140_meso).

Butaye et al (1999) toonden aan dat omwille van de verdroging al meer dan 20 jaar geleden onder andere de zeldzame blauwgraslanden (6410_mo), maar ook veldrusgraslanden (6410_ve) en dottergraslanden (rbb_Hc) helemaal of grotendeels uit deze streek verdwenen.

6.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: met uitzondering van het traject Testelt-Langdorp is de Demer over haar volledige lengte rechtgetrokken en 'genormaliseerd'. Door het rechte trekken steeg de afstroomsnelheid met een bijkomende spontane insnijding van de rivierbedding als gevolg. De combinatie van dit alles zorgde voor een structurele verlaging van het rivierpeil over de volledige lengte van de vallei van 0.7 tot 1.5 meter. Omwille van het zandige karakter van het alluvium resulteert dat ook in een structurele daling van het grondwaterpeil in nagenoeg de volledige alluviale vlakte.
- ii. Nutriënten via water:



- Overstromingen – van met nutriënten beladen sedimenten treden regelmatig op en zullen zich naar alle waarschijnlijkheid frequenter voordoen in de toekomst, wat zorgt voor een flinke aanvoer van nutriënten (i.e. bemesting) in de vallei.
 - Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater is sporadisch aan de gang in het Demerbekken, maar er is nog een lange weg te gaan. Niet ontkoppelde rioleringsstelsel geven aanleiding tot frequente overstorten en piekafvoeren in de waterlopen. Opnieuw een bijkomende instroom van nutriënten in de vallei.
 - Via grondwater – chloride, nitraat/sulfaat van landbouw, lekkende riolering en industriële lozingen zijn nog een acuut probleem
- iii. Grondwaterwinning: een aantal winningen hebben een bijkomend verdrogende impact, met name de drinkwaterwinning achter Schoonhoven (Weerderlaak) en in mindere mate Messelbroek. De winning van het Rot (Nieuwrode) heeft (aangetoond) geen negatieve impact.
- iv. Lokale drainage: Ja en betekenisvol maar hangt samen met het (te) lage Demerpeil
- v. Beperken evapotranspiratie: lijkt niet nodig; gewenst?
- vi. Meetnet: ja zowel vroeger als actueel is in een aantal deelzones een operationeel hydrologisch netwerk aanwezig (o.a. Vorsdonkbos, Achter Schoonhoven, Vierkensbroek, ...)

6.4.9 Relevante referenties

Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

Niche modelleringen achter Schoonhoven (2004)

Aubroeck B, Huybrechts W & De Becker P 1998. Verkennende ecohydrologische studie van de Demervallei tussen Diest en Werchter. Rapport Instituut voor Natuurbehoud Brussel. IN.R.2008.5.

Butaye J & Hermy M. 1997. Ecologisch impulsgebied Demer en Dijle. Inventaristate van de natuurwaarden in de Demervallei tussen Werchter en Diest (+kaarten) K.U.Leuven.

Butaye J, Honnaye O & Hermy M. 1999. Vegetation mapping as an aid in detecting temporal vegetation changes in the Demer valley (Belgium). Belg. Journ. Bot. 132 (2): 119-140

Callebaut J, De Bie E., De Becker P. & Huybrechts W. 2007. NICHE Vlaanderen: SVW: 1-7 Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.R.2007.3 (Brussel)

Dethioux M. (1960). Vegetatiekaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Aarschot 75 W. Centrum voor plantensociologische kartering van België.

Huybrechts W. & De Becker P. 1997. Dynamische en chemische kenmerken van het ondiep grondwater in kwelsystemen: het Walenbos (Tielt-Winge). Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud. (1997) 5 (Brussel)

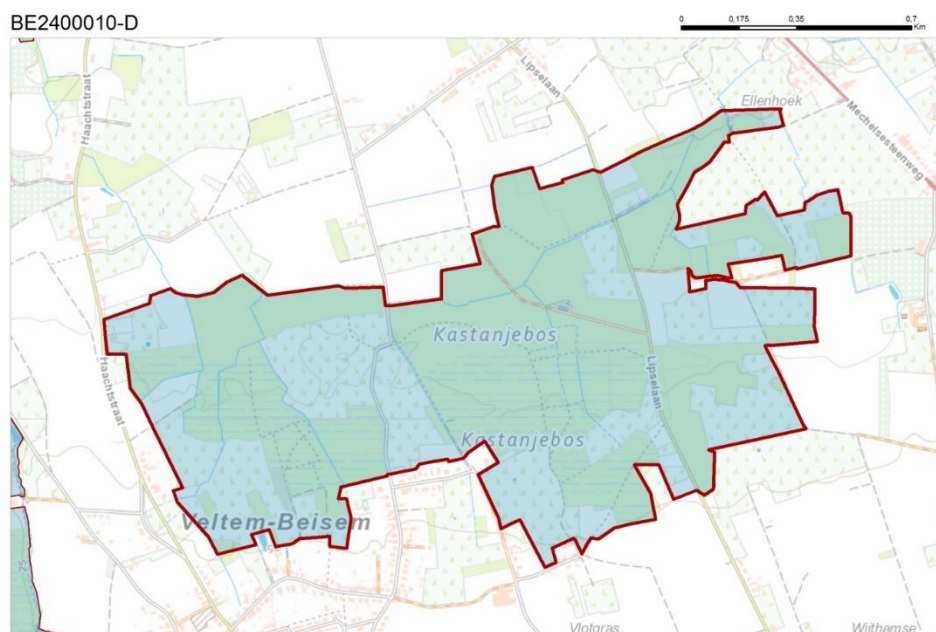
Vergunning drinkwaterwinning het Rot (en hervergunning 2000 & 2017).

////////////////////////////////////

6.5 KASTANJEBOS BE 2400010-D

6.5.1 Algemene situering

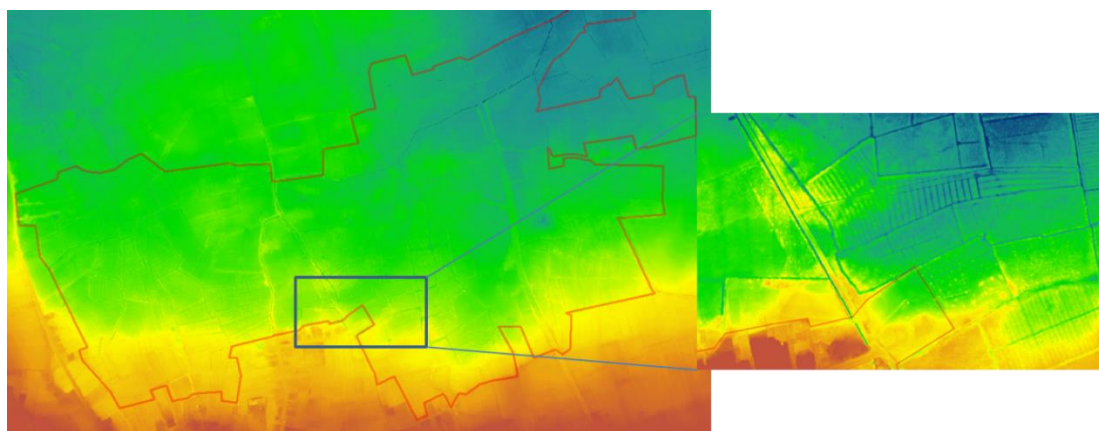
Het Kastanjebos is gelegen op ca. 6 kilometer ten noordwesten van Leuven, tussen de dorpskernen van Veltem-Beisem en Winksele en net ten noorden van de zgn. Vlaams-Brabantse steilrand waar de zuidelijke leemplateaus overgaan naar de Vlaamse Vallei. Het gebied ligt net ten zuiden van die Vlaamse vallei, net zoals bv. het meer westelijk gelegen Torfbroek en het oostelijker gelegen Dunbergbroek.



Figuur 69: Situering van de SBZ-H deelzone Kastanjebos tussen Veltem-Beisem en Winksele

6.5.2 Topografie en Hydrografie

Het is een in noordelijke richting vrij zacht afhellend gebied in het dalhoofd van de Lipsebeek en zijbeekjes in het oosten en de Mastellebeek-Weissetterbeek in het westen. De quartaire ondergrond is hier eerder van colluviale dan van alluviale oorsprong.

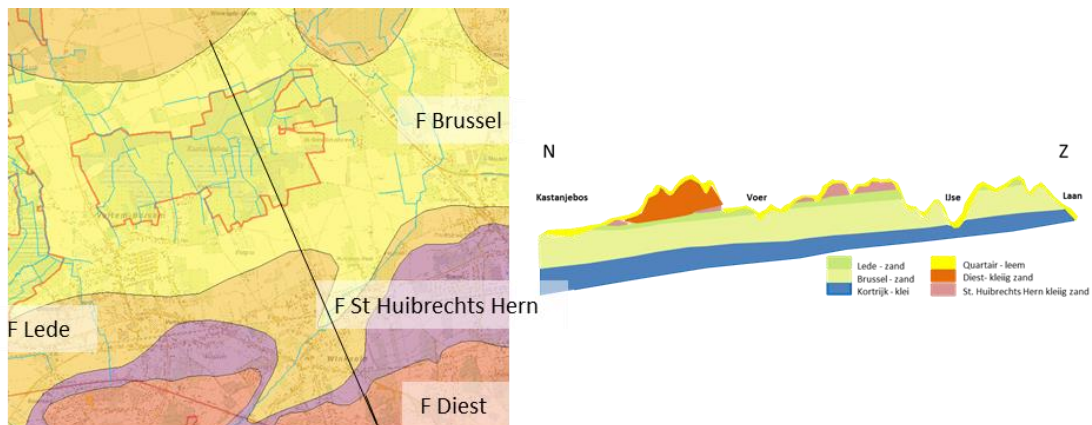


Figuur 70: Algemene topografie voor het Kastanjebos met detailtopo-/hydrografie in uitsnede

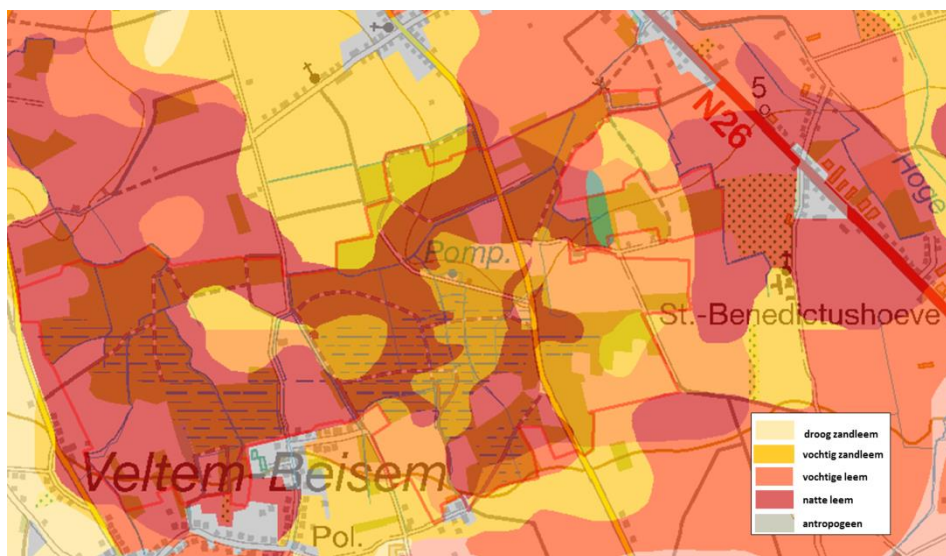
Dit zijn geen alluviale systemen in de letterlijke betekenis (“los materiaal door een rivier als sediment afgezet”) van het woord, het gebied situeert zich in het dalhoofd van de alluviale waterloopjes. In de detailtopografische uitsnede (Figuur 70) is een voorbeeld van dichte begreppelingsstructuur terug te vinden in nagenoeg het hele gebied. Dat wijst erop dat de omstandigheden hier ten minste in een belangrijk deel van het jaar nat moeten zijn (geweest...). Omwille van de grondwaterwinning is dat niet altijd zo uitgesproken het geval meer (zie verder).

6.5.3 Geohydrologie

Het watervoerende pakket waaruit het grondwater afkomstig is dat in dit gebied aan de oppervlakte komt is, zijn de groffe, kalkrijke zanden van de formatie van Lede en van Brussel. In de geologische dwarsdoorsnede (Figuur 71 links) licht dit gebied helemaal links op de figuur (in het noorden). Net ten zuiden van het gebied ligt een Diestiaanmassief waaronder nog dunne afzettingen van St.-Huibrechts-Hern en Lede voorkomen. Die lagen spelen hier echter geen betekenisvolle rol. Onderaan wordt het hydrologische systeem hier begrensd door de kleien van de formatie van Kortrijk (destijds bekend onder de naam Ieperaan).



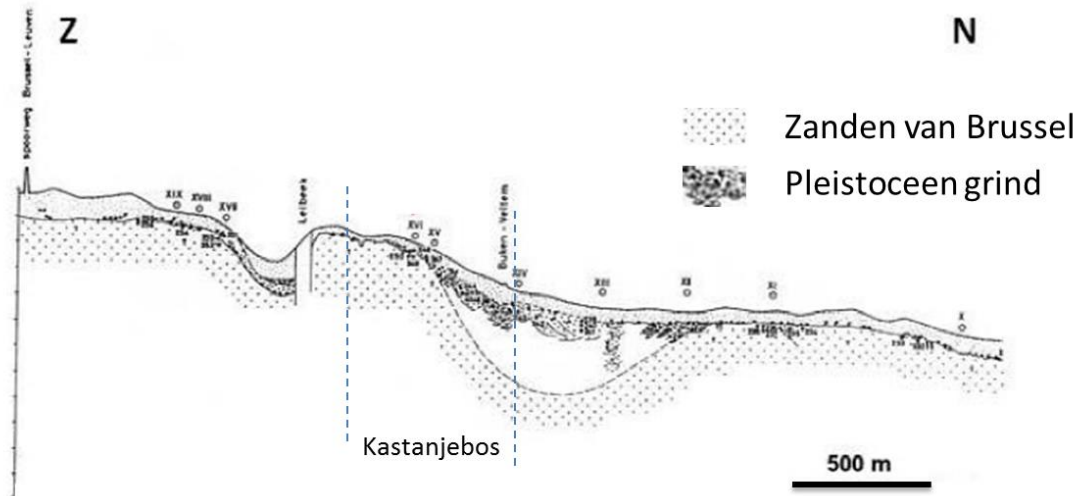
Figuur 71: Dagzomende tertiair geologische afzettingen (links) met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van het Kastanjebos



Figuur 72: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Kastanjebos en omgeving



Aan het oppervlak wordt nagenoeg overal leem of zandleem aangetroffen. In het natuurgebied zijn nog een aantal kleine vlekken veen te vinden die echter niet zijn weergegeven op de bodemkaart



Figuur 73: Detaildoorsnede van de ondergrond in de omgeving van het Kastanjebos (naar De Smedt 1973).

Speciaal in deze omgeving is de aanwezigheid van een pleistocene erosiegeul (meer dan waarschijnlijk van een pleistocene rivier). Die geul loopt hier in oost-westelijke richting (richting Berg en Machelen). Daarin is pleistoceen, fluviatiel materiaal afgezet waarin ook flink wat grind zit onderaan. Die grindafzettingen zijn onder het Kastanjebos vrij dik en omvangrijk, meteen ook de reden waarom hier een grondwaterwinning werd uitgebouwd. Grind heeft immers een uitermate hoge hydraulische geleidbaarheid, wat het pompndement sterk verhoogd. Het onderaan zandige en bovenaan lemige quataire dek is hier beperkt tot een paar meter dikte.



Figuur 74: Infiltratiegebied en indicatieve verblijftijden voor het grondwater dat opkwelt in het Kastanjebos (naar Batelaan 2007)

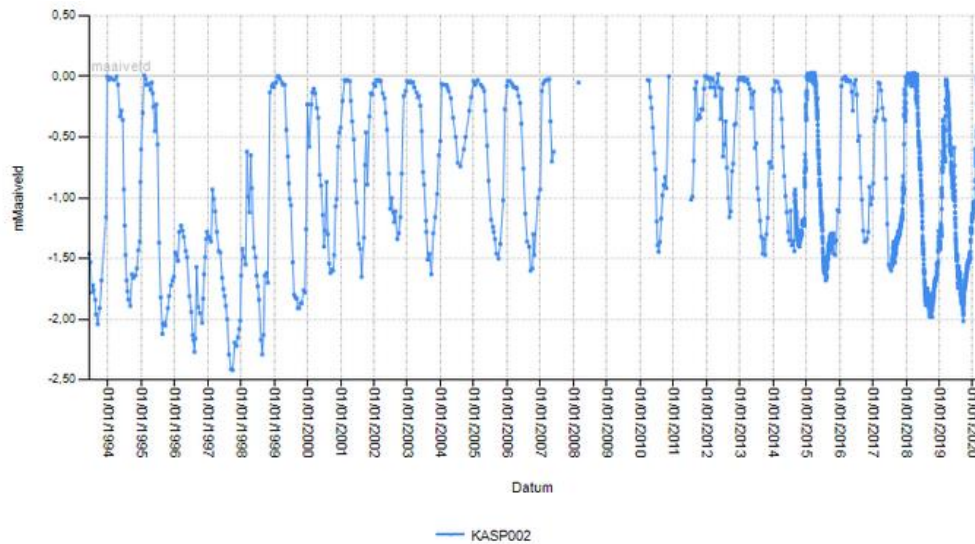
Voor het gebied werd een regionaal grondwatermodel opgemaakt (Figuur 74). Naar analogie met de resultaten van de grondwatermodellering voor het Torfbroek en de Molenbeekvallei, is duidelijk dat het grondwater afkomstig is uit de kalkrijke zanden van de formatie van Brussel en Lede en dat de infiltratiezone tot ca. 3-4 kilometer naar het zuiden reikt. De zanden van Brussel en Lede hebben een erg hoge hydraulische geleidbaarheid. Het gaat hier met andere woorden om een snel hydrologisch systeem waarin de gemiddelde verblijftijden van het grondwater kort (ca. 20 jaar) zijn.

6.5.4 Grondwaterdynamiek

Op basis van de detailbegreppeling in het gebied (zie Figuur 70) kan aangenomen worden dat er destijds ten minste in een groot deel van het winterhalfjaar en het voorjaar de grondwaterpeilen in de buurt van of boven het maaiveld moeten hebben gestaan. In tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (Figuur 75) is te zien dat het grondwaterpeil in het winterhalfjaar ook nu nog gedurende een (erg korte) periode gelijk staat met het maaiveld. Dat is de (korte) periode waarin het rabattensysteem in het Kastanjebos gevuld is met water. Vrij snel daalt het grondwater terug en zakt (erg) diep weg in de zomer, en dat nagenoeg overal in het gebied. Laagste grondwaterstanden van 2 meter onder maaiveld en meer waren 20 jaar geleden de regel, tegenwoordig zakken de peilen al wat minder diep (1.5 meter en minder), meer dan waarschijnlijk als gevolg de bijgestelde pompvolumes van de belangrijke drinkwaterwinning die sinds het begin van de jaren 70 van de vorige eeuw in het gebied actief (en in 2018 hervergund) is. De tweede reeks pompputten die voor de drinkwaterwinning werden geïnstalleerd werden immers dieper gestoken omdat het Brusseliaan onderaan grover van textuur is waardoor de pompefficiëntie groter werd, maar uiteraard ook de impact op de waterpeilen. Het totaal onttrokken volume is intussen bijgesteld. De volledige SBZ-H-deelzone ligt in de pompkegel van de pompputtenbatterij van dit drinkwaterwinningproductiecentrum.



De detailbegreppeling in het gebied is, ondanks het wegvallen van het onderhoud de laatste decennia, vrij goed intact gebleven. De verwachting is dat bij het niet meer onderhouden van het uitgebreide drainagesysteem en het gericht dempen van een aantal ontwateringsgrachten, hier wat minder diepe GLG's kunnen gerealiseerd worden. De tweede reden van het diepe wegzakken van de grondwaterpeilen gedurende het zomerhalfjaar (en ook de reden waarom de natte winterperiode beperkt is in de tijd) heeft immers te maken met het snel evacueren van freatisch grondwater en regenwater uit dit gebied via het uitgebreide drainagesetel.



Figuur 75: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen aan de zuidrand van het Kastanjebos

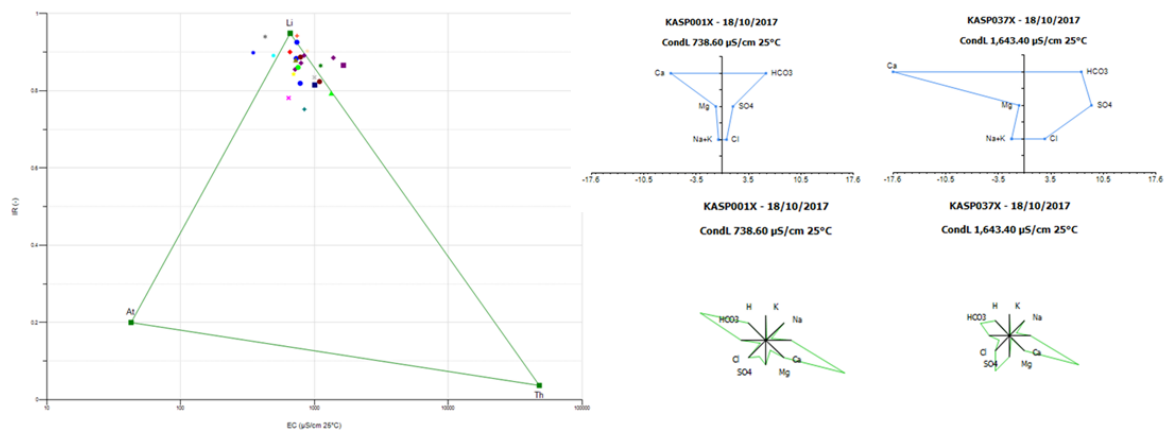
6.5.5 Grondwaterchemie

Het freatische grondwater in het Kastanjebos is uitgesproken mineraalrijk. Dat is geheel in lijn met de verwachtingen met water afkomstig uit de zanden van de formatie van Brussel en Lede. Dat is ook duidelijk te zien aan de EC25, pH en Ca waarden in Tabel 11.

Tabel 11: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Kastanjebos (periode 2000-2017).

# = 25	EC25	pH	HCO3	N-NO2	N-NO3	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1643	8,0	463	0,046	15,94	0,31	0,080	529	103,0	46,0	10,3	352,1	18,74	8,63
90 percent	1244	7,6	398	0,030	10,48	0,11	0,015	241	79,1	28,6	5,6	222,8	12,91	4,42
mean	846	7,3	289	0,018	2,40	0,06	0,017	151	45,2	18,6	3,5	157,2	7,73	1,58
10-percent	553	6,9	177	0,015	0,04	0,02	0,015	63	17,1	9,2	1,8	92,1	3,18	0,05
min	349	6,1	47	0,010	0,01	0,02	0,010	19	9,4	4,9	0,8	47,1	0,92	0,03





Figuur 76: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van het Kastanjebos

De stalen worden in het EC-IR-diagram (Figuur 76) zonder uitzondering geconcentreerd rondom het lithocliene referentiepunt weergegeven. Ook de Stiff- en Maucha-diagrammen vertonen, op sporadische sulfaatpieken na, de karakteristieke lithocliene vorm.

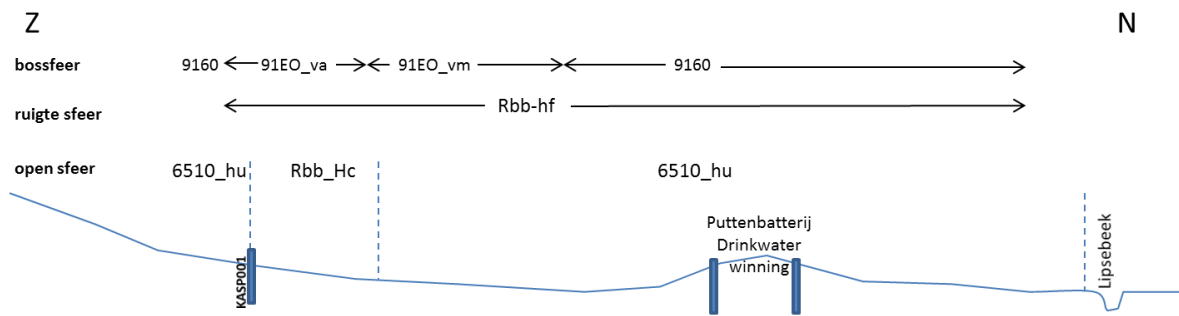
In het hele gebied waren rond 2000 verhoogde orthofosfaat-, nitriet-, nitraat- en ammoniumconcentraties te meten, evenals verhoogde sulfaatconcentraties. Dat wijst op instroom van met nutriënten aangerijkt grondwater. Aangezien zowel de P- als de N-instroom samen lopen had dit een productie verhogend effect op de vegetatie. De verhoogde fosfaat en ammoniumconcentraties zijn het laatste decennium sterk gedaald tot nagenoeg verdwenen, maar de concentraties nitraat blijven, zeker plaatselijk met waarden van meer dan 15 mg NO₃-N/l (Tabel 11), erg hoog. Dat wijst erop dat er huishoudelijk afvalwater het gebied blijft instromen. Ook de concentraties sulfaat zijn en blijven naar Vlaamse normen bijzonder hoog (gemiddelde waarden van 150 mg/l met uitschieters tot meer dan 500 (!) mg/l; Tabel 11). Dat wijst erop dan in het infiltratiegebied met nitraat aangerijkt grondwater infiltreert. Dat is nagenoeg steeds afkomstig van onder intensief bemeste landbouwpercelen.

6.5.6 Oppervlaktewater

Overstromingen zijn in dit gebied uiterst uitzonderlijk tot zo goed als afwezig. De Lipsebeek, Weissetterbeek en Mastellebeek transporteren een klein debiet, en het optreden van piekdebieten is nergens terug te vinden. Er zijn geen oppervlaktewaterkwaliteitscijfers voor deze beken beschikbaar maar uit eigen zicht- en reukwaarnemingen is het duidelijk dat er anno 2017 nog aanzienlijke huishoudelijk afvalwatervrachten het gebied instromen via een aantal beken en grachten vnl. aan de zuidkant.

6.5.7 Vegetatiezoning

Hier wordt een 'klassieke' vegetatiezoning teruggevonden voor de leemstreek. Op de hoogste (zuidelijkste) delen van het colluvium ontwikkelen zich glanshavergraslanden (6510_hu) waarin soms wat soorten opduiken die doen denken aan voedselarme, schralere omstandigheden (karwijselie, pijpenstrootje, ...). Met heel veel goede wil kan dat een relict van een blauwgrasland (6410_mo) genoemd worden. Iets lager op de helling zijn dottervegetaties (rbb_Hc) te vinden



Figuur 77: Schema van de vegetatiezonering in het Kastanjebos

Nog wat lager in het gebied komt vrijwel uniform eikenhaagbeukenbos (9160) voor. Hier zijn geen open vegetaties meer voorhanden, maar uit vegetatie op de tijdelijke kapvlakten valt op te maken dat hier een ruige vorm van moerasspirearuigte (rbb_Hf) tijdelijk ontwikkelt.

Uit grondwater- en ecohydrologische modellering voor het gebied (Callebaut et al 2011) valt op te maken dat de situatie bij nul pompen (i.e. de grondwaterwinning uitzetten), een nattere situatie zou ontstaan. Uit die studie blijkt eveneens dat er hier (zoals dat voor de Molenbeekvallei, Silsombos en Torfbroek wel het geval is), destijds (voorafgaand aan de periode van de grondwaterwinning) zones zouden voorgekomen hebben waar er zich constante grondwater tafels tegen of net onder maaiveld zouden voordoen. Met andere woorden, als de grondwaterwinning volledig wordt stilgelegd, zal de situatie natter worden (er zouden waarschijnlijk meer dottergraslanden voorkomen en de alluviale elzen-essenbossen (91EO_va) zou worden vervangen door mesotroof elzenbroek (91EO_vm). Het eikenhaagbeukenbos zou grotendeels worden vervangen door alluviaal elzen-essenbos. Kalkmoeras of andere vegetatietypen van die strekking kunnen in het Kastanjebos meer dan waarschijnlijk niet tot ontwikkeling komen en hebben hier naar alle waarschijnlijkheid ook nooit voorgekomen. De grondwaterwinning is hier actief van in de jaren 50 van de vorige eeuw.

6.5.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: een aantal grachten met huishoudelijk afvalwater vanuit het zuiden en mogelijk ook nog vanuit de Lipsebeek
 - Grondwater: voert al geruime tijd en actueel nog steeds nutriënten (nitraat en nitriet) aan, naast zeer hoge concentraties sulfaat. De aanvoer van orthofosfaat lijkt gestopt
- iii. Grondwaterwinning: Ja, een belangrijke drinkwaterwinning met aangetoond verdrogende impact
- iv. Lokale drainage: Já
- v. Beperken evapotranspiratie: lijkt hier niet relevant te zijn.
- vi. Meetnet: Já, enkele lange tijdreeksen maar laatste jaren minder consequent opgemeten en recent (september 2017) operationeel (samenwerking ANB-Watergroep & INBO)



6.5.9 Relevante referenties

Callebaut J., Adams R. & Neyskens I. 2011. Ecologische impactstudie voor de grondwaterwinning te Winksele Kastanjebos. Rapport van Tritel & IMDC in opdracht van de Watergroep

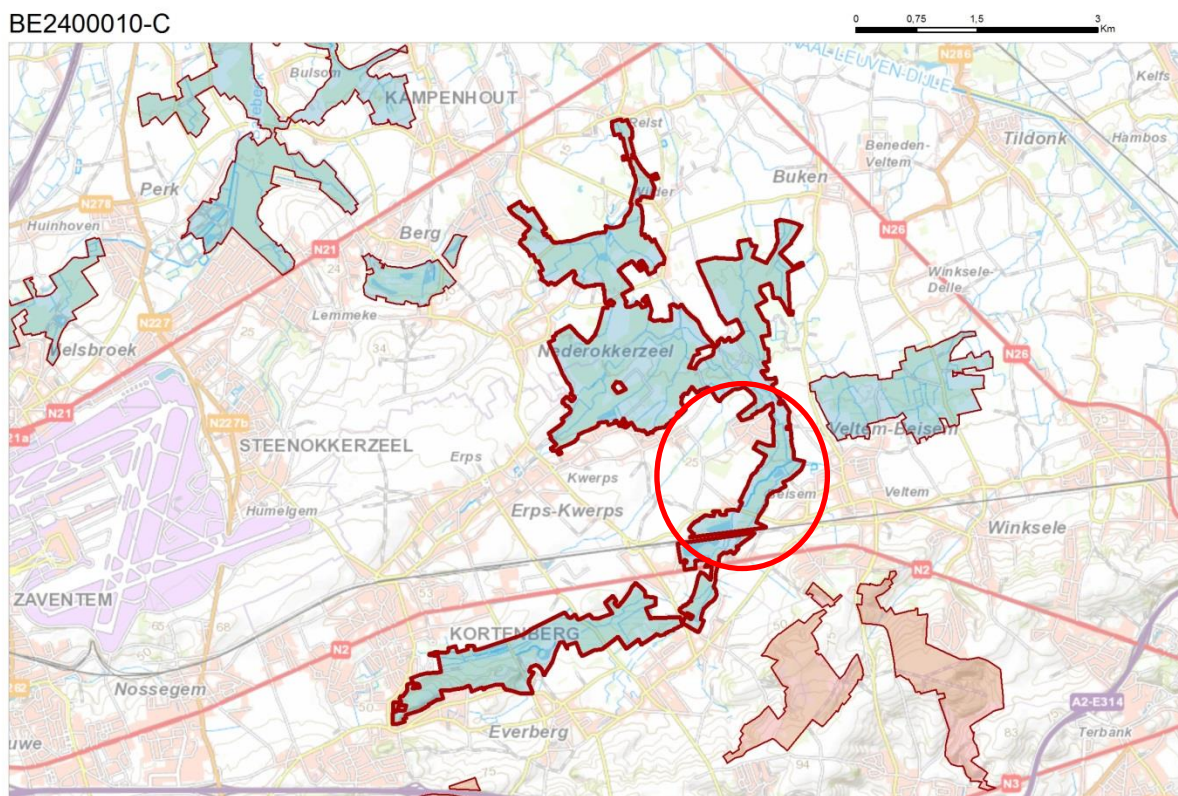
De Becker P. 2007. Ecohydrologie van de vallei van de Molenbeek en het Kastanjebos in Natuurpunt Herent: Kastanjebos en Molenbeekvallei: 25 jaar inzet voor meer natuur in Herent.

De Smedt P 1973 Paleografie en quartair-geologie van het confluentiegebied Dijle-Demer. Acta Geographica Lovaniensia . 11. KULeuven.

6.6 MOLENBEEKVALLEI VLAAMS-BRABANT BE2400010-C

6.6.1 Algemene situering

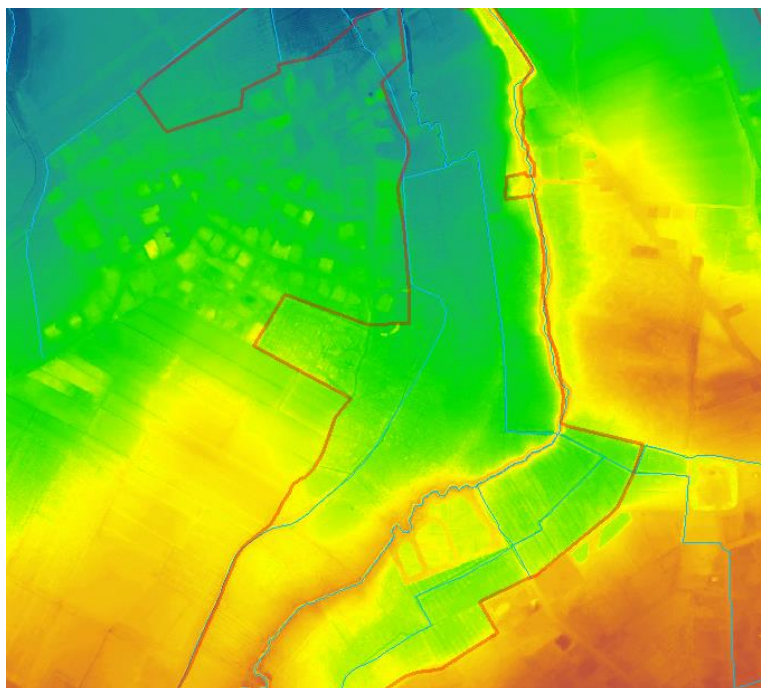
De Molenbeekvallei is gelegen op ca. 7 kilometer ten noordwesten van Leuven, tussen de dorpskernen van Erps-Kwerps en Veltem-Beisem en net ten noorden van de zgn. Vlaams-Brabantse steilrand waar de zuidelijke leemplateaus overgaan naar de Vlaamse Vallei. Het gebied zit dan ook op de zuidrand van die Vlaamse vallei, net zoals bv het meer westelijk gelegen Torfbroek en het oostelijker gelegen Kastanjebos.



Figuur 78: Algemene situering van de Vallei van de Molenbeek (Vlaams-Brabant). Het besproken deel is rood omcirkeld

6.6.2 Topografie en Hydrografie

De Molenbeek ontspringt ter hoogte van het Eikenhof te Kortenberg. De vallei loopt eerst in oostelijke richting om ter hoogte van Meerbeek-Schoonaarde af te buigen naar het noordoosten. Het deel van de vallei waarvoor er abiotische gegevens ter beschikking zijn situeert zich ten noorden van de spoorlijn Leuven-Brussel en ten zuiden van de Heersemmolen. Stroomopwaarts van die molen werd de Molenbeek artificeel verplaatst (voor het optimaliseren van de werking van de Heersemmolen). In de vallei zijn er in de natte depressies, lange en parallel aan de Molenbeek lopende Leigrachten aangelegd. Omwille van het verplaatsen van de Molenbeek (waardoor ze doorgaans topografisch hoger in de vallei komt te liggen) kruisen de grachten en de Molenbeek mekaar een aantal keer. Dat zorgt voor een vrij complex drainagenetwerk, van waaruit continu lekverliezen richting vallei optreden.



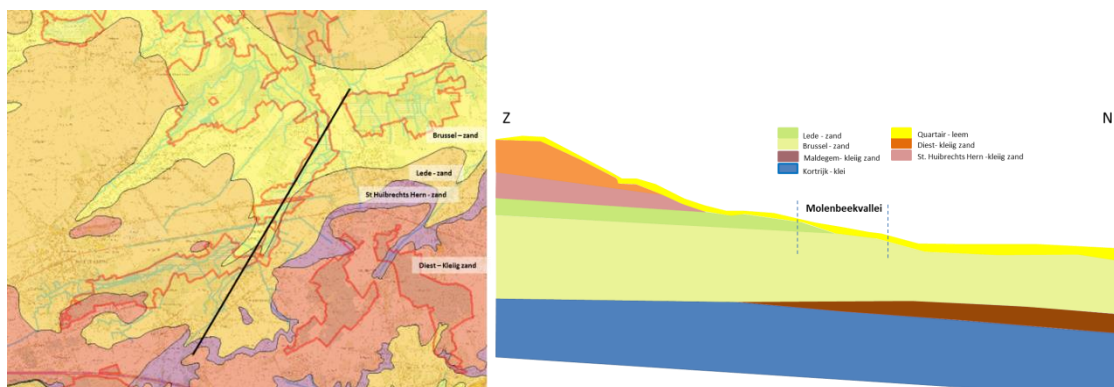
Figuur 79: Detailtopografie van de Molenbeekvallei

6.6.3 Geohydrologie

Qua geohydrologische setting lijkt dit gebied sterk op het naastliggende Kastanjebos of het Torfbroek. De watervoerende lagen bestaan uit een opeenvolging (van oud naar jong) van erg mineraalrijke zanden van de formatie van Brussel en Lede, de fijne kleihoudende zanden van St. Huibrechts Hern en bovenaan de kleiige zanden van de Formatie van Diest. Het geheel wordt afgedekt door een lemige quartaire deklaag.

De eerste drie geologische afzettingen zijn uitgesproken tot gewoon mineraalrijk, de formatie van Diest is mineraalarmer. Alle lagen hellen in noord-noord-oostelijke richting af, wat meteen de ligging van het grondwatervoedingsgebied verklaard (Figuur 81). Het gaat over uitgesproken mineraalrijk grondwater.

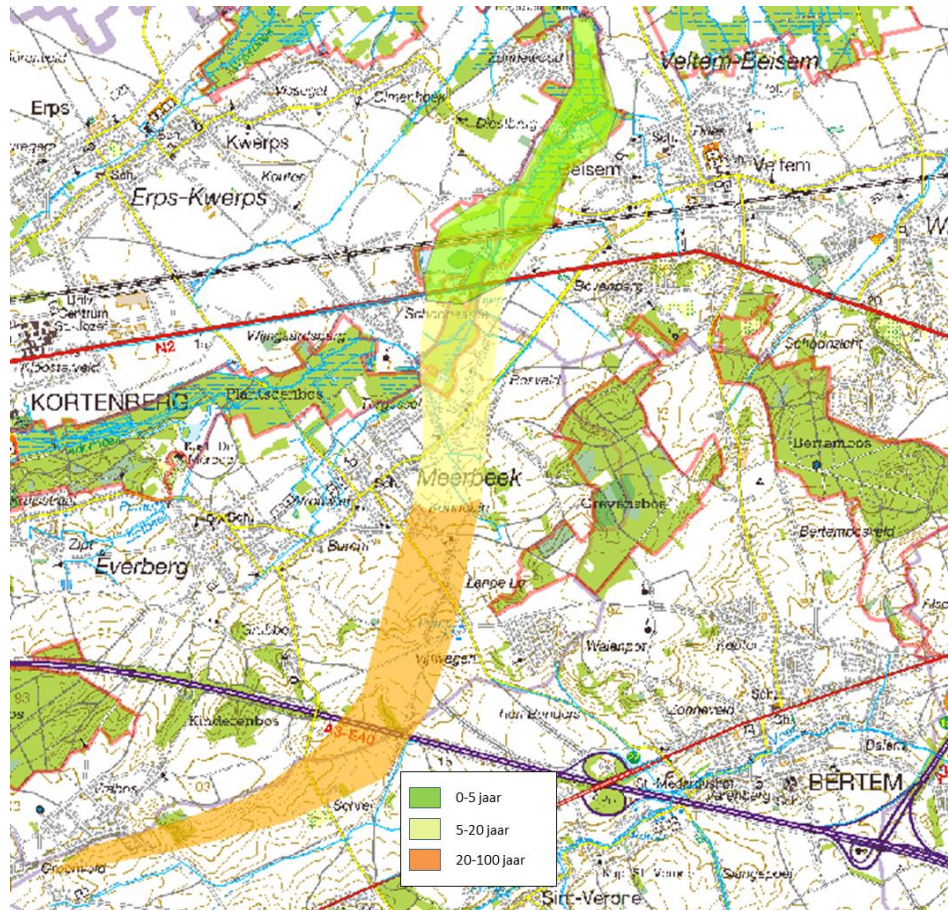
Gezien het erg zandige karakter van de belangrijkste formaties gaat het hier over een relatief snel hydrologisch systeem met verblijftijden van grondwater in de orde van grootte van 20 jaar.



Figuur 80: Tertiair geologische afzettingen voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant). Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts).

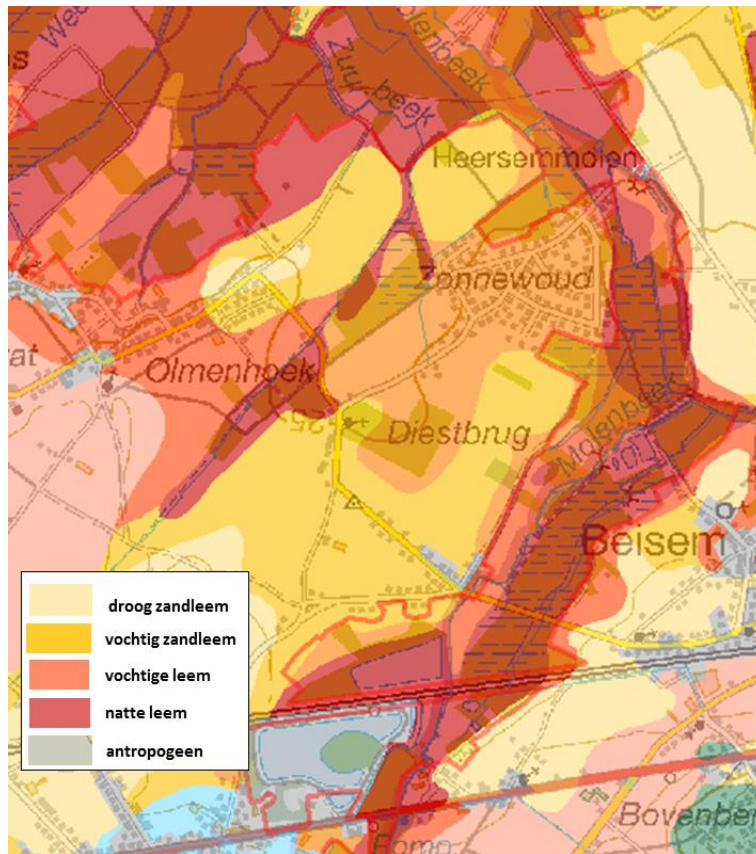
Het overgrote deel van het infiltratiegebied situeert zich onder (intensief uitgebaat) landbouwgebied.

Gezien het mineraalrijke karakter van de watervoerende laag, is de verwachting dat hier mineraalrijk, maar ook met nutriënten aangerijk grondwater zal uittreden in het SBZ-H-deelgebied.



Figuur 81: Infiltratiegebied en indicatieve verblijftijden voor het grondwater dat opkwelt in de Molenbeekvallei (Batelaan 2007)

De bodem bestaat grotendeels uit alluviale natte tot vochtige leem (Figuur 82). Die is in de komgronden zo rijk aan organisch materiaal dat het een venig karakter krijgt. Op een aantal plaatsen is er effectief sprake van het voorkomen van veenafzettingen. Die zijn hier echter niet degelijk in kaart gebracht. Met name in het zuidelijke (west-oost verlopende) deel van de vallei is er veel veen geaccumuleerd maar in het deel dat hier besproken wordt zijn er ook afzettingen tot meer dan een halve meter dik waargenomen. Op de Belgische bodemkaart (Figuur 82) zijn die niet weergegeven.



Figuur 82: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant).

6.6.4 Grondwaterdynamiek

Vergelijkbaar met andere alluviale valleien met kwel, is ook hier een duidelijke ruimtelijke zonering vast te stellen in grondwaterregime (Figuur 83).



Figuur 83: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in een W-O transect door de Molenbeekvallei

De meetpunten op de oeverwal van de Molenbeek (bv. MOLP003) vertonen een amplitude van ruim een meter doorheen het jaar. De meetpunten in de komgrond (bv. MOLP001) vertonen een erg beperkte schommeling doorheen het jaar van een 20-tal cm. In, het gebied zijn er geen trends in het grondwaterregime waar te nemen.

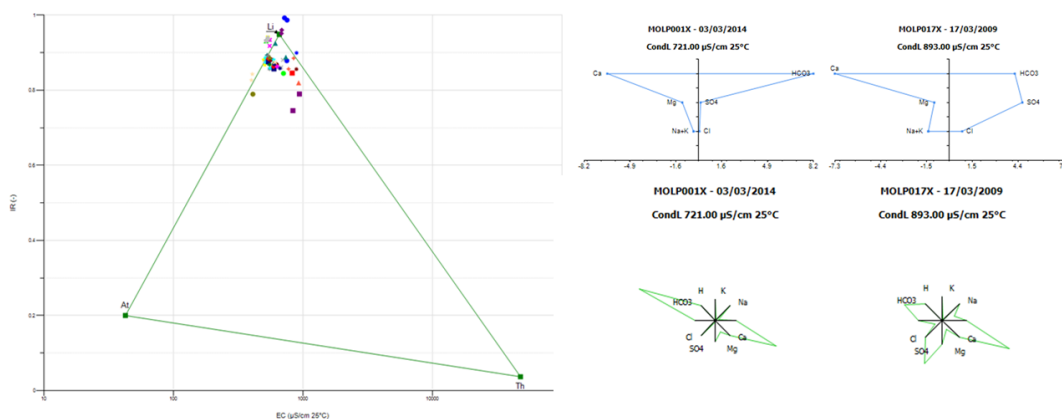
6.6.5 Grondwaterchemie

Zoals kan verwacht worden uit de geohydrologie gaat het hier om uitgesproken mineraalrijk grondwater met hoge EC25 waarden als gevolg van hoge concentraties van o.a. bicarbonaat, calcium, magnesium. De mineralenconcentraties zijn zeker niet zo hoog als in het Torfbroek, maar ze zijn vergelijkbaar met deze van de Dijlevallei ten zuiden van Leuven.

Nutriëntenvruchten zijn over het algemeen vrij laag maar een paar meetpunten (net ten westen van de dorpskern van Beisem vertonen over de volledige bemonsteringsperiode steevast hoge nitraat- (en in mindere mate ook nitriet-) en orthofosfaatconcentraties.

Tabel 12: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Molenbeekvallei Vlaams-Brabant (periode 2000-2014).

# = 55	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	941	7,6	521	0,149	19,56	0,55	0,169	223	57,6	47,8	42,9	169,2	14,42	24,32
90 percent	834	7,5	420	0,015	2,36	0,26	0,018	134	39,7	20,7	3,0	135,1	12,35	4,56
mean	620	7,3	284	0,016	1,59	0,09	0,016	66	24,4	13,2	3,0	104,8	8,39	1,72
10-percent	514	6,9	221	0,005	0,01	0,03	0,010	20	10,5	8,3	0,8	84,5	5,04	0,05
min	401	6,3	52	0,005	0,01	0,03	0,010	6	1,7	6,4	0,2	49,6	4,10	0,05



Figuur 84: EC/IR-, Stiff- & Maucha-diagrammen van het freatische grondwater van de Molenbeekvallei

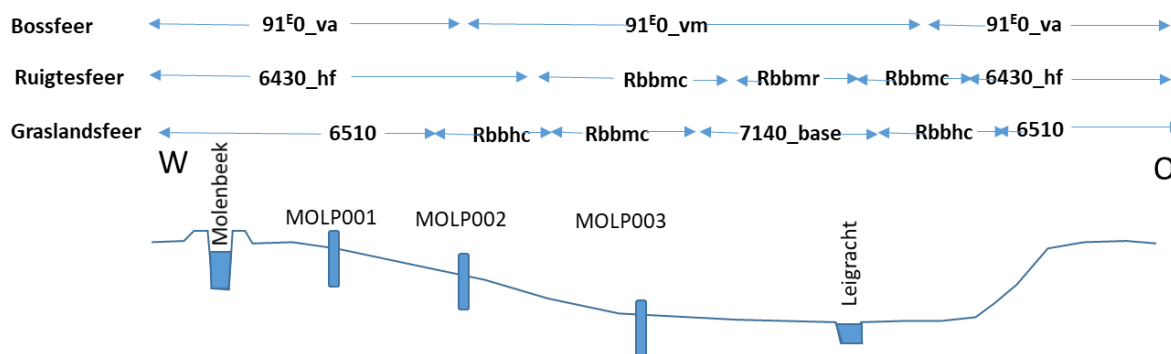
De verhoogde sulfaatconcentraties vallen niet altijd samen met de meetlocaties waarin verhoogde nutriëntenconcentraties gemeten worden. Dat wijst op denitrificatie van insijpelend nitraatrijk grondwater in het grondwatervoedingsgebied. Dat is niet verwonderlijk aangezien nogal wat van dat infiltratiegebied onder landbouw en urbaan gebied ligt. Er lijkt zich evenwel een dalende trend af te tekenen.

6.6.6 Oppervlaktewater

Er zit nog een huishoudelijk afvalwatervrucht op de Molenbeek, die ervoor zorgt dat de beek kwaliteit slecht is. Er zijn echter geen chemische analyseresultaten voorhanden. Via sporadische overstromingen en lekverliezen stroomt af en toe vervuild water in de vallei.

6.6.7 Vegetatiezonering

Het min of meer klassieke beeld van vegetatiezonering voor alluviale valleien met (mineraalrijke) kwel is ook hier aanwezig. Het is niet altijd even goed te zien omdat de vallei erg smal is. Daarom zitten de verschillende grondwaterafhankelijke vegetatiegordels erg compact op elkaar.



Figuur 85: Schema van de vegetatiezonering voor de Molenbeekvallei (Vlaams-Brabant)

In de graslandsfeer komt dat neer op glanshavergraslanden/Grote vossenstaartgraslanden (6510) op de oeverwallen van de Molenbeek (waar ze nog haar natuurlijke loop heeft uiteraard). Die vegetatiegordel gaat geleidelijk over in dottergrasland (rbbhc) naarmate de topografie verder afdaalt richting komgrond. Nog wat lager situeert zich dan een smalle gordel van grote zeggenvegetaties (rbbmc) gevolgd door rietruigte (rbbmr). Aan de andere zijde, richting valleiflank (die hier erg abrupt en steil is) krijg je dezelfde opeenvolging van gordels maar dan nog meer op elkaar gedrukt. Rietruigte is niet direct een vegetatietype in de graslandsfeer. Bij langdurig zomermaaien (10-20 jaar) wordt riet geleidelijk onderdrukt en krijgt de vegetatie naar alle waarschijnlijkheid steeds meer de kenmerken van de mineraalrijke variant van kleine zeggenvegetaties (7140_base - zie ook Dijlevallei ten zuiden van Leuven).

In de ruigtesfeer ontwikkelt zich moerasspirearuigte (6430_hf) op de vochtige en niet al te natte delen van de vallei. In de komgrond ontwikkelt rietruigte die afgezoomd wordt door een smalle gordel grote zeggenvegetaties.

In de bossfeer wordt dat mesotroof elzenbroek (91E0_vm) in de komgronden en vogelkersessenbos (91EO_va) op de oeverwallen en valleiflanken.

6.6.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: In een deel van het gebied is de centrale waterloop, de Molenbeek, artificieel verlegd naar de zijkant van de vallei (omwille van aandrijving van een historische watermolen)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: sporadisch overstroomt de Molenbeek
 - Vervuild oppervlaktewater: omdat de Molenbeek deels verlegd is, sijpelt er soms vervuild rivierwater in de vallei.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten via grondwater is beperkt, vermoedelijk grotendeels te danken aan denitrificatie waardoor sulfaat aangevoerd wordt. Ten westen van de dorpskern van Beisem is er aanrijking van het grondwater met nitraat (ook nitriet) en orthofosfaat.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.



- iv. Lokale drainage: Neen, vrijwel onbestaand hier (door verwaarlozing)
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja en operationeel maar gebeurt handmatig en op vrijwillige basis.
Continuïteit niet verzekerd.

6.6.9 Relevante referenties

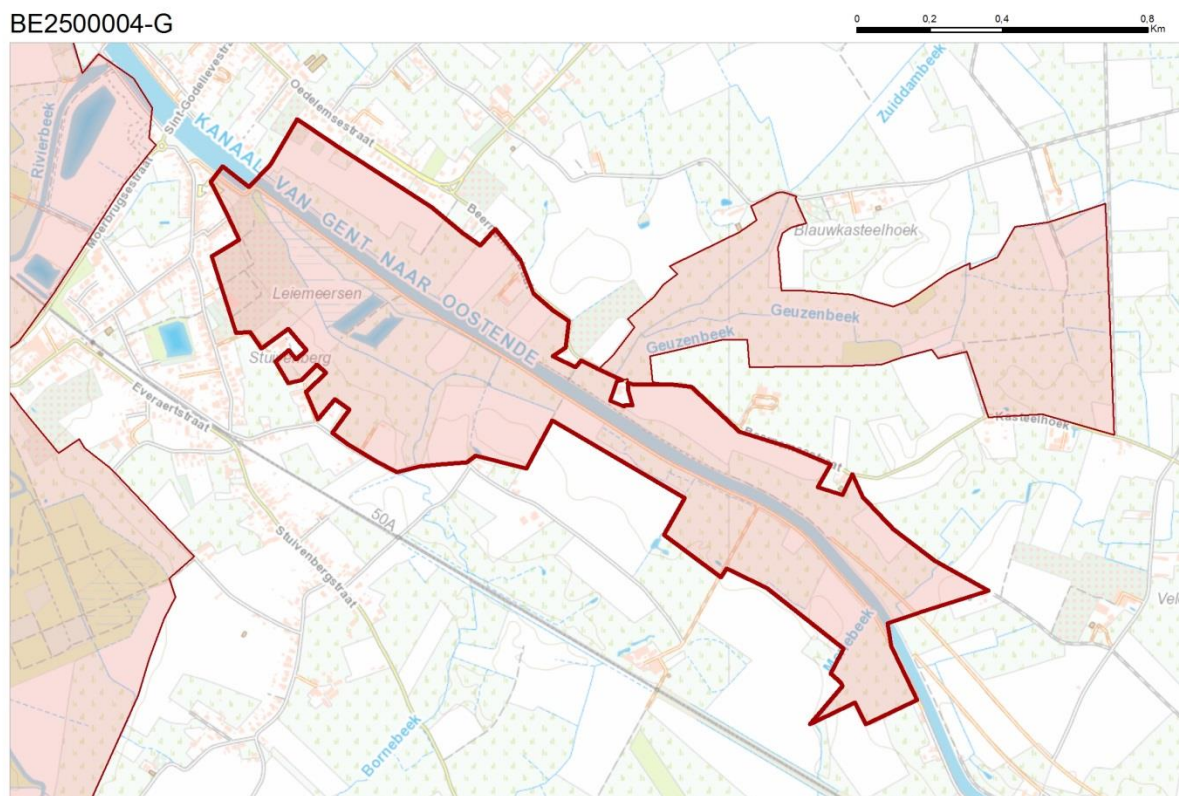
De Becker P. 2007. Ecohydrologie van de vallei van de Molenbeek en het Kastanjebos in Natuurpunt Herent: Kastanjebos en Molenbeekvallei: 25 jaar inzet voor meer natuur in Herent.



6.7 LEIEMEERSEN BE2500004-G

6.7.1 Algemene situering

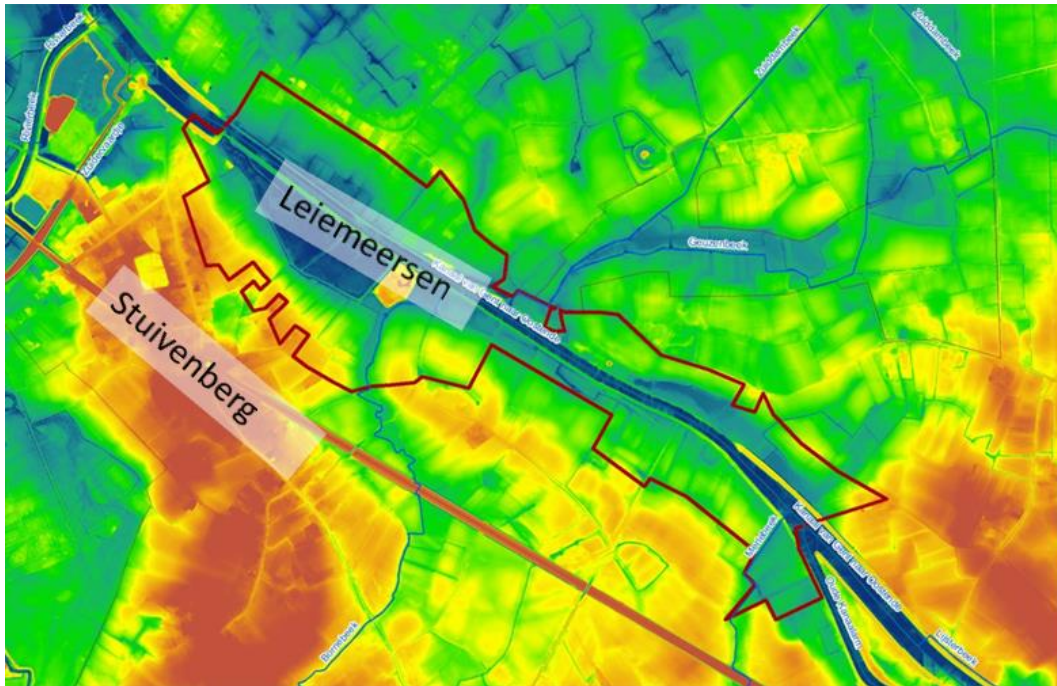
Deze SBZ-H-deelzone is gelegen op 6 kilometer ten zuidoosten van Brugge, net ten oosten van het Centrum van Oostkamp. Het gebied ligt langs de zuidoever van het kanaal Gent Oostende net ten oosten van de brug van Moerbrugge.



Figuur 86: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Leiemeersen

6.7.2 Topografie en Hydrografie

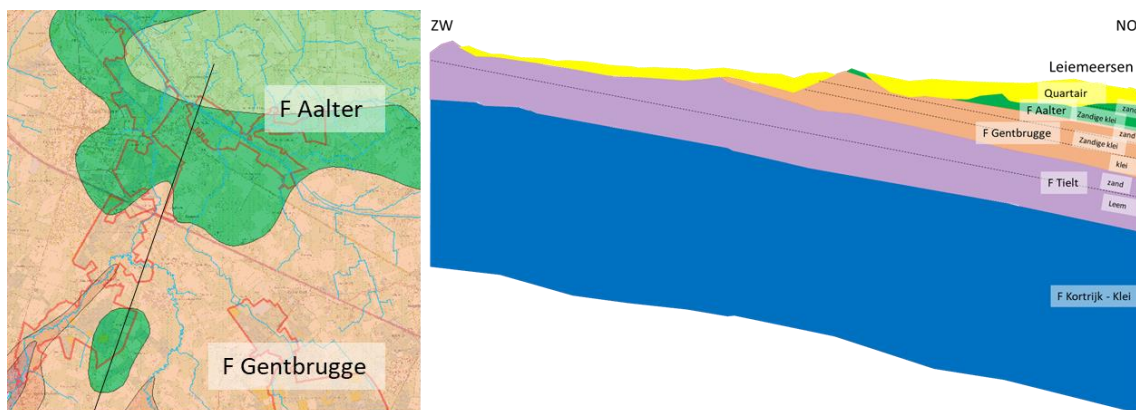
De Leiemeersen liggen in de vallei van de Zuidleie, de historische bovenloop van de Brugse Reien. In die vallei werd tussen Brugge en Beernem in de 13^e eeuw de bedding van het kanaal Brugge-Gent ('Suyleije') uitgegraven, waarvan actueel enkel nog afgesneden armen van de Zuidleie aan beide zijden van het kanaal resteren. De meersen in de Vallei van de Zuidleie, de Leiemeersen, worden door het kanaal opgedeeld in een noordelijk en zuidelijk deel. Het noordelijk deel omvat ook de Geuzenbeek, een kunstmatige waterloop die een natuurlijke depressie in het historische Beverhoutsveld ontwaterd en in het kanaal uitmondt. In het zuidelijk deel mondden de Bornebeek en de Merlebeek in de historische Zuidleie (nu het kanaal) uit. De Stuivenberg, ten zuiden van de Leiemeersen, is een langgerekte hoogte (een langgerekt heuveltje in feite) die het interfluvium vormt tussen de Bornebeek en de Rivierbeek. De Leiemeersen zelf liggen op ca. 6 m TAW en vormen het laagste deel van het landschap. De Stuiven-"berg" is in feite slechts een lage verhevenheid die een hoogte van 9m TAW bereikt. Met de aanleg van het kanaal Gent-Oostende werd de hydrografie in deze regio grondig gewijzigd/verstoord, in die mate zelfs dat er van de oorspronkelijke hydrografie niet veel meer over blijft. Enkel de zone van de Leiemeersen ten zuiden van het kanaal wordt hieronder toegelicht.



Figuur 87: Detailtopografie voor de Leiemeersen

6.7.3 Geohydrologie

De tertiaire geologie, die van belang is voor het hydrologische systeem van de Leiemeersen, bestaat hoofdzakelijk uit de afzettingen van de formatie van Aalter en Gentbrugge en in mindere mate ook de formatie van Tielt. Bovenaan zijn dat van 'jong' naar 'oud' de kalkrijke zanden van het lid van Oedelem en de zandige klei van het lid van Beernem; beide vormen samen de formatie van Aalter. Daaronder zitten (opnieuw van jong naar oud) de zanden van het lid van Vlierzele, de zandige klei van het lid van Pittem en ten slotte de klei van het lid van Merelbeke. Deze drie lagen samen vormen de formatie van Gentbrugge. De formatie van Aalter en Gentbrugge werd vroeger "Paniseliaan" genoemd. Daaronder zitten zanden en leem van de formatie van Tielt en ten slotte wordt het systeem onderaan hydrologisch afgesloten door de klei van de formatie van Kortrijk. Alle lagen hellen zachtjes af in noordelijke richting.



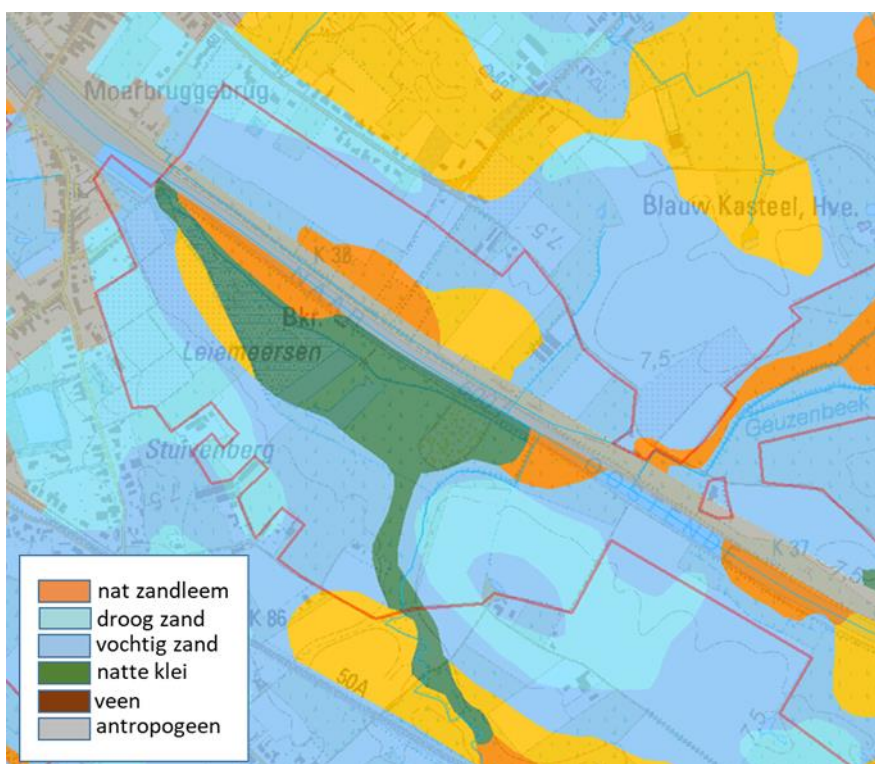
Figuur 88 Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van de Leiemeersen.

De voornaamste grondwaterbewegingen die van belang zijn voor het ecohydrologisch functioneren van de Leiemeersen spelen zich af in de formaties van Aalter en Gentbrugge en in het Quartair. Ze zorgen voor een toestroom van grondwater richting Leiemeersen, dat daar

uittreedt onder de vorm van mineraalrijke kwel. Dat is ook te zien aan de beperkte grondwaterfluctuaties op jaarbasis (zie Figuur 90). In de zanden van Vlierzele zijn de peilen ten zuiden van de SBZ-H-deelzone hoger dan in de vallei zelf. Er is met andere woorden sprake van kwel op die uittreedt ter hoogte van de Leiemeersen. Voor het gebied is er geen regionaal grondwatermodel beschikbaar waaruit het grondwatervoedingsgebied kan worden afgeleid. Uit de geohydrologische gegevens valt af te leiden had het toestromende grondwater vanuit het zuiden naar dit gebied toestroomt, vanuit de zgn. Stuivenberg, een noordwestelijke uitloper van de cuesta van Hertsberge-Aalter (zie ecohydrologische bespreking van het Sint Pietersveld elders in dit rapport). De Stuivenberg ligt net op de noordrand van die cuesta.

In de Leiemeersen zelf is er geen quartair dekzand te vinden, daar ligt alluviale klei, dat vermoedelijk werd afgezet door de Bornebeek direct op het tertiair. Dat alluvium varieert in dikte van een halve meter tot een paar meter. Aan de randen wigt deze afzetting uit. In de onmiddellijke omgeving is er wel (niet alluviaal) quartair te vinden. Daar is de bodem grotendeels zandig (Figuur 89). Zowel de onderste delen van het quartair als de daaronder gelegen zanden van de formatie van Oedelem zijn mineraalrijk.

Door de relatief kleine grondwatertafelschommelingen in het vlakke en diepste deel van het gebied accumuleerde er destijds, en de laatste jaren opnieuw, organisch materiaal (veenvorming). Dat is in feite in een komgrond van de Bornebeek. Deze venige afzettingen zijn niet op de bodemkaart terug te vinden (Figuur 89) maar zijn wel degelijk aanwezig.



Figuur 89: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Leiemeersen

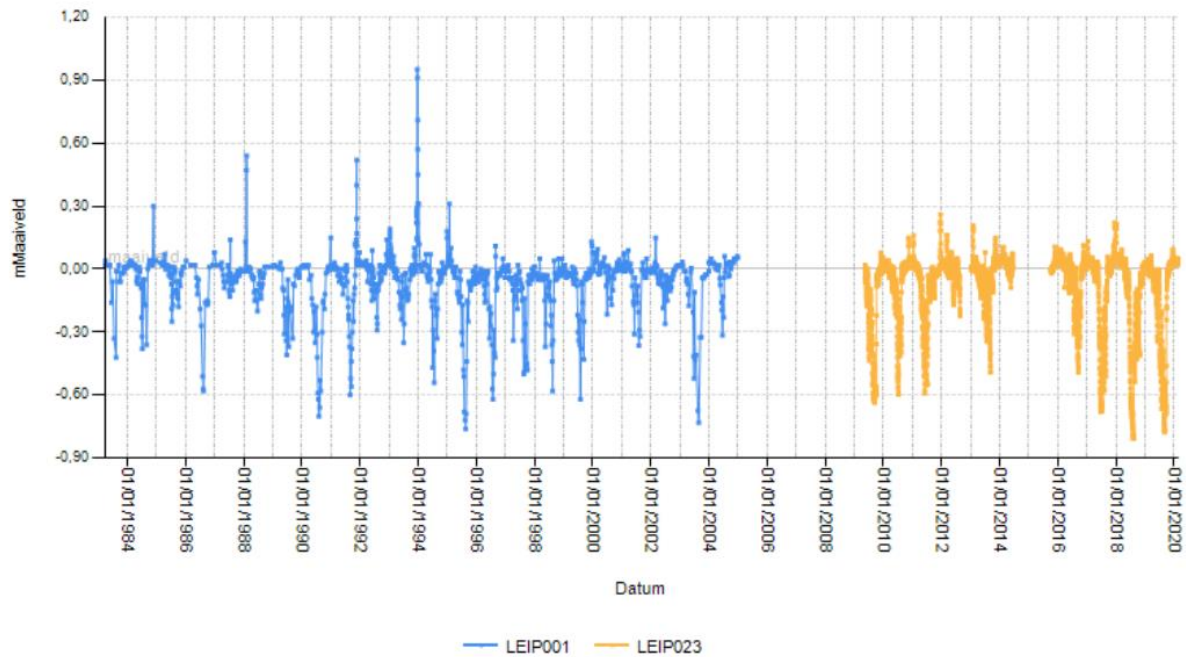
Hoewel de belangrijkste hydrologische bewegingen zich in het zgn. Paniseliaan afspelen, is er toch een belangrijke negatieve impact op dit systeem als gevolg van grondwaterwinningen op grotere diepte. Uit een geohydrologische studie (Walraevens 1995) blijkt dat er in de zanden van het lid van Egem (formatie van Tielt) sprake is van beïnvloeding van de stijghoogten van het grondwater onder invloed van de vele diepere grondwaterwinningen in die afzetting. Aangezien er geen goede afdichting is tussen deze formatie en de bovenliggende formaties,



infiltrereert een deel van het grondwater uit de formaties van Gentbrugge en Aalter naar de dieper gelegen formatie van Tielt, wat de hoeveelheid toestromend kwelwater in de Leiemeersen doet afnemen. Er zijn een paar tientallen vergunde grondwateronttrekkingen actief in dit gebied. De filterstellingen van de meerderheid van die winningen zit vermoedelijk (de diepte van de filterstelling is niet altijd bekend) in de zanden van het lid van Egem. Het cumulatieve effect ervan om de kwelflux naar de Leiemeersen is niet bekend. Er is alleen zeker geweten dat er een negatief effect bestaat.

6.7.4 Grondwaterdynamiek

De grondwatertafelschommelingen op jaarbasis bedragen in het grootste deel van het gebied ca. 40-60 cm op jaarbasis. Uiteraard zit er een gradiënt van sterker schommelende grondwaterpeilen tegen de zuidrand van het gebied (op de noordflank van de Stuivenberg) naar minder sterk fluctuerende peilen in de vallei zelf. Dat heeft alles vandoen met toestromend grond/kwelwater in het gebied loodrecht op de vroegere Zuidleie, en het niet meer functioneel zijn van de drainagestructuren. De belangrijkste afwateringsgracht wordt gestuwd. Het gebied draineert, via die afwateringsgracht gravitair via een terugslagklep op de oude arm van de Zuidleie naar het kanaal Gent-Oostende. Het heeft er alle schijn van dat de grondwatertafelschommelingen de laatste jaren verder afnemen.



Figuur 90: Tijdreeks van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de Leiemeersen (t.o.v. maaiveld)

In Figuur 90 wordt een lange tijdreeks weergegeven van de freatische grondwaterpeilen in het gebied. In 2009 werd de meetreeks van het meetpunt LEIP001 geautomatiseerd in een naastliggend meetpunt met dezelfde configuratie waardoor de metingen als één doorlopende reeks kunnen gezien worden. Gedurende het winterhalfjaar treden er regelmatig overstromingen op. Dat is voornamelijk afkomstig van grondwater en neerslagwater dat vertraagd afgevoerd wordt uit het gebied.



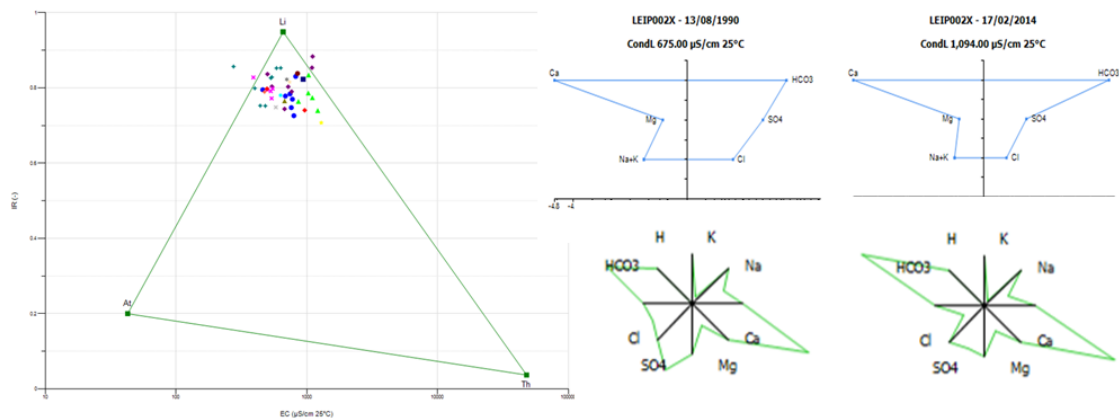
6.7.5 Grondwaterchemie

De hoge mineralenrijkdom heeft alles te maken met de oorsprong van het uittredende grondwater. Het komt uit mineraalrijke tertiair geologische afzettingen en de schelprestenrijke onderlaag in de quataire afzettingen. Het ondiepe grondwater in de Leiemeersen is uitgesproken mineraalrijk en al bij al nutriëntenarm.

De orthofosfaat concentraties zijn sporadisch lichtjes verhoogd, nitrietconcentraties zijn quasi onbestaande, en de nitraatconcentraties zijn laag. De verhoogde sulfaatconcentraties wijzen wel op een latent probleem met nitraatinfiltratie, afkomstig van overbemesting in het grondwaterinfiltratiegebied, ten zuiden van de Leiemeersen.

Tabel 13: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de Leiemeersen (periode 1990-2014).

# = 43	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1288	7,9	608	0,22	0,034	9,27	0,248	212	110,0	77,7	151,0	251,0	20,50	13,00
90-percen	1081	7,7	441	0,07	0,015	0,35	0,046	129	84,5	36,2	14,2	171,4	15,21	3,80
mean	706	7,2	312	0,03	0,011	0,35	0,028	70	52,5	27,1	7,4	113,7	10,08	1,75
10-percen	463	6,8	198	0,01	0,005	0,01	0,005	30	26,0	17,5	0,2	69,2	6,03	0,05
min	275	6,5	130	0,01	0,005	0,01	0,005	19	13,0	14,0	0,1	36,0	4,30	0,05



Figuur 91: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Leiemeersen

De infiltrerende nitraat verdwijnt grotendeels via denitrificatie over pyriet (FeS) met vrijstelling van sulfaat. Zowel de nutriëntenconcentraties als de sulfaatconcentraties zijn in de loop van de voorbije decennia gevoelig gedaald. Ondanks de daling blijven de sulfaatconcentraties nog steeds vrij hoog hier. Er moet bijgevolg nog steeds sprake zijn van overbemesting en weglekken van nitraten van onder intensief bewerkte landbouwgronden in het infiltratiegebied.

6.7.6 Oppervlaktewater

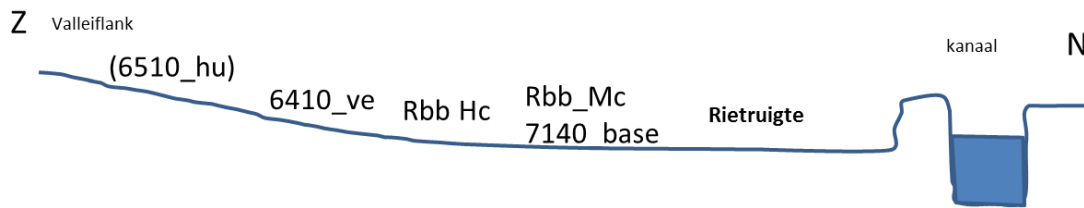
Niet relevant hier

6.7.7 Vegetatiezonering

De vegetatiezonering is zeer sterk vergelijkbaar met die van andere alluviale valleien met kwel. Het vochtige tot iets drogere deel van het transect is in intensieve landbouwuitbating en komt bijgevolg niet tot uiting. Een uiterst smalle rand van 6510_hu grasland is aanwezig in de zuidrand van het gebied. Iets lager in de serie komt veldrusgrasland (6410_ve) voor gevolgd door dottergrasland (rbb_Hc). Nog lager ontwikkelen zich grote zeggevegetaties en waar het



water niet boven het maaiveld uitkomt de basische variant van de kleine zeggenvegetaties (7140_base). Naar alle waarschijnlijkheid fluctueert het grondwaterpeil nog net iets te veel opdat 7140_base optimaal kan ontwikkelen. In het absoluut natste deel ontwikkelt een rietland/rietruigte.



Figuur 92: Schema van vegetatiezonering in de Leiemersen

6.7.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- vii. Structurele ingrepen: Door de aanleg van het Kanaal Gent-Oostende is de oppervlaktewaterhuishouding in het gebied grondig gewijzigd.
- viii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: lijkt niet echt een probleem te zijn, geen meetgegevens beschikbaar.
 - Oppervlaktewater: waarschijnlijk niet belangrijk, geen meetgegevens beschikbaar.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitriet, nitraat en orthofosfaat is momenteel beperkt (was historisch gevoelig hoger), maar de sulfaatgehalten zijn wel hoog meer dan waarschijnlijk omwille van overbestedingsprobleem in het grondwater infiltratiegebied.
- ix. Grondwaterwinning: Rond de SBZ-H-deelzone zijn er veel (soms substantiële) grondwaterwinningen aanwezig. Het cumulatieve effect is niet bekend. Het lijkt echter wel te bestaan, maar werd niet bestudeert.
- x. Lokale drainage: In het gebied is drainagestructuur aanwezig maar die wordt gestuwd waardoor die niet meer functioneel is
- xi. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- xii. Meetnet: een beperkt meetnet bestaat maar gegevens niet beschikbaar.

6.7.9 Relevante referenties

Walraevens C. 1995 Hydrogeologisch onderzoek naar de gevolgen voor natuurherstel in de "Leiemersen" te Oostkamp van de aanwezigheid van een oud huisvuilstort

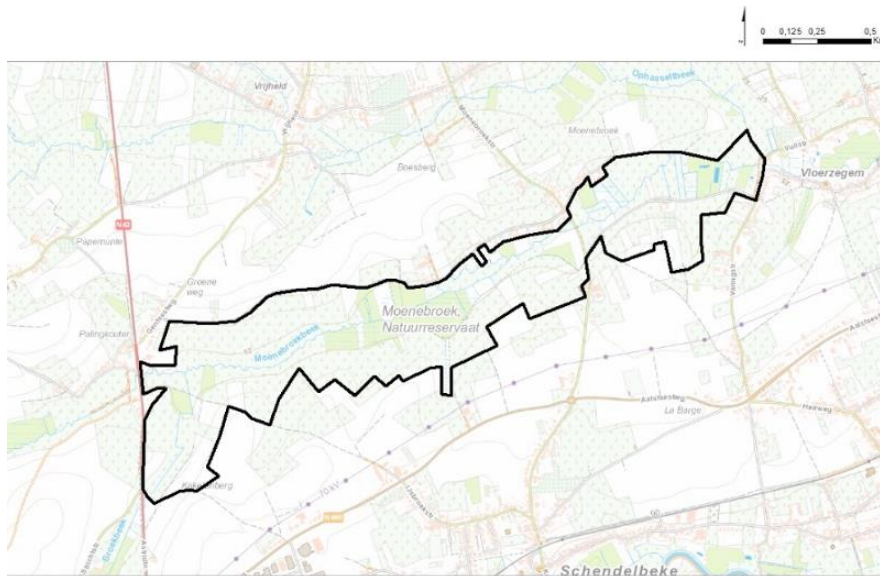
Gryseels M. & Hermy M. 1988 Derelict marsh and meadow vegetation of the Leiemersen at Oostkamp (prov. West-Vlaanderen). Bull. Roy. Soc. Belg. 114: 125-139.

7 ECOHYDROLOGISCH TYPEGEBIED “ALLUVIALE VALLEI MET WEINIG KWEL”

7.1 MOENEBROEKEN BE2300007-D

7.1.1 Algemene situering

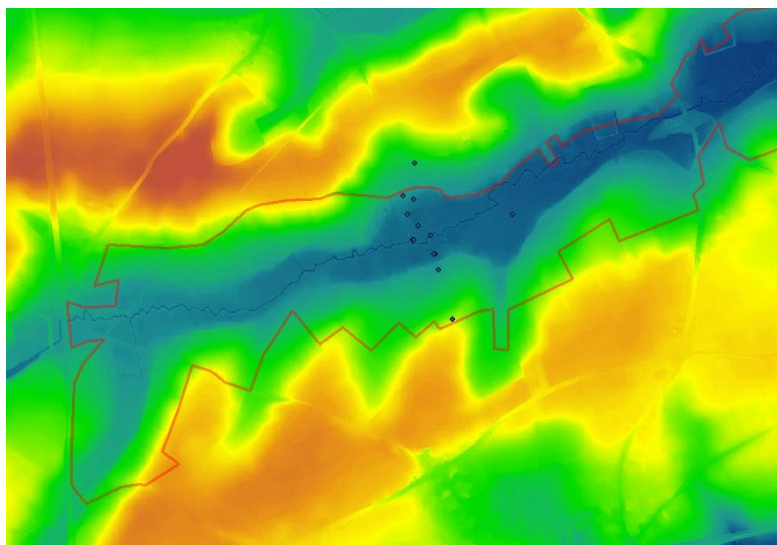
De Moenebroeken is een privaat erkend natuurgebied gelegen op ca 4 km ten noorden van Geraardsbergen.



Figuur 93: Algemene situering Moenebroeken binnen het SBZ-H deelgebied

7.1.2 Topografie en Hydrografie

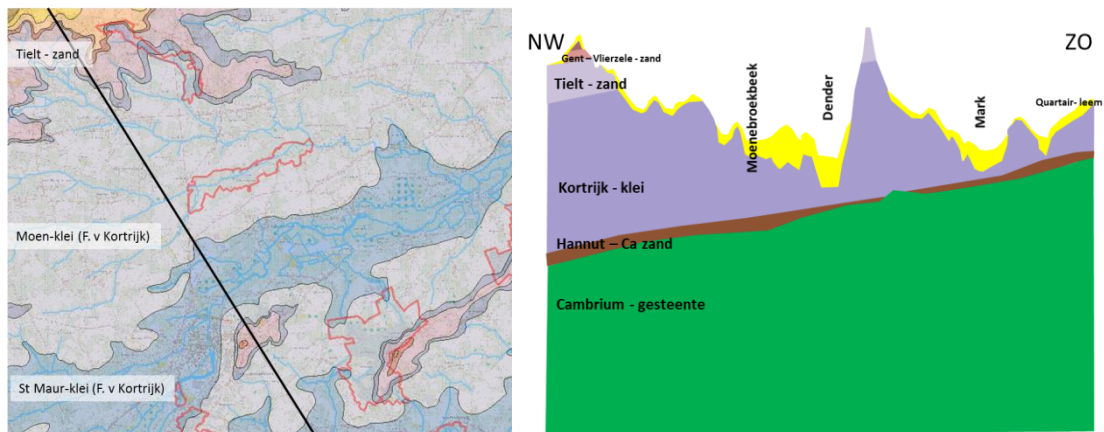
Het gebied is gelegen in een vrij kleine zijvallei van de Dender, de Moenebroekbeekvallei.



Figuur 94: Algemeen beeld van de topografie van de Moenebroeken

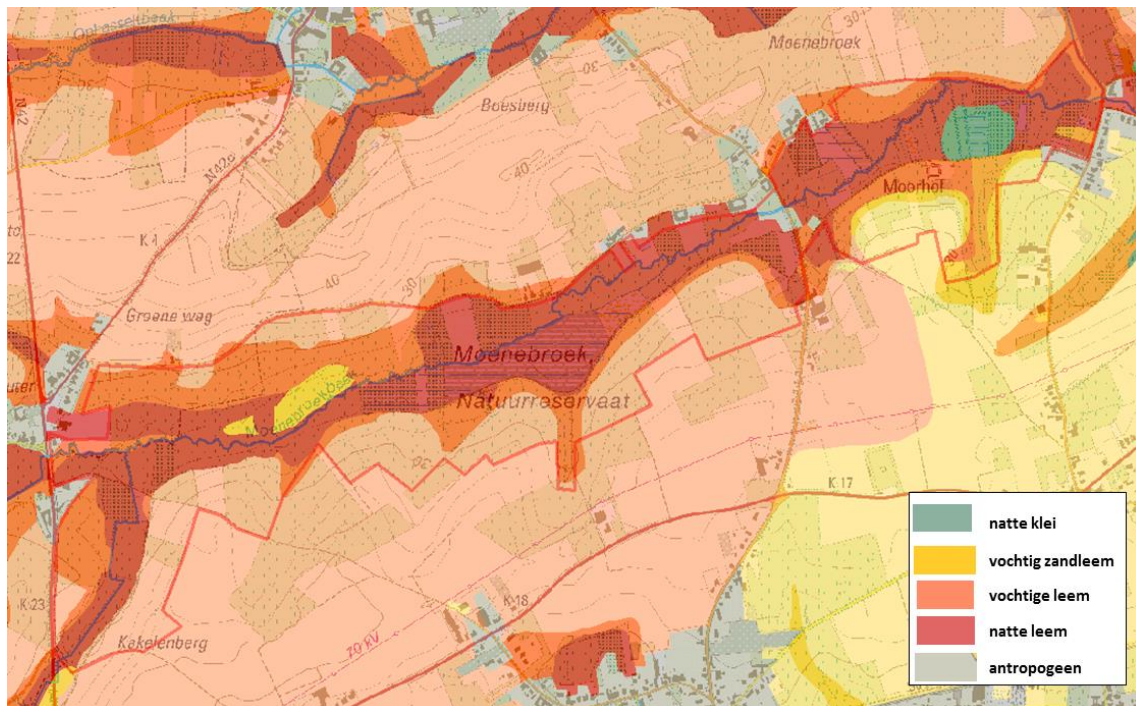
7.1.3 Geohydrologie

De vallei is hier ingesneden in de klei van de formatie van Kortrijk (Lid van Moen). Daarbovenop ligt een dikke quartaire alluviale leemafzetting (Figuur 95). Dat betekent dat er nauwelijks tot geen regionale grondwatervoeding in het gebied optreedt; grondwaterstromingen doorheen een dik kleipakket zijn immers erg beperkt. De grondwaterpeilen in de Moenebroeken worden hoofdzakelijk bepaald door het al dan niet functioneren van het lokale drainagenetwerk en van eventuele bijmenging van dikkere zandlagen in het quartaire dek.



Figuur 95: Detail van de tertiair geologische kaart voor de Moenebroeken en omgeving. Linksbovenaanzicht met indicatie van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)

In de Moenebroeken is dat drainagenetwerk beperkt tot kleinere greppels die de voorbije decennia onregelmatig tot nauwelijks onderhouden werden. Karakteristiek voor de Klei van Moen is de gelaagdheid met zandafzettingen. Daarin kan grondwater horizontaal bewegen wat aanleiding geeft tot het optreden van bronnetjes.



Figuur 96: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Moenebroeken en omgeving

Aan de zuidrand van de vallei treden, topografisch gezien net boven de alluviale afzettingen sporadisch bronnen op. Op de grens tussen alluvium en colluvium treedt dan grondwater puntsgewijs uit en daar sijpelt een klein bronbeekje uit waarvan het water verder diffuus wegsijpelt in de vallei.

De bodem bestaat hoofdzakelijk uit vochtige tot natte leem en uitzonderlijk een vlekje zandleem of klei (Figuur 96).

7.1.4 Grondwaterdynamiek

Afwezigheid van toestromend en in de vallei uittredend grondwater (~kwel) betekent in veel gevallen vrij grote grondwatertafelschommelingen aangezien de grondwaterstands dalingen als gevolg van evapotranspiratie gedurende het zomerhalfjaar niet of slechts in zeer beperkte mate gecompenseerd worden door toestroming van grondwater. Indien er geen drainage aanwezig is, kan grondwater wel stagneren in depressies en dus relatief weinig fluctueren. Dat is zeker het geval waar er kleine bronnetjes uittreden zoals ook hier (MOEP012).



Figuur 97: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen (m-mv) voor de Moenebroeken

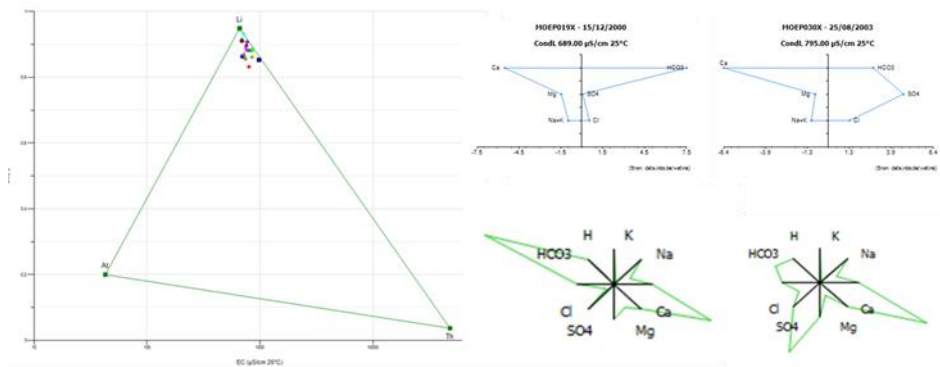
7.1.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier in regel mineraalrijk wat af te leiden valt uit de Tabel 14. Het gaat hier over chemische analyses van grondwaterstalen uit de periode 2000-2003. Recentere gegevens zijn hier niet beschikbaar. Hier worden bijzonder hoge calcium en magnesium-concentraties gemeten. De concentraties van nutriënten in het grondwater zijn verhoogd maar behoren zeker niet tot de hoogste concentraties van Vlaanderen. Uit de sporadisch sterk verhoogde sulfaatconcentraties gecombineerd met verhoogde nitriet en orthofosfaatconcentraties, valt af te leiden dat er plaatselijk (meer dan waarschijnlijk) instroom is van huishoudelijk afvalwater, rioleringen of dierlijke mest. De sulfaatconcentraties in het grondwater (in 2003) zijn slechts licht verhoogd, in vergelijking met waarden die in die periode in valleigebieden de rest van Vlaanderen gemeten werden.

Tabel 14: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het grondwater in de Moenebroeken (periode 2000-2003).

#20	EC25	pHF	HCO3	P-PO4	N-NO2	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	978	7,9	560	0,100	0,240	4,90	1,10	221	53,0	27,0	5,1	174,0	26,80	6,45
90-percent	877	7,8	457	0,052	0,150	2,23	0,38	80	46,0	22,5	4,2	159,8	22,94	1,43
mean	785	7,5	389	0,022	0,065	0,77	0,20	55	31,9	15,5	1,8	139,0	18,71	0,80
10-percent	695	7,2	299	0,010	0,010	0,05	0,04	23	18,7	9,9	0,4	123,4	14,64	0,02
min	689	7,0	135	0,005	0,010	0,03	0,04	2	15,0	9,6	0,4	110,0	9,89	0,01

Doorsijpelen van met nitraat aangerijkt grondwater is in deze regio niet aan de orde gezien de regionale verplaatsingen van grondwater erg beperkt zijn. Het is dus aannemelijk dat bij hoge concentraties er een probleem is met inspoeling van nutriënten via rioleringswater en drainagewater vanuit omliggende landbouwpercelen.



Figuur 98: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder)diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Moenebroeken

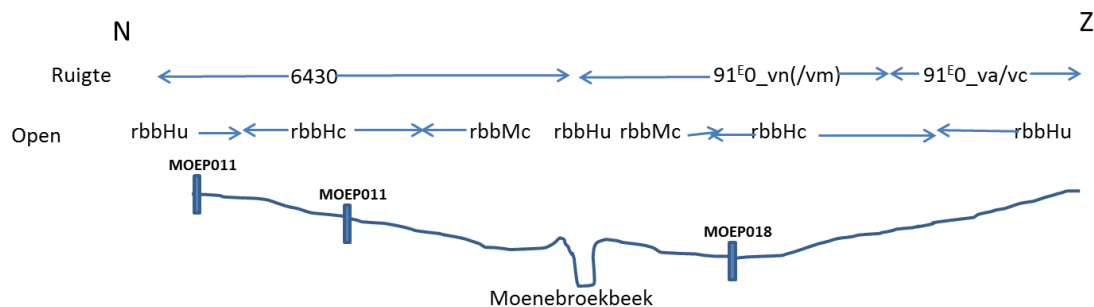
Op een EC/IR diagram (Figuur 98) zitten de chemische samenstellingen van de grondwaterstalen in dit gebied allemaal in de tophoek (Lithotroof water). Ondanks de zeer korte verblijftijd van het grondwater in de ondergrond (regenwater wordt immers snel weer afgevoerd via het drainagenetwerk) is het grondwater toch erg mineraalrijk als gevolg van het contact met de alluviale leem en klei. Op de Stiff- en Maucha diagrammen valt sporadisch een “sulfaatbuikje” te bekennen (MOEP030), hoewel dit een uitzondering blijft

7.1.6 Oppervlaktewater

Er zijn geen gegevens bekend over de kwaliteit van de Moenebroekbeek, noch over de overstromingsfrequentie, -duur en -diepte.

7.1.7 Vegetatiezonering

Hier is, met wat goede wil, toch een klassieke vegetatiezonering terug te vinden van alluviale valleien met Glanshavergraslanden (6510_hu of rbbHu) op de drogere valleigedeelten. Van oeverwallen is hier niet echt sprake; de glanshavergraslanden zijn dan ook doorgaans op de colluviale terreinen te vinden. Dit vegetatietype kan tot diep in de vallei voorkomen als het lokale drainagenetwerk goed onderhouden is. Op de iets nattere terreinen (depressies die niet goed ontwaterd zijn) komen dottergraslanden (rbbHc) voor, evenwel zonder kwelsoorten als bosbies, grote egelskop of holpijp die karakteristiek zijn voor alluviale valleien met kwel meer naar het oosten in Vlaanderen. Nog iets lager in de vallei komt dan een gordel grote zeggevegetaties (rbbMr) voor (hier voornamelijk met scherpe zegge en oeverzegge). Ten slotte komt ook nog mesotroof elzenbroek (91EO_meso) in de komgronden (hier gedomineerd door scherpe en oeverzegge, en occasioneel goed ontwikkelde pluimzeggepopulaties). Echter, hier in de Moenebroeken gaat het voornamelijk om ruigtevegetaties, waardoor de graslandtypen vervangen zijn door Moerasspirearuigten (6430). Zowel glanshavergrasland als dottergrasland evolueert naar moerasspirearuigte bij minder frequent beheer.



Figuur 99: Schema van de vegetatiezonering voor de Moenebroeken

Het mesotroof elzenbroek is hier eveneens sterk verzuurd als gevolg van nutriënteninstroom in het gebied waardoor er heel wat ruigtekruiden in de kruidlaag domineren; dat wordt dan als ruigte-elzenbroekbos (91E0_vn) gequoteerd. Zonder die nutriënten heeft het er alle schijn van dat hier mesotrofe elzenbroeken tot ontwikkeling zouden moeten kunnen komen.

In de sporadisch voorkomende bronbeekjes aan de zuidrand van de vallei, wordt verspreidbladig goudveil en bittere veldkers aangetroffen (91E0_Vc). Hoger op de valleiflank wordt elzenbroekbos dan Vogelkers-essenbos (91E0_va).

7.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – zeer occasioneel en vermoedelijk niet erg relevant
 - Rioleringswater – vormt hier een belangrijke bron van nutriënten
 - Via grondwater – Ja, vermoedelijk plaatselijk drainagewater vanuit het omliggende landbouwgebied.
- iii. Grondwaterwinning: Neen
- iv. Lokale drainage: Ja maar niet echt betekenisvol
- v. Beperken evapotranspiratie: lijkt niet nodig; gewenst?
- vi. Meetnet: Ja vroeger aanwezig maar voor zover bekend niet meer operationeel

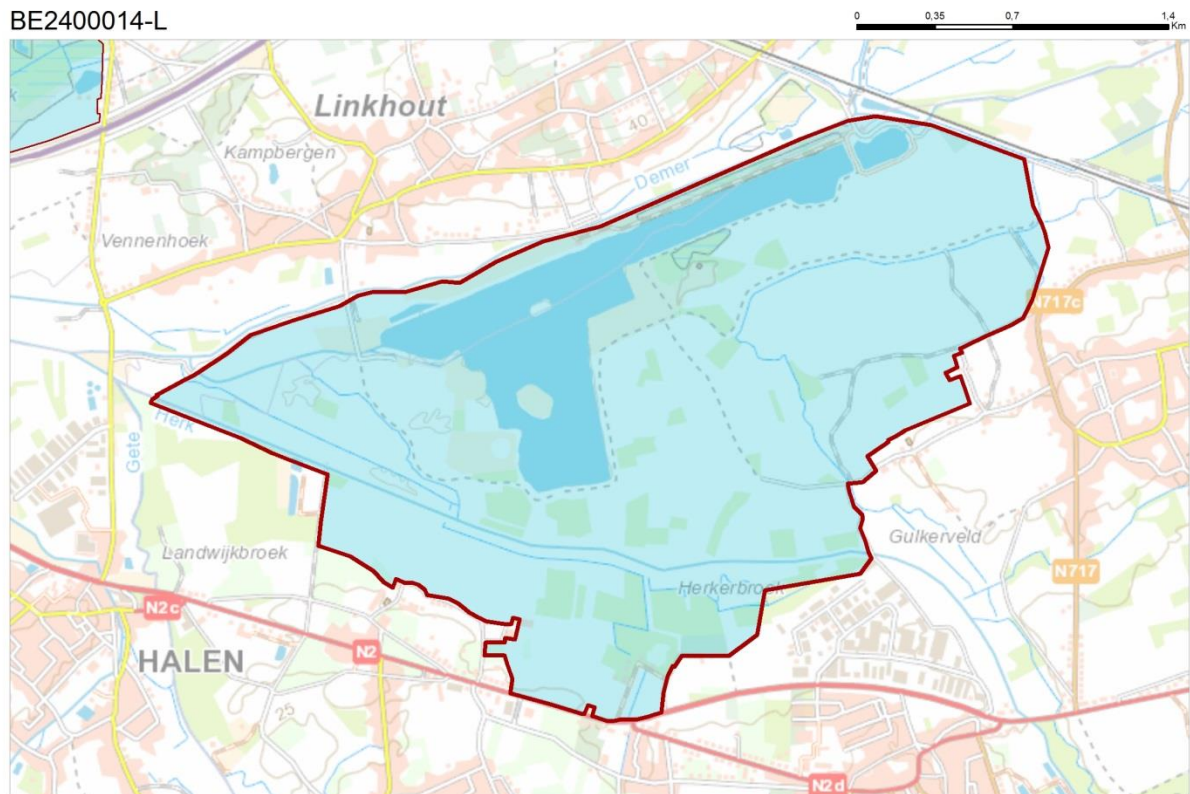
7.1.9 Relevante referenties

De Loose L. 1993 Een studie van de vegetatie van de vallei van de Moenebroeken (Geraardsbergen, Oost-Vlaanderen). Eindwerk voorgedragen voor het behalen van de graad van licentiaat in de biologie UGent

7.2 DEMERVALLEI – SCHULENSBROEK BE2400014-L

7.2.1 Algemene situering

Schulensbroek is gelegen aan de westgrens van de provincie Limburg. Hier in de omgeving grenzen de Kempen, de Leemstreek en het Hageland aan mekaar. De ruime omgeving van het Schulensbroek heeft dan ook kenmerken van die drie regio's. Bij de aanleg van de E314 destijds was er een negatieve grondbalans. Om die reden werd er dan ook grond gewonnen in dit gebied, waardoor de artificiële plas, het Schulensmeer, is ontstaan. Later is het gebied ingericht als een ingedijkt wachtbekken (het zgn. binnenbekken) en een ruim bijkomend deel als overstromingsgebied (het zgn. buitenbekken).

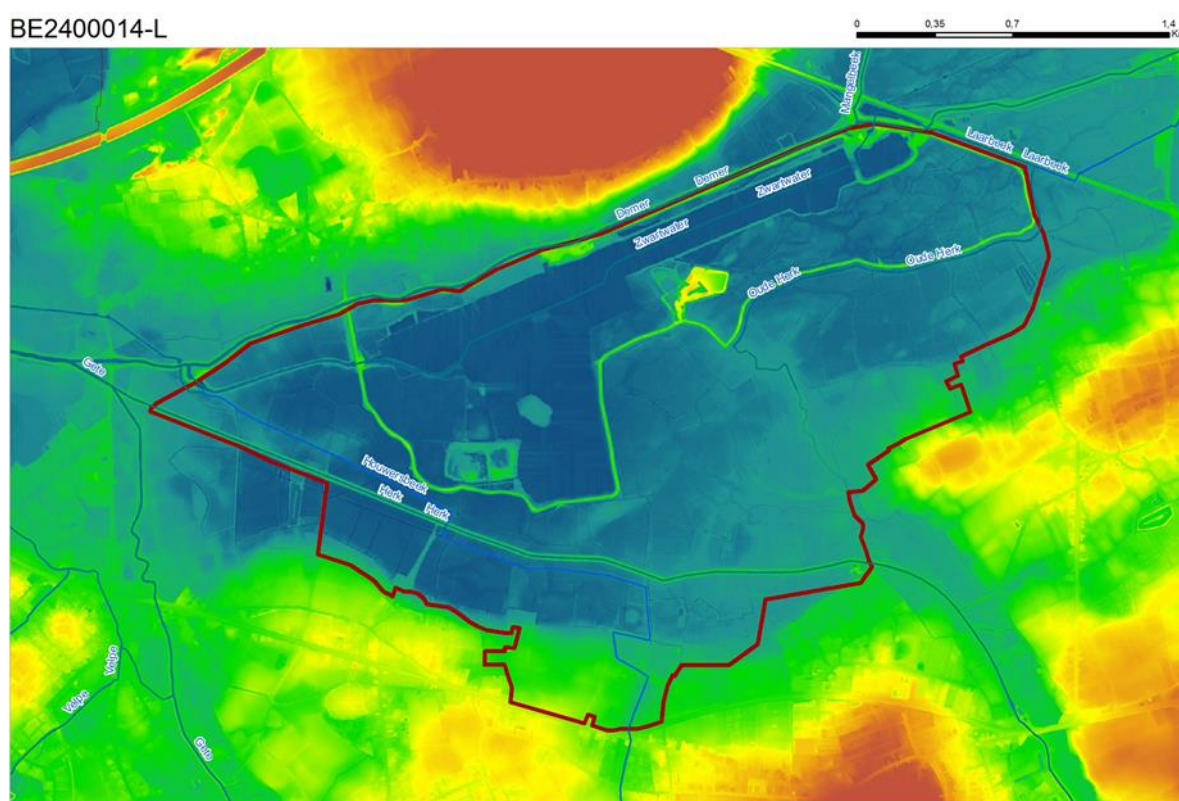


Figuur 100: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Schulensbroek

De vallei van de Mangelbeek is een typisch kempisch beekdal maar ligt zo goed als volledig ten oosten van de SBZ-H-deelzone van het Schulensbroek. De samenvloeiing van de Mangelbeek met de Demer lag inderdaad vroeger in het Schulensbroek, maar is met de rigoureuze normalisatiewerken van halverwege vorige eeuw verlegd naar de oostkant van de spoorlijn Diest-Hasselt. Dat gebied noemt in feite Lummensbroek, en is de uiterste westgrens van het gebied waar de beekdalen eigenlijk behoren tot het type van de Kempense beekdalen. Schulensbroek ligt net ten westen van die zone. Het gebied ontvangt de Demer, Herk, Velp en Gete, die allemaal vanuit het zuidelijk gelegen Haspengouw komen. Alle rivieren die van daar komen zijn typisch alluviale rivieren, met grote piekdebieten en dito sedimentvrachten. Helemaal anders dan het vrij constante debietskarakter van een nagenoeg sedimentloze Mangelbeek.

7.2.2 Topografie en Hydrografie

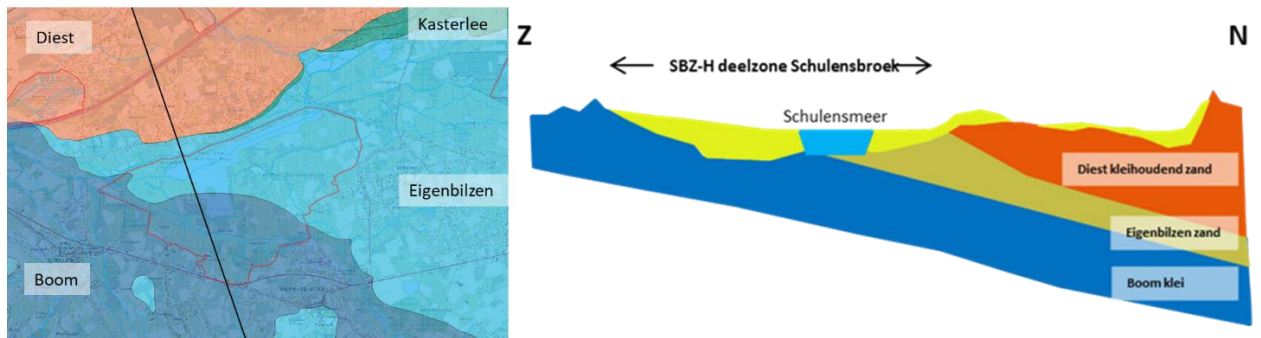
Het Schulensbroek is dus het samenvloeiingsgebied van de Herk, de Velpe, de Gete, de Demer en de Mangelbeek. Al deze waterlopen werden de voorbije eeuw zeer grondig verlegd met het oog op het in cultuur brengen van dit historisch natte gebied. De verlegging van de verschillende waterlopen nam hier zo'n omvang aan dat er van de natuurlijke ligging van die waterlopen helemaal niets meer overblijft. De Demer is naar het noorden verschoven, de Herk naar het zuiden en het westen. De Mangelbeek werd een stuk korter gemaakt. Waar vroeger de Herk, Demer en Mangelbeek samenstromden, ligt nu het Schulensmeer. In dit gebied werden tientallen kilometers drainagegrachten aangelegd. De waterhuishouding vandaag is dan ook grotendeels artificieel. Ook het overstromingsregime. Het Demerwater wordt bij piekafvoer actief in het meer gepompt (pompgemaal Linkhout) en afhankelijk van het aangediende peildebiet wordt alleen het binnenbekken dan wel een deel van het buitenbekken aangesproken voor tijdelijk stockage van oppervlaktewater. Het ledigen van het overstromingsgebied gebeurt gravitair.



Figuur 101: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van het Schulensbroek

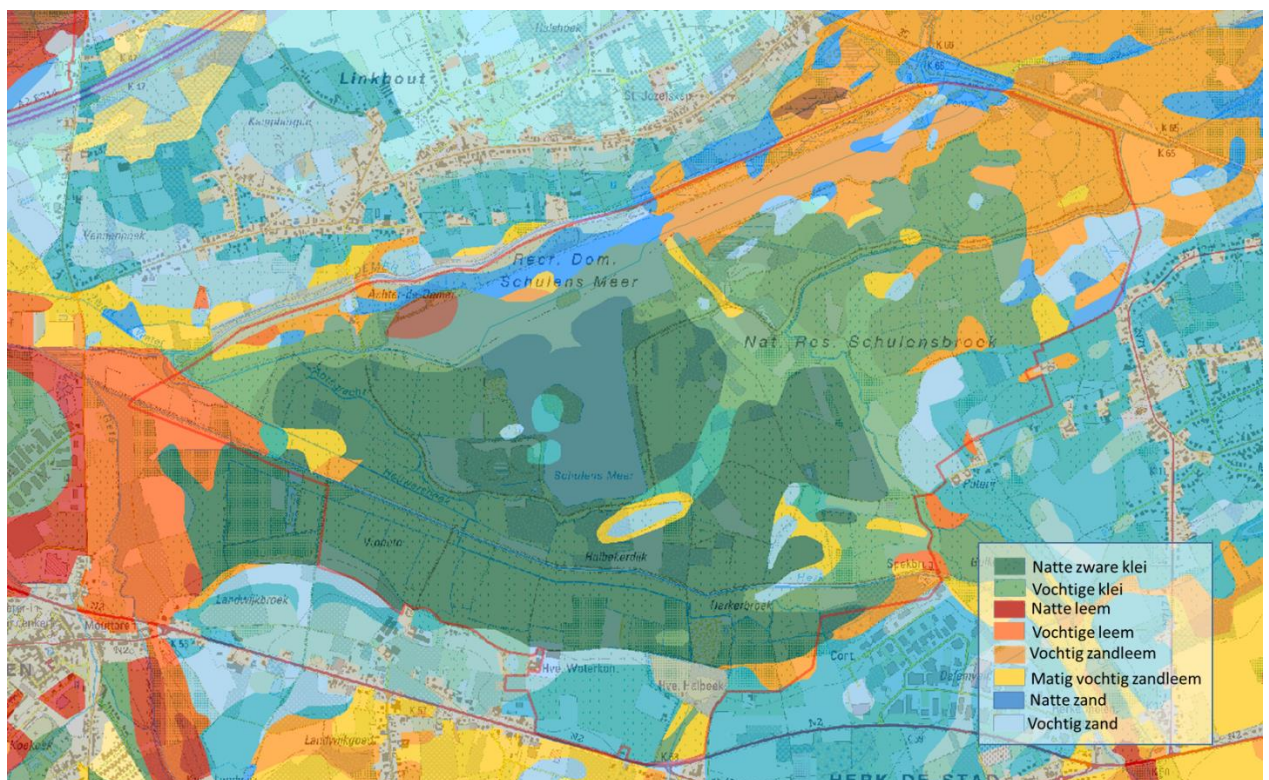
7.2.3 Geohydrologie

De Boomse klei vormt hier de ondergrens van het hydrologische systeem. Daarom rust hier een dunne laag met fijne zanden van Eigenbilzen en ten slotte de kleiige zanden van de formatie van Diest.



Figuur 102: Tertiair geologische afzettingen onder Het Schulensbroek. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarsstransect (rechts)

Het quartair bestaat hier uit een dik alluviaal pakket dat bestaat uit zware klei (Figuur 103) aan de oppervlakte en zandiger wordt met de diepte. Het Schulensmeer zelf is uitgegraven in die zandige en kleiige sedimenten, dwars door de zanden van Eigenbilzen vermoedelijk tot op de Boomse klei (hier op een diepte van 6 meter).



Figuur 103: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Schulensbroek (beeld van voor het graven van het Schulensmeer)

7.2.4 Grondwaterdynamiek

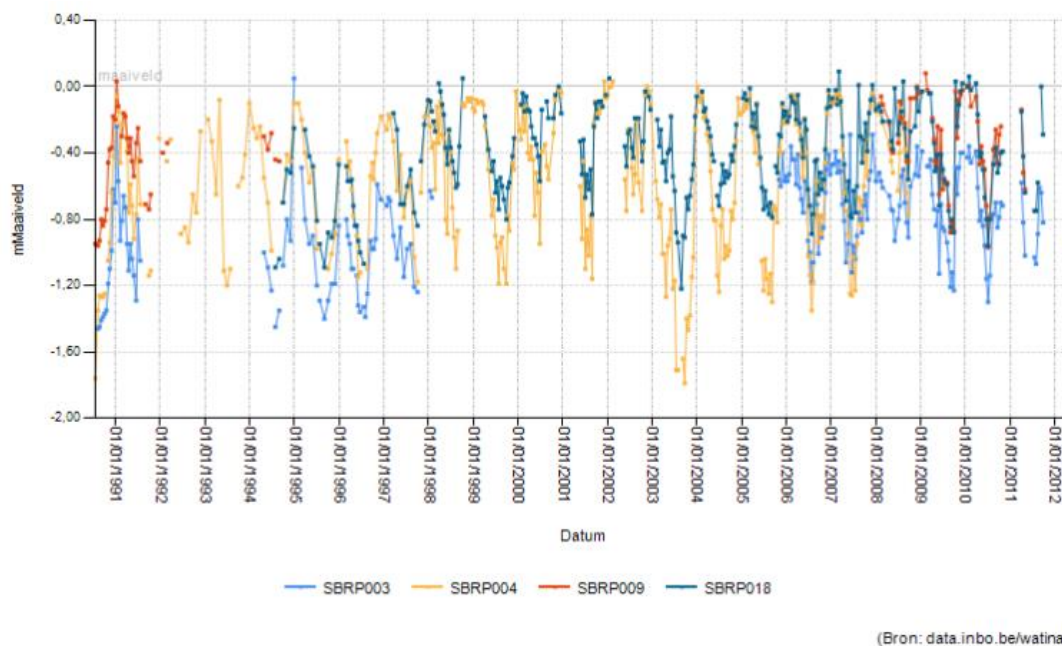
De fluctuaties van de grondwaterpeilen op jaarbasis in het Schulensbroek zijn allemaal in de orde van grootte van 1,2 à 1,6 meter (Figuur 104). Dat wijst erop dat er van kwel in dit gebied geen sprake is. De grondwaterpeilschommelingen zijn hier dus het gevolg van fluctuaties in evapotranspiratie, neerslag en eventuele overstromingen. In het zomerhalfjaar worden de grondwaterreserves hier uitgeput door de groei (en dus het waterverbruik) van de vegetatie. Bij kwel zou dat evapotranspiratieverlies aangevuld worden met toestromend grondwater, met minder grote schommelingen van het grondwaterpeil tot gevolg. Dat is hier niet het geval.



Dat is niet vreemd aangezien de tertiair geologische ondergrond bestaat uit Boomse klei (en plaatselijk misschien nog een dus laagje zand van Eigenbilzen) met daarbovenop quartair alluvium hoofdzakelijk van zware textuur.

Enkel in de Vroente (zie tijdreeks voor peilbuis SBRP009 in Figuur 104), een blok “vrijgeweide of gemene weide”, zijn de schommelingen wat minder (80 cm). Hier ligt een venige afzetting die op de bodemkaart (Figuur 103) echter niet terug te vinden is. Die zone wordt met een grachtensysteem gedraineerd. Er komen o.a. kruipend moerasscherm en lidsteng voor in intensief begraasde vegetaties. Het voorkomen van veen heeft hier naar alle waarschijnlijkheid niets te maken met de historische aanwezigheid van kwel, maar eerder met de moeilijkheden om deze zone grondig gedraineerd te krijgen. Daardoor waren/zijn de grondwaterpeilschommelingen hier niet zo uitgesproken als in de rest van het gebied en is er net voldaan aan de vereisten voor accumulatie van organisch materiaal.

Uiteraard heeft de aanleg van het meer gezorgd voor veranderingen in het grondwaterregime. Het meer is aangelegd in het beekdal van de Demer, Herk en Mangelbeek, die hier weliswaar een erg klein maar wel degelijk een verhang hebben in westelijke richting. Door het uitgraven van het meer staat daar nu een vlakke watertafel. Dat heeft als gevolg (net zoals bij zandwinningsplassen op en langs hellingen zoals Mol of Maasmechelen) dat aan de stroomopwaartse zijde van het meer een lichte verdroging en aan de stroomafwaartse zijde een lichte vernatting is opgetreden ten opzichte van de historische situatie. Het heeft er alle schijn van dat dit ook het geval moet zijn geweest.



Figuur 104: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen representatief voor de situatie in het Schulensbroek

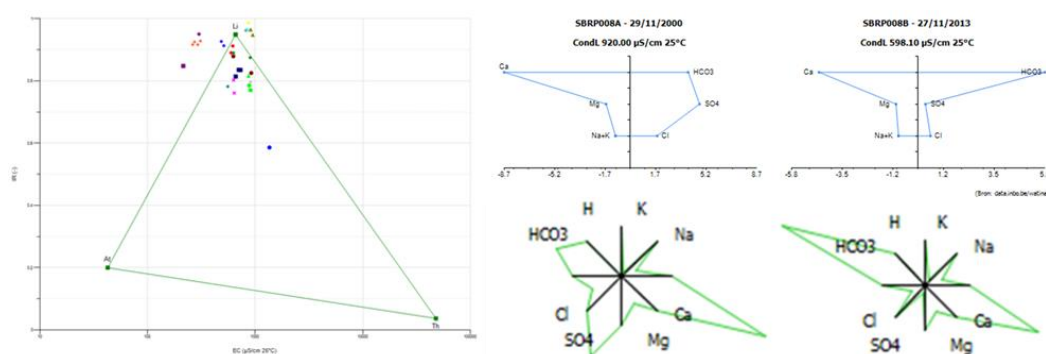
In nagenoeg alle tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in dit gebied is een geleidelijke vernatting te zien. De laagste peilen in de zomer lijken allemaal geleidelijk aan ondieper te worden. Dat is meer dan waarschijnlijk te wijten aan het minder grondige onderhoud van het drainagenetwerk en het wijzigen van het meerpeil in de voorbije jaren.

7.2.5 Grondwaterchemie

In het gebied werden de voorbij 16 jaar vrij veel chemische analyses van het grondwater uitgevoerd (Tabel 15). Het grondwater is mineraalrijk te noemen. Nagenoeg alle stalen zitten in de bovenhoek van een EC/Ir diagram (Figuur 105) wat wijst op het lithotrofe karakter van het grondwater. De rechtstreekse aanvoer van nutriënten via het grondwater is hier zeer beperkt tot nagenoeg afwezig.

Tabel 15: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater voor het Schulensbroek (periode 2000-2016).

#37	EC25 µS/cm	pHF	HCO3 mg/l	P-PO4 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NH4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	1730	7,4	755	0,05	0,03	0,52	5,70	503	194,3	96,8	29,3	490,0	31,90	101,00
90-percent	967	7,1	500	0,02	0,02	0,17	4,07	199	66,5	33,3	9,9	192,4	20,95	39,50
mean	726	6,8	307	0,01	0,01	0,09	1,71	101	37,0	20,5	6,2	124,7	11,94	20,25
10-percent	287	6,4	95	0,01	0,01	0,01	0,34	5	4,5	8,2	1,9	34,0	4,63	3,92
min	215	6,2	73	0,01	0,01	0,01	0,03	1	2,4	4,2	1,6	27,5	2,29	0,25

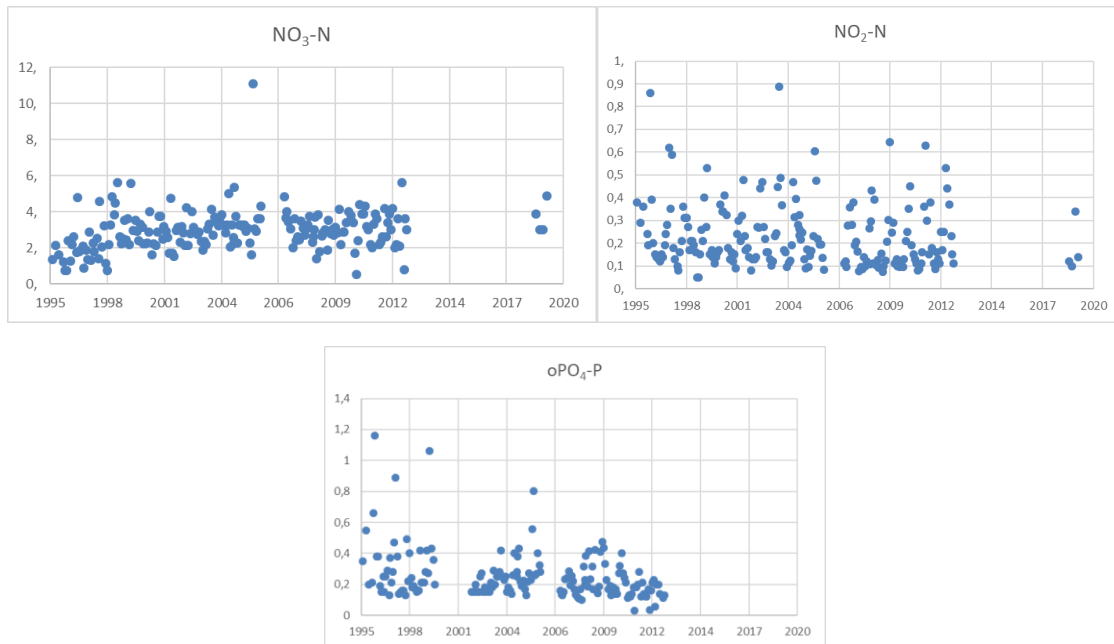


Figuur 105: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder) diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Schulensbroek.

De ietwat verhoogde nitraat- en orthofosfaatconcentraties dateren van uit 2000. Net zo voor de extreem hoge sulfaatconcentraties. De laatste 10-15 jaar wordt er zo goed als geen nutriëntenaanvoer via grondwater meer gemeten. De historisch sterk verhoogde sulfaatconcentraties dalen duidelijk, wat ook duidelijk geïllustreerd wordt in de Stiff- & Maucha-diagrammen van Figuur 105 die van hetzelfde meetpunt afkomstig zijn maar links van november 2000 en rechts van november 2013. Dezelfde trend is in nagenoeg alle meetpunten in dit gebied te zien.

7.2.6 Oppervlaktewater

De Demer en de Herk hebben een slechte waterkwaliteit met hoge sediment- en vrij hoge nutriëntenvrachten. Overstromingen met deze waterkwaliteit voeren dan ook grote hoeveelheden nutriënten aan in het gebied. Een overzicht van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Demer net stroomopwaarts van het Schulensbroek wordt gegeven in Figuur 106). Hieruit blijkt duidelijk dat de concentraties van nitraat en nitriet niet afnemen in het Demerwater. Nitraat vertoont zelfs een licht stijgende trend. Orthofosfaatconcentraties dalen maar blijven erg hoog. Overstromingswater kan infiltreren in een gebied met over het algemeen grondwaterpeilen lager dan maaiveld. Aanrijking met nutriënten is daarbij een zekerheid.



Figuur 106: Evolutie van de concentraties van nitraat (mgN/l), nitriet (mgN/l) en orthofosfaat (mgP/l) in de Demer te Lummen (VMM meetpunt 397500)

7.2.7 Vegetatiezonering

Van vegetatiezonering is in dit gebied niet echt sprake. Vandaar dan ook geen figuur met een dwarsdoorsnede van vegetatiezonering. Het is één van de weinige natuurgebieden in Vlaanderen met een grote aaneengesloten oppervlakte van bijna uitsluitend één graslandtype. In het gebied komt momenteel zo goed als geen bos voor. De weinige beboste percelen zijn recente populierenaanplantingen. Ook ruigtevegetaties zijn erg beperkt in oppervlakte en hebben nagenoeg allemaal een nitrofiel karakter, met uitzondering van een beperkt aantal min of meer goed ontwikkelde Moerasspirearuigten (6430). Gezien de grote grondwatertafelschommelingen zijn hier geen dottergraslanden of grote zeggenvegetaties te vinden (een enkele kleine depressie niet te na gesproken), wel grote vossenstaart- en glanshavergraslanden (6510) en zilverschoongraslanden (rbbzil). Deze laatste zijn hier, in vergelijking met andere overstromingsgebieden in Vlaanderen, goed ontwikkeld. Dat heeft alles te maken met de vrij frequente overstromingen. Die spelen zich doorgaans af in het winterhalfjaar. Als ze in het voorjaar lang aanhouden sterft de graszode grotendeels af. Daardoor komt de grasgroei pas laat op gang en is de productie bijgevolg laag, zelfs als het over voedselrijke, hoogproductieve systemen gaat. Zilverschoongraslandsoorten als valse voszegge, moeraszoutgras, rode ogentroost, zeegroene rus, fioningras, geknikte vossenstaart, mannagrass, pijptorkruid,... zijn gespecialiseerd in dergelijke milieus en komen hier dan ook veelvuldig voor, dikwijls verspreid in grotere grote vossenstaart/glanshavergraslanden.

7.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Hoewel door rechtekking, verdieping en verplaatsing alle belangrijke waterlopen hun natuurlijk karakter helemaal verloren hebben lijkt het grondwaterregime hier nog vrij intact.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: er treden regelmatig overstromingen op waarbij sterk met nutriënten beladen sediment wordt afgezet in het gebied



- Vervuild oppervlaktewater: de kwaliteit van de Herk, Velpe en Demer zijn slecht. Dat water overstroomd in het gebied.
- Grondwater – aanvoer van nutriënten is hier laag. In 2000 was de situatie slecht, maar de laatste jaren is die sterk verbeterd.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: Er ligt een uitgebreid netwerk van grachten en greppels dat overstromingswater snel afvoert uit het gebied. Op grondwaterregime heeft dat netwerk naar alle waarschijnlijkheid slechts een (zeer) beperkte invloed.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

7.2.9 Relevante referenties

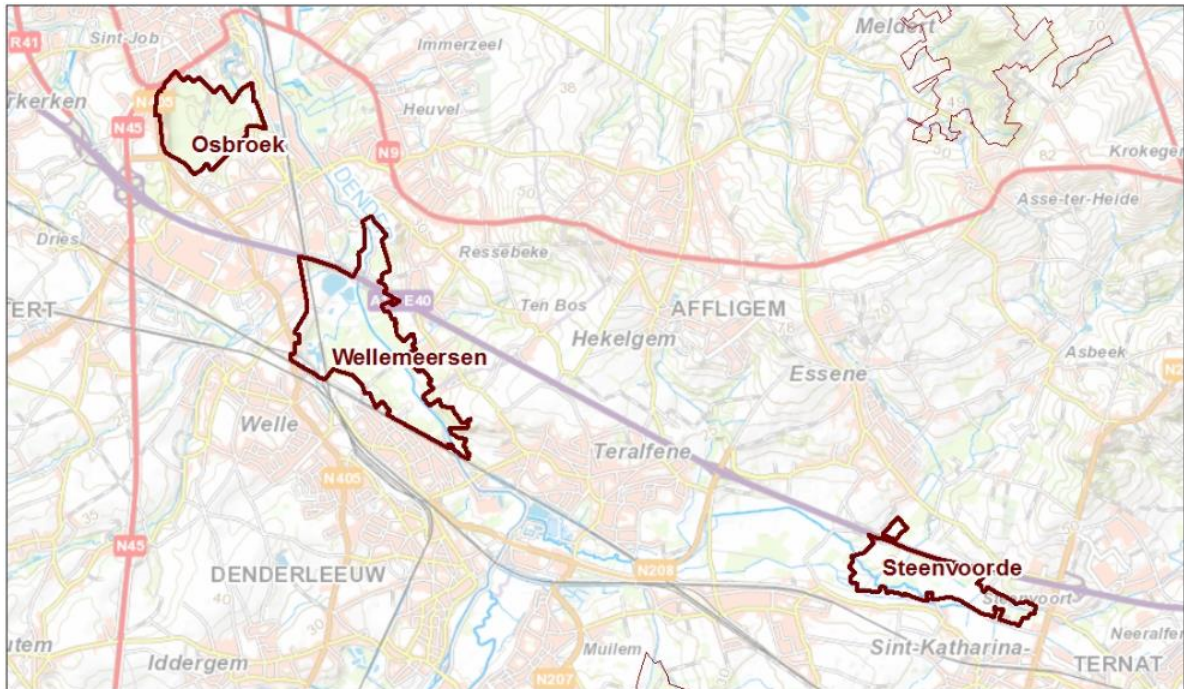
De Becker P. 2007. Hydrologie van het Schulensbroek – relatie tussen het meerpeil en de grondwaterpeilen in de aanpalende natuurterreinen. INBO.A2007.39

Haskoning 2003. Vegetatiekartering Schulensbroek ter voorbereiding van de opmaak van een beheerplan voor het binnenbekken

7.3 WELLEMEERSEN & OSBROEK BE2300007-A

7.3.1 Algemene situering

Deze SBZ-H-deelzone is gelegen in de Dendervallei net stroomopwaarts van Aalst. De Wellemeersen bestaat uit deels open en deels vrij recent (<50j) met populieren beplante en verder spontaan verboste terreinen, terwijl het Osbroek hoofdzakelijk bestaat uit wat oudere valleibossen.



Figuur 107: Algemene situering van de Wellemeersen

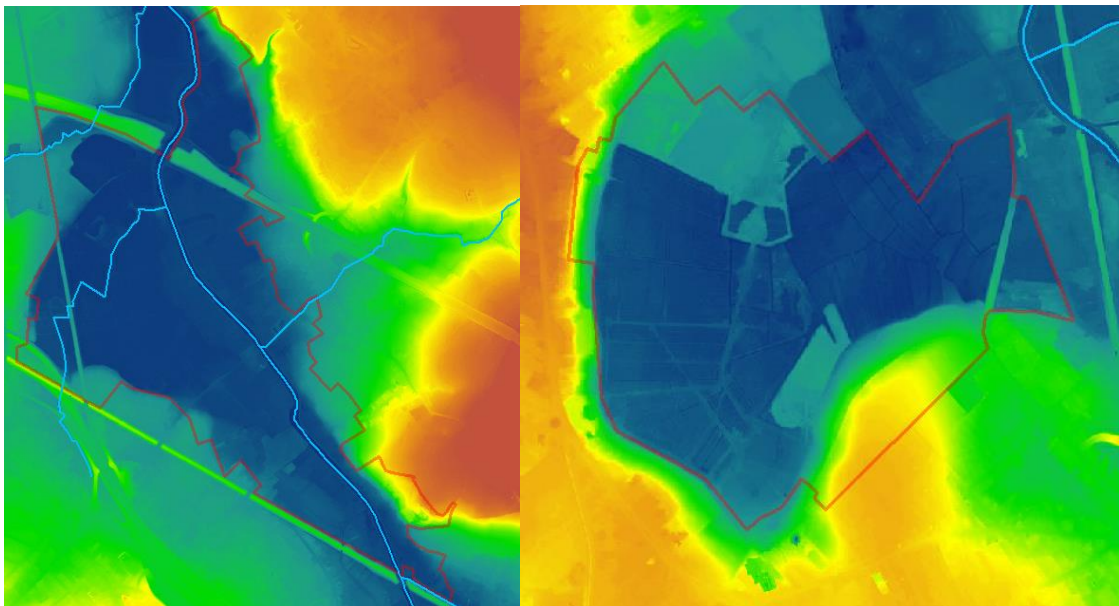
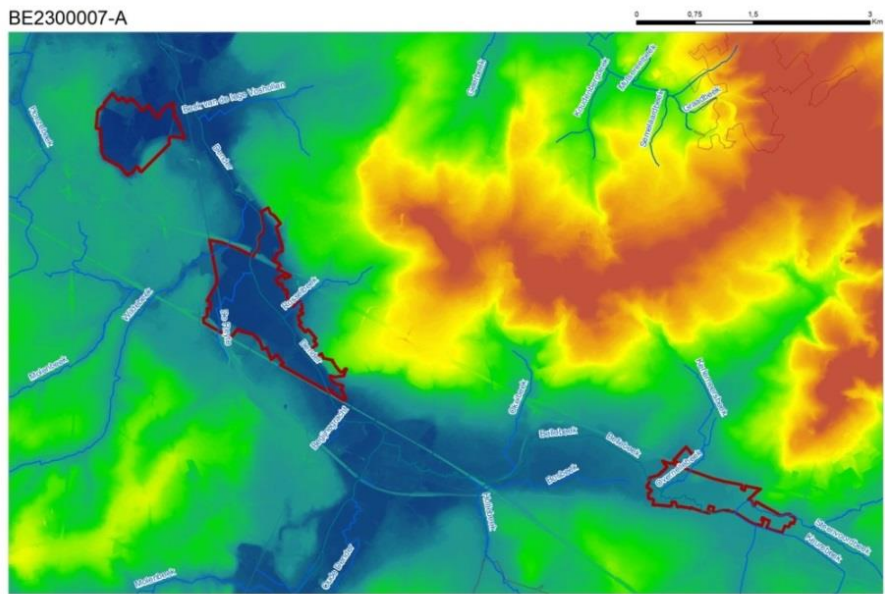
7.3.2 Topografie en Hydrografie

Beide deelgebieden liggen in de alluviale vlakte van de Dender. Die rivier is in het verleden zeer grondig rechtgetrokken, verbreed en verdiept, waardoor er nog nauwelijks een verband bestaat tussen de rivier en de rest van de historische alluviale vallei. Nochtans is de karakteristieke microtopografie voor alluviale valleien met oeverwallen en ca. 2-2.5 meter dieper gelegen komgronden op tal van locaties duidelijk, maar fragmentair terug te vinden. Delen van beide gebieden (de komgronden) overstromen nagenoeg jaarlijks. Dat gebeurt niet altijd als gevolg van overstromingswater uit de (hier gestuwde) Dender, maar dikwijls ook als gevolg van het vertraagd afvoeren van neerslagwater. In vergelijking met veel andere alluviale valleien in Vlaanderen is het netwerk van detailbegreppeling hier niet erg uitgesproken.

In de Wellemeersen vallen vooral de verschillende spoorlijnen op die verhoogd op hoge bermen aan de west- en zuidrand van het gebied kruisen. In Osbroek zijn er verschillende voormalige (afval-)storten die aan de rand van de alluviale vallei werden aangelegd halverwege vorige eeuw.

Waar de begrenzing in het geval van de Wellemeersen komgronden op zowel de linker- als de rechter valleihelft beslaat, is dat in het geval van Osbroek beperkt tot een wat krap afgelijnd deel van een komgrond enkel op de linkeroever (valleihelft) van de Dender.





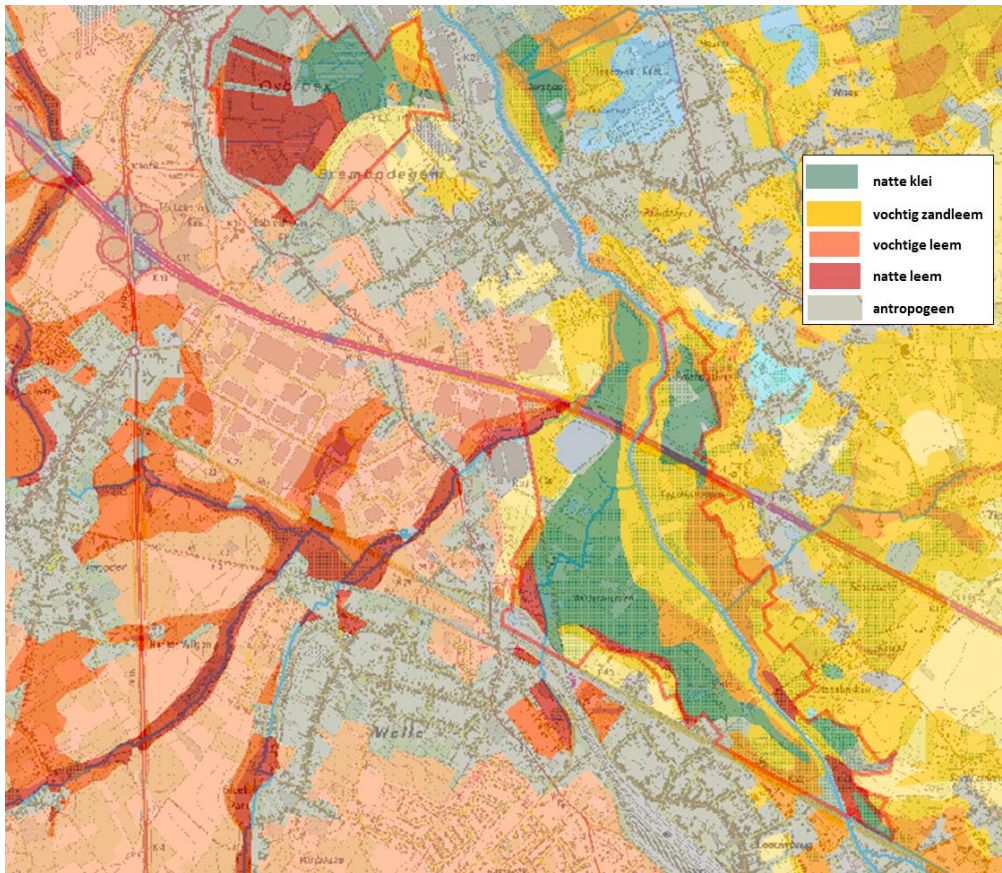
Figuur 108: detailtopografie voor de Wellemeersen (links) en Osbroek (rechts)

In de komgronden is een afzetting van natte klei en leem te vinden (Figuur 109) afgeboord met een smallere oeverwal met vochtige leem en of zandleem. Dat is consistent met de defractioneerde sedimentatie van alluviale sedimenten waarbij de grovere texturen tegen de rivier (hier de Dender) en de zwaardere texturen in de komgronden worden afgezet (zie gebiedsbeschrijvingen in het deel alluviale valleien met kwel). Op vele plaatsen is de oorspronkelijke bodemopbouw afgedekt met antropogene ophogingen waardoor het soms moeilijk is het natuurlijke patroon op het terrein waar te nemen.

In het Osbroek strekt het SBZ-H-deelgebied zich uitsluitend uit in de linker valleihelft. De rivier heeft hier destijds een lusvormige meander in westelijke richting gekend, die intussen al geruime tijd afgesneden is en nog deels in het SBZ-H-deelgebied van het Osbroek. Meer in het centrum en op de rechter valleihelft is de vrije ruimte grotendeels in beslag genomen door urbane uitbreidingen. In de Wellemeersen zit de Dender min of meer in het midden van de alluviale vlakte en strekt het SBZ-H-deelgebied zich over de volledige breedte van het rivierdal



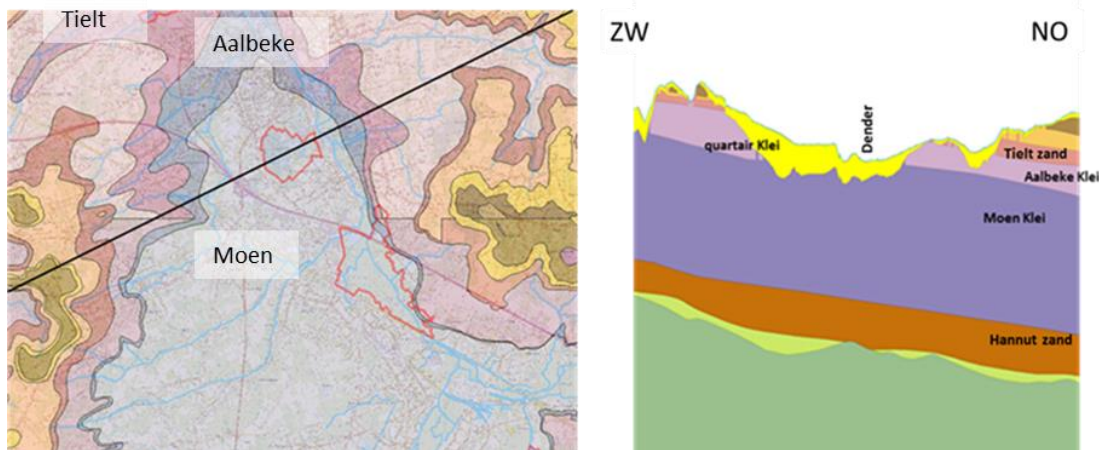
uit. Er ligt een langgerekte brede komgrond op de linker- en een kleinere komgrond in de recht valleihelft (Figuur 108 en Figuur 109).



Figuur 109: Detail uit de Belgische bodemkaart voor Osbroek en de Wellemersen

7.3.3 Geohydrologie

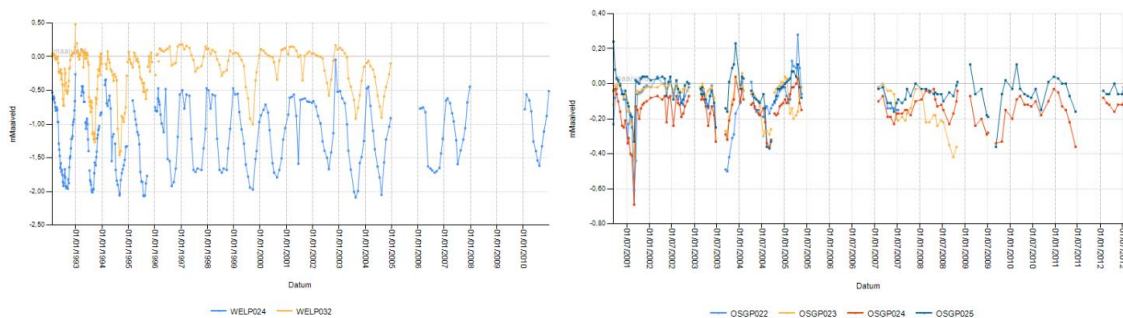
De hoofdzakelijk kleiige quartaire afzetting is in de vallei van de Dender met meer dan 20 meter erg dik. Direct daaronder zitten eveneens kleiige, tertiair geologische afzettingen. Bovenaan is dat de zandhoudende klei van Moen. Aan de randen van de Dendervallei dagzoomt de daarop gelegen kleiafzetting van Aalbeke en daarbovenop de lemige afzetting van het lid van Kortemark en de zandige afzetting van het lid van Egem. Deze beide laatste vormen samen de formatie van Tielt. Hier is niet echt sprake van watervoerende lagen die bijdragen aan het grondwaterregime in de vallei van de Dender. Kwel is hier dan ook een onwaarschijnlijk en zo goed als afwezig verschijnsel. Enkel plaatselijk treden wat lokale grondwaterstromen op.



Figuur 110: Tertiair geologische lagen onder Osbroek en Wellemeersen (links) met indicatie van de ligging van de ZW-NO dwarsdoorsnede (rechts)

7.3.4 Grondwaterdynamiek

Omwille van de nagenoeg volledige afwezigheid van kwel, zijn de grondwaterafschommelingen in de Wellemeersen doorheen het jaar met 80 tot meer dan 100 cm op jaarbasis, vrij groot. In het diepste deel van de komgrond (WELP032 in Figuur 111) zakken de peilen 80-meer dan 100 cm diep onder maaiveld. In het winterhalfjaar stijgt het grondwaterpeil steevast boven maaiveld. Dat heeft niet direct te maken met overstromingen vanuit de Dender, maar eerder met het wegvallen van de evapotranspiratie van de vegetatie en de slechte afwatering via het drainagenetwerk. Meer naar de rand van de komgrond (WELP024) zijn vergelijkbare grondwaterfluctuaties te zien maar die situeren zich dieper onder maaiveld. In de zomer zakken de peilen vlot tot ca. 2 meter onder maaiveld.



Figuur 111: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in de Wellemeersen (links) in (WELP032) en aan de rand (WELP024) van de komgrond en in Osbroek (rechts) in een transect vertrekkend vanaf de valleiflank naar het centrum van de komgrond (OSGP022→23→24→25)

In het Osbroek is de situatie lichtjes anders. Hier wordt de “komgrond” eigenlijk gevormd door een “fossiele”, naar het westen uitslaande loop (meander) van de Dender die erg diep in de vallei ligt. De peilen worden hier grotendeels bepaald door opstuwung van de afvoergrachten in het noorden van het gebied. Ondanks dat zijn de schommelingen nog steeds vrij aanzienlijk met een peil dat vrijwel gelijk staat met het maaiveld gedurende een korte periode in de winter en een daling tot 60-80 cm onder maaiveld in de zomer. Tegen de valleiflank aan (OSGP022 en 23 in Figuur 111 rechts) dalen de peilen wat dieper onder het maaiveld dan in het centrum van de depressie (OSGP024-25). De tijdreeksen die hier verzameld werden zijn echter te fragmentair om daar een betrouwbaar beeld van te krijgen.

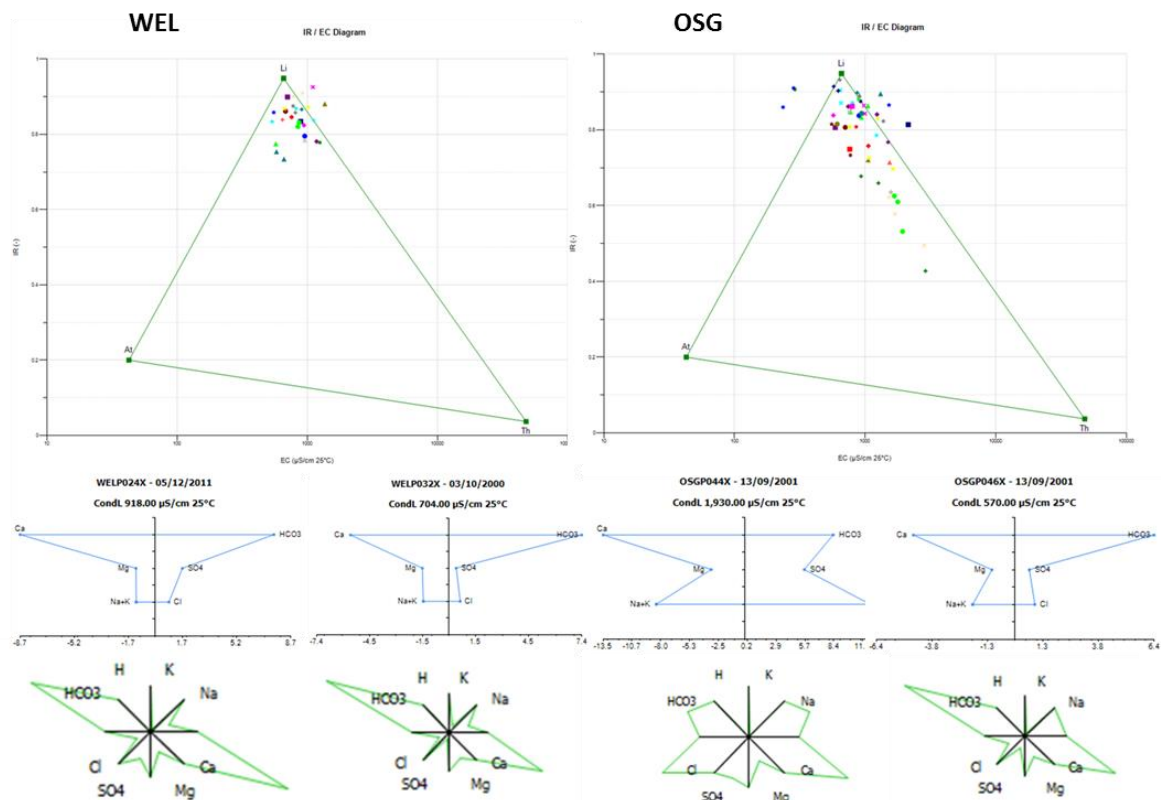
7.3.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is voor beide gebieden uitgesproken mineraalrijk, wat snel af te leiden valt uit de hoge gemiddelde EC₂₅ waarden (ca. 900µS/cm) evenals de hoge Ca en Mg concentraties. In Figuur 112 zijn de geanalyseerde grondwaterstalen geconcentreerd in de bovenhoek (de lithotrofe hoek) van het EC/Ir-diagram.

Tabel 16: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Wellemeersen (periode 2000-2017 & Osbroek-Gerstjens (periode 2000-2013).

WEL	# = 28	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
		µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	max	1362	8,1	861	0,08	0,856	31,14	0,422	160	101,0	172,0	39,4	244,4	29,72	18,05
	90 percent	1136	7,6	715	0,03	0,656	1,60	0,068	121	71,8	41,8	15,4	182,8	23,83	6,79
	mean	852	7,3	447	0,02	0,255	1,67	0,043	63	46,9	35,1	7,6	139,9	17,17	2,17
	10-percent	577	7,0	271	0,01	0,050	0,05	0,010	11	26,2	16,8	0,8	83,5	8,91	0,05
	min	537	6,5	151	0,01	0,049	0,02	0,005	1	20,0	14,3	0,7	74,6	5,07	0,05

OSG	# = 71	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
		µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	max	2890	7,6	1200	8,00	1,661	112,35	15,051	379	740,0	310,0	34,4	410,0	59,00	46,00
	90 percent	1676	7,5	680	0,46	0,133	1,51	0,206	198	200,0	159,0	7,8	260,0	31,52	19,10
	mean	1064	7,2	455	0,28	0,069	2,23	0,308	105	92,5	51,0	3,6	161,5	21,29	6,80
	10-percent	583	6,8	270	0,02	0,005	0,04	0,005	13	19,2	13,0	0,5	100,0	10,29	0,05
	min	235	6,0	94	0,01	0,005	0,01	0,005	0	7,3	6,2	0,1	41,0	2,90	0,01



Figuur 112: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha- (rechtsonder) diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Wellemeersen (links) en het Osbroek (rechts).

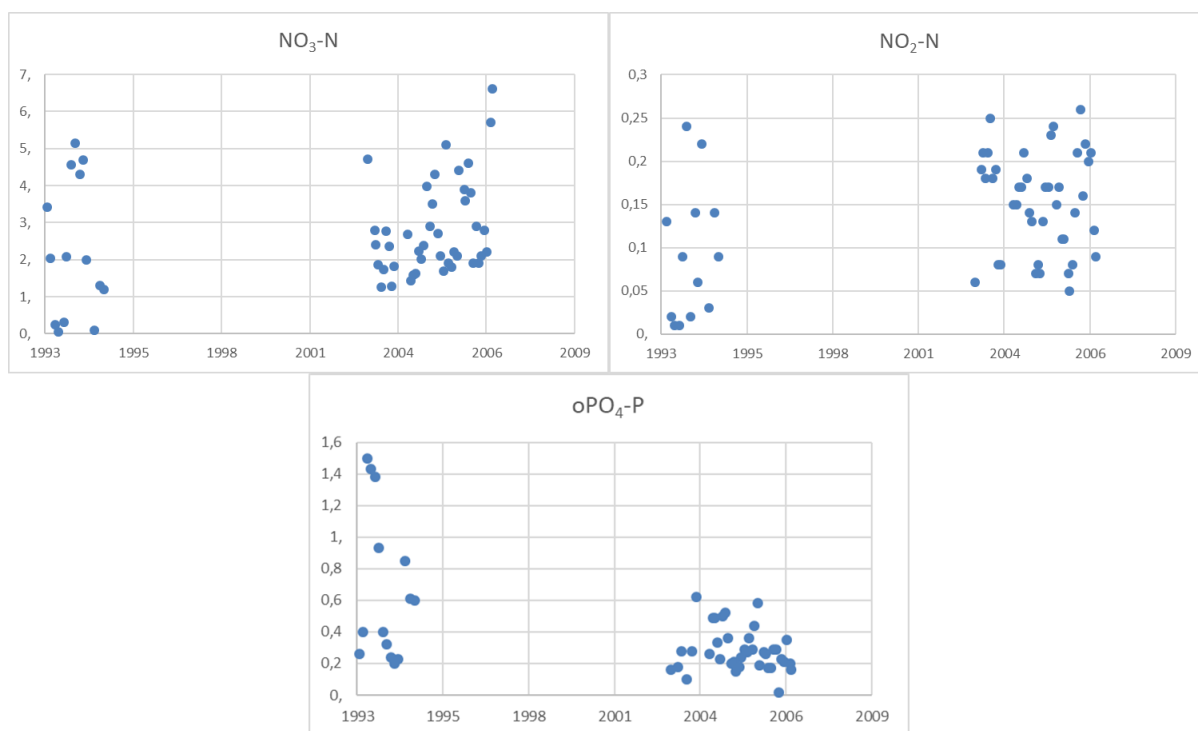
Maar ook de nutriëntenbelasting van het grondwater is erg hoog. Uit de gesplitste gegevens blijkt Osbroek zwaarder belast is met zowel orthofosfaat, nitriet en nitraat. Het lijkt erg waarschijnlijk dat er nog steeds huishoudelijk afvalwater in het gebied terecht komt. Ook erg hoge concentraties natrium en chloride baren zorgen; dit is ook duidelijk te zien aan een reeks

punten die afdwalen in de richting van zout water (het thalassotrofe punt) op de EC/Ir-diagram (Figuur 112). Hier is nog veel aandacht voor verbetering van grondwaterkwaliteit vereist. De situatie was slecht in het verleden maar blijft dat ook nog steeds vandaag.

De situatie in de Wellermeersen is aanzienlijk veel beter zeker voor wat nitriet en nitraat betreft, maar de orthofosfaatconcentratie blijft ook hier nog hoog. De slechte situatie van rond 2000 (die toen evenwel al veel beter was dan voor Osbroek) is op vandaag verbeterd. Toch blijven er ook hier nog steeds nutriënten ion het grondwater aanwezig, wat wijst op (nog steeds) actieve aanvoer ervan, vermoedelijk via huishoudelijk afvalwater.

7.3.6 Oppervlaktewater

Door gebrek aan recente kwaliteitsmetingen in het oppervlaktewater in het drainagesysteem in dit gebied, is het niet duidelijk of de nutriënten in het grondwater aangevoerd worden vanuit rioleringswater dat in het gebied loopt dan wel of het van verder zou kunnen komen. Het eerste lijkt waarschijnlijk, maar is niet gedocumenteerd. De waterkwaliteit van de Dender was historisch gezien bijzonder slecht, zeker voor wat de concentraties orthofosfaat betreft. Voor orthofosfaat lijkt de situatie aan de beterhand, maar voor nitraat en nitriet verslechterd de situatie tot 2006 alvast. Recentere gegevens zijn, voor zover bekend, niet beschikbaar.

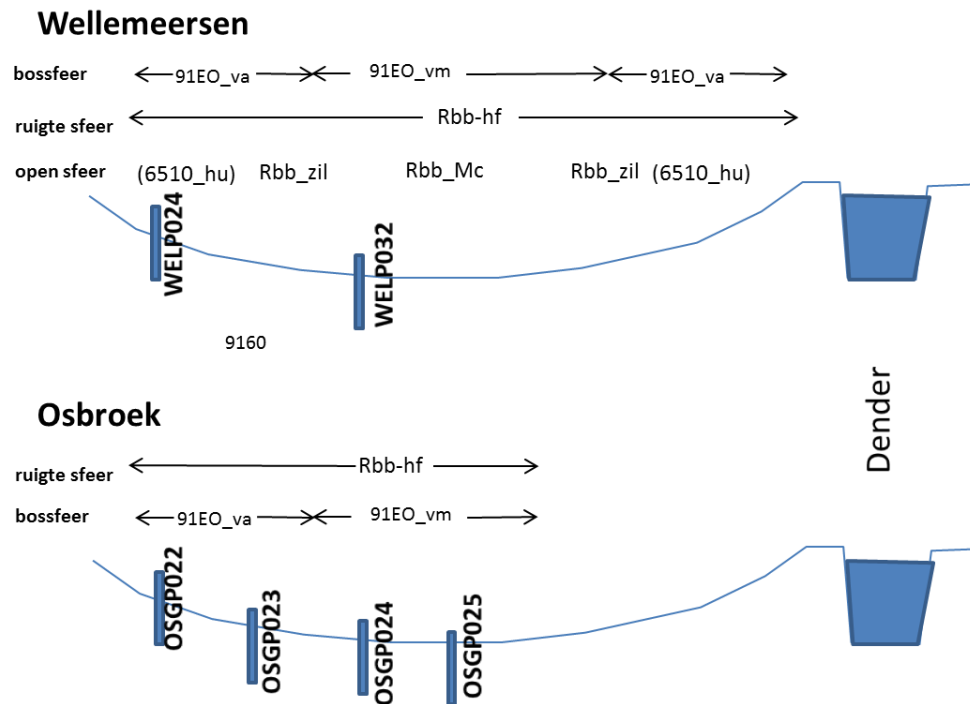


Figuur 113: Evolutie van de concentraties van nitraat (mgN/l), nitriet (mgN/l) en orthofosfaat (mgP/l) in de Dender te Aalst (VMM meetpunt 50300)

7.3.7 Vegetatiezonering

In de open sfeer komen op de diepste plekken in de komgrond, relatief lage grondwatertafelschommelingen doorheen het jaar voor (gelijk met of net boven maaiveld in de winter en 50-60 cm onder maaiveld in de zomer). Daar ontwikkelen zich grote zeggevegetaties (rbbMc) afgezoomd met overstromingsgraslanden (vnl. in de Wellemeersen).





Figuur 114: Schema van de vegetatiezonering voor de Wellemeersen en het Osbroek

Het zijn eigenlijk graslandvegetaties met nogal wat dottergraslandsoorten maar zonder de echte kwelsoorten als bosbies, holpijp, veldrus, ... er komen wel een (groot) aantal overstromingsindicatoren voor zoals valse voszegge, mannagras, geknikte vossenstaart, en een enkele keer pijptorkruid; soorten van zilverschoongraslanden (rbbzil). Op de drogere terreingedeelten zouden normaal gesproken glanshavergraslanden kunnen ontwikkelen maar omwille van bemesting en aanvoer van nutriënten via grond- en overstromingswater, komen heur slechts vrij soortenarme (kamgras-)graslandvegetatie tot ontwikkeling.

Ruigtevegetaties zijn matig ontwikkelde moerasspirearuigten doorgaans met erg veel rietgras

De bosvegetaties (hoofdzakelijk in Osbroek) zijn in de natste delen nitrofiel (91EO_vn)/mesotroof elzenbroek (91EO_vm) of alluviaal elzen-Essenbos (91EO_va) op de iets drogere plaatsen in de vallei (maar opnieuw erg nitrofiel)

7.3.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: er treden regelmatig overstromingen op maar het is niet altijd duidelijk of die van de dender afkomstig zijn dan wel van stagnerend neerslagwater en/of grondwater. Er werden nog geen betekenisvolle sedimentafzettingen waargenomen
 - Vervuild oppervlaktewater: zeker in Osbroek zijn er met afvalwater vervuilde waterlopen
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten is aanzienlijk zeker voor wat orthofosfaat betreft; in Osbroek komt daar ook een hoge nitriet- en nitraatconcentratie bij
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.



- iv. Lokale drainage: Er ligt een geen dicht en uitgebreid netwerk van grachten en greppels dat overstromingswater snel afvoert uit het gebied. Op grondwaterregime heeft dat netwerk naar alle waarschijnlijkheid slechts een (zeer) beperkte invloed.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en maar niet (meer) operationeel (werd opgemeten door vrijwilligers)

7.3.9 Relevante referenties

De Poorter M & Poelman E 2000 De Wellemeersen - over waterbodem, bodem en grondwater Ommekeer (15) 14-18

Van den Brecht P. In de marge van de stad: geschiedenis en ecologie van het Osbroek te Aalst

Wirix G. & Lorent J., 1966, Regime en lading van de Dender, in Acta Geographica Lovaniensia, IV, 129-140.

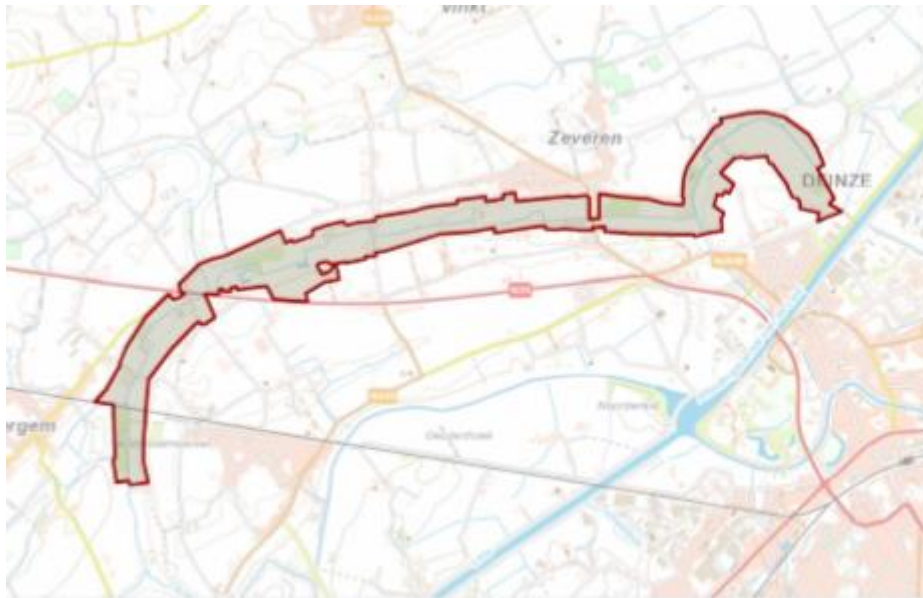
Van Hooren J. 2001 De Wellemeersen hydrologie Eindwerk



7.4 ZEVERENBEEKVALLEI BE2300005-F

7.4.1 Algemene situering

Deze SBZ-H-deelzone is gelegen net ten westen van Deinze in het westen van de provincie Oost-Vlaanderen. Delen van de zone zijn een erkend natuurreservaat, andere delen zijn eigendom van het Vlaams gewest (ANB). Het is gelegen in een zuidelijke uitloper van de Vlaamse vallei.

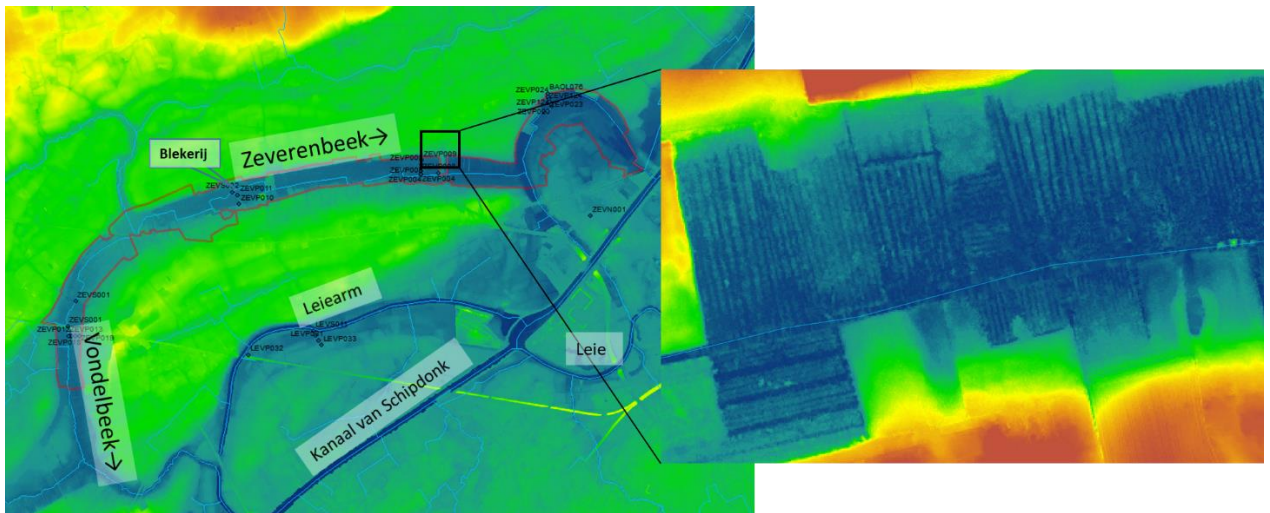


Figuur 115: Algemene situering van de Zeverenbeek/Vondelbeek

7.4.2 Topografie en Hydrografie

Het gebied maakt deel uit van het Leiebekken. De Leie heeft hier gedurende de ijstijden flink wat “sprongen” gemaakt en in dat proces van verleggen van de loop zijn er een aantal zogenaamde “fossiele” riviersegmenten achtergelaten in het landschap (zie Figuur 116). De Zeverenbeek stroomt in oostelijke richting in één van die fossiele Leiesegmenten, met name de zgn. “westelijke loop”. De Vondelbeek stroomt in het uiterste westen van dit SBZ-H-deelgebied in zuidelijke richting in hetzelfde fossiele Leiesegment. De recente Leie heeft kennelijk een morfologisch karakter met veel meer en veel kleinere meanders dan die “ijstijdloop”, of beter gezegd, had dat karakter. In de loop van de vorige eeuw werd de Leie dwars over die meanderstructuur volledig rechtgetrokken, en in een artificiële loop gestoken. Ter hoogte van de vallei van de Zeverenbeek kwam er dan ook nog complex van het afleidingskanaal van de Leie dat aansluiting geeft op kanalen richting Gent, Oostende en Zeebrugge, het zgn. kanaal van Schipdonk. De hydrologie van het gebied is als gevolg van al deze ingrepen vrij grondig gewijzigd, waardoor er van de natuurlijke situatie niet echt veel meer overblijft. De huidige Zeverenbeekvallei functioneert vandaag min of meer als een alluviale vallei zonder (of zo goed als geen) kwel.

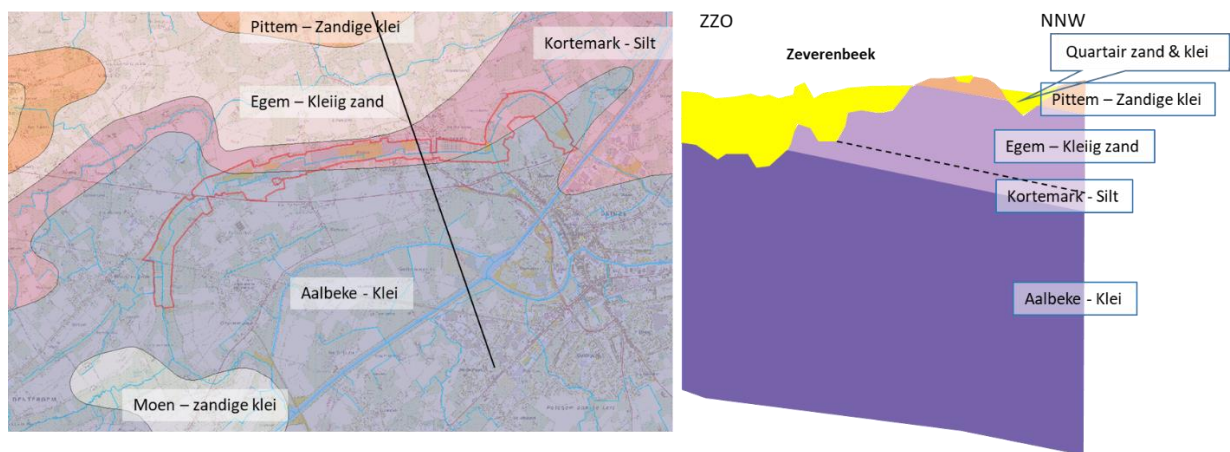




Figuur 116: Detailtopografie voor het SBZ-H deelgebied van de Vondelbeek-Zeverenbeek en de ruime omgeving

7.4.3 Geohydrologie

Tertiair geologisch is er hier nauwelijks sprake van watervoerende lagen die bijdragen aan de grondwatertoevoer naar dit gebied. Net ten noorden van de Zeverenbeek is nog wat zandhoudende klei te vinden van het lid van Pittem. Daaronder zit, ten noorden van de Zeverenbeek het kleiige zand van het lid van (formatie van Tielt) Egem. Dat zijn watervoerende pakketten, maar de gelaagdheid duikt in noordelijke richting naar beneden. Deze afzettingen bereiken hun zuidrand net hier en dragen bijgevolg niet bij aan watertoevoer naar de Zeverenbeek/Vondelbeekvallei. De dagzomende tertiair geologische laag is de dikke kleiafzettingen van Aalbeke (evident niet watervoerend).

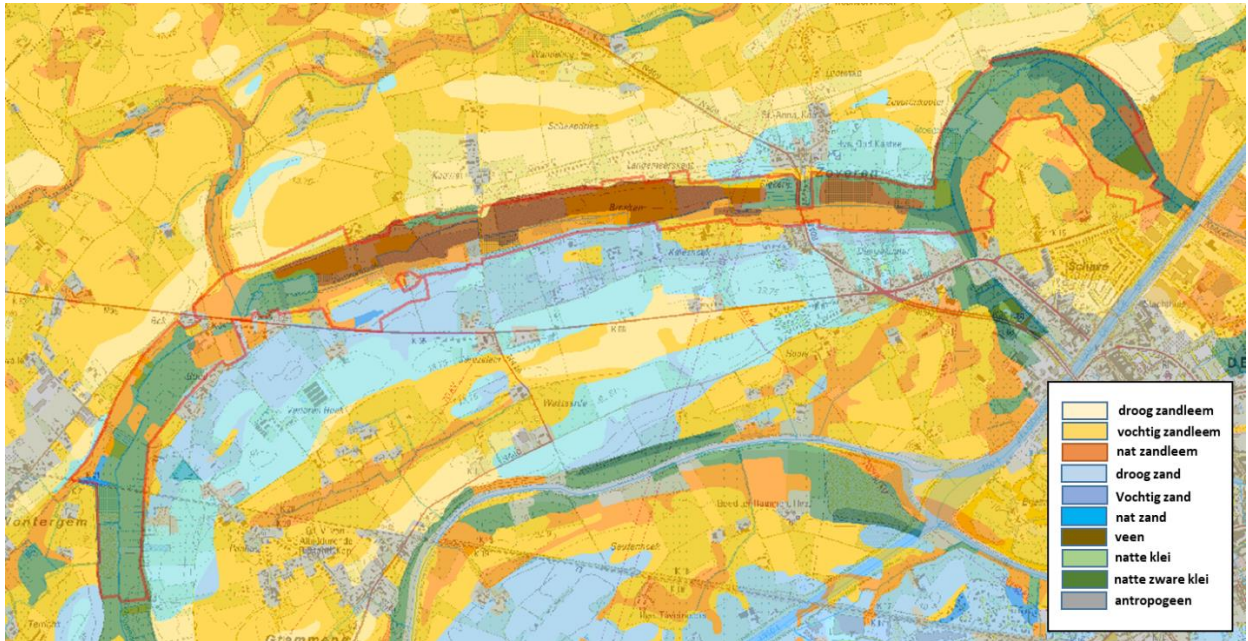


Figuur 117: Ondergrond ter hoogte van de SBZ-H deelzone van de Zeverenbeek. Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)

De "Ijstijd-Leie" heeft doorheen die bovenste tertiaire afzettingen een diep dal uitgesleten, dat later opgevuld geraakte met grove zanden en keitjes. Dit quartaire dek bereikt ter hoogte van de Zeverenbeek iets meer dan 10 meter dikte. In de valleitjes is vervolgens veen ontwikkeld dat op de meeste plaatsen recent (de laatste eeuwen) is afgedekt met lemige en kleiige recente sedimenten. Ter hoogte van de Zeverenbeek, werd het veen niet afgedekt en ligt het dus nog aan het oppervlak. Het quartair is hier dus veruit de belangrijkste watervoerende laag. De topografische niveaueverschillen in dat quartair zijn niet van grote betekenis; vandaar dat er

nauwelijks sprake is van kwel, hoogstens van wat zijdelings toestromend grondwater. Uit metingen in piëzometersneden in het gebied, kon alvast geen opwaartse grondwaterstroming worden gemeten.

Voor het gebied is er geen lokaal grondwatermodel beschikbaar. Het heeft er echter alle schijn van dat hier geen sprake is van kwel omwille van de geohydrologische karakteristieken van het gebied. De grondwaterstroming verloopt naar alle waarschijnlijkheid doorheen het grofzandige karakter van de opgevulde “palaeo-Leie”.

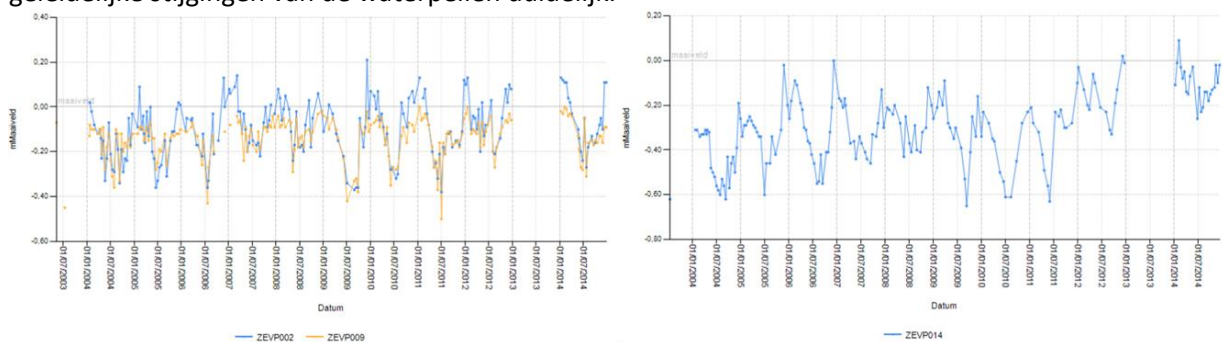


Figuur 118: Detail uit de Belgische Bodemkaart voor de Zeverenbeek/Vondelbeekvallei en omgeving

De bodem in de vallei bestaat uit vochtige tot natte zandleem, klei en veen. Buiten de vallei is dat nat, vochtig en droog zand. Het veen ligt alleen in de Zeverenbeekvallei (althans in het deel ‘de Broeken’ en ‘de Blekerij’) aan de oppervlakte; in nagenoeg alle andere valleidelken is het veen afgedekt met lemig of kleiig materiaal, of het is afwezig.

7.4.4 Grondwaterdynamiek

Ondanks de afwezigheid van kwel, is hier toch sprake van relatief constante grondwaterpeilen in de vallei. De grondwaterpeilen fluctueren ca 40-50 cm op jaarbasis. Nagenoeg overall is er vernatting vast te stellen. Die valt het sterkst op in de Vondelbeekvallei, maar ook elders zijn geleidelijke stijgingen van de waterpeilen duidelijk.



Figuur 119: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen uit de Blekerij bij Zeveren (links) en de Vondelbeekvallei bij Wontergem (rechts)

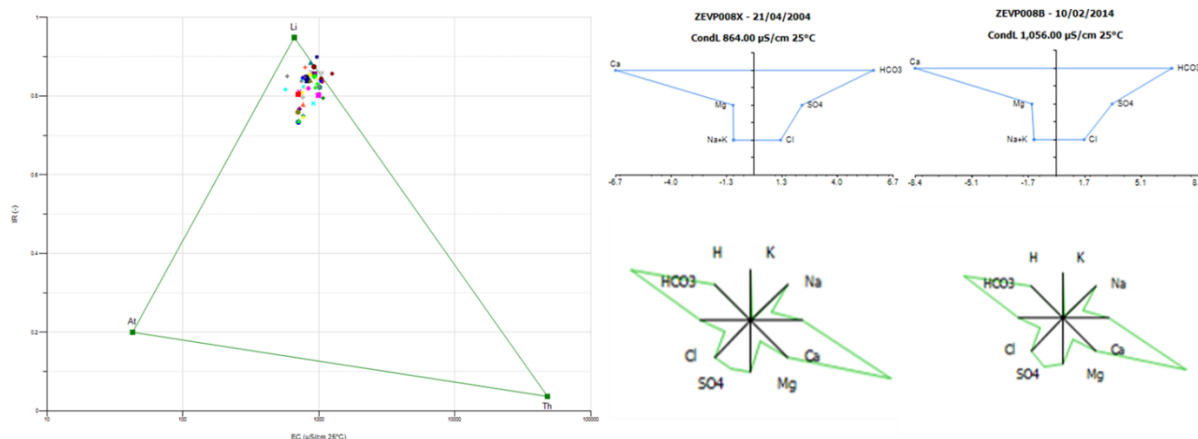
Dat heeft alles te maken met het wegvallen (of in ieder geval toch sterk beperken) van het onderhoud van een aantal waterlopen, waardoor het drainageniveau geleidelijk stijgt. Voor de veenafzettingen is dat goed nieuws. Waar die vroeger jaarlijks droogvielen (althans de top ervan) en dus mineraliseerden, gebeurt dat vandaag steeds minder.

7.4.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier van nature erg mineraalrijk. Het afgezette zandige Leiealluvium is over haar volledige verspreidingsgebied duidelijk rijk aan mineralen. Dat komt ook hier tot uiting met hoge EC₂₅ waarden en hoge concentraties Ca, Mg en bicarbonaat. Dat is goed te zien op het EC/IR diagram in Figuur 120 waar de puntenwolk volledig rechts van het lithotrofe referentiepunt gelegen is.

Tabel 17: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de vallei van de Zeverenbeek-Vondelbeek (periode 2003-2014).

# = 49	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1249	7,9	551	25,33	0,990	2,18	0,706	276	73,1	41,6	15,1	190,0	19,10	24,70
90-percen	1033	7,7	419	2,61	0,080	1,54	0,198	222	64,8	29,0	5,7	169,6	15,91	4,75
mean	856	7,3	292	1,69	0,061	0,56	0,092	146	50,3	22,8	3,4	135,9	10,95	2,31
10-percen	709	6,9	190	0,01	0,005	0,04	0,015	90	37,0	15,3	1,0	103,6	6,29	0,05
min	567	6,6	80	0,01	0,005	0,04	0,010	46	24,1	13,6	0,5	69,1	4,54	0,05



Figuur 120: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Zeverenbeek

In het gebied is er gedurende de ganse bemonsteringsperiode (2003-2014) sprake van aanrijking van het grondwater met nitraat, nitriet en orthofosfaat. Bovendien zijn de sulfaatconcentraties in die periode ook (en soms sterk) verhoogd, wat afwijkend is van de algemeen dalende trend in grote delen van Vlaanderen. Dat is met name goed te zien in de Maucha-diagrammen in Figuur 120 rechts onder. Die sulfaten komen in het gebied aan het oppervlak met het kwelwater wat leidt tot versnelde afbraak van de veenafzettingen met vrijstellen van bijkomende nutriënten en mineralen, ondanks het geleidelijk stijgende grondwaterpeil (en het minder aan de lucht blootstellen van het veen). Grondwaterkwaliteit is hier dus een belangrijk aandachtspunt bij herstel en beheer.

7.4.6 Oppervlaktewater

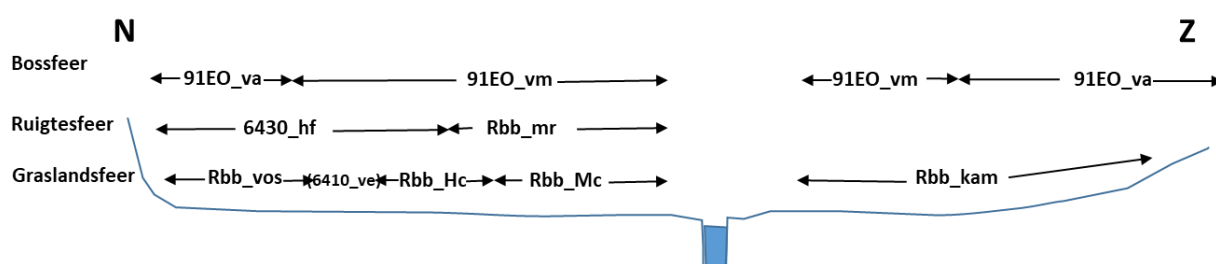
Geen recente meetgegevens voorhanden. Op basis van het veelvuldig voorkomen van soorten als Liesgras, driedelig tandzaad, grote brandnetel, kleefkruid, Reuzenbalsemien langs de oever van de waterloop, lijkt het oppervlaktewater geëutrofiëerd.



7.4.7 Vegetatiezonering

Het gebied kent een vegetatiezonering van klassieke alluviale valleien met kwel. Weliswaar gaat het hier om beperkte hoeveelheden kwel. De valleivloer zelf is hier vlak met nauwelijks ontwikkelde oeverwallen-komgrondenstructuur. Nagenoeg de volledige vallei wordt ingenomen door één vegetatietype: dottergrasland (rbbHc) in de open sfeer en mesotroof elzenbroek (91EO_vm) in de gesloten sfeer.

Van zodra water gedurende een belangrijk deel van het jaar boven maaiveld uitkomt verandert dottergrasland in grote zeggenvegetaties (rbbMc), een evolutie die hier volop aan de gang is (zie bv. Blekerij en omgeving) en die alles te maken heeft met de geleidelijke vernatting van het gebied. Net iets buiten de vallei, op de flanken met colluviale gronden gaat dottergrasland over in grote vossenstaartgrasland (rbbvos) in de open sfeer en het mesotrofe elzenbroek gaat over in alluviaal elzen-Essenbos 91EO_va). Op de grens tussen de grote vossenstaartgraslanden en de dottergraslanden is ook hier veldrus te vinden. Op termijn zou dit kunnen leiden tot ontwikkeling van veldrusgrasland (6410_ve), maar momenteel is dat erg slecht ontwikkelt bv; in de Blekerij.



Figuur 121: Schematisering van de vegetatiezonering in de vallei van de Zeverenbeek/Vondelbeek

Door de asymmetrische vorm van de vallei (steile flank in het noorden en geleidelijke overgang in het zuiden) zijn de voorbeelden van de alluviale elzen-essenbossen nauwelijks te vinden aan de noordzijde, wel aan de zuidzijde. In het geval van de Vondelbeek treedt er de laatste jaren systematische vernatting op waardoor de 91EO_va (die de volledige breedte van de vallei innam omwille van de tot voor kort goed functionerende drainage) geleidelijk evolueert naar 91EO_vm.

In de graslandsfeer zijn waardevolle rbb's slechts te vinden in en om de blekerij. Daarbuiten zijn de meeste graslanden in (intensief) landbouwgebruik en zijn ze in het beste geval toe te wijzen tot kamgrasland (rbbkam) maar in de meerderheid van de gevallen gewoon beemdgrasraaigras-grasland.

7.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: treden steeds meer op met stagnerend grondwater maar ook met overstromend beekwater, geen meetgegevens beschikbaar.
 - Oppervlaktewater: geen chemische analyseresultaten beschikbaar, waarschijnlijk wel aanvoer van nutriënten
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitriet, nitraat en orthofosfaat, maar de sulfaatgehalten zijn wel hoog meer dan waarschijnlijk omwille van overbestedingsprobleem in het grondwater in het omliggende landbouwgebied.



- iii. Grondwaterwinning: geen belangrijke impact.
- iv. Lokale drainage: In het gebied is drainagestructuur aanwezig maar die wordt veel minder intensief onderhouden dan voorheen waardoor die niet meer functioneel is en er gradueel vernatting optreedt.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: een beperkt meetnet bestaat maar gegevens worden niet meer doorgegeven voor de WATINA-databank.

7.4.9 Relevante referenties

Coppens X. & Vandevoorde B. 2003. Een fytosociologische verkenning van het mesotroof Elzenbroek bij Kauwe in de vallei van de Zeverenbeek te Deinze. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud 2003.5. Brussel.

De Becker P. 2012. Advies betreffende een ecologisch gunstig peil voor de Zeverenbeek (Deinze) in functie van de vegetatie. INBO.A.2012.98

Vandevoorde B., Coppens X. & De Becker P. 2009. Hydrologische en vegetatiekundige verkenning van de vallei van Zeverenbeek (Deinze). Limoniet (2): 39-51.

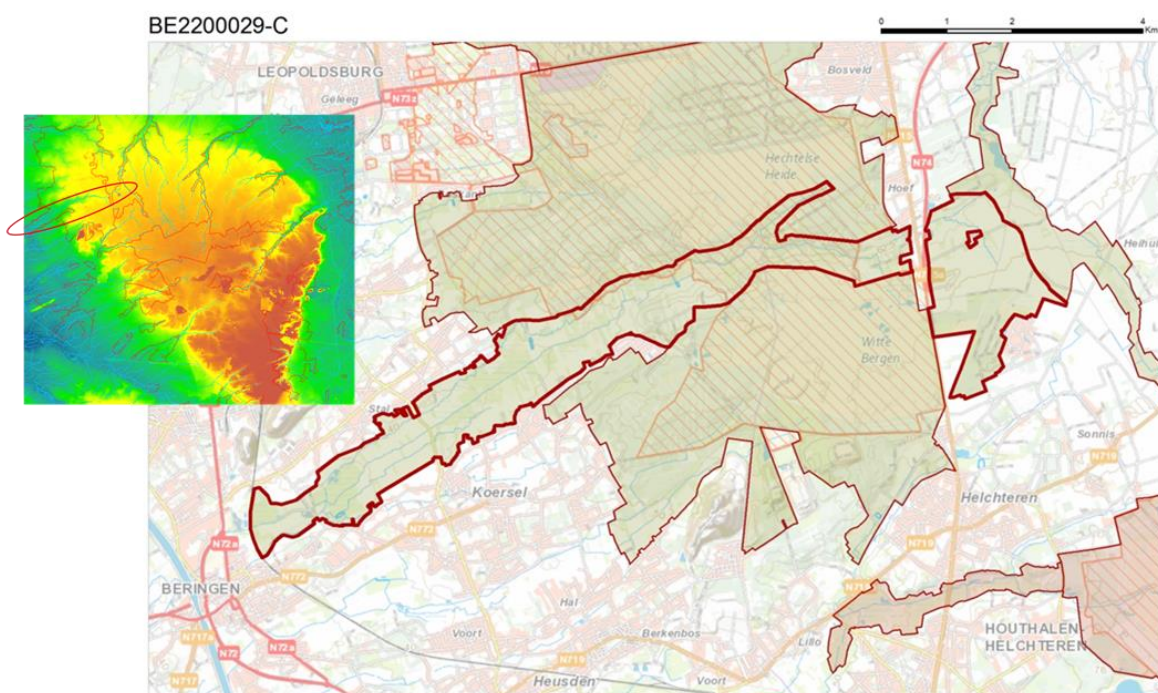


8 ECOHYDROLOGISCHYPE TVOORBEELD “KEMPISCH BEEKDAL”

8.1 VALLEI VAN DE ZWARTE BEEK BE2200029-C

8.1.1 Algemene situering

De vallei van de Zwarte beek situeert zich aan de noordwestrand van het Kempisch plateau



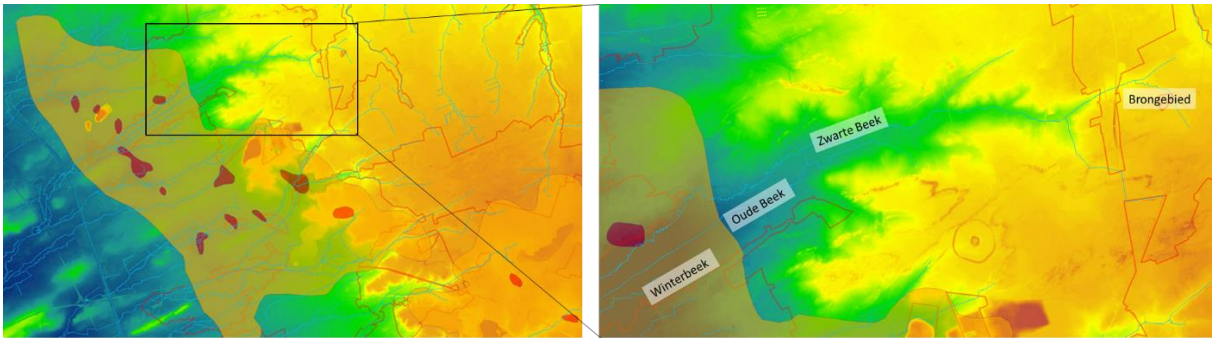
Figuur 122: Situering van de SBZ-H-deelzone vallei van de Zwarte Beek in het SBZ gebied vallei en brongebieden van de Zwarte beek, Dommel en Bolisserbeek

Het gaat hier om de boven- en (het bovenste deel van) de middenloop van de Zwarte beek. Die ontspringt op het kempisch plateau, net ten oosten van de N715 (Hasselt-Eindhoven). Het dalhoofd zelf ligt in (erg) intensief landbouwgebied. Na een paar kilometer stroomt de beek in een 100 meter brede (smalle eigenlijk) vallei door het militaire domein van Leopoldsburg (het kamp van Beverlo) waar ze geleidelijk verbreedt tot 200 meter. Bij het uitstromen van het militaire domein valt het beekje letterlijk van de westrand van het Kempisch plateau, waarin het een 10-15-tal meter diep is ingesneden. Eénmaal verwijderd van de rand van het plateau wordt de vallei aanzienlijk breder (3-400 m) en het verhang minder steil. De vallei van de Zwarte beek geldt in het laagland van West-Europa als dé referentie voor herstel van laaglandbeekdalen. Nergens in dit gebied (laagland tussen Elbe en Somme) ligt er een beter bewaard voorbeeld.

8.1.2 Topografie en hydrografie

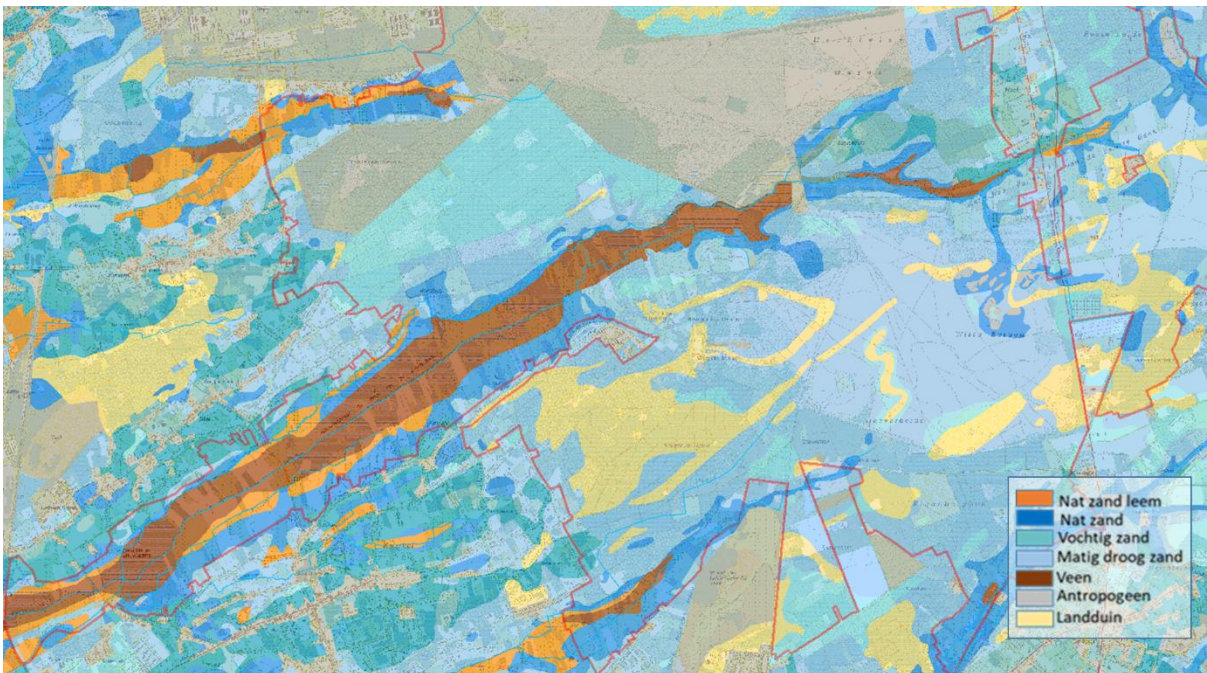
De westzijde van het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Zwarte beek ligt aan de rand van het zgn. westelijke mijnverzakkingsgebied (Figuur 123 links). Hier zijn de (neerwaartse)

veranderingen van topografie nog steeds aan de gang als gevolg van de mijnactiviteiten die intussen al verschillende decennia geleden beëindigd werden. Het gaat om dalingen van het maaiveld in het centrum (rode vlekken) tot meer dan 2-3 meter, langzaam uitwaaiend naar de randen van het verzakkingsgebied. Het zal vermoedelijk nog enkele decennia duren voor aler deze situatie volledig gestabiliseerd zal zijn. Dat heeft uiteraard effect op het verval van waterlopen. De Zwarte beek, maar ook de Oude beek en de Winterbeek krijgen een steeds groter verval, wat ervoor zorgt dat ze dieper insnijden in het landschap, met een verlaagd drainageniveau tot gevolg. Dat verlaagd drainageniveau verplaatst zicht langzaam oostwaarts zodat een steeds groter deel van het SBZ-gebied geïmpacteerd wordt.



Figuur 123: Detailtopografie van de ruime omgeving (links) en ingezoomd op het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Zwarte Beek (rechts) met situering van het westelijke mijnverzakkingsgebied (rood= mijnsites, overdruk in transparant geel = de benaderende contour van de verzakking)

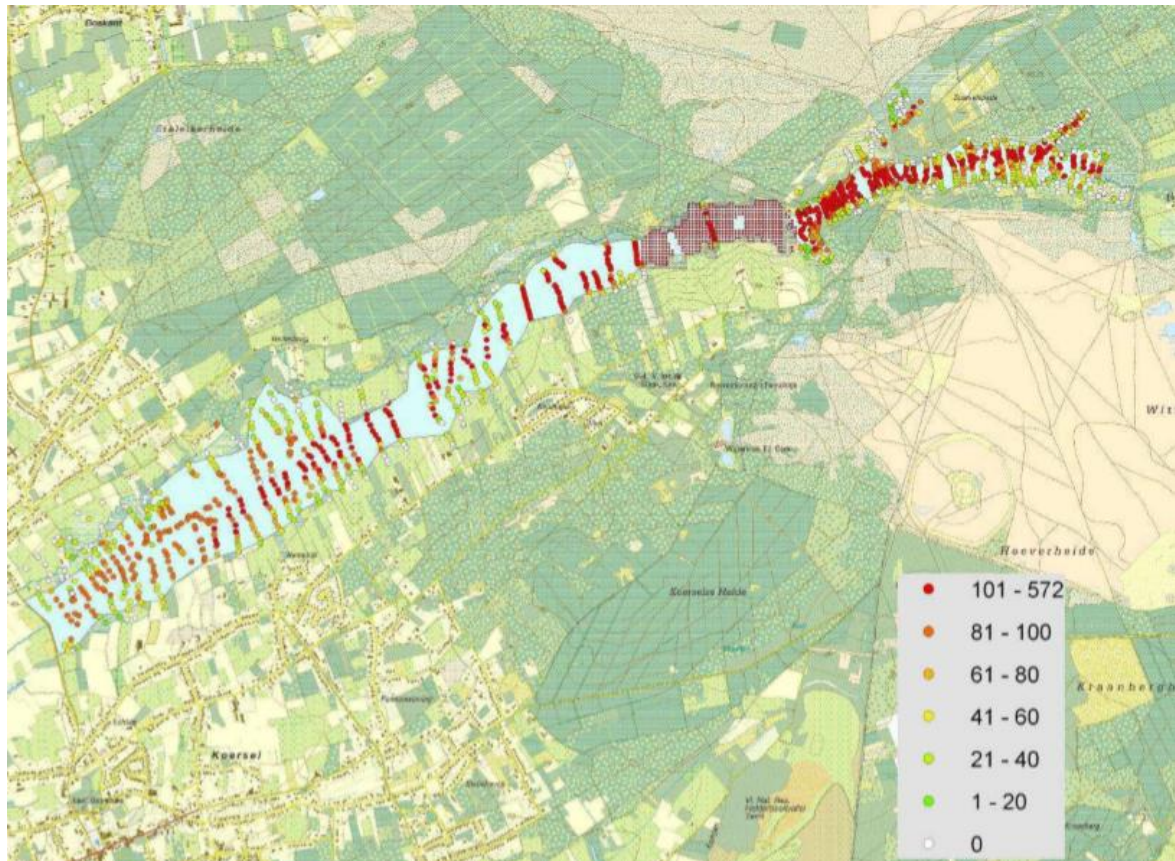
Los daarvan zijn de topografische hoogteverschillen hier substantieel. In het brongebied is de hoogteligging 70 m TAW. In het bovenste deel van de middenloop (aan de westkant van dit SBZ-H-deelgebied dus) is de topografie gedaald tot iets meer dan 40 m T.A.W. Het verhang van de beek is met 2 en plaatselijk meer dan 3 meter per kilometer dan ook vrij hoog. Dat verhang is dus nog niet stabiel gezien het langzaam verder werkende effect van de mijnverzakking.



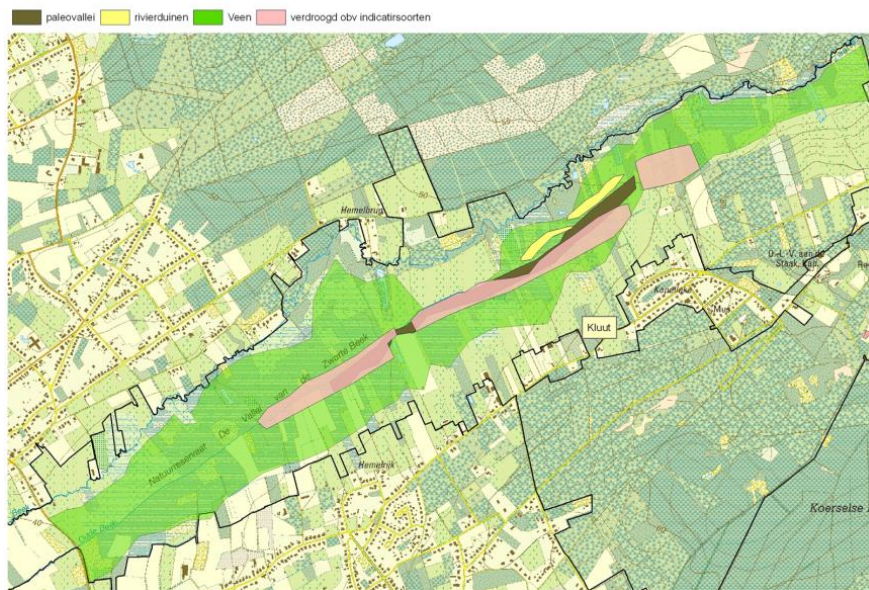
Figuur 124: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Zwarte beek en de ruime omgeving

De vallei zelf is bedekt met veenafzettingen (Figuur 124) in een omgeving van nat tot vochtig zand en her en der zandleem.

Het is bekend dat de juiste omvang van de veenafzetting op de bodemkaart niet echt correct is. Daarom werd hier, net zoals in tal van andere kempische beekdalen, recent een detailkartering naar de exacte omvang en dikte van het veenpakket uitgevoerd (De Becker 2010). Dat bleek voor dit gebied tot 40% groter te zijn (qua oppervlakte) dan weergegeven op de bodemkaart.



Figuur 125: Resultaten van detailkartering veenafzettingen (bleekblauwe contour) in de vallei van de zwarte beek met weergave van dikte (in cm) (De Becker 2010)

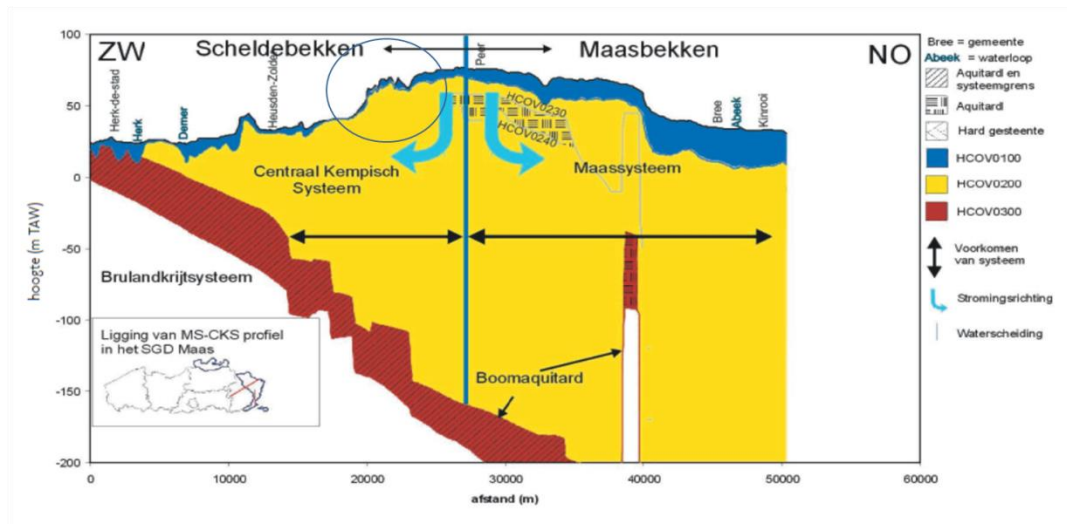


Figuur 126: Omvang van de veenafzettingen in een deel van de vallei van de Zwarte beek (De Becker 2009)

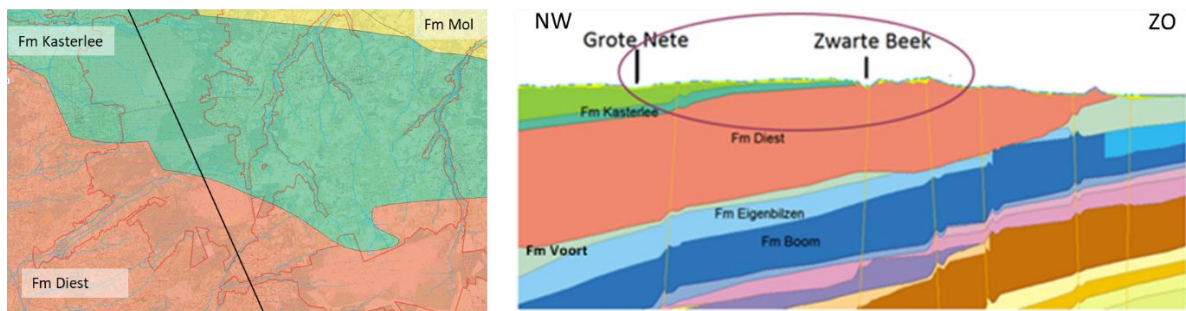
In een zeer smalle, ca. 20 meter brede geul min of meer centraal in de vallei ter hoogte van de actuele loop van de Oude Beek gelegen, zijn de veenafzettingen tot iets meer dan 6 meter dikte te vinden. Dat is een soort 'palaeo-valleitje' (Figuur 126). Van daaruit is de holocene opvulling (na de laatste ijstijd) begonnen. Eenmaal dat valleitje opgevuld, is het veen in de breedte beginnen aangroeien en bedekte zo een breedte tot 2-300 meter. In die zone is de afzetting aanzienlijk minder dik (1 tot 1.5 meter).

8.1.3 Geohydrologie

Het watervoerende pakket bestaat hier grotendeels uit de fijne (kleiige) zanden van de formatie van Diest en wat verder naar het Noorden ook de kleiige zanden van de formatie van Kasterlee (HCOV-code 0250). Omwille van de fijne zanden en de vrij hoge glauconietfractie (i.e. een ijzerrijk kleimineraal), gaat het hier over een vrij traag systeem met loopsnelheden van ca. 10 m/jaar en minder. Omwille van de hoge opbolling, opnieuw als gevolg van de kleiige fijne zanden, treden er zeer hoge kweldrukken en effectieve kwelfluxen op. 25 mm/dag is daarbij geen uitzondering. Het is een typisch voorbeeld van het zgn. Centraal Kempisch grondwatersysteem.

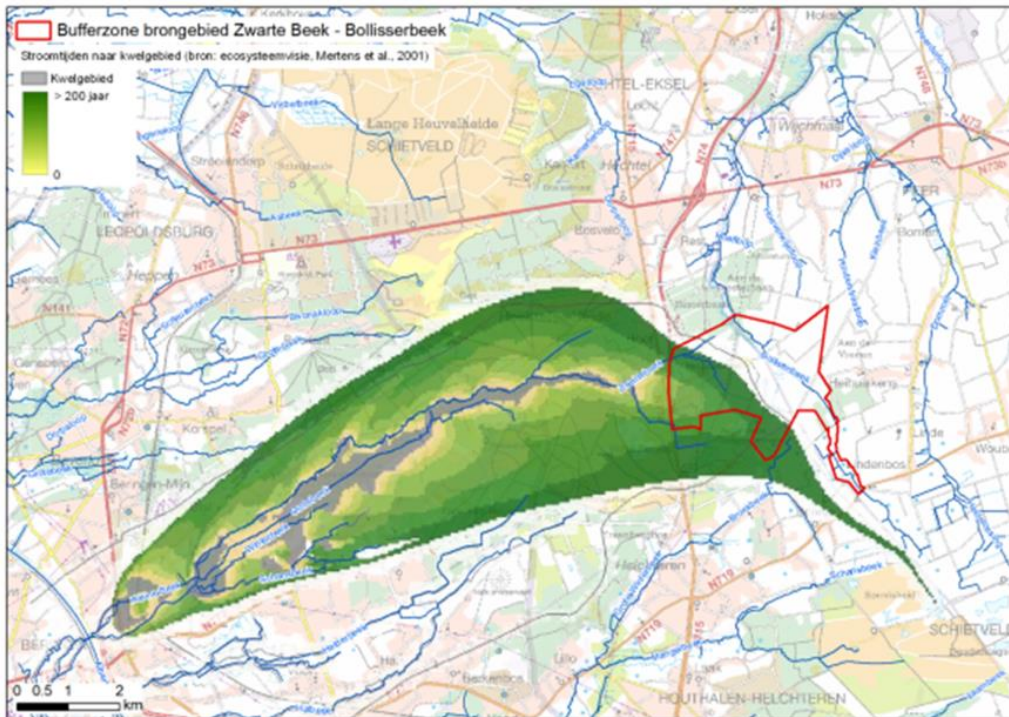


Figuur 127: Vereenvoudigde geologische doorsneden doorheen het Kempisch plateau van zuidwest naar noordoost met aanduiding van de Zwarte beek (cirkel)



Figuur 128: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Zwarte Beek (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)

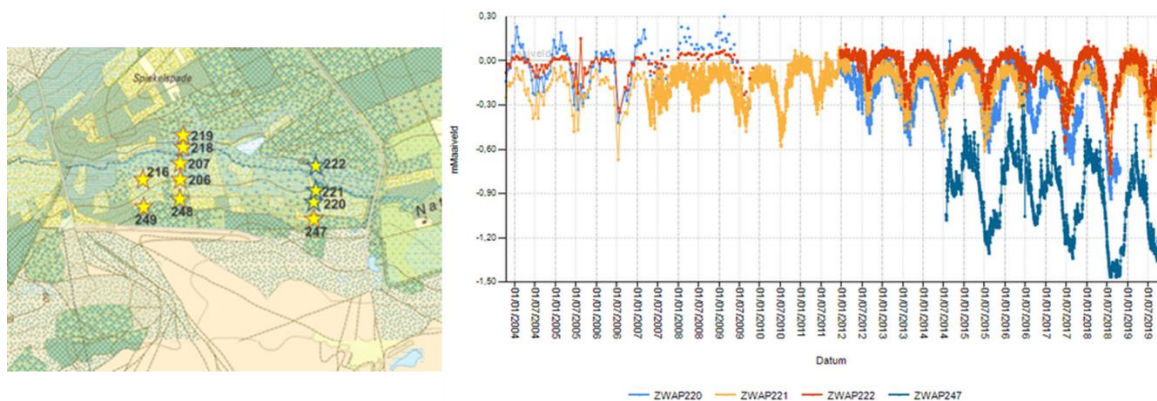
Karakteristiek voor nagenoeg alle kempische beekdalen zijn de grondwaterstroombanen vanuit het infiltratiegebied over een lange afstand parallel lopen aan het beekdal om dan helemaal op het einde net voor het uittreden onder de vorm van kwel, naar de vallei toe te buigen (Figuur 129).



Figuur 129: Infiltratiegebied en verblijftijd van grondwater in vallei van de Zwarte Beek (naar Van Daele et al 2001)

Een deel van het infiltratiegebied van het grondwater dat in de vallei van de Zwarte Beek aan de oppervlakte komt helaas van onder zeer (té) intensief uitgebate landbouwgronden (het rood omrande deel in Figuur 129). Dat heeft belangrijke negatieve consequenties voor de grondwaterkwaliteit (zie verder).

8.1.4 Grondwaterdynamiek

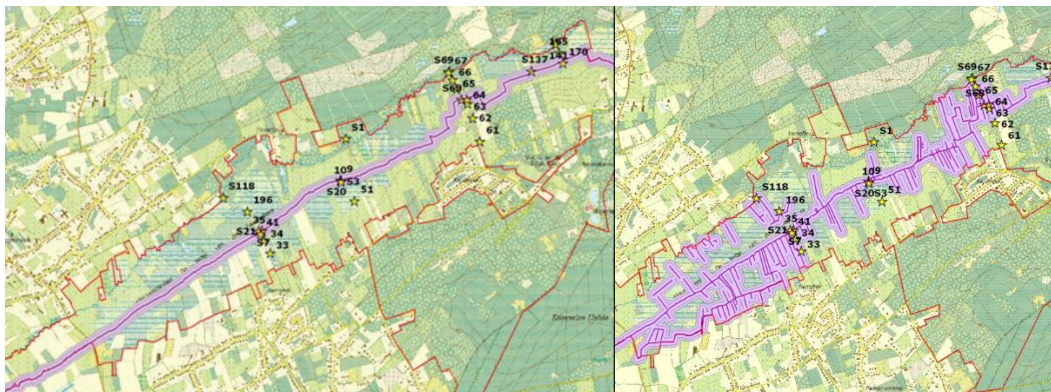


Figuur 130: Tijdreeksen van grondwaterpeilen in een typisch dwarstransect in de vallei van de Zwarte Beek

Loodrecht op de lengteas van de vallei is een grondwater dynamische gradiënt te vinden met grote grondwatertafelschommelingen doorheen het jaar op de valleiflanken (ZWAP247 in Figuur 130) en veel beperktere schommelingen vlak tegen het maaiveld in de vallei zelf. Dat is het gevolg van afwezigheid respectievelijk aanwezigheid van de grote hoeveelheden kwel die hier uit treden. Opvallend hier is het effect van de “historisch” droge zomer van 2018 waar zelfs

in intensieve kwelomstandigheden (ZWAP221 en 222) het grondwater twee keer zo diep wegzakt dan gewoonlijk.

Omwille van landbouwuitbating is gedurende een lange periode geprobeerd om de vallei te draineren. Eén zo'n (belangrijk) drainagekanaal is de zgn. Oude Beek; strikt genomen is dit geen beek maar een gegraven drainagekanaal.

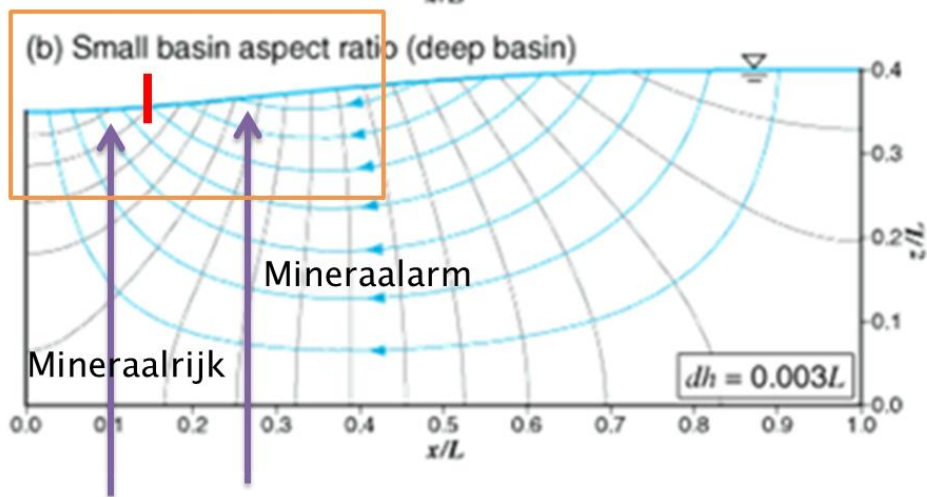


Figuur 131: Drainerende invloed van de oude beek (links) en secundaire/tertiaire drainagegrachten in de vallei van de Zwarte Beek

Er is vastgesteld (De Becker & Thoonen 2010; De Becker 2011) dat de directe drainerende invloed daarvan zich uitstrekt over een afstand van minimaal 20-30 meter direct links en rechts van die waterloop (Figuur 131). Op de Oude Beek zijn echter nog tientallen secundaire en tertiaire drainagegrachten aangesloten die elk ervoor zorgen dat de drainerende invloed zich doet gelden over nagenoeg het volledige veenpakket. Dat is dan ook langzaam aan het mineraliseren, verrotten zeg maar. Vanuit landbouwkundig oogpunt was dit uiteraard een zeer slimme beslissing. Verrottend veen levert grote hoeveelheden nutriënten en mineralen, het terrein wordt droger en dus beter bewerkbaar. Vanuit milieu- en natuuroogpunt is dit allerminst een goede evolutie. De CO₂ die in het veen opgeslagen zit, wordt immers vrijgesteld en het veenpakket dreigt op termijn van een enkele decennia nagenoeg volledig te verdwijnen. Dat is meteen één van de belangrijkste negatieve, zelfs destructieve evoluties hier. Deze evolutie wordt momenteel in delen van de vallei gestopt in het kader van een natuurinrichtingsproject (in uitvoering).

8.1.5 Grondwaterchemie

Het hydrologische systeem van nagenoeg alle Kempische beekdalen vertoont een zonering van atmoclien (atmotroof of ook wel qua chemische samenstelling op regenwater gelijkend) grondwater in het dalhoofd en het bovenste deel van de bovenloop en lithoclien (lithotroof of ook wel qua chemische samenstelling niet meer op regenwater maar van samenstelling gewijzigd) grondwater in het lager gelegen (stroomafwaartse) deel van het beekdal. Dat is het gevolg van het specifieke stromingspatroon van grondwater vertrekkend vanuit het infiltratiegebied, naar het kwelgebied. Daarbij gaat het niet om horizontale/zijdelingse afstroming maar om stroombanen parallel aan de lengterichting van de vallei, die grote bogen beschrijven doorheen de watervoerende laag.

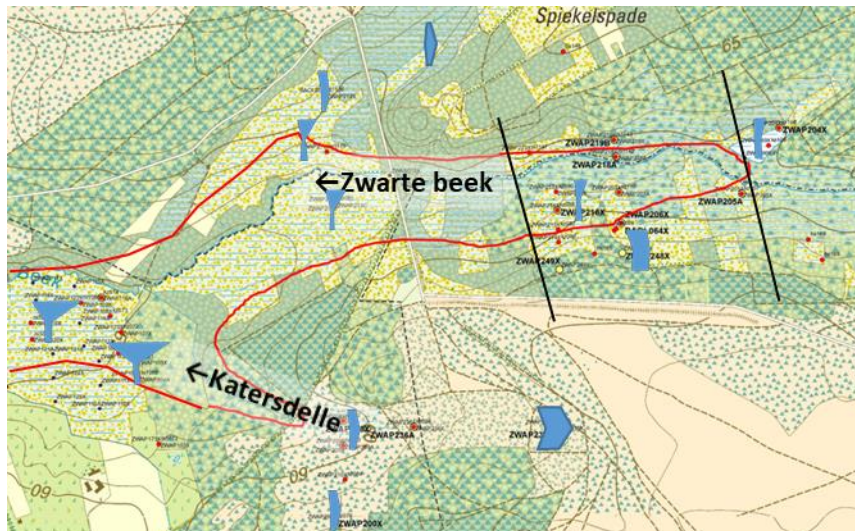


Figuur 132: Schema van grondwaterstroming in de omgeving van de Zwarte Beek (dwarsdoorsnede) met aanduiding van het mineraalarme en het (iets) mineraalrijkere grondwater

De kortste stroombanen zijn inderdaad horizontale of zijdelings weglappende grondwaterstroompjes die een zeer korte verblijftijd in de bodem hebben gaande van een paar dagen tot ca. een jaar. Het levert een chemische samenstelling van het grondwater op dat “atmoclien” genoemd wordt. In Nederlandse ecohydrologische literatuur wordt die mineraalarme kwel wel eens “lokale kwel” genoemd. Alle andere stroombanen, te zien op de dwarsdoorsnede door het hydrologische systeem (Figuur 132) zijn langer, gaan dieper en hebben een langere verblijftijd in de ondergrond. Als dat water uittreedt onder de vorm van kwel, levert dat zgn. “lithoclien” grondwater op, ongeacht of er nu mineralen op te pikken zijn uit de ondergrond of niet. Het lithocline grondwater hoeft niet mineraalrijker te zijn dan het atmocliene grondwater, er is wel sprake van andere verhoudingen tussen de verschillende aanwezige opgeloste elementen. Dat lithocline grondwater wordt in Nederlandse ecohydrologische literatuur wel eens ‘regionale’ kwel genoemd. Dat lijkt te suggereren dat het om twee verschillende systemen gaat; in realiteit is het wel degelijk één en hetzelfde systeem en is de grens tussen beide ‘soorten’ kwel (met atmoclien en lithoclien water) eerder vaag. De grens tussen beide typen verplaatst zich in de tijd (in natte jaren ligt de grens hogerop/stroomopwaarts in het beekdal en in droge jaren lager/stroomafwaarts).

In Figuur 132 is het hydrologische systeem van de vallei van de Zwarte Beek schematisch weergegeven (bruine kader). Rechts (in het oosten) zitten de korte stroombanen, die een vrij horizontale stroomrichting hebben maar vooral een (relatief) korte verblijftijd in het watervoerende pakket. De rode streep geeft de grenszone aan tussen de twee types grondwater. Links van die lijn is het grondwater lithoclien. Het grondwater komt verticaal opgestegen tegen de zwaartekracht in. Op het terrein is deze grenszone tussen atmoclien en lithoclien grondwater, mits enig zoekwerk, doorgaans vrij duidelijk terug te vinden als een parabool/hyperbool vormige zone (Figuur 133). Die mag niet beschouwd worden als een scherpe grens maar eerder als een ‘brede zone of gordel’ van enkele tientallen tot meer dan 100 meter breedte afhankelijk van het topografische verhang van het beekdal in kwestie. In het geval van de Zwarte beek is het verhang vrij steil; bijgevolg is deze overgangszone vrij smal (een paar tientallen meter). Soorten als draadzegge, gabel of beenbreek zijn net in die overgangszone terug te vinden. Draadzegge en beenbreek zijn in de vallei van de Zwarte Beek vrij veel aanwezig in deze zone. Gabel is in de meeste Kempische beekdalen eveneens een soort die dit “contact- “milieu verraad. Om één of andere reden komt de soort in de vallei van de Zwarte beek erg weinig voor. Ze is nagenoeg alleen terug te vinden onderaan Katersdelle, het zuidelijke zijvalleitje van de Zwarte Beek (Figuur 133).



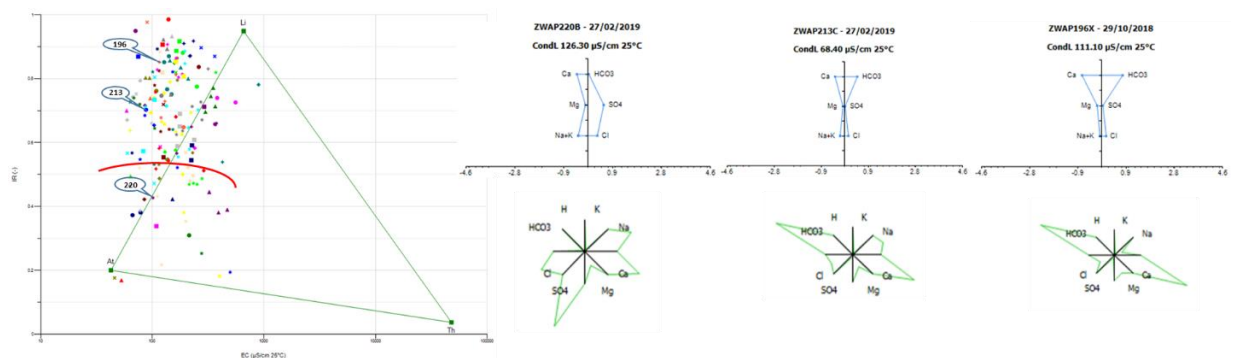


Figuur 133: Zonering atmoclien (stroomopwaarts van de rode lijn) en lithoclien (stroomafwaarts van de rode lijn) grondwaterwater in de Vallei van de Zwarte Beek. De blauwe inzet grafiekjes zijn Stiff diagrammen en situering van de beide dwarsdoorsneden voor vegetatiezonering (in Figuur 137)

De chemische samenstelling van het grondwater is voor het gehele gebied uitgesproken mineraal- en nutriëntenarm. Een uitzondering vormt ijzer, dat in ruime mate aanwezig is als gevolg van de enorme hoeveelheden glauconiet (een ijzerrijk kleimineraal) in de watervoerende laag (zanden van Diest en Kasterlee Figuur 128). De gemiddelde elektrische geleidbaarheid van 173 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabel 18) is daar een goede maatstaf voor.

Tabel 18: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de vallei van de Zwarte Beek (periode 1997 – 2019).

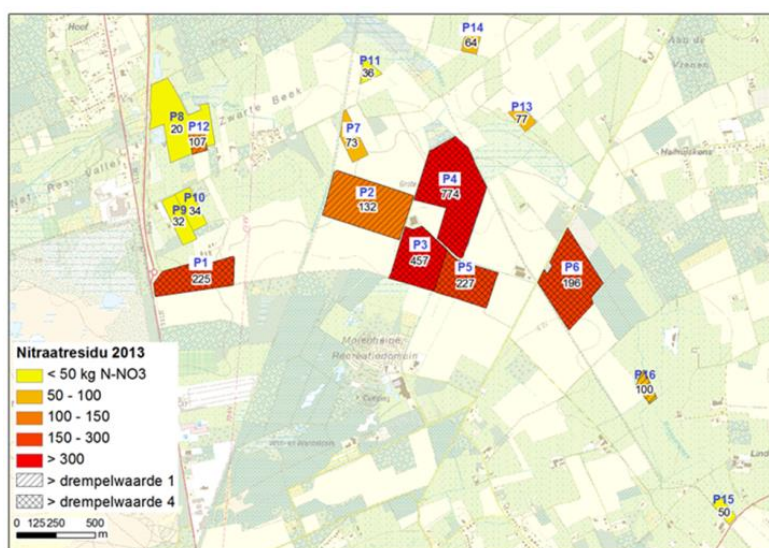
# = 175	EC25	pH	HCO3	P-PO4	N-NO2	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	557	7,1	248	0,893	0,020	37,89	1,98	138	105,0	64,6	57,6	54,0	15,00	60,30
90-percen	297	6,5	96	0,204	0,015	0,34	0,48	54	29,4	15,2	6,6	34,2	5,30	16,73
mean	173	5,8	45	0,073	0,012	0,52	0,20	25	14,4	7,7	3,5	16,9	3,10	7,16
10-percen	78	4,9	4	0,010	0,005	0,03	0,02	2	4,2	2,9	0,4	5,1	1,31	0,23
min	46	3,6	1	0,010	0,005	0,01	0,02	0	0,3	1,6	0,1	0,6	0,47	0,05



Figuur 134: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Zwarte Beek (de rode lijn verwijst naar de grenszone op het terrein tussen atmoclien en lithoclien grondwater (in Figuur 133))

De verschillen tussen atmoclien en lithoclien water zijn uiteraard ook terug te vinden in de EC/Ir-de Stiff- en Maucha-diagrammen (Figuur 134). De zelfde rode lijn als deze die weergegeven is in Figuur 133) werd op het EC/Ir diagram gezet.

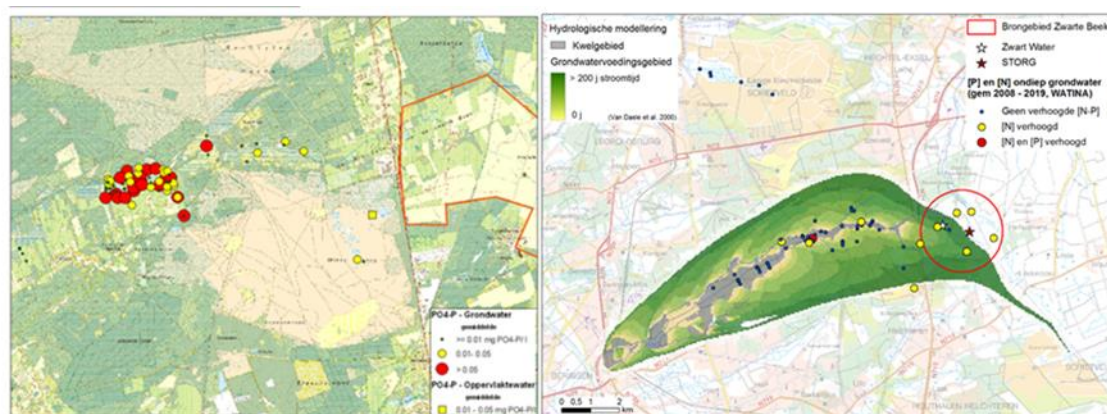
Omwille van overbemesting, die tot op vandaag nog steeds doorgaat (Figuur 135), in het brongebied van de Zwarte beek maar ook in verspreide landbouwpercelen langsheen de valleirand, worden grote hoeveelheden nitraat en wateroplosbare fosfaat samen met hemelwater geïnfiltreerd en doorgespoeld. Onder de bouwvoor in akkerpercelen wordt de concentratie van nitraat geacht om niet hoger te liggen dan 50 mg NO₃-N. Die norm wordt alvast onder een hele reeks intensief uitgebate akkers in het brongebied ruim overschreden (Figuur 135). Rechtstreeks gevolg daarvan is dat verder stroomafwaarts, in het kwelgebied nutriëntenstromen aan de oppervlakte komen.



Figuur 135: Nitraatresidu's in de bouwvoor van een aantal te zwaar bemeste landbouwpercelen in het brongebied van de Zwarte Beek (Milbau et al 2015)

Nitraat is intussen afgebroken waarbij sulfaat ontstaat. Af en toe komt zelfs fosfaat mee aan de oppervlakte (Figuur 136). Dat wordt versterkt door invang van atmosferische stikstofdepositie in de naaldbossen. Die stikstof komt via stam afvloeï en infiltratie eveneens in het grondwater terecht onder de vorm van nitraat. Als gevolg van de afvoer van (voor dit systeem) grote hoeveelheden nutriënten, breiden sterk competitieve soorten zoals riet en andere ruigtekruiden sterk uit in de vallei waar die soort vroeger (tot voor 10-15 jaar) nauwelijks voorkwamen (Grootjans 1985; Aggenbach 1988). Het gevolg daarvan is dat minder competitieve soorten van schralere standplaatsen het moeilijk krijgen (bv. beenbreek).

Mocht de geologie zo eenvoudig zijn als hierboven voorgesteld, dan was het verhaal nu af. In werkelijkheid komen in de afzettingen van de Formatie van zowel Diest als Kasterlee regelmatig grotere en kleinere kleilagen voor. Die verstoren het regelmatige grondwaterstromingspatroon. Het instromende grondwater stroomt over die kleilaagjes, neemt nog wat extra mineralen op en treedt zijdelings uit. Dat gebeurt sporadisch in het stroomopwaartse (in regel mineraalarme) deel van de bovenloop van de Zwarte Beek waar die lagen op verschillende locaties werden vastgesteld.



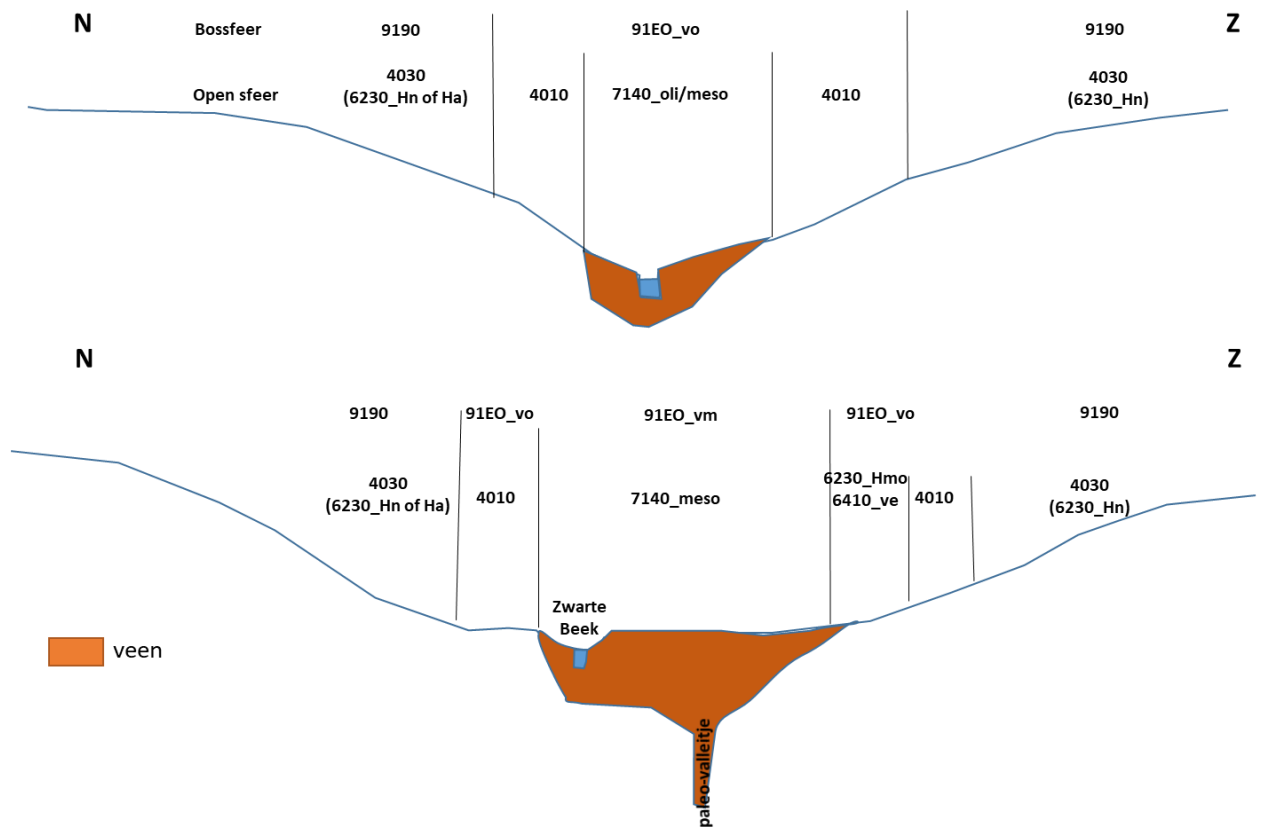
Figuur 136: Orthofosfaat in het grondwater in de vallei van de Zwarte Beek (links) en locaties waar zowel stikstof als fosfor in het grondwater verhoogd (rechts)

8.1.6 Oppervlaktewater

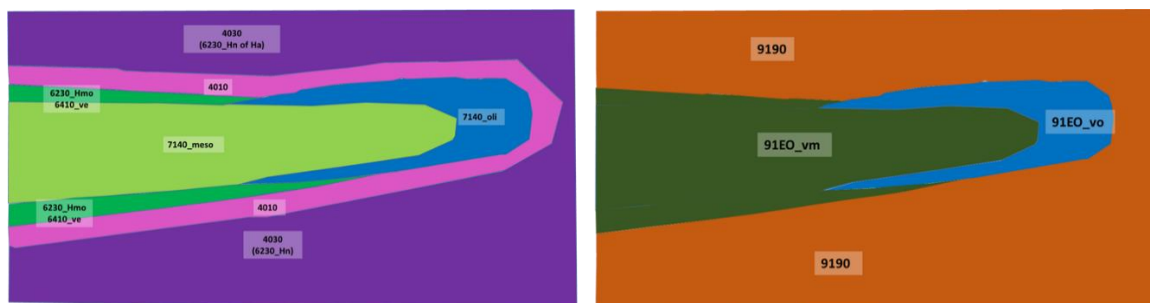
Het Zwarte beekwater zou van nature zeer mineraalarm moeten zijn, ware het niet dat in het brongebied zware overbesteding optreedt in een aantal landbouwterreinen en weglekkend huishoudelijk afvalwater van een geïsoleerde 'bungalow'-zone de nutriëntenvracht sterk verhoogd. Dat heeft gevolgen in het vegetatiepatroon van het stroomafwaarts gelegen natuurgebied; bij regelmatig optredende piekafvoeren, treedt de (nutriëntenrijke) beek buiten haar oevers en laat sediment en nutriënten achter in vegetaties die van nature voorkomen op erg nutriëntenarme standplaatsen. Het resultaat daarvan is een sterke uitbreiding van bijvoorbeeld riet in de voorbije decennia.

8.1.7 Vegetatiezoning

Vergelijkbaar met de grondwater dynamische gradiënt is er loodrecht op de lengteas van de vallei een vegetatiezoning op het terrein te zien (Figuur 137). Afhankelijk van waar de dwarssectie juist gesitueerd is (stroomop- dan wel -afwaarts van de grens in atmoclien/lithoclien grondwater) ontwikkelt er zich in de vallei venige heide (7140_oli) dan wel kleine zeggenvetaties (7140_meso). Beide vegetatietypen zijn veenvormend. In beide gevallen groeien ze op locaties met grondwaterpeilen die doorheen het jaar nagenoeg constant zijn en tegen het maaiveld aan zitten. Op de overgang van veen naar zand, aan de randen van de eigenlijke vallei dus, situeren zich graslandachtige vegetatietypen die het midden houden tussen veldrusgraslanden (6410_ve), gedomineerd door veldrus én de noodzakelijke aanwezigheid van klein glikkruid (wat hier regelmatig het geval is) en vochtige heischrale graslanden (6230_hmo), waarin veldrus eveneens een belangrijke rol speelt naast tal van andere schraallandsoorten. Er is nogal wat discussie over de juiste afbakening van beide vegetatietypen, vandaar dat ze hier allebei vermeld worden. Hier is het grondwater iets mineraalrijker (waar bijvoorbeeld wat kleilaagjes aanwezig zijn). Als het grondwater echt zeer mineraalarm is, ontwikkelt hier venige heide (7140_oli). Nog (topografisch) ietsje hoger in het landschap gaat venige heide over in vochtige heide (4010) om ten slotte droge heide (4030) te worden. Her en der zijn in de matrix van droge heide ook fragmenten van droge heischrale graslanden (6230_hn). De ultieme kennis over de exacte en onderscheidende standplaatsvereisten die maken dat een bepaalde locatie evolueert naar heischraal grasland, dan wel vochtige heide of droge heide is recent in dit gebied nog grondig bekeken (Milbau et al 2016) maar echt onderscheidende standplaatsfactoren konden niet worden gevonden. Dit is al lang een onopgeloste onderzoeksvraag (en lijkt het nog een tijdje te zullen blijven).



Figuur 137: Schematische dwarsdoorsneden van de vegetatiezonering in de vallei van de Zwarte Beek (boven: oostelijk of stroomopwaarts & onder: westelijk of stroomafwaarts, voor benaderende locatie zie Figuur 133)



Figuur 138: Bovenaanzicht schematische weergave van de vegetatiezonering in de vallei van de Zwarte Beek (links: open sfeer; rechts: bossfeer)

In dit type van ecohydrologische systeem zijn productievere graslanden maar mogelijk nadat de valleien ontwaterd worden. De aanleg van grachten en greppels heeft tot gevolg gehad dat veen wordt afgebroken. Daarbij komen mineralen en nutriënten vrij die in de loop van de voorbije millennia werden opgeslagen. Het gevolg is een toegenomen gewasproductie, meer grassen dan schijngrassen, een verschuiving van de vegetatiezonering: de gordel van kleine zeggenvegetaties krimpt in en verdwijnt zelfs ten voordele van veldrus-/vochtige heischrale graslanden en dottergraslanden. Dit type kan uiteraard hersteld worden, maar het is duidelijk dat dit een (voor veen) destructieve praktijk is die kan blijven bestaan zolang er veen aanwezig is (i.e. niet alle veen is gemineraliseerd).

In de bossfeer wordt het valleideel dat gevoed wordt met het lithotrofe grondwater begroeid met mesotroof elzenbroek (91EO_meso). Hierin domineert Zwarte els en tal van zeggesoorten

(elzenzegge, moeraszegge, hoge cyperzegge, ijle zegge, ...) Bitterzoet, gele lis maar ook slangenwortel. Is het grondwater atmotroof dan ontwikkelt er oligotroof elzen-berkenbroek (91EO_oli) gedomineerd door zachte berk, ook nog wat zwarte els, maar vooral opvallend aaneengesloten veenmostapijten. Op de drogere delen ontwikkelt zich zuurminnende eikenbossen (9190). Speciaal in de vallei van de Zwarte Beek is het lange lint van oud bos op de oevers van de zwarte beek zelf van Atlantisch zuur beukenbos met hulst, dalkruid, lelietje der dalen, witte klaverzuring (9120).

8.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Optrekken drainageniveau Oude Beek (in uitvoering!)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – nutriëntenvrachten beperken (brongebied)
 - Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater
 - Via aangerijkt grondwater – excessieve bemesting landbouwgronden in brongebied, verder plaatselijk kleine problemen
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: JA- zeer belangrijk maar in herstel - drainerende invloed 50 meter! – Afbakening van SBZ-H-deelgebied (vnl. middenstreams) is hier een probleem bij vernatting!
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk beperkt en niet relevant. Gewenst?
- vi. Meetnet: já en operationeel

8.1.9 Relevante referenties

Aggenbach C. 1988. Kartering van freatofyten in de vallei van de zwarte beek

Allemeersch L. 2010. Archeologische en paleo-ecologische evaluatie van de Zwarte Beek (Beringen, provincie Limburg). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2010.56. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

Grootjans A. 1985. Changes in groundwater regime in wet meadows. Proefschrift ter verkrijging van het doctoraat in de wiskunde en natuurwetenschappen aan de rijksuniversiteit Groningen NI doctoraat.

Callebaut J., De Bie E, De Becker P. & Huybrechts W. 2007. NICHE Vlaanderen: SVW: 1-7. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2007.

De Becker P. & Huybrechts W. 2000. Vallei van de Zwarte Beek: ecohydrologische atlas. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud IN.R.2000.16.

De Becker P., Jochems H., & Huybrechts W. 2004. Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beek begeleidend Alno-Padion & Alnion incanae-gemeenschappen. Verslag Instituut voor Natuurbehoud IN.O. 2004.17, Brussel, 165 pp.

De Becker P. 2009. NatuurInrichtingsProject Vallei van de Zwarte Beek (Koersel-Beringen Limburg) Streefbeeldendiscussie INBO Advies INBO.A.2009.04

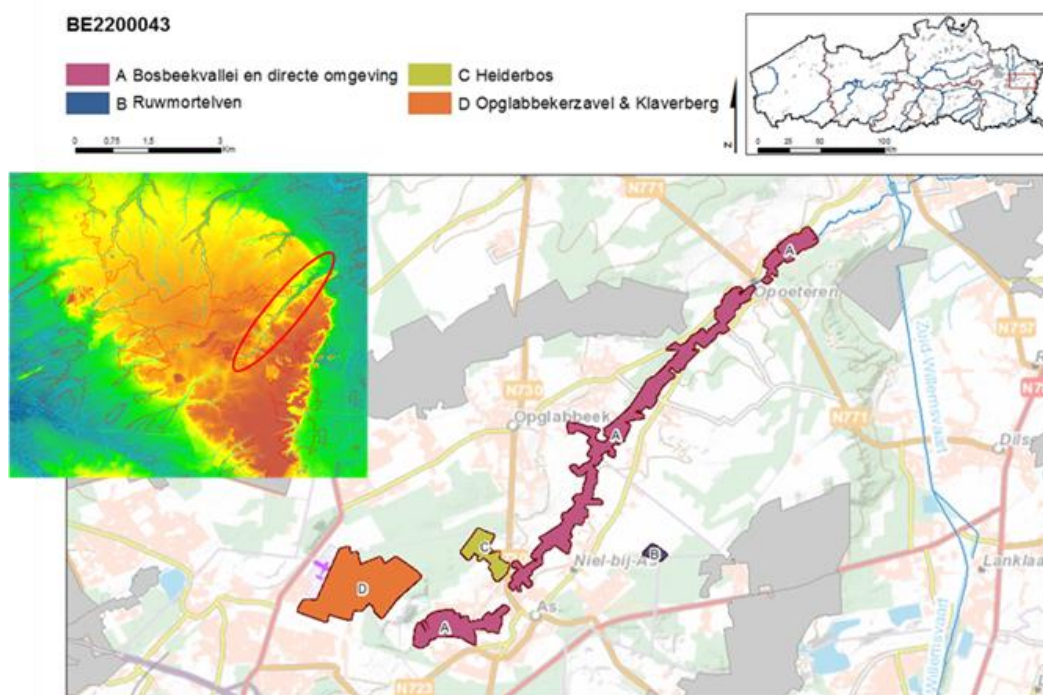
- De Becker P. & Thoonen M. 2010 Advies betreffende het hydrologische herstel in het natuurinrichtingsproject van de vallei van Zwarte Beek – De verondieping van de Oude Beek. INBO.A.2010.118.
- De Becker P. 2011. Aanvullend advies betreffende het hydrologisch herstel van de vallei van de Zwarte Beek. Advies van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek. INBO.A.2011.103.
- De Becker P., Herr C., Huybrechts W., Vanderhaege F, Wouters J. & Hens M. 2011. Advies betreffende de impact van de nutriëntenbelasting in het brongebied van de Zwarte Beek op oppervlaktewater en grondwater in het stroomafwaarts gelegen natuurgebied “Vallei van de Zwarte Beek” Advies van het Instituut voor Natuur en BosOnderzoek. INBO.A.2010.208.
- Emsens W-J., Aggenbach C., Cirkel D., Smolders A., Stuyfzand P. & van Diggelen R. 2016 Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen eindrapport
- Emsens W-J, Aggenbach C., Dictus C., Smolders F., Verbruggen E & van Diggelen R 2019. Laagveenherstel door vernatting Terug naar oernatuur in de vallei van de Zwarte Beek. Natuur.Focus 18^e jg nr. 2: 60-65.
- Herr C., De Becker P., Leyssen A. & Van Thuyne G. 2014. Advies betreffende de impact van lozingen in het brongebied van de Bolisserbeek. Advies van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek. INBO.A.2013.135
- Herr C. & De Becker P. 2014.Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel Nutriëntenbelasting. Rapport van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek. INBO.R.2014.2672548
- Huybrechts W., Batelaan O., De Becker P., Joris I. & Van Rossum P. 2000. Ecohydrologisch onderzoek waterrijke vallei-ecosystemen & bijlagen. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud. IN.R.2000.12.
- Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel i:vegetatiekartering
- Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel iii: systeembeschrijving
- Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel iv: beschrijving van de natuurtypen
- Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel v: knelpuntenanalyse en potentiekaarten
- Herr C., Milbau A. & De Becker P. 2015. Huidige milieudruk in het brongebied en de bovenloop van de Zwarte Beek, de Bolisserbeek en de Dommel en mitigerende maatregelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2015.8532699.
- Milbau A., Herr C. & De Becker P. 2016. Standplaatsvereisten en potenties voor habitatherstel van heischrale graslanden in het SBZ-gebied “Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden”(BE2200029). Rapport van de Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek INBO.R.2016.11609788
- Mennen V., Van Look W. & Burny J. 2013. Koersel. Van Neusenbergh tot Spiekelspade. Het historisch landschap in het licht van de plaatsnamen. Natuurpunt.

Van Daele T., Batelaan O. & De Smet F. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de Zwarte Beek: deel ii: hydrologische systeemmodellering



8.2 BOSBEEKVALLEI BE2200043-A

8.2.1 Algemene situering



Figuur 139: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Bosbeekvallei

De vallei van de Bosbeek is een zuidwest-noordoost georiënteerde beekdal dat aan de noordoostzijde het Kempisch plateau verlaat. Ze ontspringt in As, midden op het plateau ten zuiden van de voormalige mijnsite van het Genkse Waterschei en mondt uit in de Maas dichtbij Maaseik.

Al vanaf de tijd van de Ferraris was het gebied grotendeels open, met een groot aandeel 'onbegaanbaar moeras', graslanden, akkertjes edm. Dat bleef zo tot na de 2^e wereldoorlog. Vanaf de jaren 1970 en vooral 1980 werden veel natte graslanden spontaan verlaten en veranderden in een mozaïek van struwelen, (broek)bossen en moeras. Het grote aandeel bossen in de vallei is een recente verschijning.

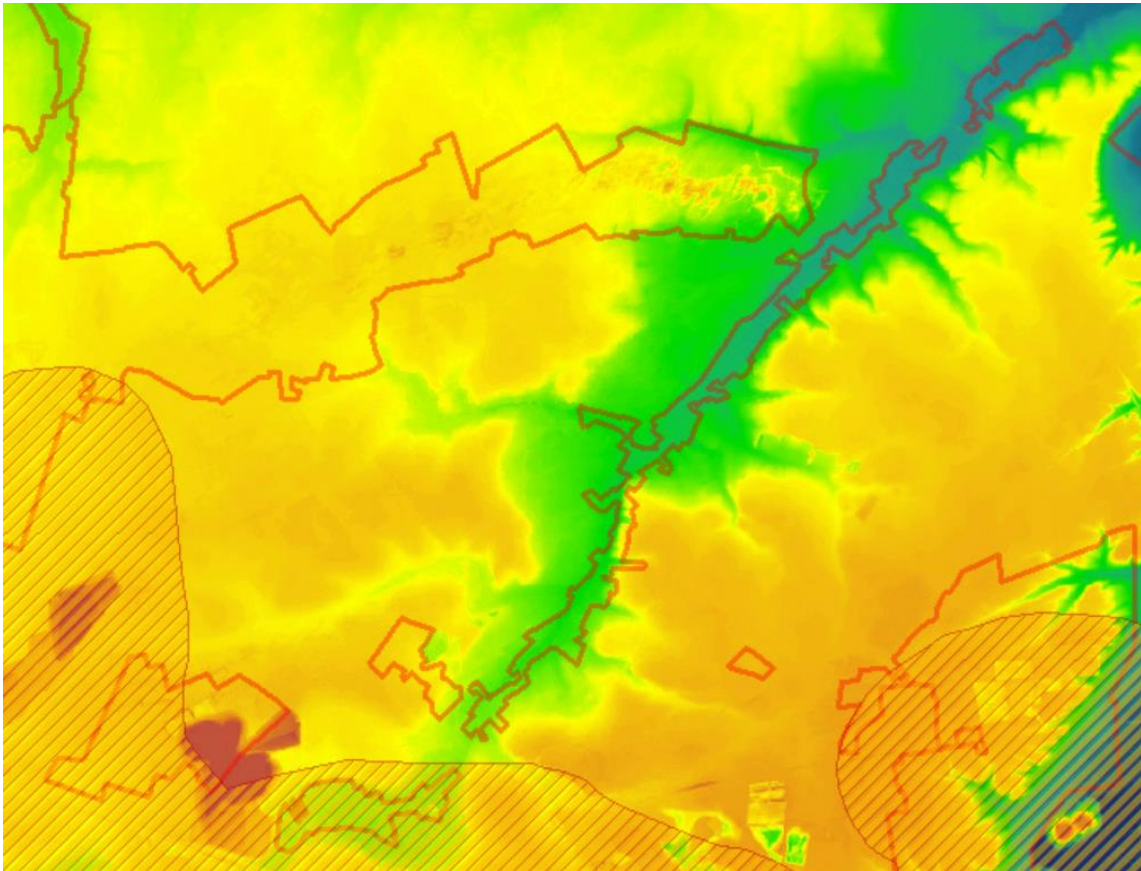
8.2.2 Topografie en hydrografie

De Bosbeekvallei heeft zich diep in het Kempens Plateau ingesneden, plaatselijk tot 30 m en kent een vrij groot verhang van 2 meter per kilometer. Dat betekent dat het een snelstromende beek is. Karakteristiek is het sterk asymmetrische beekdal met erg steile rechter (zuidoostelijke) en veel geleidelijk oplopende linker (noordoostelijke) valleiflanken.

In het brongebied is een vrij groot gebied in topografie gedaald (tot meer dan 5 meter) als gevolg van mijnverzakking (Figuur 140). Daar werden maatregelen genomen om wateroverlast in woongebieden te remediëren. Als gevolg daarvan is er verdroging opgetreden in het meest stroomopwaartse deel van het SBZ-H-deelgebied.

De gemeente As is grotendeels aangesloten op een (eveneens grotendeels gemengd) rioleringsstelsel met een overstort aan de Dumontlaan. Omwille van het erg frequent functioneren van de riool overstort, treden al sinds begin van de jaren 80 van vorige eeuw een

paar keer per jaar piekafvoeren op die normaal in dit soort van beekdalen nauwelijks tot niet voorkomen. Het gevolg daarvan is dat de bedding van de Bosbeek zich langzaam insnijdt in het beekdal en steeds meer drainerend begint te werken. Ook dat is problematisch voor de optimale ontwikkeling van grondwaterafhankelijke vegetatietypen.

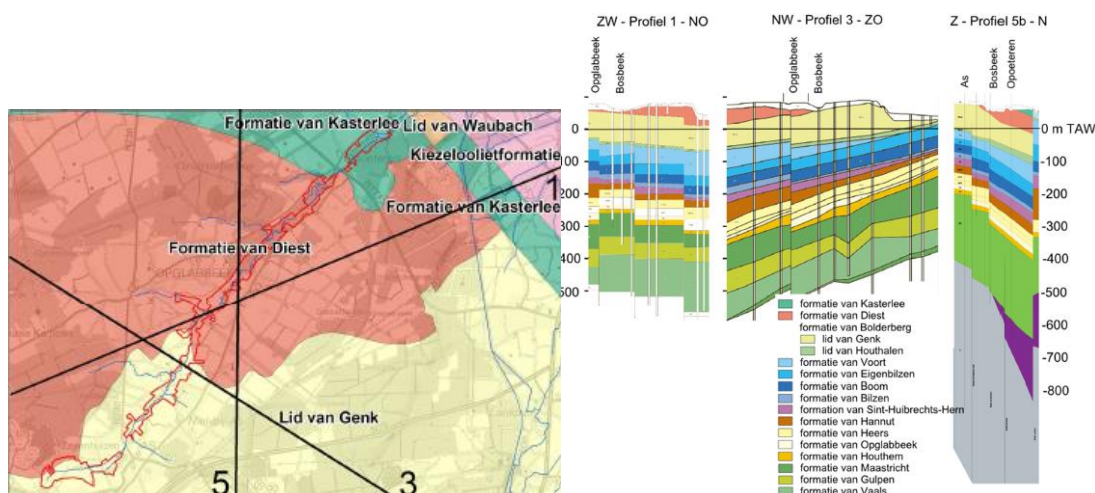


Figuur 140: Detailtopografie van de ruime omgeving het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Bosbeek en aanduiding van het oostelijke mijnverzakkingsgebied (gearceerd).

8.2.3 Geohydrologie

De tertiaire geologie bestaat verschillende afzettingen die van zuid naar noord op mekaar gestapeld zijn. In het zuiden zijn dat de zanden van Bolderberg (lid van Genk), erg mineraalarm fijne kwartzanden met wat Ligniet. Vervolgens is er een brede zone waar de formatie van Diest dagzoomt (glauconietrijke grove zanden) en ten slotte in het noorden de formatie van Kasterlee (kleihoudende zanden). Algemeen hellen de lagen hier af in noordoostelijke richting, wat meteen ook de hoofdstroomrichting van het grondwater aangeeft. Al deze lagen maken deel uit van het Centraal Kempisch aquifersysteem, dat onderaan begrensd is door de Boomse klei (hier op ruim 100 meter diepte). Opvallend ter hoogte van dit gebied zijn de vele geologische breuken die het lagensysteem verbrokkelen en moeilijk voorspelbaar maken.

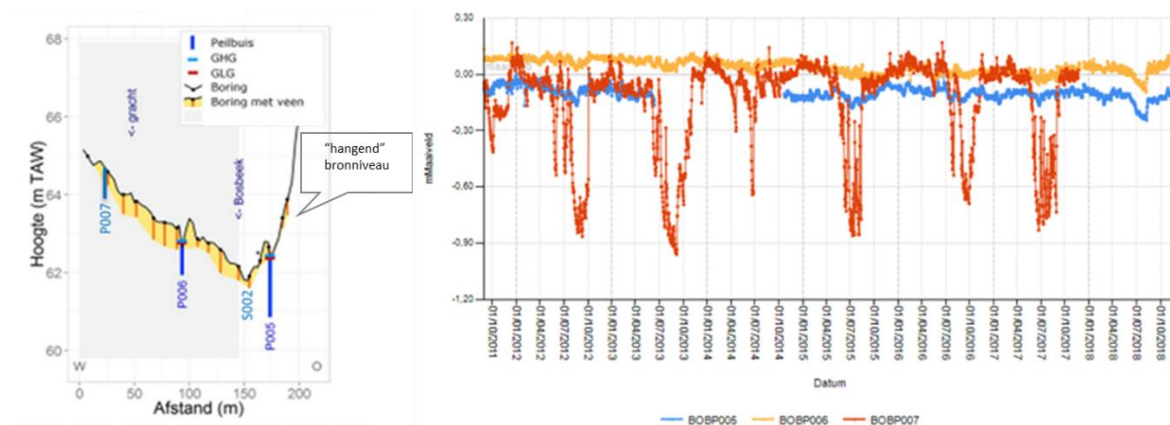
Speciaal aan de Bosbeekvallei (maar buiten SBZ-H-gebied) zijn de ‘bronniveau’ s op de oostelijke steile valleiflank. In de Diestiaanafzettingen komen regelmatig uitgestrekte kleilagen voor waarop grondwater afstroomt en aan de valleiflank uittreedt in de vorm van diffuse ‘hangende’ bronzones. Een paar fraaie voorbeelden zijn te vinden op de oostelijke valleiflank van de Bosbeek ter hoogte van Oplabbeek.



Figuur 141: Schema van de tertiaire geologie en dwarsdoorsneden doorheen de SBZ-H deelzone van de Bosbeek

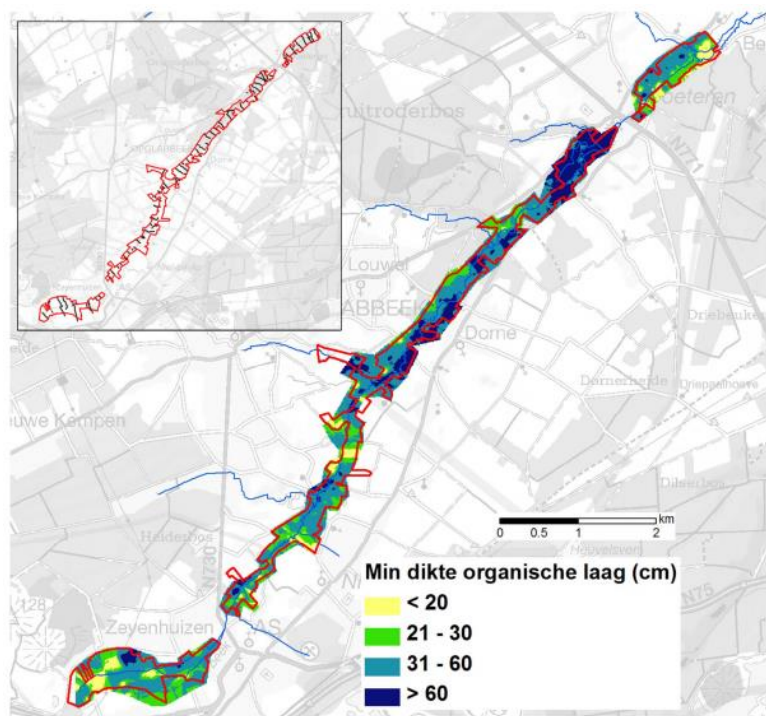
8.2.4 Grondwaterdynamiek

In het meest stroomopwaarts gelegen deel van de SBZ-H-deelzone is een drinkwaterwinning aanwezig (As) waar ca. $2 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$ gewonnen wordt. Destijds was het jaarlijks onttrokken debiet groter, dat is met ruim $1 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$ teruggebracht. De winning is nu geconcentreerd in het meest stroomopwaartse deel van de puttenbatterij (stroomopwaarts de Schansdijkstraat). Het is dan ook in die zone dat de sterkste grondwaterstandsaling optreedt.



Figuur 142: Schematische dwarsdoorsnede door de vallei van de Bosbeek ter hoogte van de Kreeftenbeek (Opglabbeek)links met tijdreeksen van grondwaterpeilen (rechts)

Aan beide kanten van de Bosbeek schommelt het grondwaterpeil nauwelijks op jaarbasis en zit het vlak boven of vlak onder het maaiveld. Dat zijn duidelijk indicaties voor toestroming van grote hoeveelheden kwelwater gedurende het ganse jaar (BOBP005 & 6). Op de geleidelijk oplopende westelijke valleiflank valt de kwel al snel weg en nemen de grondwatertafelschommelingen toe (BOBP007). Op de oostelijke valleiflank is een 'hangende' veenafzetting te zien ter hoogte van de 'hangende' bronniveau's. Uit de veenkaart (Figuur 143) blijkt dat de veenafzettingen hier omvangrijker zijn dan de aanduidingen die te vinden zijn op de bodemkaart. Het "natte" valleideel valt op verschillende plaatsen voor een aanzienlijk deel buiten de grenzen van natuurgebied volgens het gewestplan en buiten de grenzen van het SBZ-H-gebied. Hydrologische herstelmaatregelen die geen effect mogen hebben buiten de grenzen van het natura 2000 gebied zijn nagenoeg niet realiseerbaar. De afbakening van dit gebied is dan ook problematisch krap gebeurt.



Figuur 143: Veenkaart voor de vallei van de Bosbeek en afbakening van het SBZ)H deelgebied

8.2.5 Grondwaterchemie

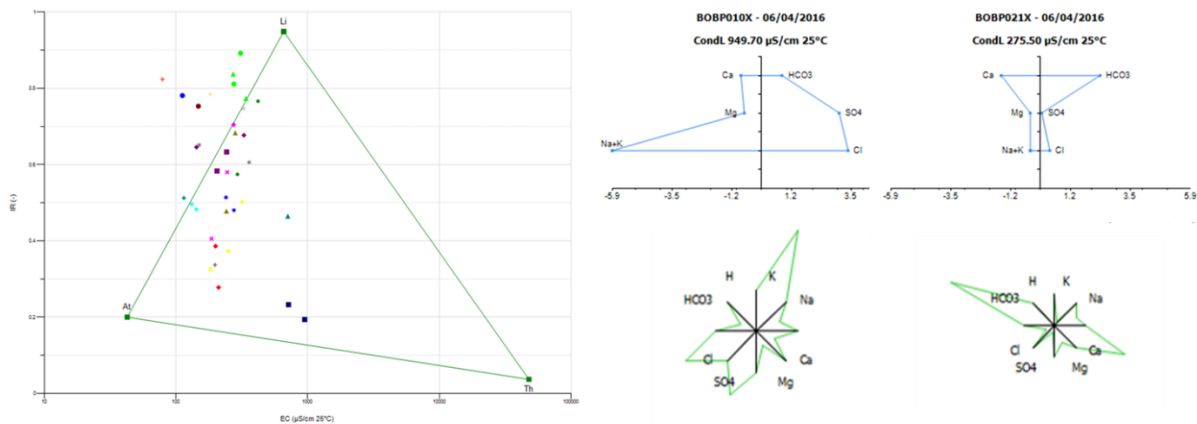
In regel is het grondwater in de vallei van de Bosbeek uitgesproken tot matig mineraalarm. Dat heeft alles te maken met de watervoerende pakketten waaruit het water afkomstig is (zanden van het lid van Genk en formatie van Diest). In het dalhoofd treedt erg jong en horizontaal stromend grondwater uit dat uitermate mineraalarm en atmoclien is. Iets verder stroomafwaarts is het grondwater dan wat langer onderweg, en treedt grotendeels verticaal opstijgend uit; het is nu ook wat mineraalrijkeren lithoclien. De grenszone tussen beide types grondwater is paraboolvormig waarvan de buik zich situeert zich ter hoogte van de Schansdijkstraat.

Tabel 19: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de vallei van de Bosbeek (periode 2003-2016).

# = 36	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	950	7,0	224	4,55		8,42	0,770	148	136,4	50,9	188,8	66,4	10,50	16,81
90 percent	390	6,8	142	1,32		3,16	0,050	61	48,6	21,1	8,8	39,6	7,90	8,91
mean	279	6,1	68	0,51		1,09	0,044	26	34,4	13,4	12,2	23,5	4,32	2,35
10-percent	137	5,7	13	0,01		0,03	0,001	2	8,8	5,2	1,2	10,8	1,76	0,05
min	79	4,8	1	0,00		0,02	0,001	1	4,2	3,2	0,5	9,2	0,90	0,01

Uit de analysesresultaten blijkt dat er hier via grondwater sprake is van orthofosfaat aanrijking, een enkele keer is dat zeer hoog maar doorgaans is de P-aanrijking beperkt, maar toch. Op een aantal locaties spelen nitraat- en ook sulfaataanrijking een belangrijk rol. Op diezelfde locaties is er ook een aanrijking met bv. chloride en natrium te meten (Figuur 144).





Figuur 144: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Bosbeek

Het is niet steeds duidelijk wat de bron is (landbouw, huishoudelijk afvalwater) maar het is een vrij belangrijk probleem hier. Bij de recentste bemonsteringen in 2016 lijkt de situatie ietsje verbeterd, maar er blijven dus toch aanrijgingsproblemen met N en P bestaan.

8.2.6 Oppervlaktewater

Oppervlaktewater stelt hier op méér dan een manier een probleem. De Bosbeek en zijlopen transporteren niet of nauwelijks sediment, bij sporadische overstromingen wordt dat ook niet (veel) afgezet, behalve dan sedimentbankjes vlak bij de bedding van de Bosbeek.

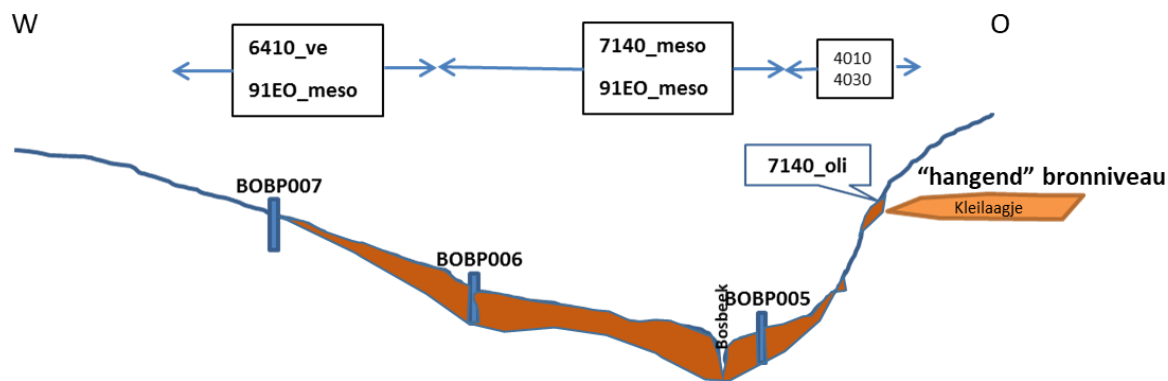
Wel is er de problematiek van grote piekdebieten die volledig door urbane maatregelen veroorzaakt zijn. Zo is er de rioleringsgraad van Opglabbeek en As die nagenoeg 100% bedragen maar die via vlak bij het SBZ-h gebied gesitueerde overstorten zorgen voor piekafvoeren met water van slechte kwaliteit. Het sluipende probleem is dat de regelmatige piekafvoeren (in een beekdal met een groot topografisch verhang) zorgen voor insnijden van de beekbedding en het toenemen van de drainerende werking van de beek, waardoor mineralisatie van veen gradueel voortschrijdt in het gebied.

8.2.7 Vegetatiezoning

Net zoals voor nagenoeg alle kempische beekdalen komt in het dalhoofd (de zone ten zuiden van de terril van Waterschei) erg mineraalarm grondwater aan de oppervlakte. Daar ontwikkelen zich in de open sfeer venige heide (7140_oli) afgeboord met iets wat het midden houdt tussen veldrusgrasland (6410_ve) en vochtig heischraal grasland (6230_hmo). In de bossfeer is dat oligotroof elzenberkenbroek (91EO_oli). Deze zone is hier sterk verdroogd (waterwinning en afpompings overtoellig water in mijnverzakkingsgebied).

Verder stroomafwaarts, waar het atmocliene water verdrongen zit in de rand van de vallei en de vallei zelf onder invloed staat van lithoclien grondwater, worden die habitats vervangen door Kleine zeggenvegetaties (7140_meso) afgeboord met veldrusgraslanden (6410_ve)/vochtige heischrale graslanden (6230_hmo) in de open sfeer en mesotroof elzenbroek (91EO_meso) in de bossfeer. Aan de randen van de vallei komen geregeld nog smallere zones met de habitattypes van mineraalarme standplaatsen voor zowel in de open als in de gesloten sfeer.





Figuur 145: Schematische weergave van de vegetatiezonering in de Bosbeekvallei

Voorname­lijk op de oostelijke, steile valleiflank, waar doorgaans minder intensief aan landbouw gedaan werd, komen ook vochtige en droge heide voor. Op de hangende bronniveau 's, ook vnl. op de oostelijke en een enkele keer ook op de westelijke valleiflank, zijn regelmatig kleine vlekjes venige heide (7140_oli) te vinden (in diverse stadia van ver­ruiging), bijvoorbeeld met beenbreek tot in het recente verleden.

8.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: geen (rechtstreekse) verdieping of rechte­kking, wel 'sluipende' verdieping als gevolg van piekafvoeren. Het grote probleem hier is de 'zeer on­gelukkige' afbakening van het SBZ-H-gebied,
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – nutriëntenvrachten influx via overstromings­sedimenten zijn een probleem beperken kan enkel extern (zie overstortproblematiek)
 - Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater is grotendeels gebeurt maar in een (eveneens grotendeels) gemengd rioolstelsel. Voorname­lijk As maar ook Opglabbeek zijn een probleem en veel te frequente overstorten
 - Via grondwater – nitraat/sulfaat van droge depositie & landbouw is verbeterd ten opzichte van het (recente 2003) verleden, maar speelt plaatselijk nog steeds aanzienlijke rol.
- iii. Grondwaterwinning ja – in het gebied is een zeer grote drinkwaterwinningactief, die deels mijnverzakkingsproblemen met wateroverlast remediëren maar ook voor verdroging zorgen in de boven­stroomse delen van het gebied.
- iv. Lokale drainage JA- maar drainerende invloed beperkt. Wel een zeer belangrijk secundair negatief effect van overstorten die voor verhoogde piekafvoeren in de Bosbeek zorgen waardoor die insnijdt en steeds meer drainerend begint te werken.
- v. Beperken evapotranspiratie – vermoedelijk niet betekenisvol
- vi. Meetnet – Ja en operationeel

8.2.9 Relevante referenties

Plessers, Aubroeck, Indeherberg en Verheyen. 2004. Ecologische effectvoorspelling grondwaterwinning As. Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening

Van Den Bossche J; & Soenen R. 1994. Integraal waterbeheer, een casestudy voor de Bosbeek in As. Water (79) november/december 225-228

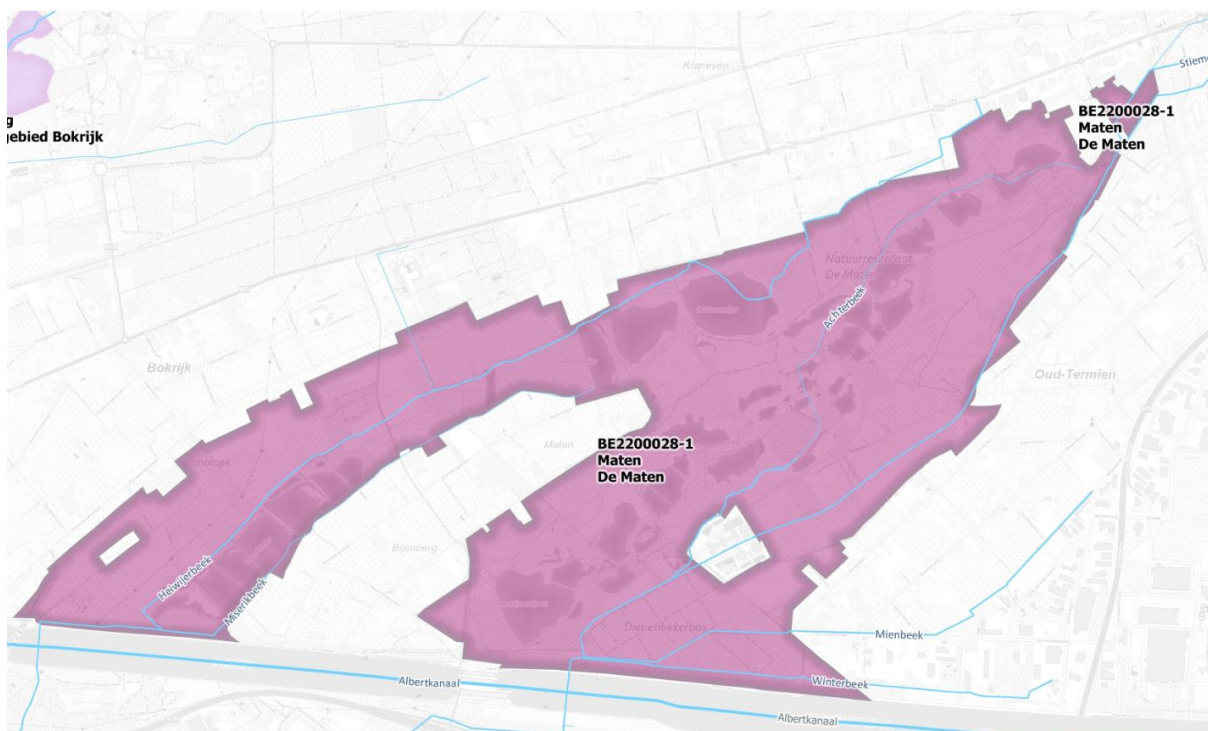
Verbaarschot E., Herr C., Weijters M., De Becker P. & Bobbink R. 2012. Ecohydrologische studie "Boven- en Middenloop Vallei van de Bosbeek" (LIFE09/NAT/BE/000416) Eindrapportage.



8.3 DE MATEN BE2200028-A

8.3.1 Algemene situering

Het natuurgebied de Maten bestaat uit twee min of meer parallel lopende beekdalen net te zuidwesten van Genk.

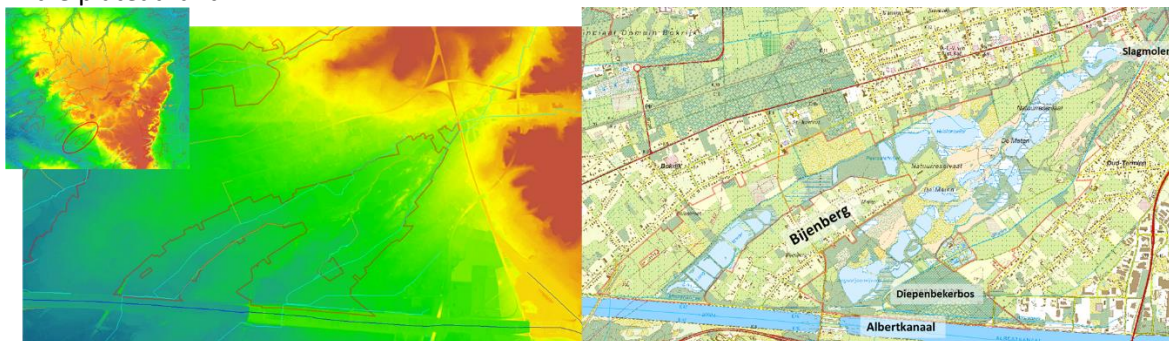


Figuur 146: Algemene situering van de SBZ-H deelzonedeeelzone De Maten

Het gebied ligt aan de west-, oost- en noordzijde ingesloten door dichtbebouwd urbaan gebied. Ook een groot deel van de Bijenberg, de “heuvel”-rij die centraal in het gebied de twee valleien scheidt, is bebouwd. Aan de zuidkant worden de Maten begrenst door het Albertkanaal.

8.3.2 Topografie en hydrografie

Het natuurgebied de Maten is gelegen aan de zuidwest rand van het Kempisch plateau (Figuur 147). De beekdalen zijn, zoals op veel plaatsen rondom dat Kempisch plateau, diep ingesneden in die plateaurand.



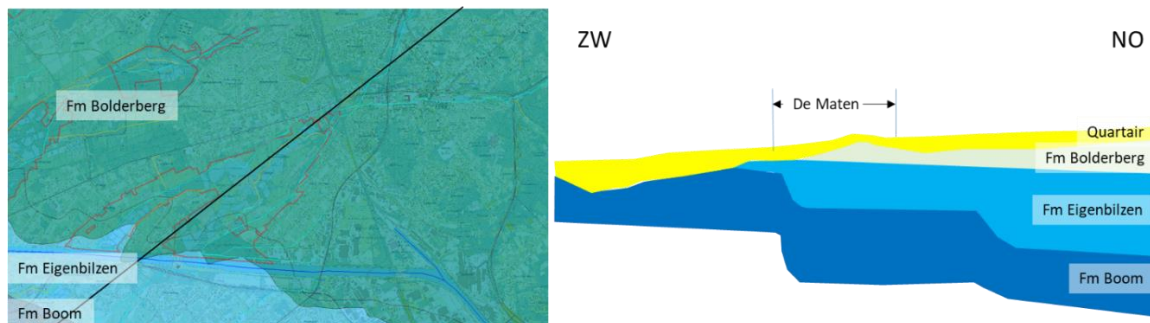
Figuur 147: Algemene topografische situering van het SBZ-H deelgebied van de Maten

De twee beekdalen zijn gescheiden door een langgerekte verhevenheid (Bijenberg). De beekdalen zijn hier al (minstens) sinds de late middeleeuwen (ca. 1500) grondig vergraven bij de aanleg van lange cascades viskweekvijvers ('weijers of weyers'). De beekdalen werden daarbij op tal van plaatsen afgedamd met dwarsdijkjes maar regelmatig ook met complexere dijkstructuren. De waterlopen zijn allemaal vergraven en omgeleid om de vijvers via tienallen op- en aflaatpunten in een cascadesysteem te vullen en opnieuw te kunnen leeglaten. Tussen en langs de weijers liggen nog grotere en kleinere restanten de oorspronkelijke geomorfologie bewaard. De viskweek is hier gestopt in de jaren zestig van de vorige eeuw. Tot in de (vrij) recente geschiedenis werd vooral de Stiemerbeek nog grotendeels op de schop genomen en ten zuidoosten van de oorspronkelijke vallei in een kunstmatige loop gelegd.

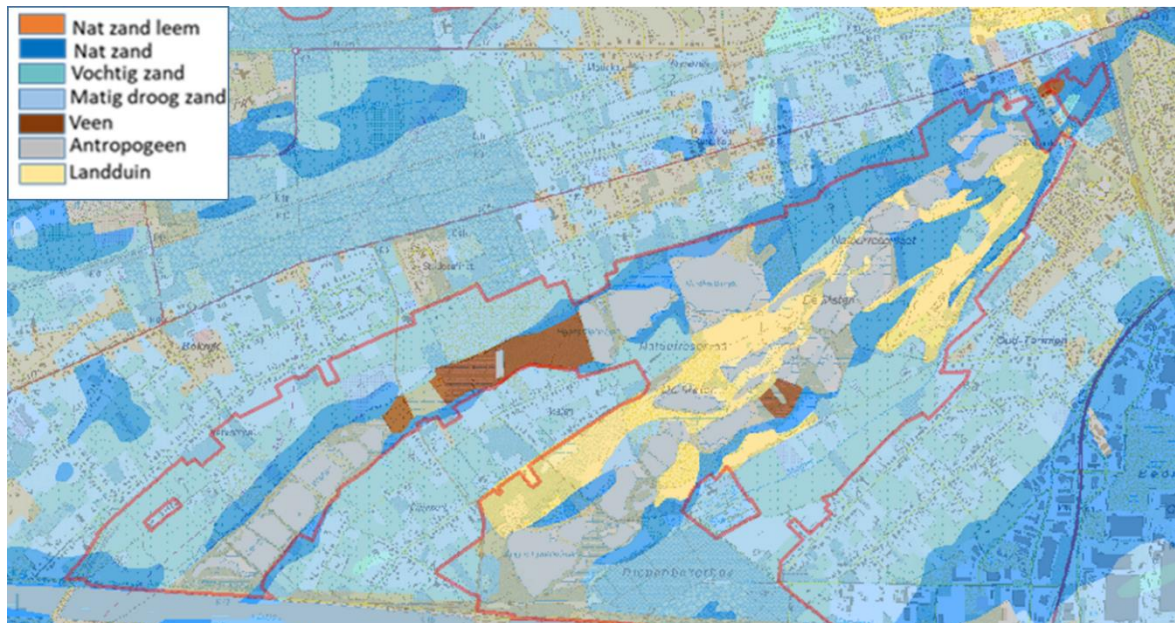
De Stiemerbeek vindt zijn oorsprong een heel eind verder naar het noordoosten op het Kempisch plateau. De Heiweijerbeek ontspringt hier in het gebied zelf, in de omgeving van de zgn. Huijskesweijer aan de voet van het Kempisch plateau dus. Dat verklaart meteen het verschil in karakteristieken van beide beekdalen. Voor de Stiemerbeek gaat het om de middenloop, voor de Heiweijerbeek gaat het om het dalhoofd en bovenloop.

8.3.3 Geohydrologie

Het watervoerende pakket is hier de formatie van Bolderberg, die hier bovenaan bestaat uit zeer mineraalarme fijne kwartzanden van het lid van Genk (het belangrijkste watervoerende deel), met daaronder het vrij dunne pakket glauconietrijke zanden van het lid van Houthalen (die al wat minder hydraulisch geleidend zijn). Daaronder zit de kleiige fijne zanden van de formatie van Eigenbilzen. Ze vormen de overgang naar de Boomse klei die het hydrologische systeem onderaan afgrenst.



Figuur 148: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Maten (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)



Figuur 149: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Maten en de ruime omgeving

Karakteristiek voor nagenoeg alle boven- en middenlopen van Kempische beekdalen is het verloop van de grondwaterstroombanen vanuit het infiltratiegebied parallel aan het beekdal om vlak bij het uittreden in het kwelgebied af te buigen naar de vallei (i.e. het kwelgebied) zelf. Zo ook in het geval van de Maten, hoewel er voor dit gebied geen regionaal grondwatermodel werd gemaakt. In het zuidoosten treedt er wat lek op uit het Albertkanaal. De impact daarvan op de chemische samenstelling van het grondwater is in dit gebied niet meetbaar en lijkt dus verwaarloosbaar te zijn.

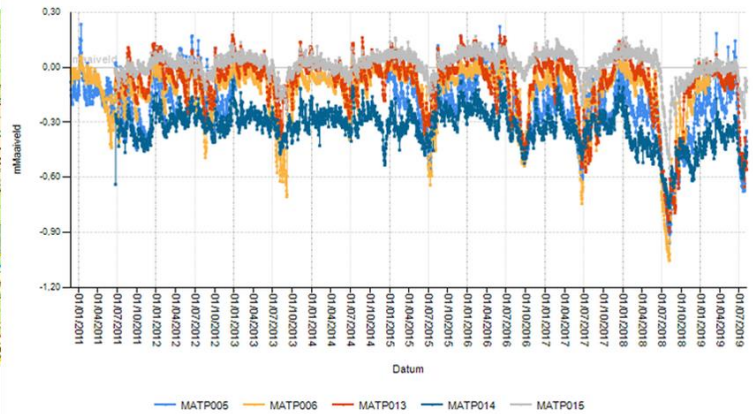
De Stiemerbeek liep vroeger een eindje meer naar het noordwesten dan de locatie waar ze momenteel ligt, op de rand van de vallei en zelfs voor een groot deel op de zuidelijke (linker-) valleiflank. Ter hoogte van de Slagmolen (waar de beek het SBZ-gebied binnenstroomt) wordt ze nu afgeleid naar een reeds lang geleden artificieel gegraven waterloop. De oorspronkelijke loop is vandaag nagenoeg volledig vergraven en geïntegreerd in waterpartijen (voormalige viskweekvijvers).

8.3.4 Grondwaterdynamiek

Aan de noordelijke valleiflank van de Heiweijerbeek treedt grondwater volop grondwater uit. De grondwatertafel is er bijzonder stabiel en staat vlak tegen het maaiveld (zie meetlocatie MATP015 in Figuur 150). Verder naar het zuiden, in de vallei van de Heiweijerbeek neemt de grondwaterfluctuatie toe (meetlocatie MATP005). Vervolgens is er de langgerekte verhevenheid tussen de Heiweijerbeek en de oude loop van de Stiemerbeek, eigenlijk de noordoostelijke uitloper van de Bijenbergheuvel. Ook hier fluctueert het grondwater meer en dieper (MATP006). Nog verder naar het zuiden, in de historische vallei van de Stiemerbeek zijn de peilen opnieuw wat gedempter door het uittredende kwelwater en vermoedelijk ook door lekverliezen vanuit de kunstmatig opgestuwde vijvers (MATP014). Nog verder naar het zuiden nemen de fluctuaties weer toe op de zuidelijke valleiflank (MATP015) door het wegvallen van de kwel en het verdwijnen van de invloed van lekverliezen van vijverwater.

Dit is te beschouwen als een karakteristieke dwarsdoorsnede door dit gebied. Eenzelfde patroon is doorheen het volledige gebied te zien.





Figuur 150: Tijdsreeksen van grondwaterpeilen in een dwarstransect in de Maten ter hoogte van de Huiskenswijer

In de historisch droge zomer van 2018 zakten de grondwaterpeilen soms meer dan een halve meter dieper weg dan anders (tijdsreeksen in Figuur 150). Meer dan waarschijnlijk heeft dit een negatieve impact op de ontwikkeling van de meest gevoelige vegetatietypen zoals venige heide en kleine zeggenvegetaties.

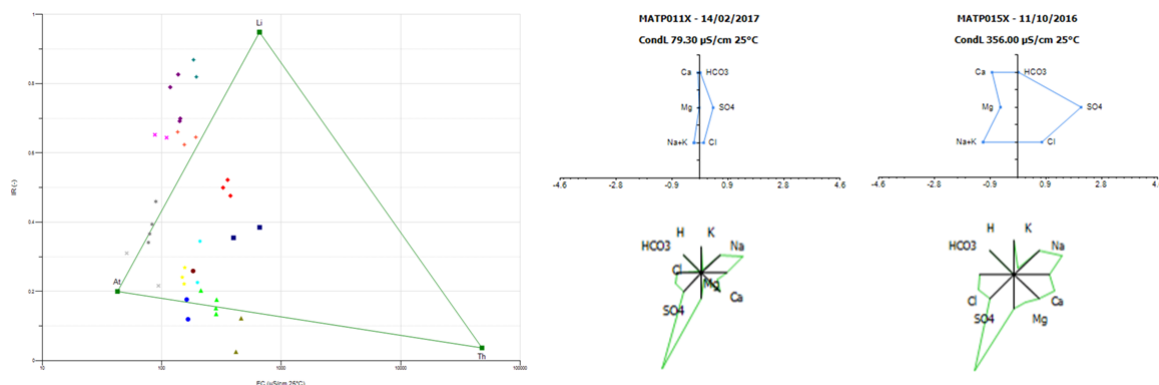
8.3.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier van nature mineraal- en nutriëntenarm omdat het watervoerende pakket hier gedomineerd wordt door de fijne, mineraalarme kwartzanden van de formatie van Bolderberg. Toch zijn er regelmatig abnormaal hoge concentraties van zouten aangetroffen in het grondwater, nagenoeg overal in de Maten. Naar alle waarschijnlijkheid is de aanwezigheid van verhoogde sulfaatconcentraties voor één keer eens niet het gevolg van uitspoeling van nitraten en omzetting via grondwater. Hier lijken ze het gevolg van lekverliezen van uitgespoeld regenwater dat door de terrils (opgedolven zoutrijk restgesteente) van de voormalige steenkoolmijn van Winterslag (Technum 1997) infiltreert naar het grondwater en daarbij grote hoeveelheden zouten mee neemt. Het gaat hoofdzakelijk over sulfaat, maar ook natrium en chloride die onder de vorm van een ruimtelijk in de ondergrond meetbare en aflijnbare aanrijdingspluim met de grondwaterstroming meegevoerd wordt. Die zouten komen in min of meer verdunde concentraties aan het oppervlak in de kwelgebieden o.a. in de valleien van de Maten. Dat is goed te zien aan de afwijkende vormen van bv. de Stiff-diagrammen in Figuur 151. De effecten van die aanrijking worden nog versterkt door lekverliezen van de vele vijvers met geëutrofeerd oppervlaktewater (vnl. van de Stiemerbeek (zie verder). Het feit dat er in het grondwater ook verhoogde nitrietconcentraties gemeten worden (Tabel 20) wijst op instroom van menselijke(aangezien er nauwelijks nog landbouwactiviteit in de directe omgeving aanwezig is hier dus geen dierlijke) mest. Dat moet afkomstig zijn van lekkende riolering of overlopende septische putten aan de rand van het gebied.

In de Maten zijn er vrijwel geen echt “normale” chemische samenstellingen van grondwater te vinden. Ofwel is er aanrijking van zouten, ofwel zijn er verhoogde nitrieten, en/of orthofosfaten aangetroffen en dat over de volledige meetperiode (1012-2017). Het gaat daarbij niet over erg hoge concentraties maar in gebieden met grondwaterafhankelijke vegetatietypen die bovendien karakteristiek zijn voor mineraal- én nutriëntenarm grondwater, zijn kleine afwijkingen in chemische samenstelling vrijwel direct merkbaar, doorgaans onder de vorm van verruiging van de vegetatie.

Tabel 20: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Maten (periode 2012 – 2017).

# = 36	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	660	6,6	190	0,33	0,068	7,11	0,472	116	76,2	98,7	26,6	27,3	9,35	28,98
90-percen	387	6,5	73	0,15	0,024	1,65	0,016	66	53,5	38,7	10,1	20,5	5,81	17,94
mean	209	5,6	37	0,07	0,018	0,78	0,030	24	24,8	19,4	5,8	9,4	2,39	6,58
10-percen	85	4,2	1	0,03	0,015	0,03	0,015	1	5,0	4,5	1,5	1,6	0,34	0,26
min	51	4,1	1	0,01	0,015	0,02	0,015	0	3,8	3,6	0,5	0,7	0,25	0,05



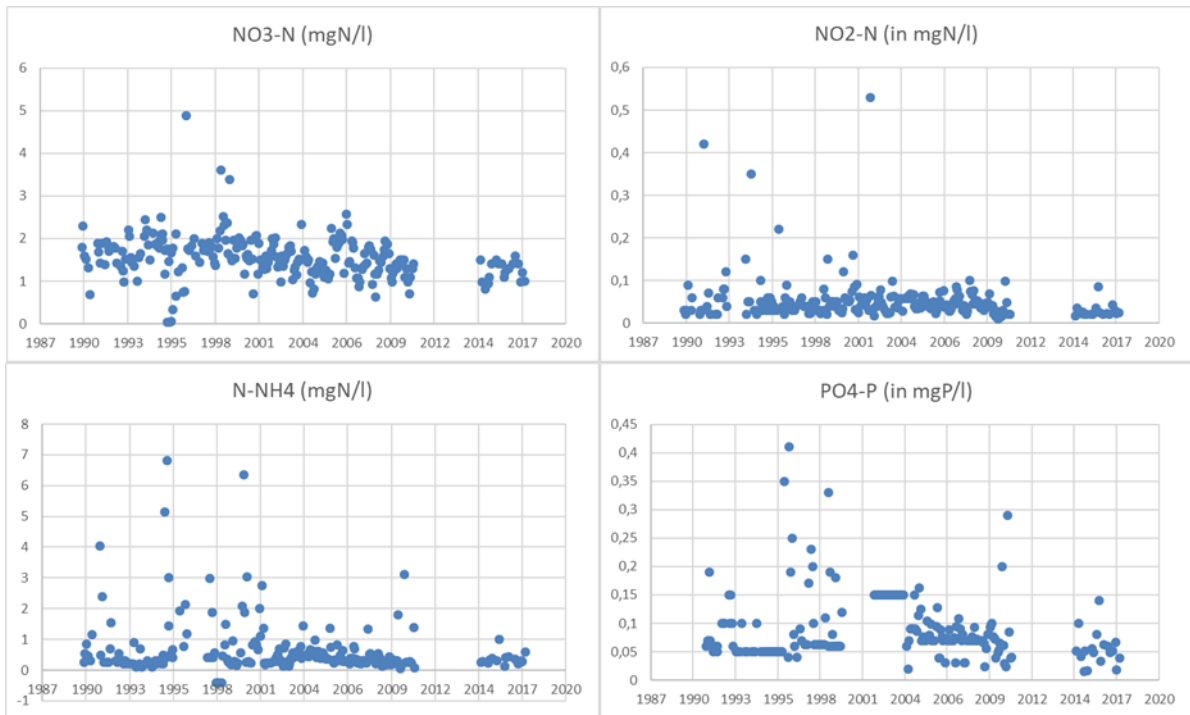
Figuur 151: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied de Maten

Bij wijze van voorbeeld de Stiff- en Maucha-diagrammen van Figuur 151. MATP011 is afkomstig van grondwater in een vochtige heidevegetatie (4010); MATP015 is afkomstig van onder venige heide (7140_oli). Beiden vertonen duidelijk sulfaataanrijking wat leidt tot versnelde afbraak van organisch materiaal ter plaatse, vrijstelling van nutriënten en mineralen, toegenomen productiviteit van de vegetatie en dus verzuuring.

8.3.6 Oppervlaktewater

Omwille van de sterke uitbreiding van het urbane gebied rond het centrum van Genk (net stroomopwaarts van dit natuurgebied) is de vuilvracht van huishoudelijk afvalwater in de Stiemerbeek tot het einde van de jaren 80 van vorige eeuw sterk gestegen. De laatste decennia is er echter een sterke verbetering van de beekqualiteit te zien als gevolg van inspanningen op het vlak van afvalwatercollectering en –zuivering. Dat wordt geïllustreerd door de gestaag dalende concentraties van nitraat, nitriet ammonium en wateroplosbare fosfaten (Figuur 152). De dalende trends zijn niet altijd even duidelijk, maar de excessen (plotse extreem hoge waarden) zijn voor de vier nutriënten wel volledig verleden. Echter, het water van de Stiemerbeek heeft ook in de periode van zeer slechte kwaliteit, de vijvers blijven vullen. Alvast fosfaten zullen daarbij in het vijversediment zijn achtergebleven. Zelfs als er vandaag geen wateroplosbare fosfaten meer zouden aangevoerd worden (wat nog niet helemaal het geval is) dan nog komt er aanzienlijke nalevering van fosfaten die terug in oplossing gaan vanuit het vijversediment...

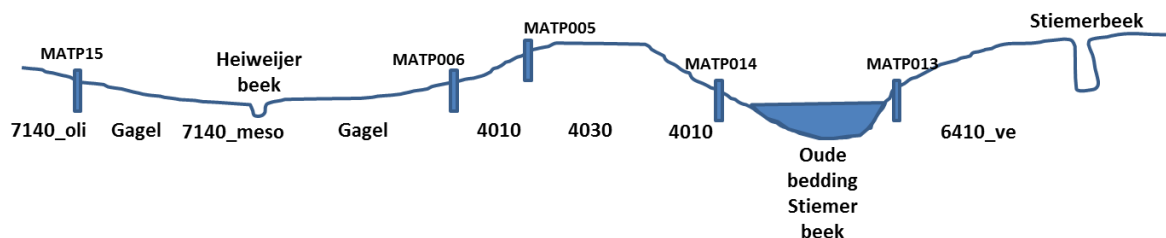
Voor de Heiweijerbeek zijn er geen gegevens beschikbaar, maar die “lijkt” op het terrein van vrij behoorlijke kwaliteit te zijn.



Figuur 152: Tijdreeksen voor concentraties ammonium-N, nitraat-N, ammonium-N en orthofosfaat-P voor het VMM meetpunt 21000

8.3.7 Vegetatiezonerering

In wezen is hier een vegetatiezonerering aanwezig zoals die in de meeste kempische beekdalen op en rond het kempisch plateau te vinden is. Hier liggen er wel tientallen weijers in die dat patroon 'verstoren'. Aan de noordzijde (dalhoofd van de Heiweijerbeek) is zeer goed ontwikkelde venige heide (7140_oli) te vinden. In de vallei van de Heiweijerbeek zelf gaat de vegetatie over in kleine zeggenvegetatie (7140_meso) via een gordel van Gagelstruweel (rbbsm). Op het 'interfluvium' tussen de Heiweijerbeek en de oude bedding van de Stiemerbeek (i.e. de Bijenberg en de noordoostelijke uitloper daarvan) gaat de kleine zeggenvegetatie opnieuw over via Gagelstruweel in vochtige en droge heide. Aan de andere kant van het interfluvium (in de vallei van de Stiemerbeek) liggen veelal weijers met relatief ruige rietvegetaties. In de richting van de zuidelijke valleiflank zijn doorgaans matig tot goed ontwikkelde veldrusgraslanden(6410_ve)/vochtige heischrale graslanden (6230_hmo) te vinden. Her en, der verspreid in de droge heide liggen kleine vlekjes droog heischraal grasland (6230_hn)



Figuur 153: Schematische vegetatiezonerering (in open sfeer) voor de Maten ter hoogte van Huijskensweijer

8.3.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Stiemerbeek is uit de vallei gelegd (naar noorden)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – nutriëntenvrachten beperken Rioleringswater – collecteren, ontkoppelen van hemelwater
 - Aangerijkt Stiemer- & Heiwijerbeekwater wordt gebruikt om vijvers mee te vullen – accumulatie van nutriënten in vijvers, toevoergrachten
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater – probleem van lekkende riolering, diffuus verspreiden van nutriënten via toevoer vanuit met Stiemer-/Heiwijerbeekwater aangerijkte weijers
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: JA- maar erg beperkt!
- v. Beperken evapotranspiratie: gewenst?
- vi. Meetnet: JA en operationeel

8.3.9 Relevante referenties

Aerts, N., Hermy, M. 2004. Vegetatie en vegetatiesuccessie in het natuurreervaat De Maten (Genk). Eindwerk voorgedragen tot het behalen van de graad van Bio-Ingenieur in het Land- en Bosbeheer. Katholieke Universiteit Leuven.

Aggenbach C.J.S., Desmet N., Liczner Y., Patyn J., Vanderhaeghe F. & Van Diggelen R. 2014. Ecohydrologische studie SBZ-H De Maten. ECOBE 014-R182 hoofdrapport en bijlagenrapport. Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer ECOBE/VITO/ INBO, Antwerpen.

Burny, J. 1981. De Maten. Natuurreervaat. Belgische Natuur - en Vogelreservaten vzw.

Declerck, S., Van De Meutter, F en De Meester, L. 2006. Ondiepe vijvers en meren: Ecologische achtergronden en beheer. Natuur.focus 5(1): 22-29.

Lewylle, I., Goddeeris, B., Engelen, P., Roosen, R., De Becker, P. en Herremans, M. 2008. De Boomkikker op een keerpunt? Soortgericht beheer boekt eerste resultaten. Natuur.focus 7(3): 84-93.

Michels, E., Cottenie, K., Van de Meutter, F., Declerck, S. en De Meester, L. 2005. Ecologische gevolgen van verbindingen tussen leefgebieden: de vijvers van het natuurreervaat De Maten (Genk). Natuur.focus 4(1): 16-23.

Technum 1997. Haalbaarheidsstudie waterwinning westelijk mijnverzakkingsgebied Heusden-Zolder.

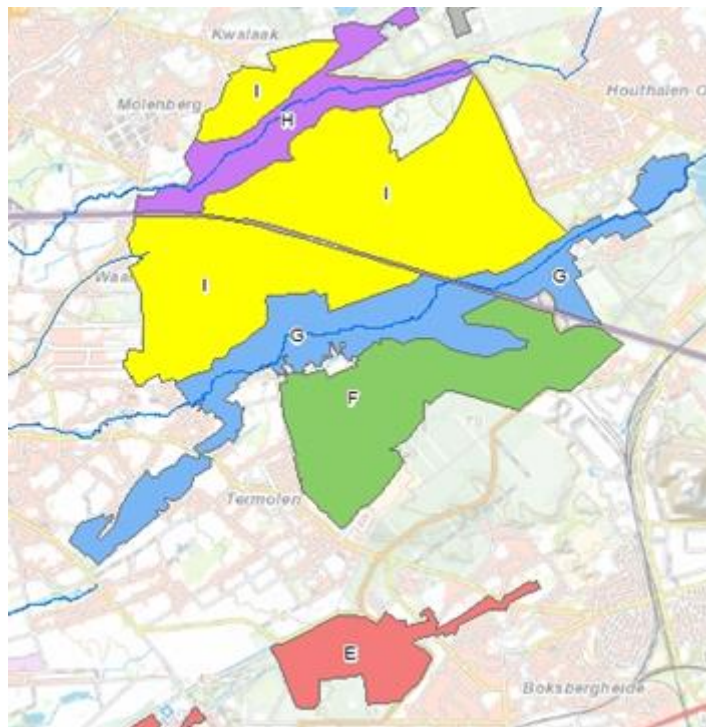
Van de Meutter, F., Stoks, R., De Meester, L. 2008. Periodieke drooglegging van ondiepe vijvers: Wat met libellen, waterkevers en waterwantsen? Natuur.focus 7: 4-9.



8.4 ROOSTERBEEKVALLEI BE2200031-G

8.4.1 Algemene situering

De Roosterbeekvallei ligt aan de zuidwestrand van het Kempisch plateau, ingebed in een groter geheel van SBZ-H-deelzones van de natuurreservaten Teut - Ten Haagdoornheide



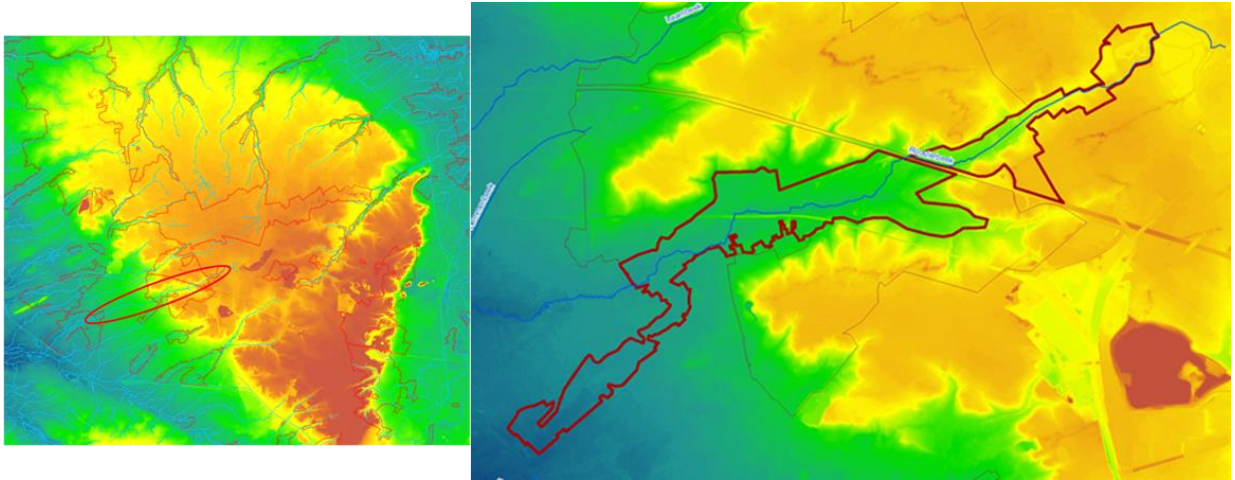
Figuur 154: Algemene situering van de SBZ-H deelzone vallei van de Roosterbeek (G)

8.4.2 Topografie en hydrografie

De topografische niveaoverschillen zijn uitgesproken in dit Kempisch beekdal. Het is ca. 20 meter diep ingesneden in die zuidwestrand van het Kempisch plateau. De beek kent een (naar Vlaamse normen) zeer groot verval (4 m/km) en ze snijdt de laatste jaren dieper in. Zo is ze in het reservaat dan den Teut volledig door de aanpalende veenlaag geërodeerd tot in het onderliggende grindhoudende zand. Het debiet van de Roosterbeek is tegenwoordig groter dan dat het historisch en 'natuurlijk' was. Dat heeft alles te maken met het afvangen van hemelwater uit een deel van het stroomgebied van de Huttenbeek en het afleiden daarvan via de RWZI van Houthalen-Oost, naar de Roosterbeek, naast het feit dat het brongebied van de Roosterbeek grotendeels geürbaniseerd is met een (eveneens grotendeels) niet gescheiden rioleringsstelsel. Dat zorgt voor zeer sterk toegenomen piekdebieten en diepere insnijding van de Roosterbeek in de vallei. De bijdrage van neerslagwater van de E314 is niet de belangrijkste reden van het sterker insnijden van de Roosterbeek. Het is meer dan waarschijnlijk een gecombineerd effect van afleiden van hemelwater van de Huttenbeek naar de Roosterbeek, sterke verstedelijking en dus verzegeling van het infiltratie oppervlak in het infiltratiegebied, het afvoeren van autosnelwegwater en mijnverzakking. Wat de precieze bijdrage is van elk van deze vier oorzaken is, is op dit ogenblik niet te achterhalen, de volgorde hierboven is vermoedelijk wel een van afnemend belang.

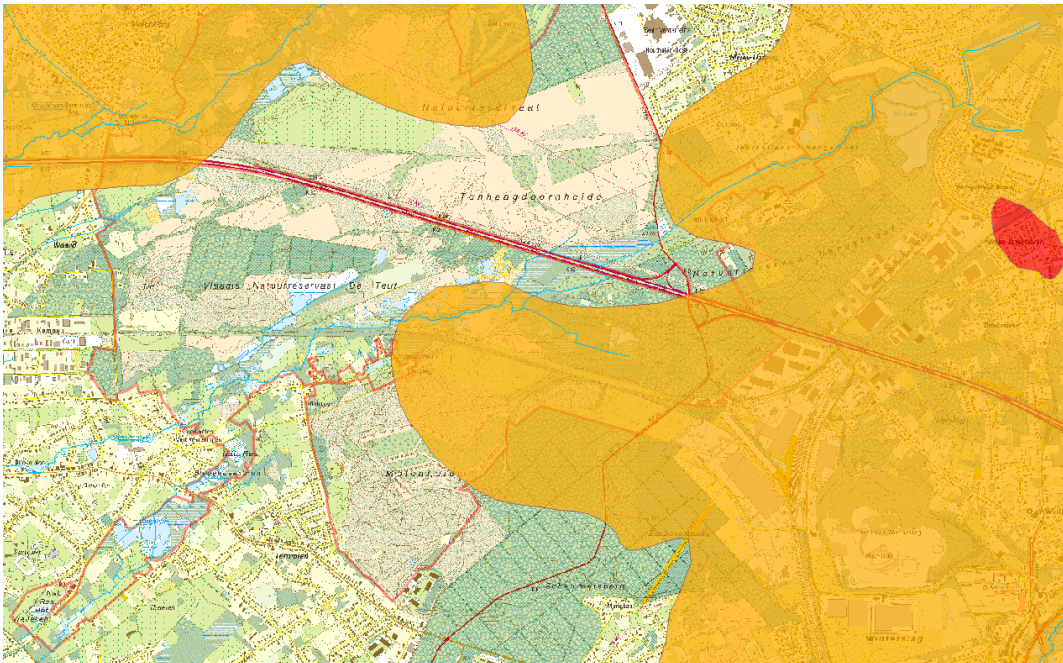
In dit SBZ-H-deelgebied zijn er een paar zijvalleitjes die in de Roosterbeek uitmonden; het valleitje van het Wad en het valleitje van het Groot ven.





Figuur 155: Detailtopografie in de omgeving van de Roosterbeekvallei

Het gebied ligt ten dele in mijn verzakkingszone wat meer dan waarschijnlijk ook een versturende invloed heeft op de hydrologie van de beek. De exacte impact is echter niet onderzocht en op dit ogenblik onbekend.

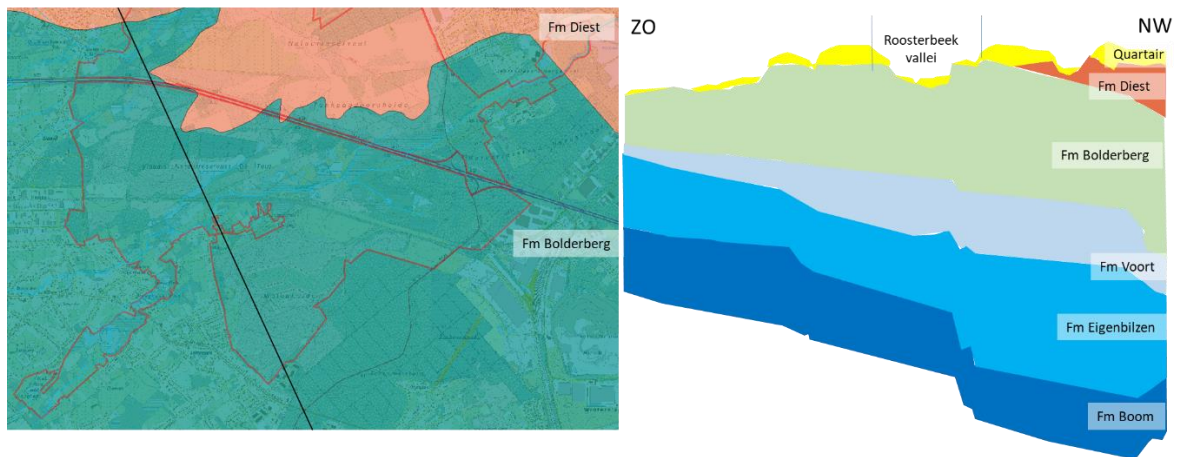


Figuur 156: Situering van de Roosterbeek met overdruk van het westelijke mijnverzakkingsgebied (rood= mijnsites, geel = de benaderende contour van de verzakking)

8.4.3 Geohydrologie

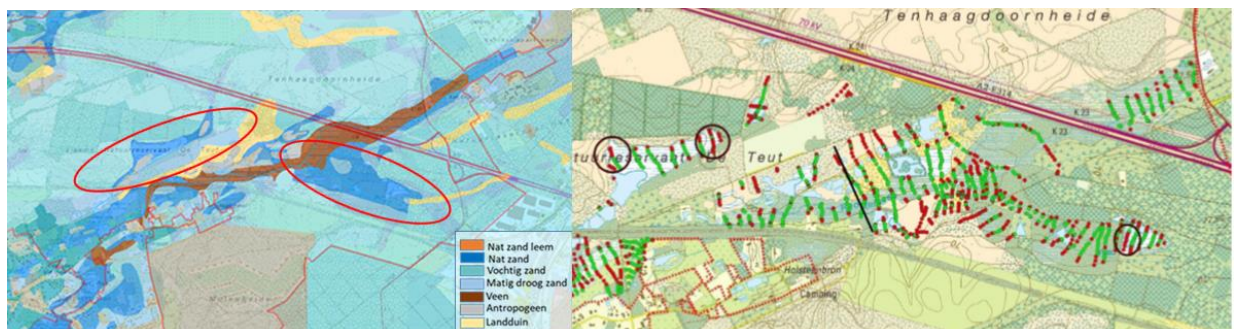
Het gaat hier om een zeer eenvoudig en dik hydrologisch systeem met de zanden van de formatie van Bolderberg als belangrijkste watervoerende laag, met iets naar het noorden ook de kleiige zanden van de formatie van Diest. Onder de Bolderbergzanden zit nog een laag zanden (soms met kleilaagjes) van de formatie van Voort en ten slotte nog zanden van de formatie van Eigenbilzen. Samen vormen ze een ca. 100 m dik watervoerend pakket. Onderaan wordt alles begrenst door de Boomse klei.





Figuur 157: Tertiaire geologie in bovenaanzicht (links) en geologische dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het Vlaams reservaat Teut - Ten Haagdoornheide (en de vallei van de Roosterbeek)

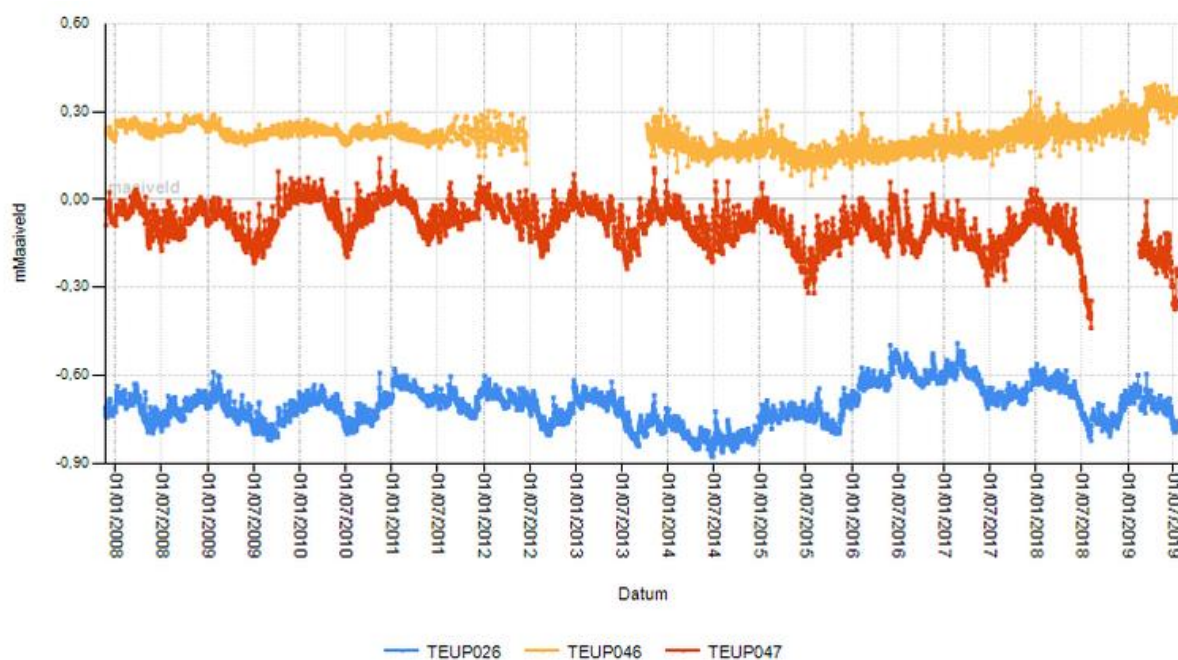
Er is voor dit gebied een regionaal grondwatermodel opgemaakt (Technum, 2002). Naar analogie met wat gevonden wordt in andere kempische beekdalen zoals de vallei van de Zwarte Beek (sterk vergelijkbare geohydrologische en landschappelijke setting) laat dat zien dat er zeer grote hoeveelheden grondwater uittreden in de Roosterbeekvallei. Dat grondwater is in regel mineraalarm, afkomstig uit de fijne zanden van de formatie van Bolderberg en in mindere mate uit de kleiige zanden van de Formatie van Diest.



Figuur 158: Detail uit de Belgische bodemkaart (links) voor de Roosterbeekvallei en resultaten van recente (2015) veenkartering voor hetzelfde gebied (groene stippen >30 cm organisch materiaal)

In het gebied zijn de quartaire afzettingen bijzonder dun tot nagenoeg afwezig, met uitzondering van veenafzettingen in de vallei van de Roosterbeek en de zijvalleitjes. Volgens de Belgische bodemkaart zou alleen de Roosterbeekvallei bedekt zijn met veen. In 2016 werd echter een veenkartering uitgevoerd in het gebied en werden ook in de zijvalleitjes van het wad en het Groot Ven duidelijk veenpakketten aangetroffen (Jansen et al 2016). De grote hoeveelheden veen zijn consistent met de veronderstelling dat hier grote hoeveelheden kwelwater uittreden. Dat zorgt voor een constante (doorheen het jaar weinig of niet fluctuerende) grondwatertafel dicht tegen het maaiveld, wat van belang is voor de accumulatie van veen.

8.4.4 Grondwaterdynamiek



Figuur 159: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de Roosterbeekvallei en zijvalleitjes. Voor locatie meetpunten zie Figuur 162.

Gedurende duizenden jaren werden veenafzettingen gevormd in het beekdal. Door de recent hogere piekdebieten en het grotere debiet gaat de beek dieper insnijden, waardoor direct links en rechts naast de beek het grondwaterpeil verlaagt. Dat zorgt op zijn beurt voor verdrogen en mineralisatie van het veen, 'veraarden' wordt dat ook genoemd (zie Figuur 162). Dat leidt tot inklinking (inzakken van het maaiveld). Die inklinking is in het terrein op diverse plaatsen zeer duidelijk waarneembaar en dit zowel stroomop- als stroomafwaarts van de E314.

In Figuur 162 is een voorbeeld van inklinking weergegeven zoals gemeten in de Roosterbeekvallei ter hoogte van 'de koehoorns'. Het veen links en rechts van de Roosterbeek is over een afstand van soms tientallen meters ingeklonken. Na analogie van wat destijds vastgesteld werd in de vallei van de Zwarte Beek, stopt daarmee het verdrogings- en het inklinkingsproces niet. Als gevolg van de inklinking ontstaat aan de rand een verticale veenwand waarachter het grondwaterpeil eveneens verlaagd is; de verdroging schrijdt zijdelings steeds verder. Het valt te verwachten dat op termijn het volledige veenlichaam van de Roosterbeekvallei op die manier aangetast geraakt, waardoor grondwaterstandsaling zich steeds verder verplaatst in het gebied. Bovendien is er niets wat er op wijst dat het dieper insnijden van de Roosterbeek op dit ogenblik al gestopt is (zie bijvoorbeeld Figuur 161). Op een aantal locaties wordt verder insnijden actueel nog vastgesteld. Of dat een algemene trend is, is niet duidelijk. Een duidelijk beeld daarvan wordt bemoeilijkt door de aanwezigheid van grote hoeveelheden dood hout in de beekloop. Die stammen en takken zorgen doorgaans tijdelijk voor blokkades en sedimentophopingen. Na verplaatsen van de blokkades, doorgaans na een piekdebiet, worden de sedimentdepots door de rivier opgeruimd en snijdt de beek verder in.

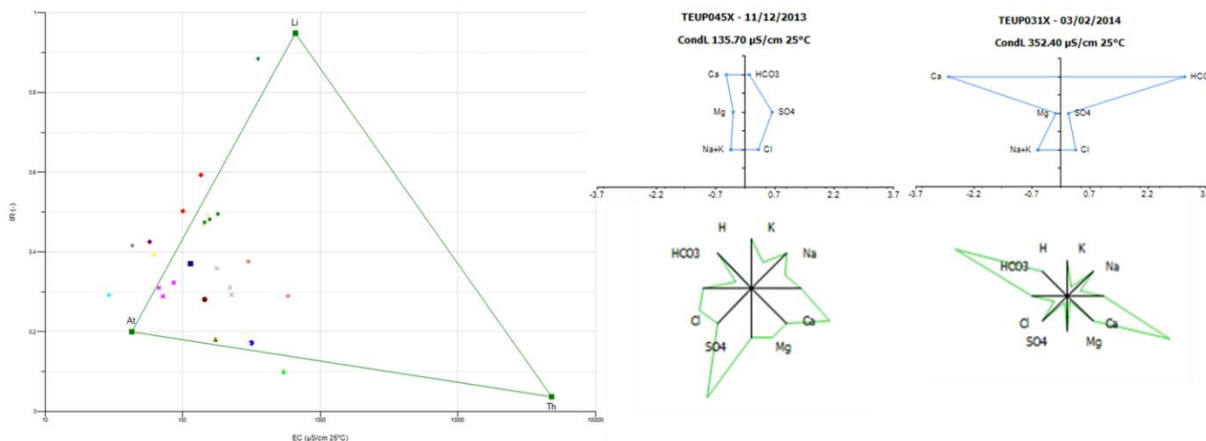
8.4.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier afkomstig uit de zanden van Bolderberg (lid van Genk) en de zanden van Diest, beide licht kleiige afzettingen en dus vrij weinig mineralentransport. Dat wordt weerspiegeld in de chemische analysesresultaten (zie bv de gemiddelde waarde voor EC25 en

bicarbonaat Tabel 21) van het grondwater zoals dat hier verzameld is over een periode van 15 jaar (tussen 2000 en 2015).

Tabel 21: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Roosterbeekvallei (periode 2001-2015).

# = 26	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	581	7,1	190	5,00	0,071	1,20	0,080	83	130,0	74,0	10,1	56,9	26,00	10,29
90 percent	334	6,2	23	2,70	0,062	0,64	0,045	48	65,4	31,8	6,9	13,0	5,80	8,90
mean	187	5,5	16	0,80	0,024	0,30	0,021	24	29,1	14,5	3,6	9,5	3,81	2,38
10-percent	60	5,0	3	0,04	0,015	0,04	0,010	2	6,7	4,4	1,5	2,5	0,53	0,04
min	29	4,6	1	0,03	0,015	0,04	0,010	0	2,9	0,7	0,6	0,7	0,35	0,01



Figuur 160: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied vallei van de Roosterbeek

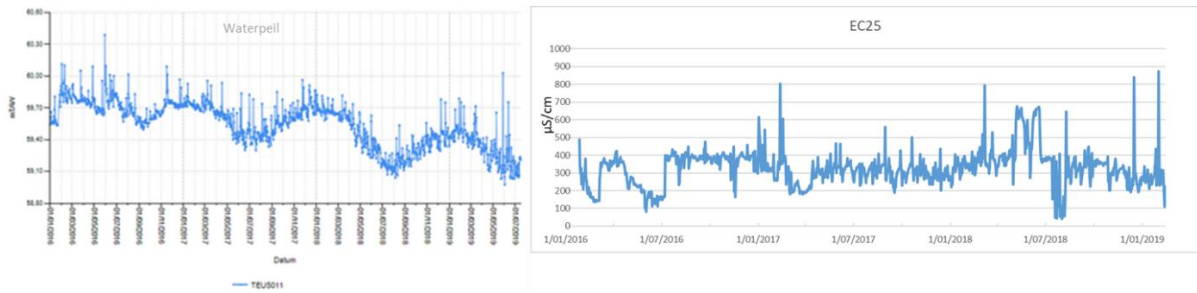
De meerderheid van de bemonsterde hydrologische meetpunten levert atmotroof grondwater op (zie Figuur 160). Het gebied ligt hier dan ook nog steeds in de bovenloop van de Roosterbeek.

Toch is er hier sprake plaatselijk sprake van sterke aanrijking met nutriënten waaronder nitraat (tot 5mgN/l). Op een aantal locaties spoelt dat via het grondwater het gebied in, ook nitriet is licht verhoogd waardoor huishoudelijk afvalwater als verdachte kan worden aangewezen. Sulfaat is plaatselijk verhoogd evenals natrium en chloride; die laatste zijn meer dan waarschijnlijk toe te schrijven aan het infiltreren van E314 water met strooizouten (in het zijvalletje van het Groot ven)

8.4.6 Oppervlaktewater

Niet aan de rand maar midden in het beektraject van de Roosterbeek in deze SBZ-H-deelzone staat de RWZI van Houthalen-Oost. Die verwerkt het huishoudelijk afvalwater van de sterk verstedelijkte gebied van Houthalen. Een groot deel van het rioleringsstelsel is gemengd (afvalwater en hemelwater) waardoor de RWZI bij hevige neerslag wordt overspoeld door grote volumes water. Daardoor wordt het zuiveringsproces kortgesloten en komen de vuilvrachten nauwelijks gezuiverd in de Roosterbeek terecht. Dat leidt tot sterk verhoogde pieken van de EC₂₅ voor de Roosterbeek. Waarden tussen de 200 en 400 µS/cm zouden hier de regel moeten zijn, maar frequent treden pieken op die 500 µS/cm ver overschrijden (Figuur 161 rechts). Dat is een goede indicatie van aanrijking van het oppervlaktewater (vergelijk met de Zwarte Beek ter hoogte van de Hazerikstraat te Koersel met waarden die fluctueren tussen de 100-150 µS/cm).



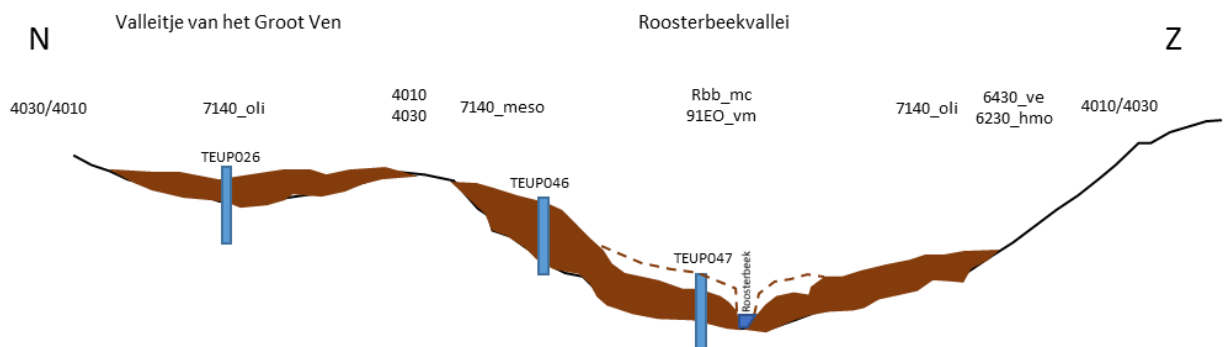


Figuur 161: Tijdreeksen van peilmetingen in m TAW (links) en elektrische geleidbaarheid EC₂₅ in µS/cm (rechts) in de Roosterbeek in den Teut

Ook met het beekpeil zijn er problemen. Een Kempische beek kent een zeer geleidelijk verloop, anders dan bijvoorbeeld alluviale beken in het zuiden van Vlaanderen. Dat heeft alles te maken met de omgeving die zandig is en doorgaans meer bebost, waardoor oppervlakkige afstroming veel minder speelt dan bijvoorbeeld in de leemstreek. Niet zo voor de Roosterbeek. Bij elke regenbui ver drie-, vier- en meervoudigd het debiet. Dat heeft te maken met de sterke urbanisatie en verzegeling van het landoppervlak, maar wordt, zoals gezegd, hier nog eens versterkt door het afleiden van water van de Huttenbeek naar de Roosterbeek. De beek overstroomt regelmatig delen van de vallei waarbij in het verdroogde veen, beekwater beladen met nutriënten kan infiltreren. Uit een gezamenlijke meetcampagne met de VMM in 2011, bleek dat er hoge orthofosfaat afvoer gemeten worden in het Roosterbeekwater. Het belangrijkste negatieve effect van de piekafvoeren is een sterk erosieve werking in een heel zachte (veen en grof zand) omgeving. Dat leidt onvermijdelijk tot sterke erosie (oppikken van sediment) en dus verlagen van het drainageniveau van de beek. In Figuur 161 rechts is te zien dat het beekpeil over de meetperiode een paar tientallen centimeter is gedaald. Dat leidt tot verdroging in de vallei. Die vallei bestaat grotendeels uit veenafzettingen. Massaal vrijstellen van nutriënten in het beekdal leidt tot sterke verzuuring. Het is zeer de vraag of de voorgestelde herstelmaatregelen daarbij soelaas zullen brengen.

8.4.7 Vegetatiezonering

Het vegetatiepallet in dit deel van de Roosterbeekvallei bestaat uit de klassieke “heide ingrediënten”, met droge (4030), vochtige (4010) en venige heide (7140_oli) in de zijvallei van het Groot ven. Aan de rand van de Roosterbeekvallei komen kleine zeggevegetaties (7140_meso) voor soms met een overgang richting vochtige heide via veldrusgrasland/vochtig heischraal grasland (6410_ve/6230_hmo)



Figuur 162: Schematisering van de vegetatiezonering in een dwarstransect op de Roosterbeekvallei; de stippellijn is de zone waarin veen actueel is ingeklonken als gevolg van verdroging.

In de Roosterbeekvallei zelf zijn op tal van plaatsen de sporen van inklinking van het veenpakket te zien. De vegetatie is verruigd (bijvoorbeeld door grote hoeveelheden bramen, rietgras en brandnetels), het bostype kan wel degelijk als mesotroof elzenbroek getypeerd worden maar het draagt duidelijke sporen van sterke verruiging. Op sporadische open plekken in het broekbos verschijnt een Grote zeggenvegetatie (met moeraszegge en scherpe zegge) iets wat in kempische beekdalen elders in Limburg niet wordt vastgesteld. Dit is meer dan waarschijnlijk ook het gevolg van veraarding van het veen (wat vrijstelling van mineralen en bicarbonaat met zich meebrengt).

8.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: het artificieel gewijzigde debietverloop van de Roosterbeek is hier als structurele ingreep te beschouwen. Het zorgt voor een quasi onstopbaar voortschrijdende erosie van de vallei, afbraak van het veen en zijdelings verplaatsende verdroging die langzaamaan heel de Roosterbeekvallei aantast (alleen maatregelen op langere termijn zullen hier effectief zijn).
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: Roosterbeekwater is van slechte kwaliteit wegens niet optimaal werken van de RWZI van Houthalen oost (te veel overstorten)
 - Vervuild oppervlaktewater: her en der (bij verspreide bewoning) stroomt vervuild afvalwater in het gebied
 - Grondwater –. Is eveneens aangerijkt met nutriënten (nitraat, nitriet, orthofosfaat)
- iii. Grondwaterwinning: Ja, in de industriezone van Houthalen Oost maar impact lijkt op dit moment nog mee te vallen.
- iv. Lokale drainage: JA- maar ondergeschikt aan structurele probleem
- v. Beperken evapotranspiratie: lijkt hier niet relevant te zijn.
- vi. Meetnet: já en operationeel

8.4.9 Relevante referenties

Jansen A, De Blust G, Vogels J & De Becker P. 2016. Landschapsecologische systeemanalyse Vlaams Natuurterrein Teut, Tenhaagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef deel 1: eerste visie

Jansen A, De Blust G, van Kleef H, Vogels J & De Becker P. 2016. Landschapsecologische systeemanalyse Vlaams Natuurterrein Teut, Tenhaagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef deel 2: uitkomsten vervolgonderzoek

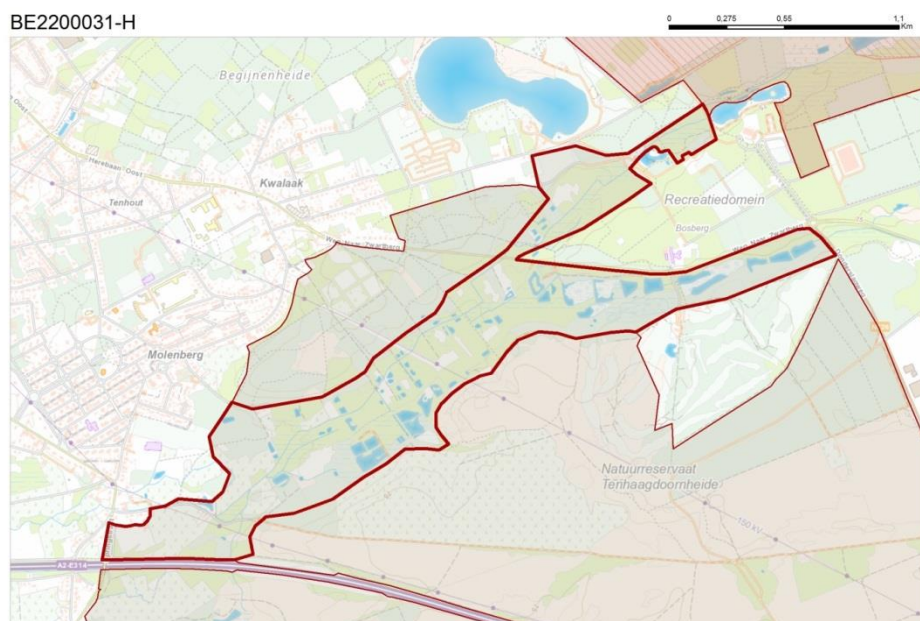
Technum, 2002. Het verkrijgen van hydro-ecologisch inzicht in de natte gebieden van de Vlaamse natuurreservaten Teut en Tenhaagdoornheide. Studieopdracht TWOL-2000. Rapport.

Tegenbos L., Cornu T., de Jong B., Verhoestraete D., Harden D., Rasch H. & Dox M. 2017. Ecologisch herstel en verbinding Teut en Tenhaagdoornheide. Eindrapport.

8.5 LAAMBEEKVALLEI BE2200031-H

8.5.1 Algemene situering

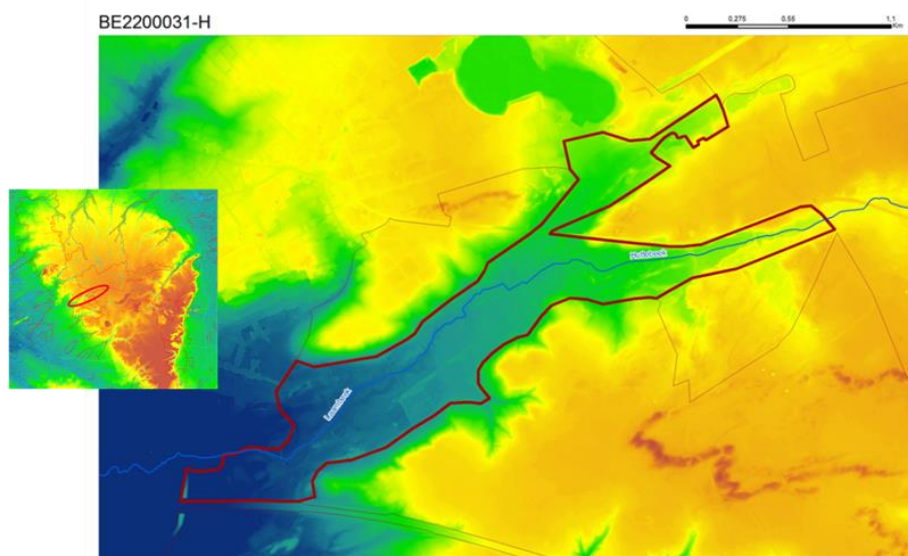
Deze SBZ-H deelzone omvat de Laambeekvallei stroomopwaarts van de E314 tot aan het recreatiedomein Kelchterhoef.



Figuur 163: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Laambeekvallei

8.5.2 Topografie en hydrografie

De Laambeek situeert zich aan de westrand van het Kempisch plateau en verlaat het plateau in zuidwestelijke richting waarbij ze sterk in de plateaurand insnijdt.



Figuur 164: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Laambeekvallei

Bijgevolg liggen er links en rechts van de vallei hoger gelegen plateaugronden waarvan een groot deel onder bos of heide, en in beperkte mate ook onder landbouwuittanding. In deze deelzone mondt ook de veel kortere Huttenbeek vanuit het oosten samen met de Laambeek. Eigenlijk zit er nog een stuk Laambeekvallei net buiten deze SBZ-H-deelzone, met name in het SBZ-H-deelgebied 2200030-A van het Schietveld van Houthalen Helchteren. Hier werd in het recreatiedomein Kelchterhoef de vallei recent grondig vergraven voor de aanleg van een recreatieplas. Verder stroomopwaarts nog zijn een aantal voormalige viskweekvijvers aangelegd en recent hersteld. Net stroomopwaarts maar meer nog stroomafwaarts van de weg naar Zwartberg zijn er een hele reeks voormalige visvijvertjes recent hersteld. Ook in de Huttenbeekvallei is er een hele cascade van voormalige viskweekvijvers recent hersteld. Hier werd ook een uitgebreid netwerk aan drainagegreppels in het gebied aangelegd.

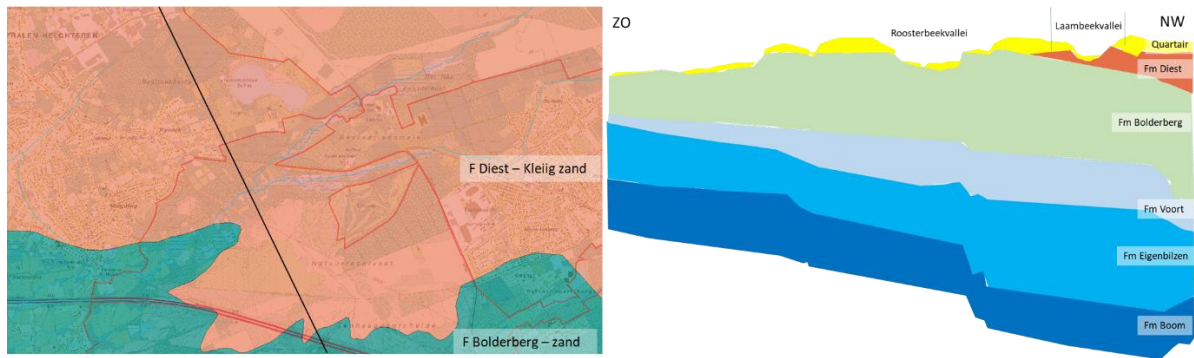
De bodemkaart (Figuur 165 links) suggereert dat de bodem hier bestaat uit nat tot vochtig zand en een aantal vlekken veen. Een recente veenkartering (2016) leert dat de volledige vallei van de Laambeek en een groot deel van de Huttenbeek (stroomafwaarts van de toegangsweg naar de Limburgse golf en country club (LGCC) bestaat uit een aaneengesloten veenpakket die de volledige breedte van de valleien beslaat en waarin de vele vijvertjes werden aangelegd (Figuur 165 rechts).



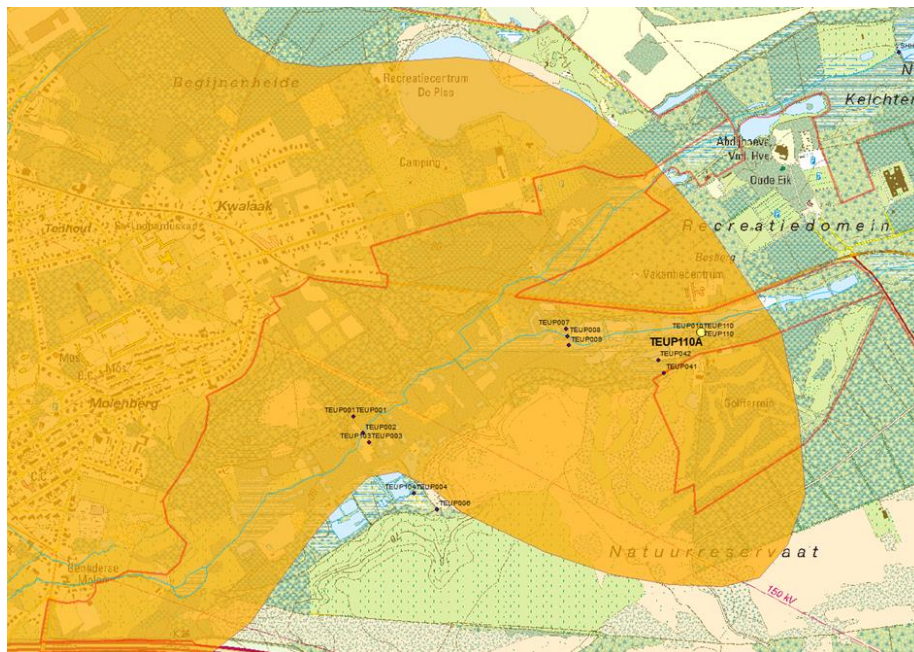
Figuur 165: Detail uit de Belgische bodemkaart links en de recente veenkartering (Jansen et al 2015) voor het gebied rechts

8.5.3 Geohydrologie

De tertiair geologische ondergrond bestaat hier uit de zanden van de kleiige zanden van formatie van Diest en daaronder de fijne kwartzanden van de formatie van Bolderberg (lid van Genk). Samen vormen ze één watervoerende laag waaruit mineraalarm tot zeer mineraalarm grondwater naar de valleien van de Laambeek en de Huttebeek stroomt. Een groot deel van dit gebied ligt in het zgn. westelijke mijnverzakkingsgebied (zie Figuur 167). De impact daarvan op het grondwaterregime is niet duidelijk onderzocht. Wel is hier een vrij grote, recent hervergunde grondwaterwinning actief die moet dienen voor het beregenen van de golfterreinen van de Limburgse golf & countryclub (LGCC). Er is ook een vergunde grondwaterwinning die in het recreatiedomein Kelchterhoef de vrij recent uitgegraven recreatieplas in de Laambeekvallei moet vullen. Bij recente hervergunning werden het maximaal vergunde debieten weliswaar naar beneden bijgesteld, maar de winningen liggen midden in een natuurgebied waar al watertekorten heersen.



Figuur 166: Bovenaanzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)



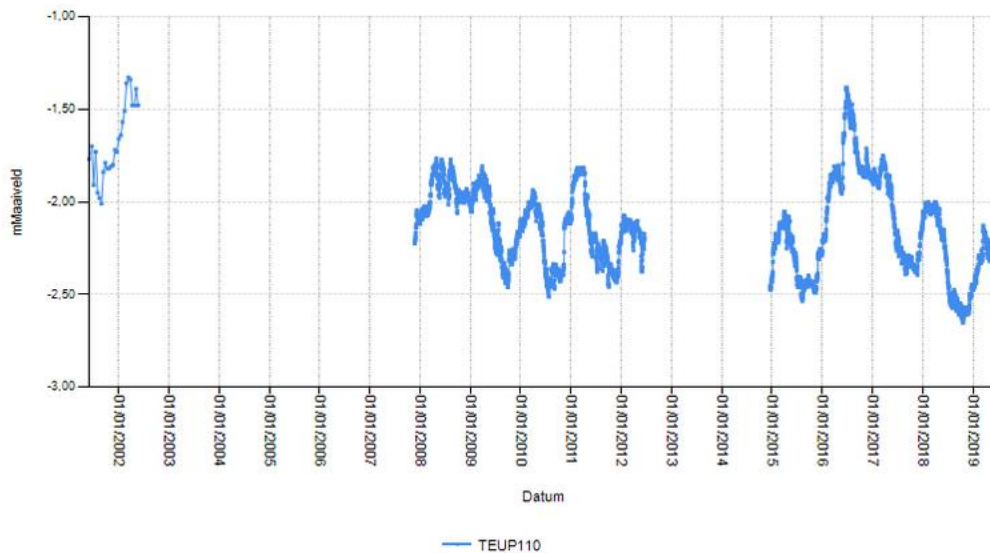
Figuur 167: Indicatieve ligging van het (westelijke) mijnverzakkingsgebied in de vallei van de Laambeek

8.5.4 Grondwaterdynamiek

Er is sprake van structurele verdroging in dit gebied als gevolg van de combinatie van een aantal factoren. Grondwaterwinning, mijnverzakking maar eek de grondwaterstandsaling als gevolg van de verregaande urbanisatie in de wijk de Hutten. Hier zijn de niet gescheiden rioleringen aangesloten op de collectoren die naar de RWZI Houthalen Oost gaan. In feite wordt daardoor een groot volume hemelwater dat naar de Huttenbeek had moeten lopen, afgeleid naar de vallei van de Roosterbeek (waar dat zorgt voor toegenomen piekafvoeren en erosie van de beek als gevolg daarvan-zie typevoorbeeld Roosterbeekvallei). Hier zorgt dat voor aanzienlijke vermindering van infiltratie. Als gevolg daarvan en in combinatie met de grondwaterwinning en mijnverzakking is er structurele verdroging opgetreden in de dalhoofden van de Laambeek en de Huttebeek. Het meest frappant is dat te zien in de Huttebeek waar de 'bron' zich stroomafwaarts verplaatst heeft van het gehucht de Hutten naar de vallei net stroomafwaarts van de toegangsweg van de golf. Dat zorgt er bijvoorbeeld voor dat de historische weijers hier nauwelijks nog water houden (met uitzondering van een historisch nat jaar zoals 2016, waar er een 20-tal cm water in stond).

Hetzelfde geldt voor de Laambeekvallei. Heel het gedeelte stroomopwaarts van de weg naar Zwartberg tot in het militaire domein is sterk verdroogd.

In nagenoeg de volledige vallei van de Laam- en Huttebeek is er sterke verdroging meetbaar. In de tijdreeks van grondwaterpeilmetingen voor meetpunt TEUP110 (Figuur 168) is te zien dat er nogal wat seizoenale schommelingen optreden, maar ook dat er een duidelijk neerwaartse trend optreedt. Die daling bedraagt over een periode van bijna 20 jaar bijna een meter, hoewel de reeks discontinuë is. Deze tijdreeks wordt gemeten op een dwarsdijk door de Huttenbeekvallei waardoor het waterpeil vrij diep onder maaiveld staat maar ze illustreert de te droge grondwatersituatie in deze vallei. De meetreeks is immers gemeten in het diepste punt van de vallei, waar normaal peilen in de buurt van het maaiveld mogen verwacht worden. Elders in de vallei zijn geen recente peilmetingen meer voor handen, maar zoals in Figuur 165 rechts te merken is gaat het hier om aaneengesloten veenafzettingen waar dan grondwaterpeilschommelingen van een halve meter op jaarbasis optreden. Daardoor komt jaarlijks de bovenste halve meter van dat veenpakket droog te liggen waardoor het mineraliseert. Enkel het erg natte 2016 bracht even soelaas.



Figuur 168: Tijdreeks van freatisch grondwater in de Huttebeekvallei (op de toegangsweg naar LGCC)

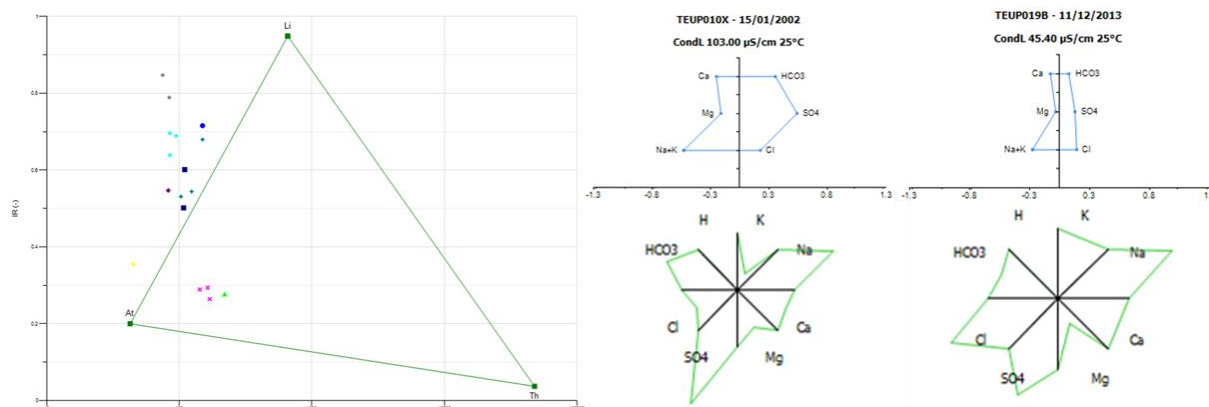
Vermoedelijk speelt de verdrogingsproblematiek op het schietveld van Houthalen Helchteren (zie typevoorbeeld “infiltratiegebied Schietveld van Houthalen Helchteren”) ook hier een rol in de verdroging. Voor deze specifieke problematiek wordt op dit ogenblik gewerkt aan remediering

8.5.5 Grondwaterchemie

Het toestromende grondwater is hier uitgesproken mineraalarm ($EC_{25} < 250 \mu/cm$) en met nagenoeg geen aanrijking met nutriënten. Er zijn slechts zeer lichte verhogingen van orthofosfaat en nitraat te zien in de recente chemische analyseresultaten. Ook van sulfaataanrijking is hier nauwelijks tot geen sprake. Er was een lozingspunt van afvalwater van het clubhuis van de LGCC, op het punt waar de Huttenbeek actueel net weer een klein beetje water transporteert. Dat punt zou worden opgeheven (door aansluiting op de riolering), maar het is onduidelijk of dit intussen al gerealiseerd werd.

Tabel 22: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Laambekvallei (periode 2001-2014).

#27	EC25	pHF	HCO ₃	P-PO ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	220	6,8	139	0,090	0,015	4,47	3,30	38	43,0	27,0	5,1	18,0	2,60	41,00
90-percent	185	6,5	81	0,053	0,015	0,90	1,00	32	33,3	15,0	4,3	12,0	2,30	21,00
mean	127	5,5	27	0,020	0,015	0,52	0,64	17	13,6	8,8	2,5	6,8	1,31	5,58
10-percent	80	4,5	1	0,010	0,015	0,25	0,25	0	5,2	3,8	1,3	1,4	0,33	0,01
min	70	4,4	1	0,010	0,015	0,07	0,04	0	3,5	3,5	0,7	0,6	0,30	0,01



Figuur 169: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de Laambek

8.5.6 Oppervlaktewater

Er was tot in 2016 een lozingspunt van huishoudelijk afvalwater ter hoogte van de toegangsweg naar de golfclub op de daar droogstaande Huttebeek. Dat punt is er intussen niet meer. Alle toestroom van nutriënten zou via oppervlaktewater gestopt moeten zijn. Rest er uiteraard nog het afleiden van Huttenbeekwater naar de Roosterbeek als gevolg van gemengde rioleringsstelsels in het gehucht Hutten.

8.5.7 Vegetatiezoning

De dalhoofden van zowel de Hutten- als de Laambek zijn sterk verdroogd wat zich vertaalt in sterke ruderalisering (rietgras, brandnetel en bramen) van de vegetatie, ten koste van wat onder niet verdroogde omstandigheden kleine zeggenvegetaties (7140_meso), venige heide (7140_oli), mesotrofe elzenbroeken(91EO_vm) en oligotrofe elzenberkenbroekbossen (91EO_vo) hadden moeten zijn. In de verder stroomafwaarts gelegen delen die wat natter zijn, komen plaatselijk vlekken voor met goed ontwikkelde kleine zeggenvegetaties (7140_meso) en veldrus-/vochtige heischrale graslanden (6410_ve/6230_hmo). Het grootste deel van de oppervlakte wordt echter ingenomen door geruderaliseerde mesotrofe elzenbroeken (91EO_vn). In de vallei van de Laambek net stroomopwaarts van de weg naar Zwartberg kwamen tot einde 2015 wat vlekken oligotroof elzen-Berkenbroek (91EO_oli) voor, maar die werden in 2016 onder water gezet bij het herstel van een aantal weijers. Daarin zijn slangewortelvegetaties momenteel dominant.

8.5.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: mijnverzakkingsgebied – de directe impact op de hydrologie is hier niet duidelijk. Door urbanisatie en niet gescheiden rioleringsstelsel dat bovendien afwatert naar de naburige Roosterbeek, wordt een aanzienlijk volume hemelwater uit deze vallei weg geleid, waardoor er minder water infiltreert en voor een aanzienlijk daling van de grondwatertafel geleid heeft.



- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: n.v.t.
 - Grondwater – de aanrijking van grondwater met nutriënten is hier zo goed als niet aan de orde
- iii. Grondwaterwinning: Ja en relevant
- iv. Lokale drainage: speelt een, rol maar is meer dan waarschijnlijk sterk ondergeschikt aan de structurele problemen (zie i.)
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

8.5.9 Relevante referenties

Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P. 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Beheerrapport. Rapport Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P. 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Inventarisrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P. 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Monitoringsplan. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P., 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Toegankelijkheidsplan. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P., 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Visierapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Technum 2002 Het verkrijgen van hydro-ecologisch inzicht in de natte heiden van de Vlaamse natuurreservaten: Den Teut en Ten Haagdoornheide eindrapport

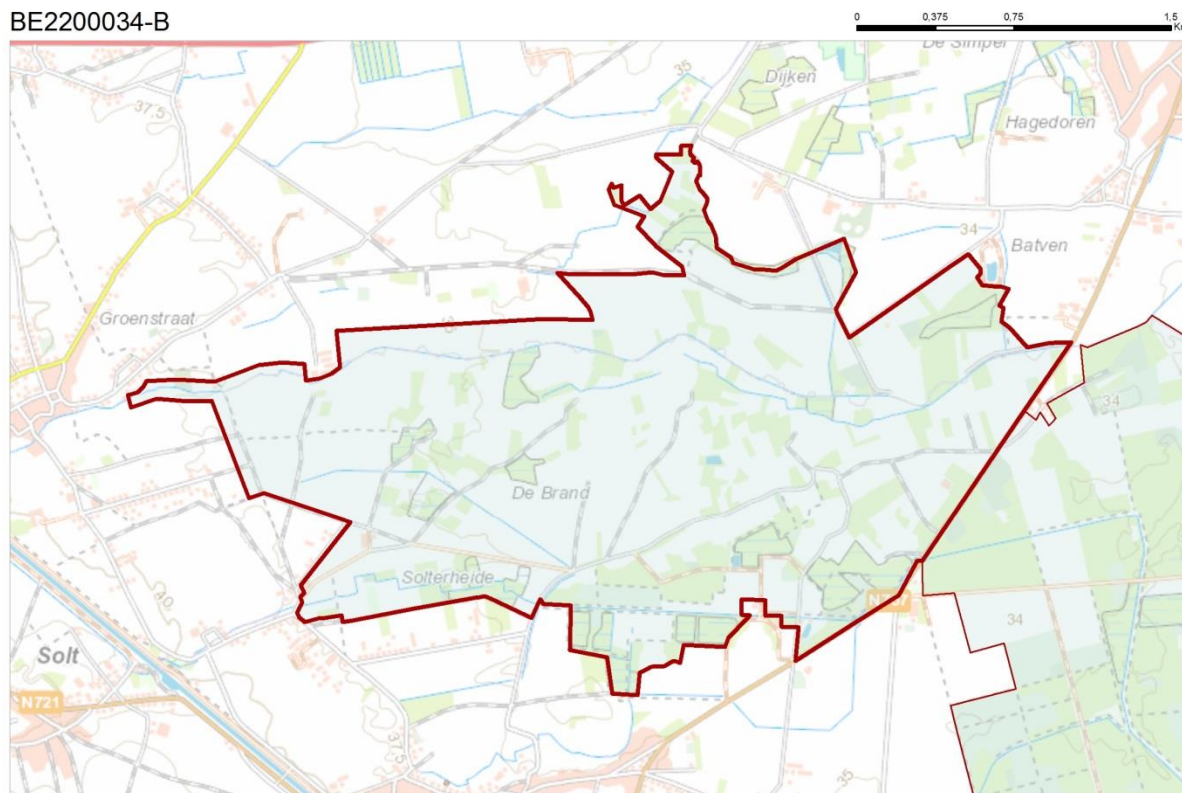
Batelaan O, De Becker P, Al-Rawy M, Herr C & Schneidewindt U 2012. Herstel vochtige heide op Schietveld Houthalen Helchteren via grondwatermodellering.

Hervergunningsdossier grondwaterwinning LGCC.

8.6 ITTERBEEKVALLEI BE2200034-B

8.6.1 Algemene situering

De vallei van de Itterbeek is gelegen in het Noorden van de provincie Limburg, op de grens van de gemeenten Maaseik, Bree en Kinrooi.

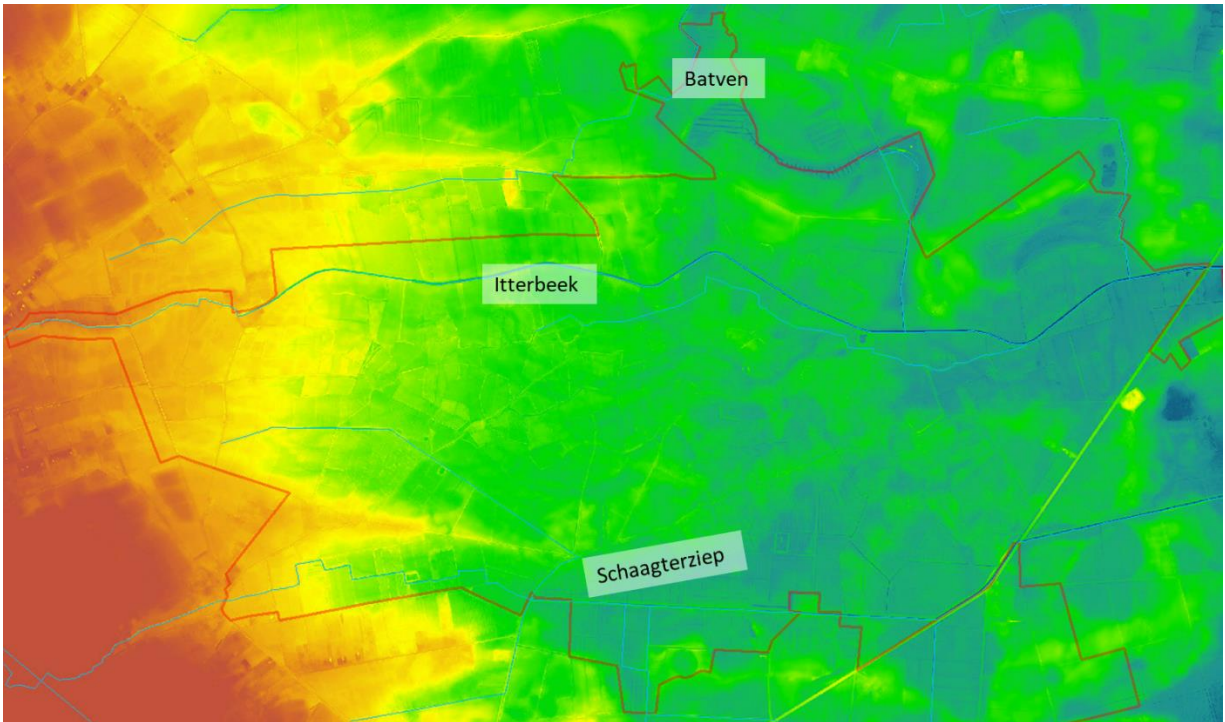


Figuur 170: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Itterbeekvallei

8.6.2 Topografie en hydrografie

Het gebied is gelegen in de zgn. vlakte van Bocholt, aan de noordflank van het Kempisch plateau. De topografie is dus vrij vlak, maar binnen het gebied is er een uitgesproken en grillige detailtopografie (zie Figuur 171). Dat zorgt voor een erg afwisselend geheel van kleinere depressies en opduikingen. Naast de Itterbeek zijn hier nog andere waterlopen te vinden die meer dan waarschijnlijk allemaal vrij recent in de geschiedenis (in ieder geval na de Ferraris periode) zijn aangelegd als ontwateringssysteem voor de talrijke natte depressies en plassen in de deze regio.

Door die detailbegreppeling en het structureel verplaatsen/verdiepen van alle waterlopen in het gebied en de ruime omgeving is het freatische grondwaterniveau drastisch gedaald en zijn de grondwatertafelschommelingen sterk toegenomen. De Itterbeek is halverwege vorige eeuw verlegd en heeft een volledig artificiële nieuwe en rechtgetrokken loop gekregen, ten noorden van de oorspronkelijke loop (zie Figuur 171). Herstel van een natuurlijker waterhuishouding zal hier een grondige aanpak vergen.



Figuur 171: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Itterbeekvallei

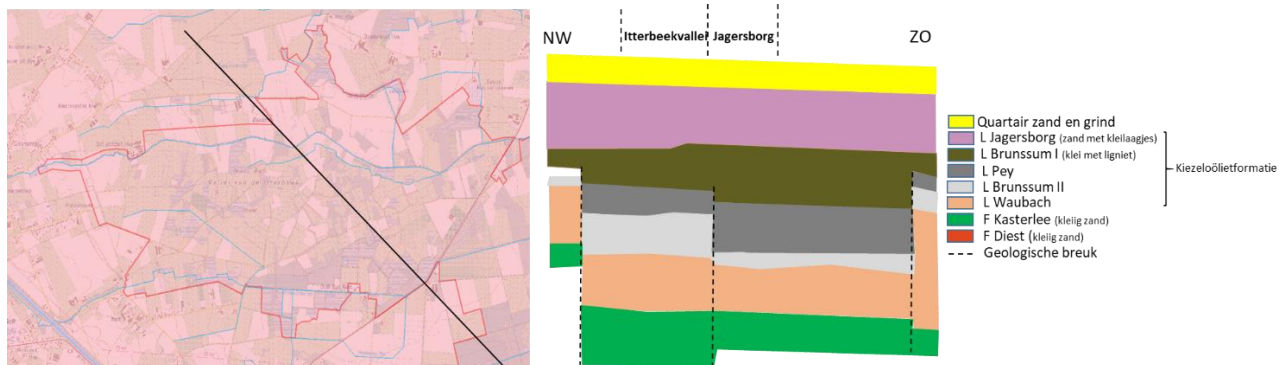
8.6.3 Geohydrologie

Het volledige gebied is gelegen in een zone met Kiezeloöliet als recente (plioceen 2-5 miljoen jaar oude) tertiair geologische formatie. Dat oogt van bovenaf zeer eenvoudig (Figuur 172), maar in dwarsdoorsnede is dat een behoorlijk complex geheel met vele texturen en geologische breuken. De Kiezeloölietformatie bestaat uit vijf verschillende deellagen, waarvan de bovenste (meest recente) hier de belangrijkste is, namelijk het Lid van Jagersborg. Dat zijn grijze zanden sporadisch met wat kleiige laagjes. Daaronder zit het Lid van Brunssum I; een kleilaag met lignietbandjes (ligniet of spriet in dunne laagjes; i.e. afzettingen van organisch materiaal veen/hout, soms half versteend; dikke afzettingen zijn exploiteerbaar en worden bruinkool genoemd).

Daarbovenop ligt een meer dan 20 m dikke grofzandige, grindrijke quartaire afzettingen. Het zijn de zgn. Winterslagzanden en andere herwerkte rivierafzettingen. Helemaal aan het oppervlak zijn, in sommige delen van de originele vallei van de vallei van de Itterbeek zelf veenafzettingen te vinden

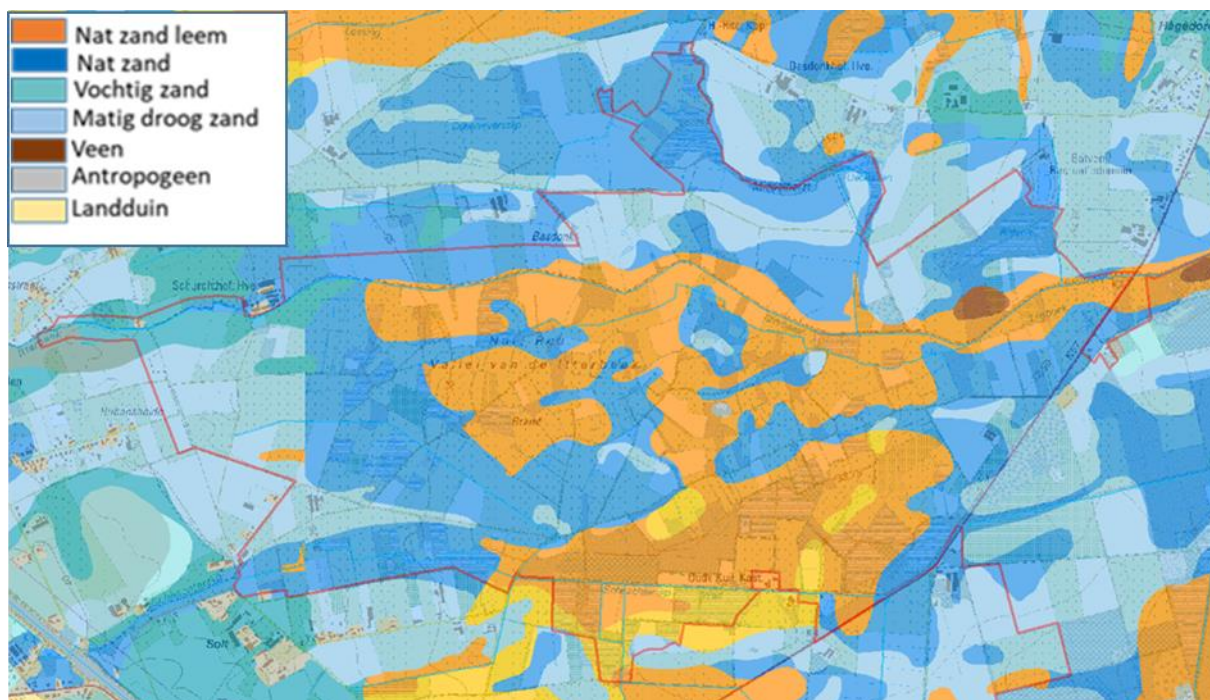
De Winterslagzanden vormen samen met de zanden van het Lid van jagersborg één ca. 100 meter dikke watervoerende laag, onderaan begrensd door de Brunssum I-klei. In deze regio zijn geologische breuken een regelmatig voorkomend fenomeen (zie Figuur 172 rechts). Ze beïnvloeden het functioneren van de 100 meter dikke watervoerende laag die onderaan afgesloten wordt door de Brunssumklei ogenschijnlijk niet, omdat ze naar alle waarschijnlijkheid de continuïteit van het onderliggende Brunssum I-kleipakket niet doorbreken.





Figuur 172: Tertiair geologische afzettingen onder de Itterbeek. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts)

De bodem bestaat hier volgens de bodemkaart (Figuur 173) uit nat en vochtig zand, zandleem en wat veen ter hoogte van het Batven. In realiteit is de zone met veen uitgebreider dan de bodemkaart suggereert, met name in die zones die aangeduid staan met nat zandleem. Deze resten van veenafzettingen zijn echter nagenoeg allemaal sterk verdroogd en veraard als gevolg van de hydrologische ingrepen van halverwege vorige eeuw.



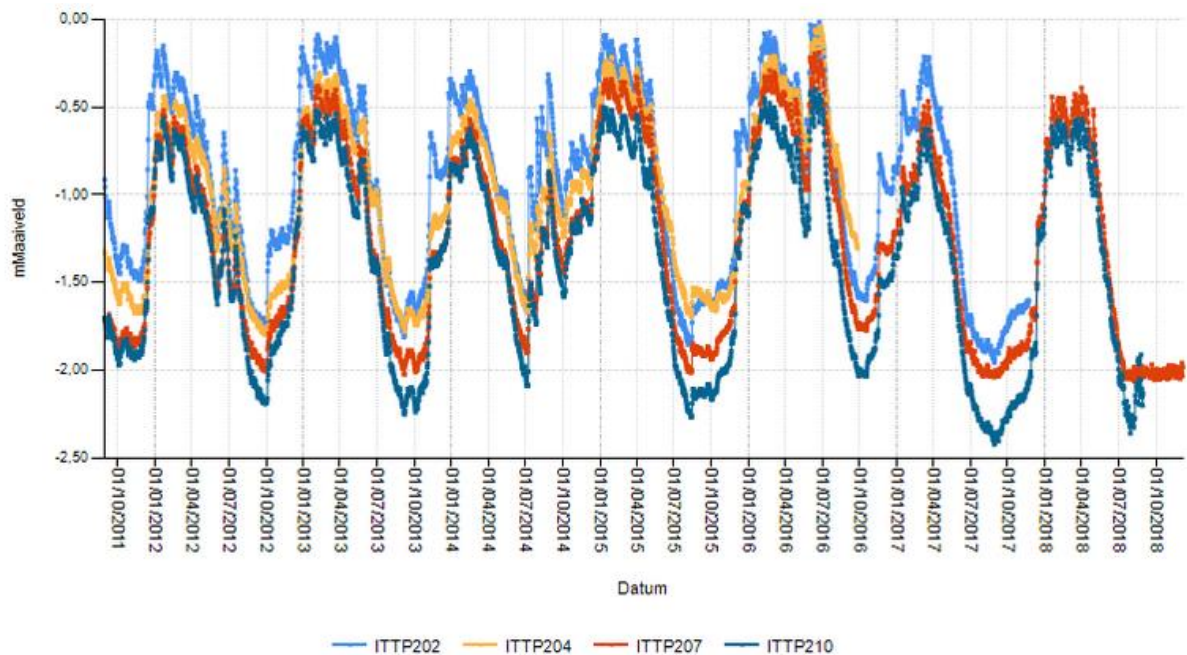
Figuur 173: Detail uit de Belgische bodemkaart in de omgeving van de Itterbeek

Voor het gebied is geen grondwatermodel ter beschikking, het is dus niet duidelijk wat de ligging en de omvang van het grondwater voedingsgebied is.

8.6.4 Grondwaterdynamiek

Door de zeer grondige drainage van dit gebied is het grondwaterregime volledig anders dan zou kunnen verwacht worden van een beekdal. Normaal zouden hier in de laagstgelegen delen van het gebied constante grondwaterpeilen vlak bij het maaiveld moeten te vinden zijn. Nergens doorheen het ganse gebied echter komen de grondwaterpeilen (zelfs in het winterhalfjaar) gedurende meer dan een incidentele dag boven of zelfs maar gelijk maaiveld uitgezonderd tijdens het historisch natte voorjaar van 2016 (Figuur 174). In de zomer dalen de

peilen ergens tussen de anderhalve en ruim twee meter onder maaiveld. Dat is uiteraard veel en veel te droog voor een beekdalsysteem. Van kwel is hier overduidelijk geen sprake. Die wordt afgevangen door de grondige drainage en kan bijgevolg niet bijdragen aan het dempen van de grondwater tafelschommelingen in het zomerhalfjaar



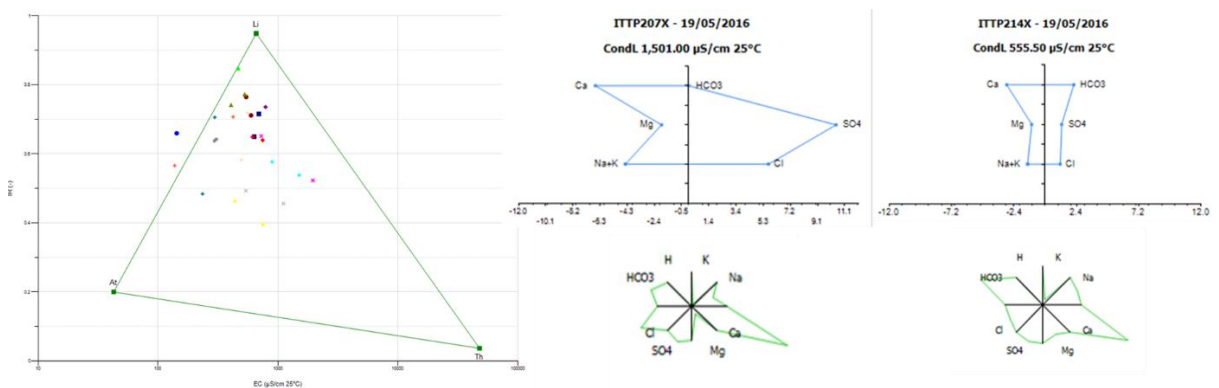
Figuur 174: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in een dwarstransect door de Itterbeekvallei

8.6.5 Grondwaterchemie

In de ruime regio is het dominante landgebruik intensieve landbouw. Het grondwater is hier dan ook aangerijkt met nitraten maar ook met ammonium. (Tabel 23).

Tabel 23: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het de vallei van de Itterbeek (periode 2012-2016).

# = 27	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1953	7,5	172	10,19	0,015	3,38	0,015	502	388,6	97,9	8,3	241,2	41,50	72,66
90-percen	1228	6,9	143	4,58	0,015	1,19	0,015	355	180,5	62,5	6,9	109,9	23,29	61,26
mean	622	6,0	62	0,91	0,014	0,36	0,008	139	74,6	28,9	2,4	65,5	9,24	15,85
10-percen	271	4,6	1	0,01	0,015	0,02	0,001	11	17,0	9,1	0,8	14,9	3,22	0,47
min	138	3,6	1	0,01	0,005	0,02	0,001	4	6,4	3,6	0,5	8,0	2,60	0,05



Figuur 175: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Itterbeek

Uit de (soms uitzonderlijk) hoge sulfaatconcentraties valt af te leiden dat het probleem van nitraatuitspoeling in het infiltratiegebied nog actueel en omvangrijk moet zijn. Tussen 2012 en 2016 was er geen verbetering te merken, eerder in tegendeel. De orthofosfaat aanrijking daarentegen is beperkt. Daarnaast is er ook een nagenoeg algemene aanrijking met natrium en chloride in het grondwater te meten. Tijdens een studie in 2012 (Verbaarschot et al. 2012) kon worden vastgesteld dat ook de concentraties van zink in het grond- en oppervlaktewater hier sterk verhoogd zijn. De oorsprong daarvan is niet direct gekend. Algemeen kan gesteld worden dat de grondwaterkwaliteit in dit gebied tot de slechtste van alle, in dit rapport bekeken natuurgebieden in Vlaanderen behoort.

Op basis van de mineralogie bestaande uit grove zanden en grint, eerder mineraalarm lithotroef grondwater verwacht worden. Lithotroef is het zeker, maar het is bijna overall aangerijkt met hoofdzakelijk natrium en chloride maar verder ook nagenoeg alle andere kationen.

8.6.6 Oppervlaktewater

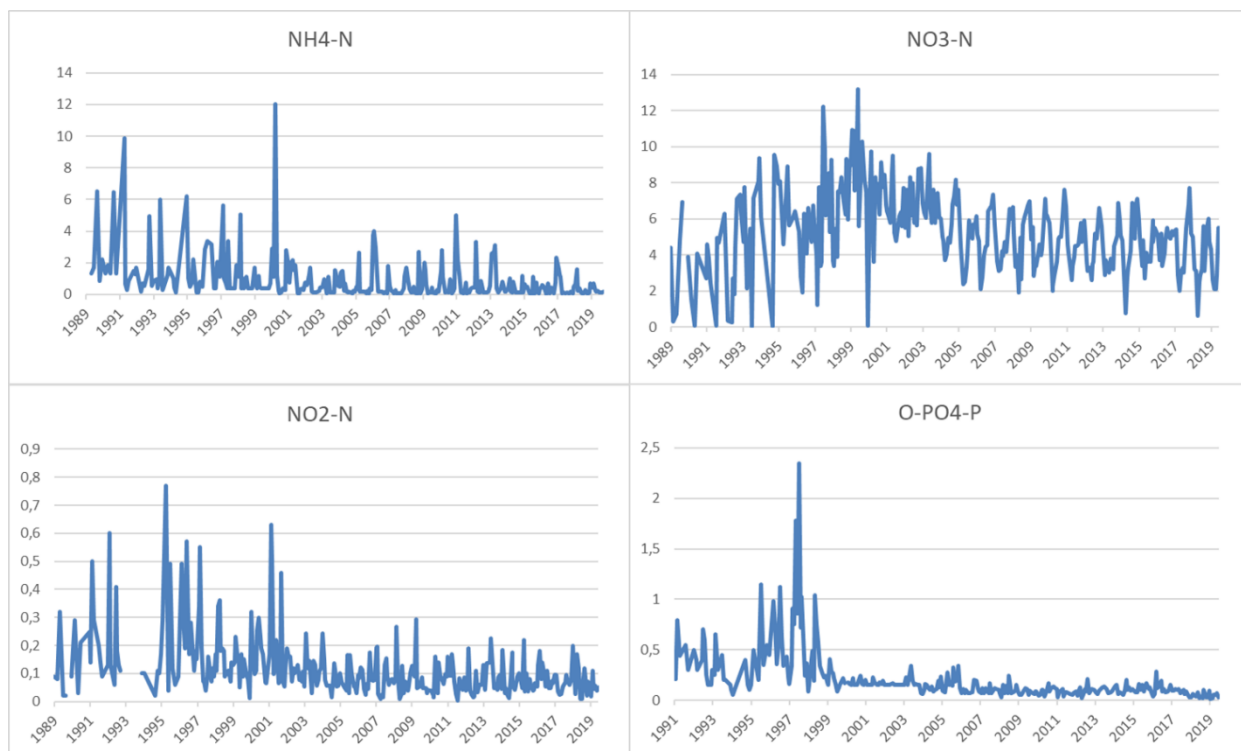
De Itterbeek is in de tweede helft van vorige eeuw vrij grondig rechtgetrokken, grotendeels verlegd en verdiept. Ten tijde van de Ferraris (1777) bestond de vallei grotendeels uit beemden met houtwallen, enkel in het zuidelijk deel van het SBZ-H-deelgebied kwam er nog onbegaanbaar moeras voor (waar nu de Schaagterziep ligt). De verplaatste, rechtgetrokken en verdiepte Itterbeek kreeg vanaf dan een zeer sterk drainerende invloed op de volledige vallei.



Figuur 176: Detail uit de kaart van de Ferraris voor het SBZ-H deelgebied van de Itterbeek

Mede als gevolg daarvan zijn er momenteel zo goed als geen permanente open waterpartijen meer te vinden, een paar kleine amfibieënpoeltjes niet te na gesproken. Veenafzettingen zijn allemaal sterk verdroogd en mineraliseren in die mate dat ze volledig uit het gebied aan het verdwijnen zijn.

De nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater (Itterbeek) zijn de laatste decennia afgenomen. Die dalende trend is het duidelijkst voor wateroplosbaar fosfaat (Figuur 177) dat nagenoeg helemaal weg is. Ook nitriet en ammonium zijn duidelijk op de terugweg, maar regelmatig (meerdere keren per jaar) treden er nog piekbelastingen op. Nitraat is er het slechtst aan toe. Ondanks een duidelijke afname sinds de millenniumwisseling, blijft de concentratie erg hoog (gemiddeld 5 mg N/l) en met een slecht uiterst lichtjes dalende trend in de tijdreeks.



Figuur 177: Tijdreeksen voor concentraties ammonium-N, nitraat-N, nitriet-N en orthofosfaat-P voor het VMM meetpunt 114000 op de Itterbeek

8.6.7 Vegetatiezoning

Door de verregaande drainage krijgen grondwaterafhankelijke habitattypen of regionaal belangrijke biotopen hier nauwelijks tot helemaal geenkans. Herstel is mogelijk en kan een vrij divers vegetatiepatroon opleveren als gevolg van de detailtopografie en de vrij diverse bodemkarakteristieken, maar actueel is zowat alles hier verdroogd en verruigd.

Een paar relictten van mesotroof elzenbroek en oligotroof Elzen-Berkenbroek, wat fragmentjes glanshavergrasland en een stukje heischaal grasland zijn alles wat hier rest aan waardevolle grondwaterafhankelijke vegetaties.

8.6.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: door rechtekking en verdieping van de Itterbeek in de tweede helft van de vorige eeuw is het volledige gebied sterk verdroogd.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: geen gegevens beschikbaar
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat via grondwater is aanzienlijk, ook de sulfaatconcentraties zijn (soms zeer) hoog



- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: door uitgebreid en vrij goed onderhouden drainagenetwerk dat aansluit op de te diepe Itterbeek, dringt verdroging hier overal door.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

8.6.9 Relevante referenties

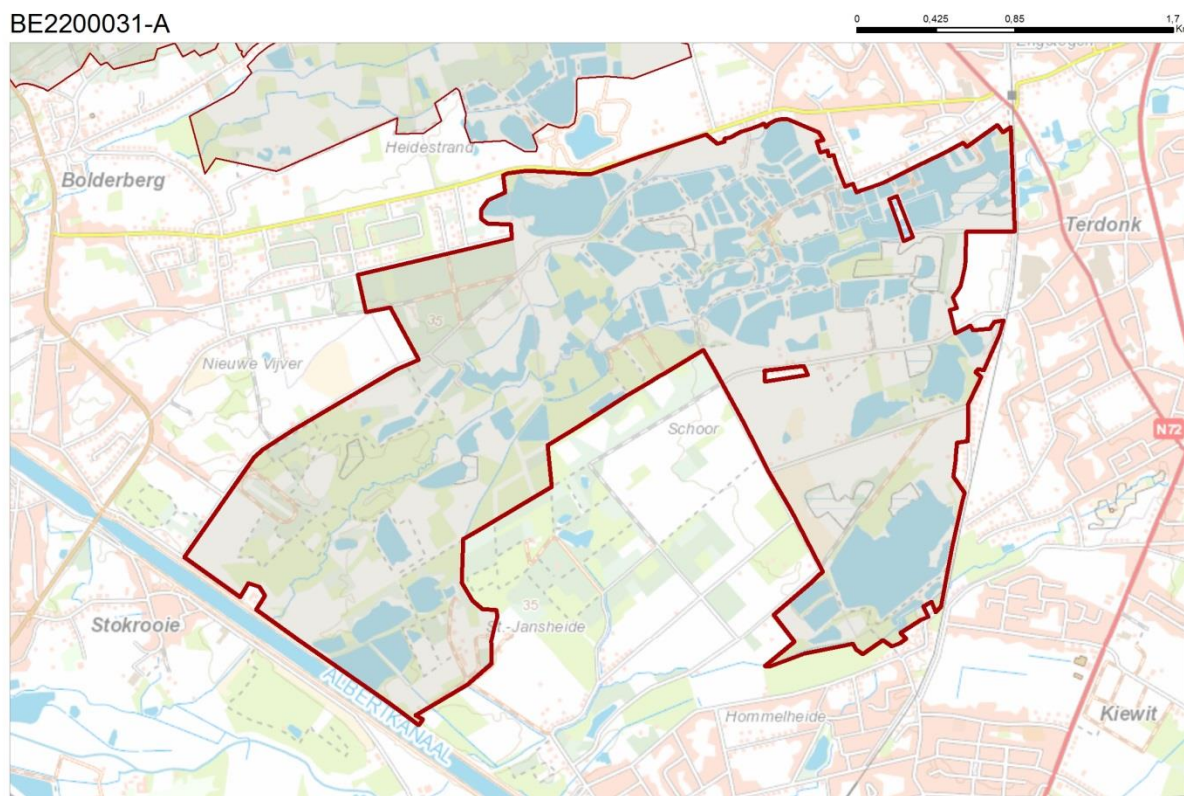
Verbaarschot E., Herr C., Weijters M., De Becker P. & Bobbink R. 2012 Ecohydrologische studie “Middenloop Vallei van de Itterbeek” (LIFE09/NAT/BE/000416) eindrapportage



8.7 VIJVERGEBIED MIDDEN LIMBURG BE2200031-A

8.7.1 Algemene situering

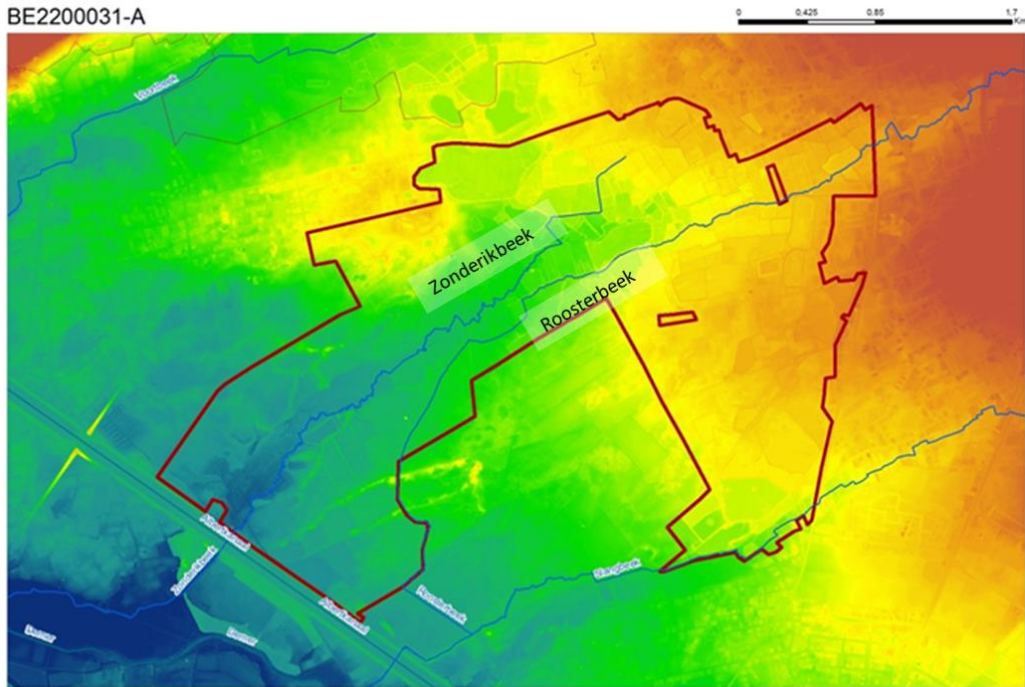
Het midden Limburgs vijvergebied is grotendeels gelegen tussen Ter Donk (Zonhoven) in het oosten en Bolderberg in het westen.



Figuur 178: Algemene situering van de SBZ-H deelzone midden Limburgs vijvergebied

8.7.2 Topografie en Hydrografie

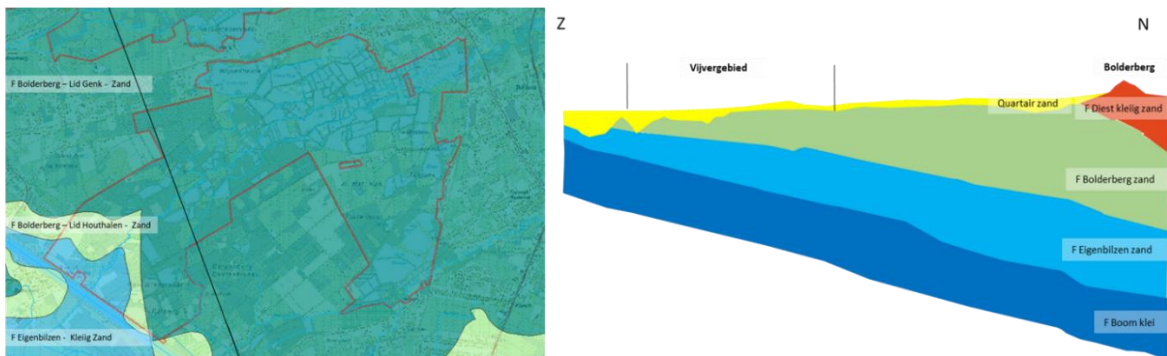
Het gebied is gelegen in het meest stroomafwaartse deel van de Roosterbeekvallei waar de (veel kortere) Zonderikbeek in de Roosterbeek uitmondde. De Roosterbeek is echter omgeleid nu. De Platweyers, een zuidoostelijke appendix liggen in de zuidelijker gelegen Slangebeekvallei. Nagenoeg het volledige samenvloeiingsgebied van de Zonderik- en de Roosterbeekvallei is in de voorbije decennia omgezet in vele tientallen viskweekvijvers die hoofdzakelijk gevoed worden met oppervlaktewater (hoofdzakelijk van de Roosterbeek, maar ook de Zonderikbeek en de Slangebeek) in een lang en complex 'cascade'-systeem. Aan de randen van de vallei, zeker aan de noordrand van de Zonderikbeek liggen vijvers die grotendeels op peil gehouden kunnen worden met bijna uitsluitend, vrij mineraalarm grondwater (zie Figuur 178), maar de overgrote meerderheid wordt gevuld met beekwater. Zonder de vele tientallen vijvers zou dit een typisch kempisch beekdal zijn, met vochtige tot natte zandbodems en inclusief de veenafzettingen (zie Figuur 181) Uiteraard is door de aanleg van de vele tientallen vijvers, een groot deel van de vallei vergraven. Her en der tussen en naast de vijvercascades zijn nog fragmenten van dit Kempisch beekdal te vinden. Het is vergelijkbaar met het Wik in Bokrijk, de Maten in Genk, of de Laambeekvallei van bron tot monding.



Figuur 179: Detailtopografie van het midden Limburgs vijvergebied

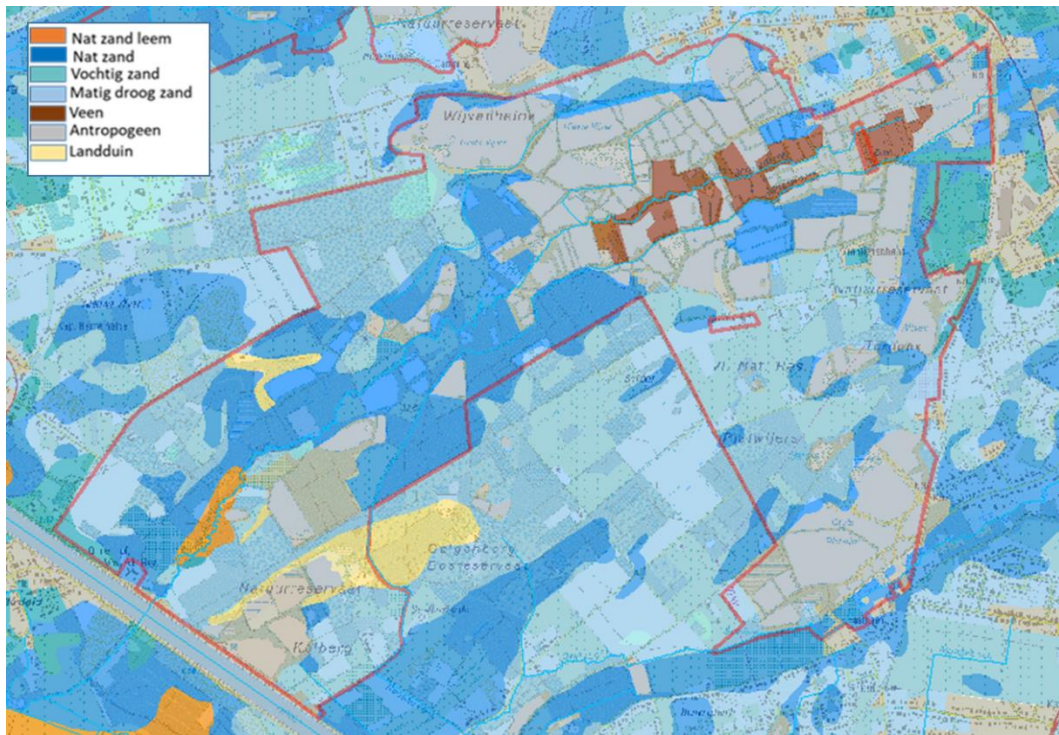
8.7.3 Geohydrologie

De tertiair geologische ondergrond bestaat hier uit de zeer mineraalarme, fijne, micarijke kwartzanden van het lid van Genk. Dit is een goed hydrologisch geleidbare laag. De verwachting is dus dat de verblijftijden van het grondwater in het systeem kort zijn en dat het grondwater vrij mineraalarm zal zijn. De valleien zijn uitgesproken kwelgebieden, getuige daarvan de (resten van) veenafzettingen (Figuur 181).



Figuur 180: Dagzomende tertiair geologische laag (Lid van Genk) in het midden Limburgs vijvergebied (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect rechts.

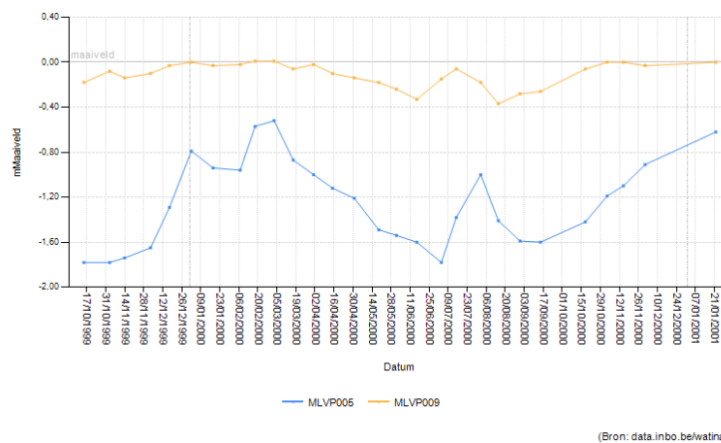
De bodem bestaat nagenoeg volledig uit nat en vochtig zand een paar resten van landduintjes en wat niet vergraven veenafzettingen niet e na gesproken (Figuur 181). Op de bodemkaart is er ook een vlek nat zandleem te zien. Bij terreincontrole bleek het echter om veenafzettingen te gaan.



Figuur 181: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het midden Limburgs vijvergebied

8.7.4 Grondwaterdynamiek

Vergelijkbaar met andere Kempische beekdalen zijn de zones origineel (niet vergraven) beekdal sterk beïnvloed door diffuus uittredend grondwater (i.e. kwel) en dus vrij constante grondwaterafel dicht tegen het maaiveld doorheen het jaar (zie bv. MLVP009 in Figuur 182). Op het interfluvium tussen de Roosterbeek en de Slangebeek zijn de freatische grondwaterafelschommelingen veel groter en spelen zich dieper onder maaiveld af (bv. MLVP005 in Figuur 182). Eigenlijk is dit al karakteristiek voor een infiltratiegebied (hier dan een smalle zone tussen twee beekdalen.)



Figuur 182: Voorbeelden van tijdreeksen van freatische grondwaterpeilen voor het midden Limburgs Vijvergebied

8.7.5 Grondwaterchemie

De voeding van de vele tientallen vijvers gebeurt, zoals gezegd, grotendeels vanuit het oppervlaktewater. Het watervolume en dus –peil in die vijvers liggen veruit in de meeste

gevallen boven het oorspronkelijke maaiveld van het historische beekdal. De dijken zijn in oorsprong nagenoeg allemaal gemaakt van plaatselijk uitgegraven materiaal (i.e. zand en veen). De laatste decennia wordt er echter regelmatig, omwille van de bereikbaarheid met zware machines, ‘versterkt’ met bouwpuin. Het resultaat is dat ze nagenoeg allemaal in meer of mindere mate lekken. De oppervlaktewaters waarmee ze gevuld worden zijn van (zeer) matige kwaliteit. Gezien de vele lekverliezen is ook het grondwater in de omgeving van de vijvers eveneens van matige kwaliteit.

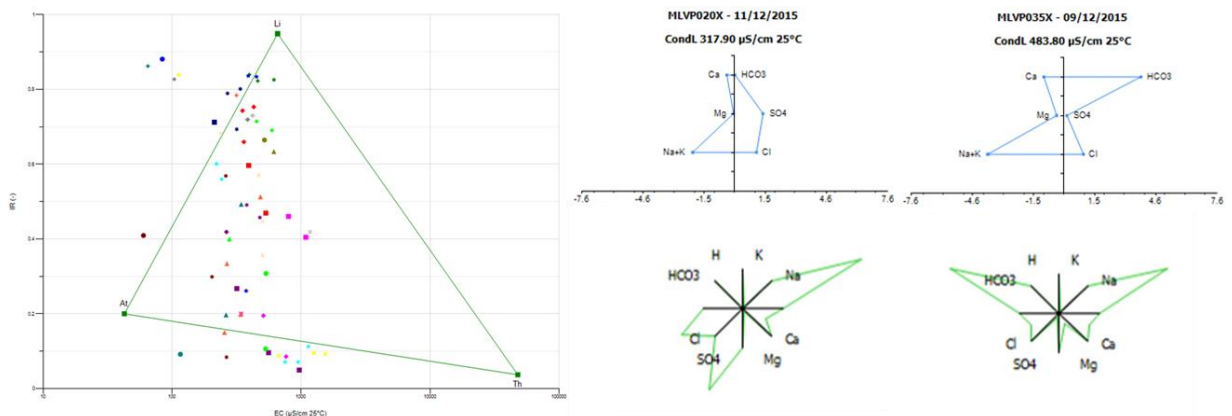
Omwille van de in het gebied ontspringende Zonderikbeek en de passerende Roosterbeek, is er zowel atmotroof (vnl. in het noordwesten) als lithotroof grondwater aanwezig. Dat blijkt duidelijk uit het EC/IR diagram (Figuur 183), waarin een brede gordel van punten te zien is tussen het At- en het Li-referentiepunt.

In het gebied werden vooral in 2000 bijzonder veel grondwaterstalen geanalyseerd (Envico 2002). In 2015 werd dat voor een paar locaties herhaald. Daaruit bleek dat er zo goed als geen evolutie in de grondwaterkwaliteit te zien is. Opvallend is de aanrijking van het grondwater op tal van locaties met natrium, sulfaat en chloride. Dat zorgt ervoor dat zowel dat het atmotrofe grondwater in het noordwesten van het gebied, dat normaal een lage elektrische geleidbaarheid, toch punten vertoont in het EC/IR diagram (Figuur 183) die naar rechts verschoven zijn.

Ook nitraat, ammonium, en orthofosfaat bereiken hier erg hoge concentraties. Voor nitriet zijn er helaas geen analyseresultaten bekend uit de periode 2000 waardoor er geen cijfers zijn opgenomen in Tabel 24.

Tabel 24: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Midden-Limburgs vijvergebied (periode 1999-2015).

# = 66	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1543	7,1	310	43,04	13,32	0,372	320	530,0	210,0	120,0	140,0	30,00	150,00
90-percen	901	6,8	270	2,02	1,10	0,045	110	270,2	160,9	7,5	71,5	8,20	51,50
mean	468	6,1	124	2,39	0,65	0,055	39	82,2	59,9	6,8	31,6	4,03	18,11
10-percen	208	5,2	3	0,02	0,03	0,045	0	15,5	4,8	0,6	4,2	0,37	0,24
min	60	3,9	0	0,01	0,01	0,015	0	2,1	2,2	0,2	0,8	0,12	0,02



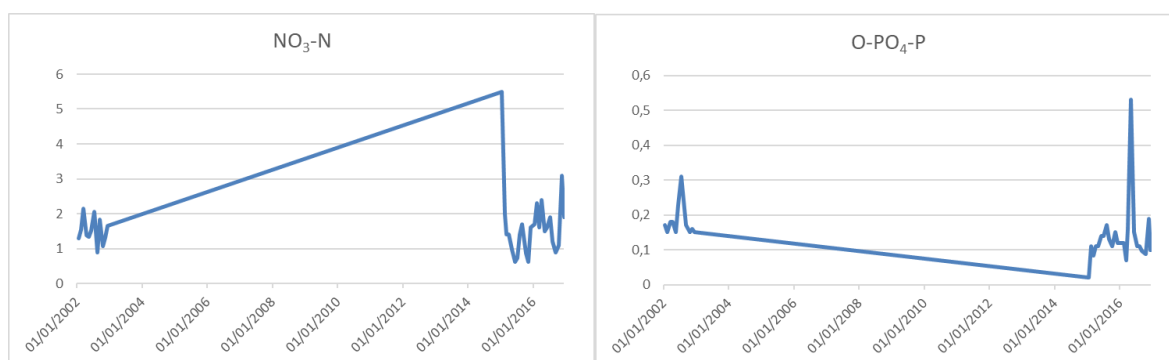
Figuur 183: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van het Midden Limburgs Vijvergebied

Waar die vervuiling, zowel met mineralen als met nutriënten precies vandaan komt is niet helemaal duidelijk. Zeker is dat een belangrijk deel van het oppervlaktewater en lekverliezen van de vijvers komen, maar een ander deel moet ook via toestromend grondwater in het

gebied terecht komen. In deze SBZ-H-deelzone is er sprake van aanrijking met orthofosfaten en nitraat. Dat resulteert in een verhoogde productie van de vegetatie.

8.7.6 Oppervlaktewater

Deze SBZ-H-deelzone ligt stroomafwaarts van den Teut waar de Roosterbeek eveneens doorstroomt. Ter hoogte van dat gebied is al sprake van aanrijking met nutriënten als gevolg van het niet optimaal functioneren van de RWZI van Houthalen Oost. De gevolgen daarvan zijn hier nog steeds merkbaar versterkt met overstorten uit de urbane zone van Zonhoven net stroomopwaarts van dit gebied. Hier ontbreekt actueel nog in belangrijke mate een gescheiden rioleringsstelsel, waardoor overstorten hier vrij frequent optreden. Daarnaast zijn er ook nog een aantal industriële lozingen. De Waterkwaliteit van de Roosterbeek, maar ook van andere beken in het gebied heeft daar sterk onder te lijden (Figuur 184). Er is over de meetperiode niet direct een verbetering vast te stellen.

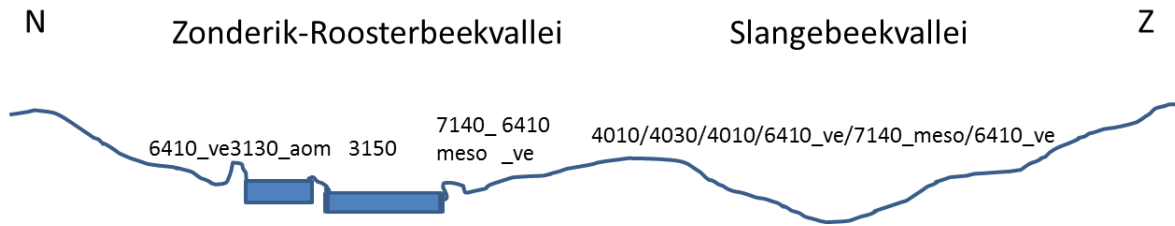


Figuur 184: Concentratieverloop van nitraat-stikstof en orthofosfaat-fosfor voor de Roosterbeek in het midden Limburgs Vijvergebied (VMM meetpunt 455500)

In de studie van Haskoning (2014) werd nagegaan of het mogelijk was om een oppervlaktewaterkwaliteit te bereiken die gunstig was voor het behalen van de instandhoudingsdoelen voor de vijvers in dit gebied (3130_aom). Zonder sterk doorgedreven oppervlaktewaterzuivering (incl. defosfateren van ten minste de Roosterbeek) via lagunering en bijkomende chemische zuivering én een grondige slibruiming van de meeste vijvers waarin historisch enorme hoeveelheden nutriënten bezonken zijn, is dit niet haalbaar. Het Agentschap voor natuur en Bos koos als beheerdoel voor soorten als roerdomp en woudaapje. Die soorten moeten het hebben van visrijk en dus nutriëntenrijk water.

8.7.7 Vegetatiezonerings

Volledig overeenstemmend met eender welk ander Kempisch beekdal is ook hier de zonerings terug te vinden vertrekkend van droge heide (4030) op de droogste locaties over vochtige heide (4010) en via veldrusgrasland (6410_ve) naar kleine zeggenvetaties op de venige diepste delen van de vallei, voor zover ze niet vergraven is. Vijver die ietsje hoger op de valleiflank liggen worden op peil gehouden met zuiver vrij mineraalarm grondwater en herbergen Littorelion vegetaties (3130_aom), maar de meerderheid van de vijvers liggen lager in de vallei en worden gevuld met oppervlaktewater dat aangerijkt is met nutriënten. Hierin ontstaan dus vegetaties van (weliswaar niet van nature) eutrofe plassen (3150). In plaats van vochtige en droge heide zijn soms vochtige of droge heischrale graslandfragmenten (6230) of struisgraslandfragmenten (6230_ha) te vinden.



Figuur 185: Schema van de vegetatiezonering in een dwarsdoorsnede van de het midden Limburgs vijvergebied

In de bossfeer wordt dat droge eiken-berkenbossen (9190) en mesotrofe elzenbroeken(91^F0_meso).

8.7.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: nagenoeg het volledige beekdal is (historisch) vergraven voor de aanleg van vele tientallen viskweekvijvers waarvan een groot aantal momenteel niet meer als dusdanig functioneren.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: alle belangrijke waterlopen (Zonderikbeek, Roosterbeek en Slangebeek) zijn in sterke mate aangerijkt met nutriënten. Dat levert zonder bijkomende zuivering de onhaalbaarheid van 3130_aom plassen maar wel de mogelijkheid voor visrijke wateren voor roerdomp en woudaapje-broedpopulaties.
 - Grondwater – omwille van lekverliezen van met nutriënten aangerijkt oppervlaktewater naar grondwater is ook dat aangerijkt met nutriënten. Zonder de aanwezigheid van met vervuild oppervlaktewater gevoede vijvers zou dat naar alle waarschijnlijkheid veel minder het geval zijn.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: niet relevant hier
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en maar niet operationeel

8.7.9 Relevante referenties

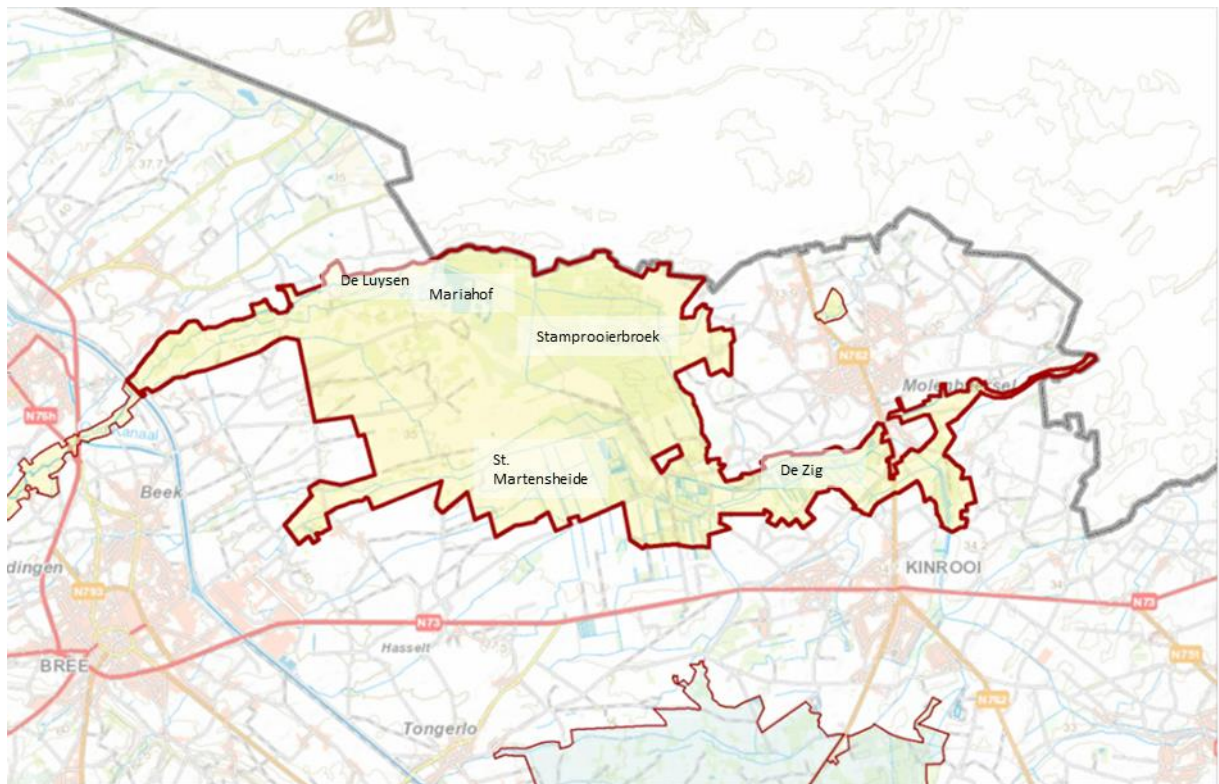
Envico 2002 Het midden Limburgs Vijvergebied Een ecohydrologische systeemanalyse

Haskoning 2014 Voorzuivering in het Midden Limburgs Vijvergebied

8.8 STAMPROOIERBROEK, MARIAHOF, ST. MARTENSHEIDE, DE LUYSEN EN DE ZIG BE2200033-B

8.8.1 Algemene situering

Deze SBZ-H-deelzone is gelegen in het uiterste noordoosten van de provincie Limburg, in de zgn. vlakte van Bocholt. Delen ervan zijn privaat natuurreservaat (Natuurpunt beheer vzw en Lila vzw), andere delen worden zijn Vlaams natuurreservaat en worden beheerd door het ANB. Het gebied wordt beschreven tot ver in de 19e eeuw als één groot aaneengesloten, grensoverschrijdend moeras. De ontginningsgeschiedenis is sterk vergelijkbaar met wat er in het Smeethof of vallei van de Itterbeek is gebeurd (een paar kilometer naar het noordwesten resp. zuiden gelegen).



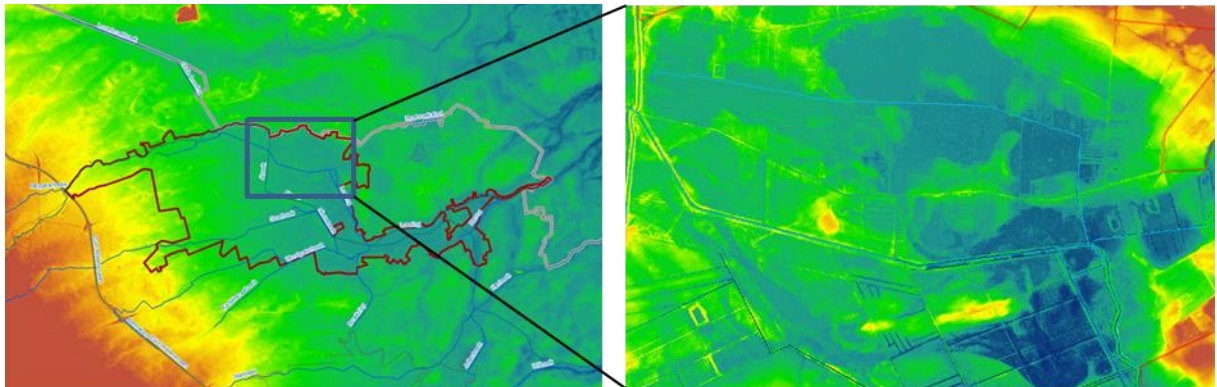
Figuur 186: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig

Ondanks het feit dat in dit gebied over de voorbije decennia al vele natuurbehoudsinitiatieven lopen, is er een gebrek aan samenhangende ecohydrologisch inzicht. De hiernavolgende gebiedsbeschrijving is dus een voorlopige stand van zaken in de kennis van dit gebied en zal ongetwijfeld nog dienen bijgesteld te worden in de komende jaren.

8.8.2 Topografie en Hydrografie

Dit gebied heeft een erg complexe detailtopografie. Het is in feite een aaneengesloten verzameling van grotere en kleinere depressies en dito topografische opduikingen (zie detailtopografie in Figuur 187). Tussen 1855 en 1870 is de zgn. “Lossing” aangelegd. Dat is een diepe (verzamel)drainagegracht waarmee aan de Belgische (en als collateraal effect ook aan Nederlandse) zijde het moeras werd ontwaterd, zodat de grond gebruikt kon worden voor landbouw- en bosbouwdoeleinden. Om lange discussies met Nederland te vermijden werd

destijds geopteerd om de Lossing volledig op Belgisch grondgebied aan te leggen, waardoor ze tal van andere, min of meer parallel lopende beekdalen (bv. Itterbeek) en kleinere beekdalletjes (bv. Reene) doorsnijdt. De loop van de Lossing werd daarbij regelmatig dwars door interfluvia tussen de verschillende beken gegraven. Op die Lossing sluiten vanuit het zuiden verschillende waterlopen aan die ontspringen op of aan de noordrand van het Kempisch plateau. Die werden daardoor eigenlijk van de rest van hun loop worden afgesneden ofwel er onderdoor gesiffoneerd. Bovendien sluit er een zeer uitgebreid netwerk van drainagekanalen, -grachten en -greppels op aan die de velle tientallen kleinere en grotere depressies ontwateren.



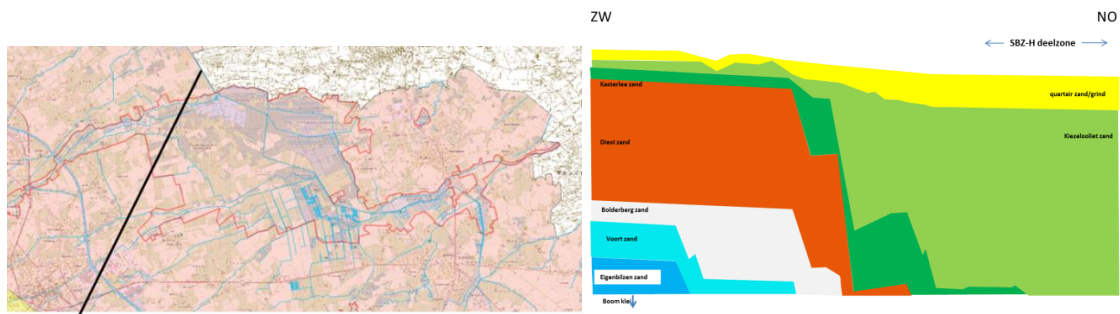
Figuur 187: Detailtopografie voor de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig

Wat er restte van de meeste beekjes werd in dat proces artificieel verplaatst. Doorgaans werden ze rechtgetrokken en hoger in het landschap gelegd om verschillende watermolens van voldoende water te kunnen voorzien. Het eindresultaat is een zeer complex en quasi volledig artificieel ontwateringssysteem dat permanent (en duur) onderhoud vraagt en zal blijven vragen, als het op deze manier in stand gehouden wordt. Het eindresultaat van al deze ingrepen was echter ook het volledig verdwijnen van het moeras, een paar kleine relicten in de diepste depressies niet te na gesproken.

Vandaar de in 2018 opgestarte studie op initiatief van de VMM naar de monitoring en modellering van grond- en oppervlaktewater ter ondersteuning van rivierherstel in de vallei van de Abeek en de Lossing. Hier zullen pas in 2020 resultaten van beschikbaar zijn.

8.8.3 Geohydrologie

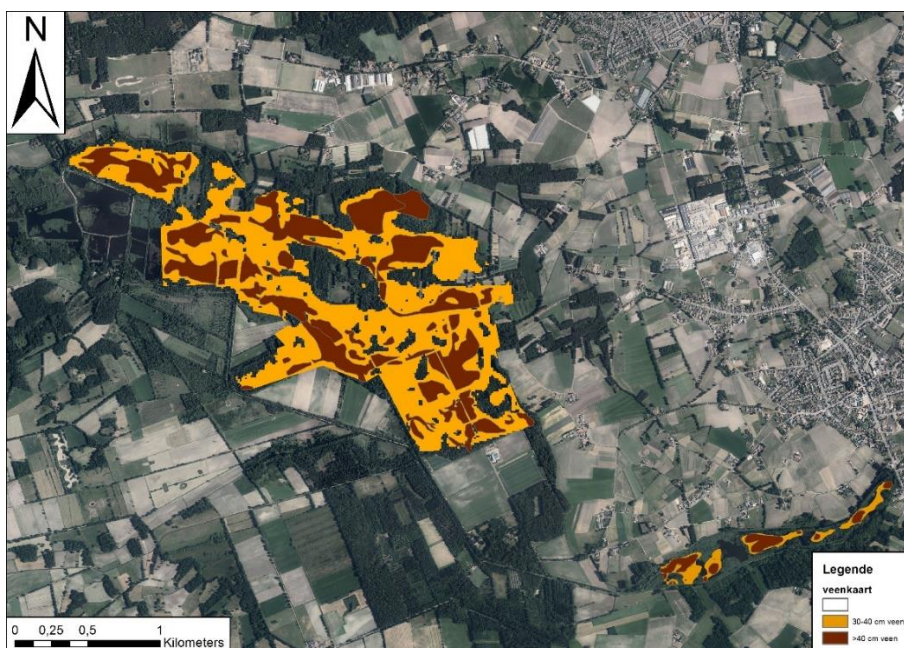
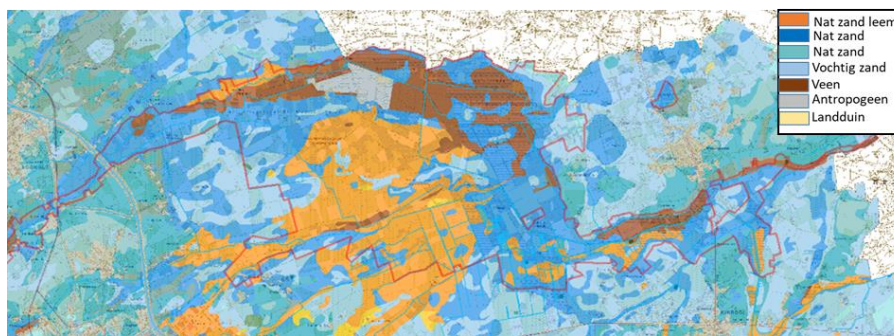
Tertiair geologisch is hier nagenoeg uitsluitend de zgn. Kiezeloöliet formatie van belang. Die is hier ruim 150 meter dik en heeft (grensoverschrijdend) de hele Roerdal-slenk (ten noorden van de Feldebiss-breuk) opgevuld met grove kwartszanden. In Nederland wordt deze afzetting de formatie van Veghel genoemd. Verspreid komen er wat kleinere kleilaagjes in voor maar die lijken een beperkte betekenis te hebben in het hydrologisch functioneren van het systeem. Het gaat hier dus om één dik watervoerend pakket met een erg hoge hydraulische geleidbaarheid (transmissiviteit van ca. 5000 m²/dag).



Figuur 188: Geologie voor de SBZ-H deelzone Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig

Het is een afzetting die arm is aan mineralen; bijgevolg is de verwachting dat het grondwater in dit gebied vrij mineraalarm zal zijn.

Bovenop de Kiezeloliet ligt hier een ca. 40 meter dik quartair pakket van fijnkorrelige dekzanden die sporadisch lemig kunnen zijn. In grote dele van de vallei (incl. de naastliggende depressies) hebben veenafzettingen plaatsgevonden. De juiste omvang is niet echt uit de Belgische bodemkaart (Figuur 189) af te leiden en werd recent (Hydroscan, AGT en INBO in prep.) ter plaatse uitgeboord.



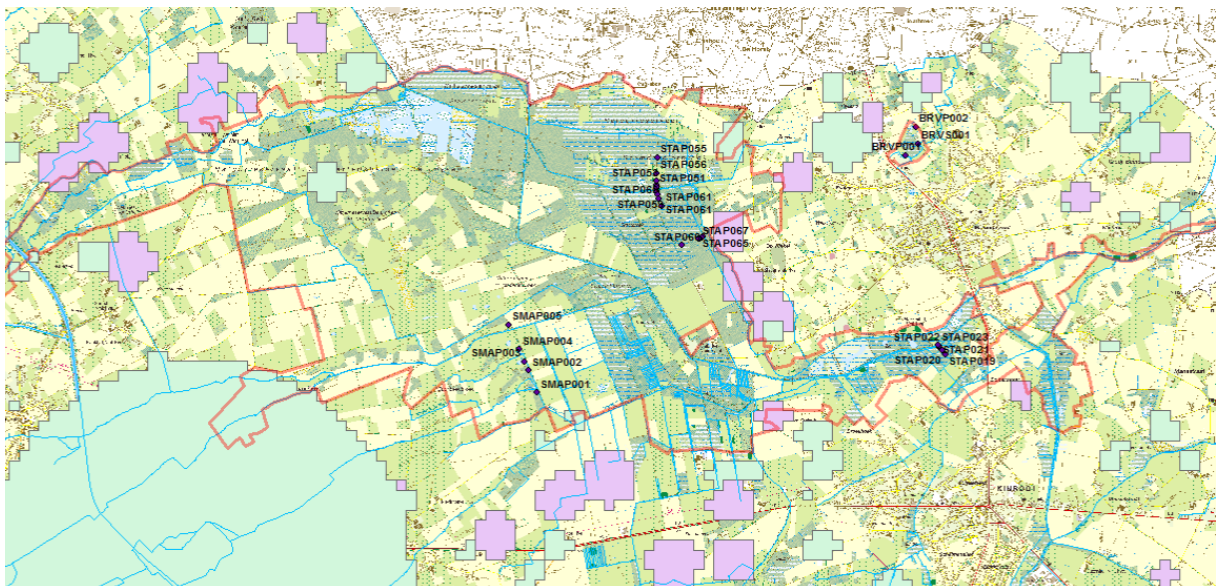
Figuur 189: Detail uit de Belgische bodemkaart (boven) en resultaten van veenartering in 2019 (onder) voor Stamprooierbroek, Mariahof, St. Martensheide, de Luysen en de Zig

8.8.4 Grondwaterdynamiek

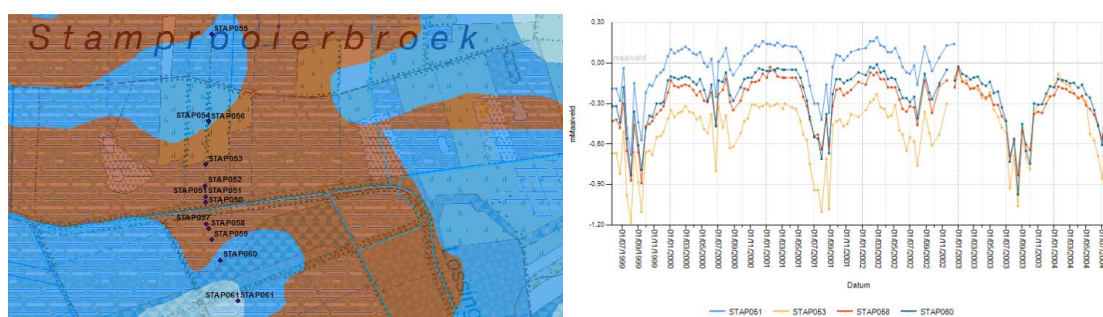
Zowel de quartaire dekzanden als de diepere ondergrond bestaat grotendeels uit zand (en veen). Dat betekent dat de (lijnvormige) drainagestructuren langs beide zijden een verstrekkende, negatieve invloed op de grondwaterpeilen hebben. De juiste omvang van de beïnvloede zone links en rechts van de gracht is voor dit gebied (nog) niet bepaald. Gezien de grote dichtheid aan grachten en greppels mag ervan uitgegaan worden dat het om aanzienlijke afstanden gaat waarbij nagenoeg het volledige gebied beïnvloed wordt en bijgevolg verdroogd is.

Naast een uitgebreid drainagesysteem zijn er in de onmiddellijke omgeving van de SBZ-H-deelzone een dertigtal kleinere en grotere vergunde grondwateronttrekkingen. In het industriegebied van Bree (groene vlek linksonder in Figuur 190) is er een grote industriële winning. Alle andere (paarse vlekjes) zijn kleiner van omvang/impact. De cumulatieve impact ervan is niet bekend.

Meer dan waarschijnlijk is het bovenste deel van de meeste van die veenafzettingen momenteel (ten minste in het zomerhalfjaar) aan het mineraliseren omwille van de te lage grondwaterstand als gevolg van het erg diepe drainageniveau.



Figuur 190: Inschatting van de 10cm verlagingcontour rond grondwaterwinningen voor het gebied van de Abeer (groen: >30000 m³/y – paars tot 5000m³/y)



Figuur 191: Voorbeeld van een (historische) peilbuisraai in Stamprooierbroek gesitueerd op een detail van de Bodemkaart (bruin = veen, blauw = nat zand) met tijdreeksen van grondwatertafelschommelingen voor de periode 1999-2004.

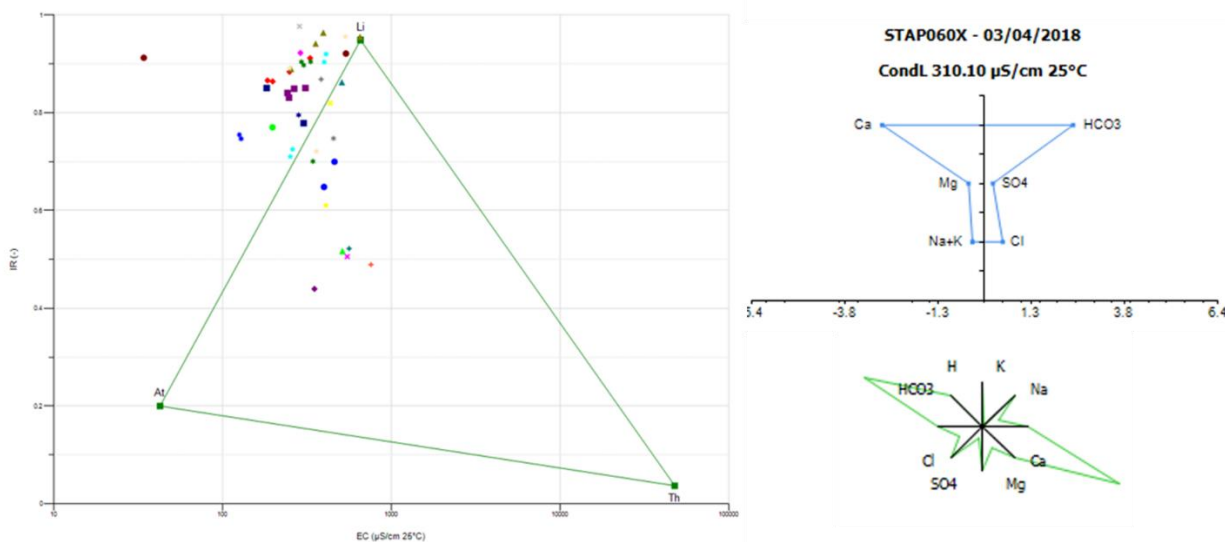
In het Stamprooierbroek werden in de periode 1999-2004 de grondwaterpeilen gemeten. Daaruit blijkt dat de grondwatertafel in de zomer op locaties met veen, tot meer dan een meter diep wegzakt. Alvast daar (maar vermoedelijk nagenoeg overal) treedt er sterke mineralisatie (i.e. verrotting) van het veen op waarbij alle voedingsstoffen die er in opgeslagen zitten, massaal vrijkomen met sterke verrijking van de vegetatie als gevolg.

8.8.5 Grondwaterchemie

Er zijn chemische analysesresultaten voor het ondiepe grondwater in dit gebied beschikbaar over de periode 2001-2018. Omwille van de geologische condities wordt hier een vrij mineraalarme samenstelling van het grondwater verwacht. Aangezien het gaat hier om een middenloop, moet er hier een lithotroof grondwatertype aan de oppervlakte komen. Dat wordt inderdaad bevestigd door de ligging van bemonsterde grondwaterstalen op het EC/IR-diagram (Figuur 192 links) en de paddenstoelvorm van het Stiff-diagram (Figuur 192 rechts) Enkel in St. Martensheide was er in 2006 duidelijk sprake van aanrijking met nitraat en orthofosfaat. Verder valt de aanrijking in dit gebied al bij al nog goed mee en is er zelfs sprake van een lichte verbetering, zowel voor nitriet, nitraat, orthofosfaat als voor sulfaat. Alleen voor ammonium is er een licht stijgende trend. In 2019 worden er echter nieuwe stalen genomen gespreid over het ganse gebied waardoor een betrouwbaarder beeld van de actuele situatie al verkregen worden.

Tabel 25: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de SBZ-H deelzone Stamprooierboek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig (periode 2001-2018).

#46	ECL ₂₅	pHL	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	O-PO ₄ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{tot}
	µS/cm	-	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
maximum	759	7,7	391	2,10	0,060	1,83	0,720	117	136	52,0	19,7	123,0	20,00	34,90
90 percentiel	538	7,4	238	0,26	0,015	0,50	0,268	61	52	31,4	5,0	80,6	10,41	25,20
gemiddelde	347	6,9	153	0,14	0,009	0,26	0,089	30	24	13,4	2,5	52,7	6,34	8,81
10 percentiel	190	6,4	60	0,01	0,003	0,03	0,011	3	8	5,9	0,5	28,5	2,72	0,22
minimum	34	5,8	16	0,01	0,003	0,02	0,007	1	2	2,4	0,3	15,7	1,80	0,05



Figuur 192: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Stamprooierbroek, Mariahof, St Martensheide, de Luysen en de Zig. (periode 2001-2018)

8.8.6 Oppervlaktewater

Er zijn in dit gebied enorm veel gegevens bekend over nutriëntenlasten in oppervlaktewater. Er zijn naast de oorspronkelijke beken, tientallen grotere en kleinere artificiële waterlopen aanwezig, als gevolg van de grondige drainagewerkzaamheden van de voorbije eeuw. In Figuur 193 worden de resultaten voor 17 VMM meetlocaties gegeven in dit gebied voor sommige meetpunten over een periode van ruim 25 jaar.



Figuur 193: Evolutie van concentraties nitraat en orthofosfaat in het oppervlaktewater in het SBZ-H deelgebied van Stamprooierbroek, Mariahof, St. Martensheide, Luysen en Zig (periode 1991-2016) naar Hydroscan, AGT & INBO (in prep.)

Daaruit komt duidelijk naar voor dat de situatie voor nitraat en orthofosfaat verre van rooskleurig is. Voor nitraat is er in de meerderheid van de meetpunten een duidelijke en substantiële verbetering vast te stellen met uitzondering van één meetpunt waar de situatie in die periode steeds verslechterd. De nitraatvrachten blijven echter, vanuit ecohydrologisch standpunt in een heel aantal meetpunten te hoog. Voor orthofosfaat is de situatie de laatste jaren beter hoewel ook daar nog een aantal notoir slechte meetpunten blijven bestaan.

Daarnaast zijn er ook oude gegevens bekend over vervuiling met zware metalen (o.a. Ni, Zn, As, ...). Ook hier wordt verwezen naar de recente studie die op dit ogenblik aan de gang is.

8.8.7 Vegetatiezonering

Hoewel de dimensies en de complexiteit detailtopografie van de Abeekvallei verschillen van een klassiek Kempisch beekdal, is de natuurlijke vegetatiezonering in zeer grote mate vergelijkbaar met wat in de Vallei van de Zwarte Beek, de Bosbeekvallei, de Stiemerbeekvallei en andere beekdalen rond het Kempisch plateau voorkomt. Momenteel gaat het in de bossfeer hoofdzakelijk over matig tot slecht ontwikkelde vormen van mesotroof elzenberkenbroek (91^F0_vm), hier en daar afgezoomd met oligotroof elzen-berkenbroek (91EO_oli) en op de drogere terreingedeelten zou dat met veel goede wil een Atlantisch zuurminnend beukenbos moeten zijn (9120). In de open sfeer gaat het voornamelijk om rietruigte, en hier en daar wat fragmenten kleine zeggenvetaties (7140_meso) en veldrusgrasland/vochtig heischraal grasland (6410_ve/6230_hmo), naast bemeste graslanden (Poo-Lolietum), ingezaaide raaigraslanden of kamgraslanden (rbb_kam).

8.8.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: De volledige Abeekvallei is al sinds medio 19^e eeuw zeer grondig ontwaterd. De rivier werd verplaatst, rechtgetrokken, verbreed en verdiept; een lange verzameldrainagegracht, de Lossing, werd langs de Belgische zijde van de grens aangelegd waarbij interfluvia tussen opeenvolgende beekdalen werden doorsneden om het drainagewater binnen België te kunnen afvoeren. De Abeekvallei werd van een uitgebreid netwerk van drainagestructuren voorzien met structurele verdroging als gevolg. Hierdoor is een erg gecompliceerd en sterk ontwaterend waterlopend systeem ontstaan.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: geen gegevens beschikbaar.
 - Oppervlaktewater: waarschijnlijk van belang maar geen gegevens beschikbaar
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitriet, nitraat en orthofosfaat is duidelijk het geval, maar er zijn heel beperkt gegevens voorhanden
- iii. Grondwaterwinning: Rond de SBZ-H deelzone zijn er veel (soms substantiële) grondwaterwinningen aanwezig. Het cumulatieve effect is niet bekend
- iv. Lokale drainage: In het gebied is een zeer uitgebreide drainagestructuur aanwezig die zorgt voor systematische verdroging (en secundair ook voor veraarding van de top van de veenafzettingen)
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: een beperkt meetnet bestaat maar wordt al sinds geruime tijd niet meer bemeten.



8.8.9 Relevante referenties

Faassen J. 19XX De Luysen

Heutz G 2000 Vernattingsproject Afdeling Water

Bell & van 't Hullenaar. 2011. Ecohydrologische systeemanalyse grensoverschrijdend natuurgebied Wijffelterbroek-Kettingdijk-Smeethof.

Hydroscan, AGT & INBO 2020. (in prep.)Monitoring en modellering van grond- en oppervlaktewater ter ondersteuning van rivierherstel in de vallei van de Abeek en de Lossing (provincie Limburg)

8.9 HAGEVEN BE2200032-B

8.9.1 Algemene situering

Het Hageven is een privaat natuurreservaat (Natuurpunt beheer vzw) en gelegen in de vallei van de Dommel net stroomafwaarts (ten noorden) van Neerpelt. Naast de eigenlijke Dommelvallei behoort ook een stuk van de westelijk gelegen (linker-) plateaugrond tot het natuurreservaat/SBZ-H deelzone. Het gebied loopt naadloos over in het Nederlandse (eveneens private) natuurgebied “de Plateaux” dat, verder naar het noorden, nog een smal stukje Dommelvallei omvat. Dit zou een voorbeeld van een Kempisch beekdal kunnen zijn, maar door de verschillende ingrepen (landbouwomzettingen, rechtekking van rivier, bevloeiing met kanaal-/Maaswater, vervuiling met zware metalen, ...) valt het onder een categorie speciale gevallen.

Zowel langs Vlaamse als langs Nederlandse zijde waren de omzettingen van heide naar (intensief) landbouwgebied al erg ver gevorderd voor er initiatieven genomen werden om resterende delen te bewaren als natuurgebied. Dat heeft voor gevolg dat nagenoeg de volledige plateaugronden en ook grote delen van de vallei tot voor kort een vrij intensief landbouwgebruik gekend hebben.



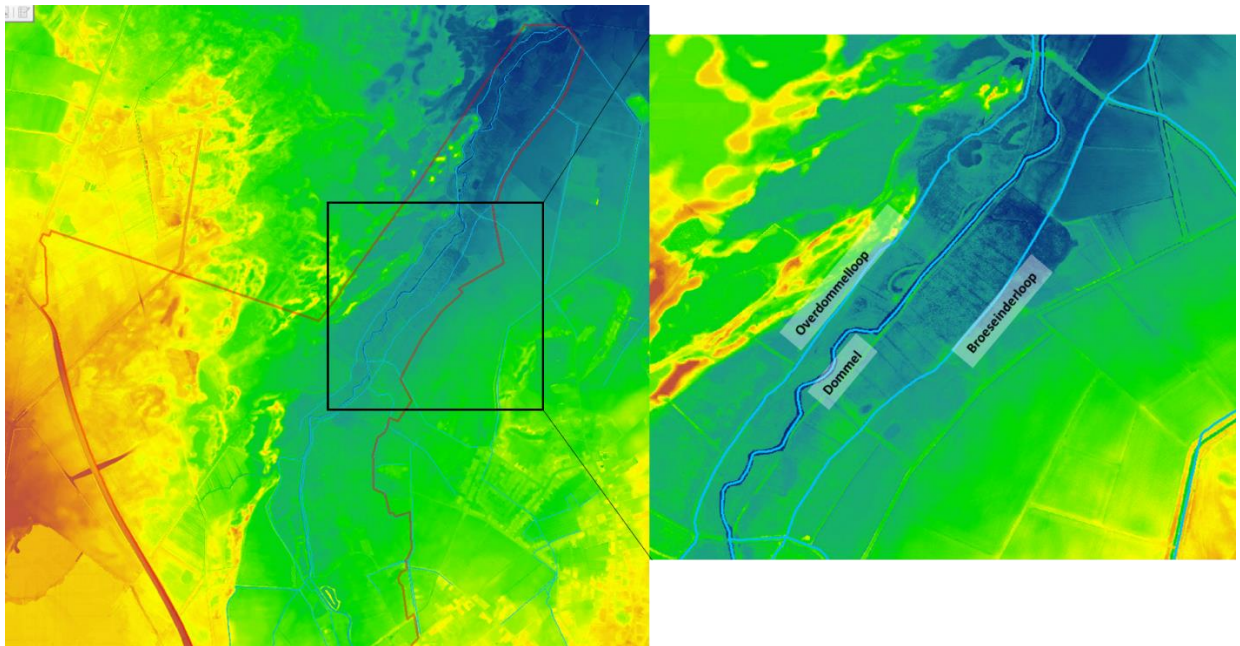
Figuur 194: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Hageven

8.9.2 Topografie en Hydrografie

Dit gebied ligt onderaan de noordrand van het Kempisch plateau, eigenlijk aan de westrand van de vlakte van Bocholt. Het is een Kempisch beekdal (midden- tot benedenloop), met name de vallei van de Dommel. De rivier is enkele decennia geleden rechtgetrokken, verdiept en verbreed, hoofdzakelijk met de bedoeling om de natte heide en vennenzones om te kunnen zetten naar intensief bewerkt landbouwgebied. In 2010 werden door de VMM operationeel waterbeheer in het natuurreservaat het Hageven een hele reeks meanders opnieuw op de

rivier aangesloten om aan structuurherstel van de Dommel te doen en tegelijk de verdroging van het natuurgebied tegen te gaan.

In de linker valleihelft is een complex bevoeiingssysteem aangelegd die ervoor gezorgd heeft dat de natuurlijke hydrologie aanzienlijk gewijzigd is. Dit deel van het natuurgebied ontvangt kanaalwater (eigenlijk Maaswater) uit het kanaal van Bocholt via een toevoerkanaaltje (met de wat verwarrende naam) "Afwateringsloot". Dat voert water aan naar voormalige vloeiveiden aan Vlaamse zijde. Deze zijn nu in onbruik. Datzelfde kanaaltje voert echter ook water aan naar de herstelde en iets noordelijker gelegen vloeiveiden "Pelter Heggen" in het Nederlandse reservaatdeel. Dat water wordt ook naar de voormalige viskweekvijvers die nu deel van het natuureservaat, gevoerd. Die vijvers wateren op hun beurt weer af via een kunstmatig aangelegd waterloopje de "over(de)Dommel-loop". De Overdommelloop is noordwaarts doorgetrokken en mondt uit in de Dommel net voor die de grens met Nederland kruist.



Figuur 195: Detailtopografie voor het SBZ-H deelgebied Hageven en omgeving

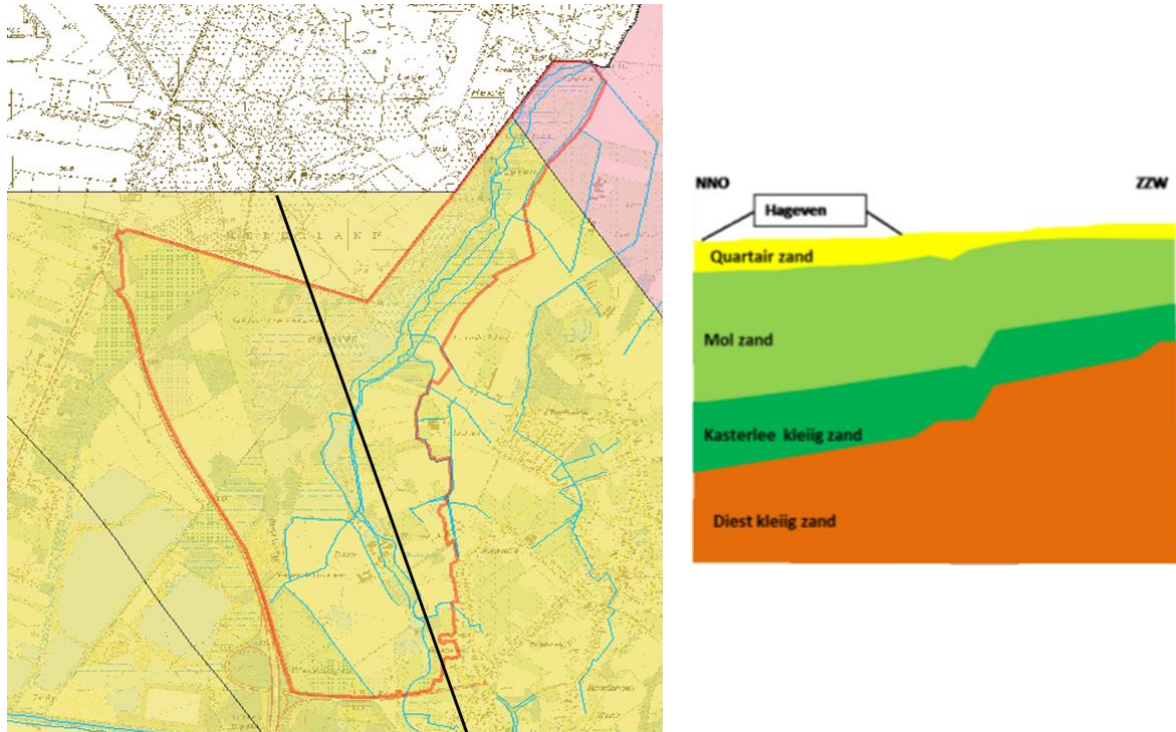
Op de rechteroever van de Dommel (oostzijde) werd eveneens een ontwateringsloot, de Broeseinderloop, die de rechter valleihelft moet ontwateren. De oostgrens van dit SBZ-H deelgebied (maar ook de bestemming natuurgebied op het gewestplan) liggen midden in het diepste deel van de vallei (Figuur 195). Dat heeft tot gevolg dat het nagenoeg onmogelijk is om aan gedegen hydrologisch herstel te doen zonder ongewenste effecten te veroorzaken in het naastgelegen landbouwgebied. De vallei zelf is hier een goede 4-500 meter breed en kent dan een vrij geleidelijke overgang naar de ca. 5-6 meter hoger gelegen plateaugronden. Voornamelijk op de overgang van de plateau's naar de vallei aan de westzijde van het gebied, zijn nog wat stuifduinen te vinden. Voor een groot deel zijn die genivelleerd bij de omzetting van heide naar landbouwgebied, maar hier en daar zijn nog kleinere massiefjes bewaard gebleven.

8.9.3 Geohydrologie

Het gebied is bedekt met een ca 20 meter dik zandig quartair dek waaronder in het westen de kwartzanden van Mol dagzomen. In het oosten zijn dat afzettingen van de Kiezeloëlietformatie. Daaronder zitten de kleiige zanden van Kasterlee en Diest tot een diepte van (veel) meer dan 200 meter. De lagen hellen zachtjes in noordelijke richting af, ten zuiden



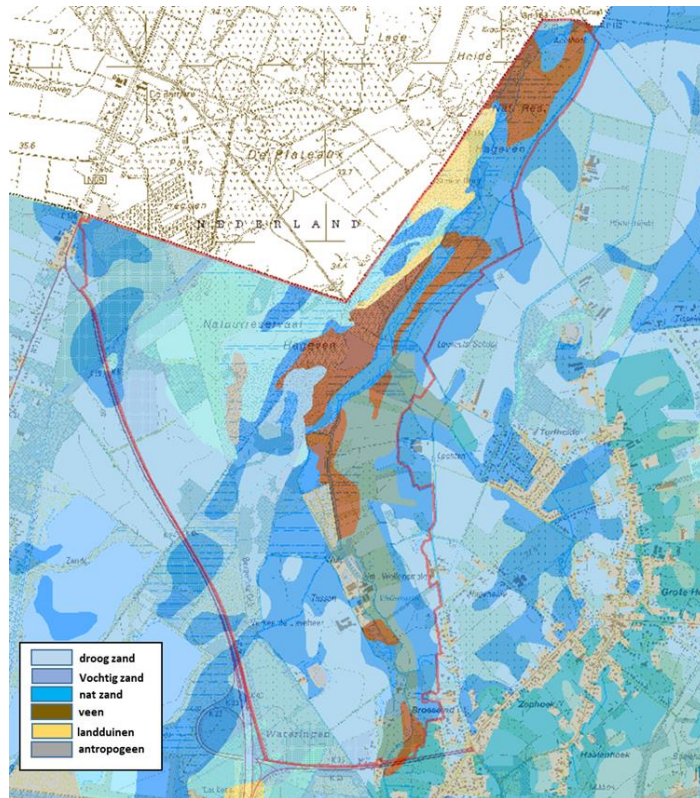
van het Hageven is nog één van de vele Kempische breuken te zien. Het gaat hier dus om zeer dikke afhellende watervoerende lagen. In de vallei treedt er dan ook duidelijk kwel op. Er is een regionaal grondwatermodel gemaakt voor het Hageven en omgeving (VMM 2006), het infiltratiegebied is daarbij echter niet afgebakend. Kwel is doorgaans synoniem voor een hoge grondwatertafels en weinig tot geen grondwatertafelschommelingen doorheen het jaar.



Figuur 196: Dagzomende geologische lagen (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H deelgebied Hageven en omgeving

Dat moet hier lange tijd het geval geweest zijn. Getuige daarvoor de grote oppervlakte veen in de vallei van de Dommel zoals te zien is op de bodemkaart (Figuur 197). In realiteit is de omvang van die afzettingen groter dan weergegeven op die kaart. Op een aantal plaatsen werden er echter ook viskweekvijvers in aangelegd. Vandaar de grote zone met “antropogene” bodems centraal in het gebied.

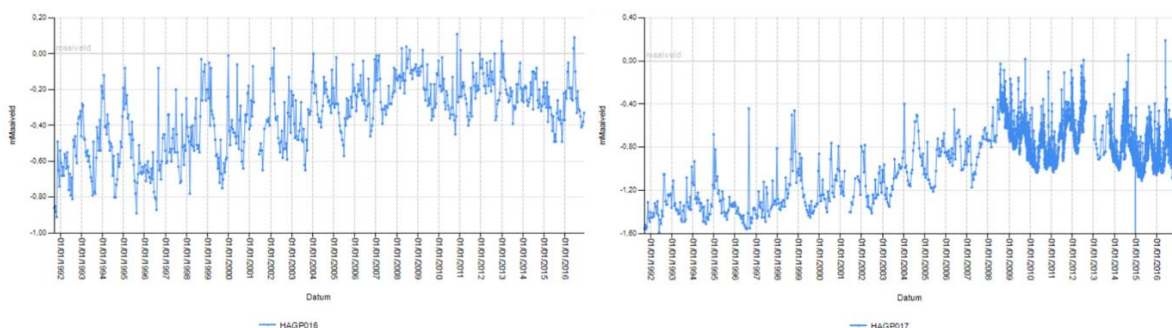
De ruime omgeving van de vallei bestaat uitsluitend uit zanden die qua vochttrap variëren van droog over vochtig tot nat. Ook hier komt duidelijk naar voren dat de grens van het SBZ-H deelgebied dwars door het natte deel van de vallei loopt. Aan de westrand van de vallei zijn wat landduinmassieven te zien. Die zijn de voorbije decennia grotendeels afgegraven en genivelleerd bij de omzetting van heide naar intensieve akkers. Er zijn echter nog een aantal duinmassiefjes intact gebleven.



Figuur 197: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het Hageven en omgeving

8.9.4 Grondwaterdynamiek

Aangezien de vallei van de Dommel zich volledig is quartaire zandafzettingen bevindt, die net zoals de onderliggende tertiaire afzettingen een erg hoge hydraulische geleidbaarheid hebben, is de toestroom van grondwater naar dit gebied groot. Dat betekent dat de Dommelpelen zich nagenoeg rechtstreeks vertalen in de grondwaterpeilen in de aanpalende terreinen, zowel op de linker als op de rechteroever. Sinds 1996 is een geleidelijk stijging van de grondwaterpeilen aan de gang overal in en rond het natuurgebied, zowel op de linker- als op de rechter oever (Figuur 198). Die stijging van de grondwaterpeilen is volledig toe te schrijven aan de stijgende Dommelpelen (zie paragraaf oppervlaktewater). De tijdreeksen zijn erg piekig van aard, wat alles te maken heeft met een grote invloed (i.e. snelle infiltratie) van neerslag op het grondwaterpeil.



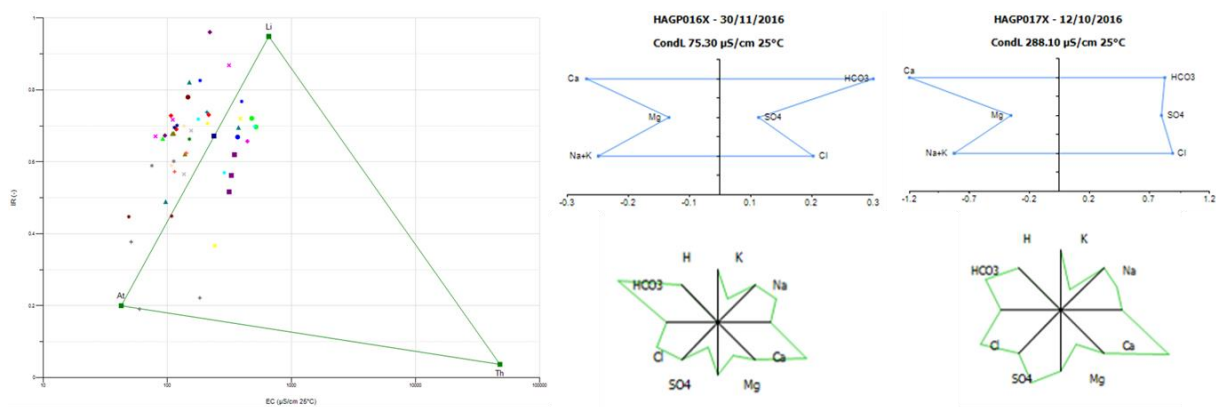
Figuur 198: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen voor het Hageven. HAGP016 en HAGP017 zijn meetpunten respectievelijk in het linker valleideel (vochtige heide) en op de rechteroever van de Dommel ca. 150 m ten zuiden van de Stenen Brug.

8.9.5 Grondwaterchemie

Van nature is het grondwater in dit gebied uiterst mineraal arm. Dat wordt geïllustreerd met de puntenwolk in het EC-IR diagram (Figuur 199) die links in de grafiek gesitueerd is (de kant met de lage EC₂₅ waarden). Dat heeft alles te maken met zandige quartaire afzettingen samen met de zanden van Mol als belangrijkste watervoerende laag. Nochtans worden hier soms verhoogde mineralenconcentraties in het grondwater gemeten bijvoorbeeld in die zones van het gebied die beïnvloed zijn door de aanvoer van het mineraalrijke kanaalwater (Maaswater eigenlijk). Dat zijn voornamelijk de zones palend aan de voormalige visvijvers in de linker valleihelft ter hoogte van Lommels schoor, maar ook door lekverliezen vanuit de Overdommelsloot die het kanaalwater en overloopwater van de vijvers afvoert in noordelijke richting. Langsheen de rechter valleihelft zijn dergelijke concentraties niet waart e nemen wegens de totale afwezigheid van kanaalwater. Via het grondwater worden er hier wel (en soms aanzienlijke) hoeveelheden nitraten en ook nitrieten aangevoerd naar het gebied. Die zijn onmiskenbaar afkomstig van uitspoeling vanuit de naastliggende landbouwgronden. Orthofosfaten concentraties zijn (gelukkig) wat minder verhoogd, maar zijn vooral in het oppervlaktewater aan de hoge kant. Overstromingen zorgen hier dan ook voor een toename van de biomassaproductie in de vallei.

Tabel 26: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Hageven (periode 2002-2016).

# = 49	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	μS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	519	7,2	204	11,88	0,033	1,24	0,126	129	57,7	30,4	13,9	75,7	8,20	19,00
90 percent	390	6,7	131	3,79	0,015	0,13	0,062	48	39,4	27,6	10,3	47,8	6,60	1,95
mean	203	5,9	50	1,14	0,013	0,12	0,026	27	17,7	11,1	5,1	20,6	3,26	1,29
10-percent	90	5,0	2	0,03	0,005	0,02	0,010	8	6,0	3,7	1,3	5,8	1,16	0,05
min	49	4,9	1	0,01	0,005	0,02	0,010	2	2,6	3,0	0,5	1,1	0,38	0,05



Figuur 199: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Hageven.

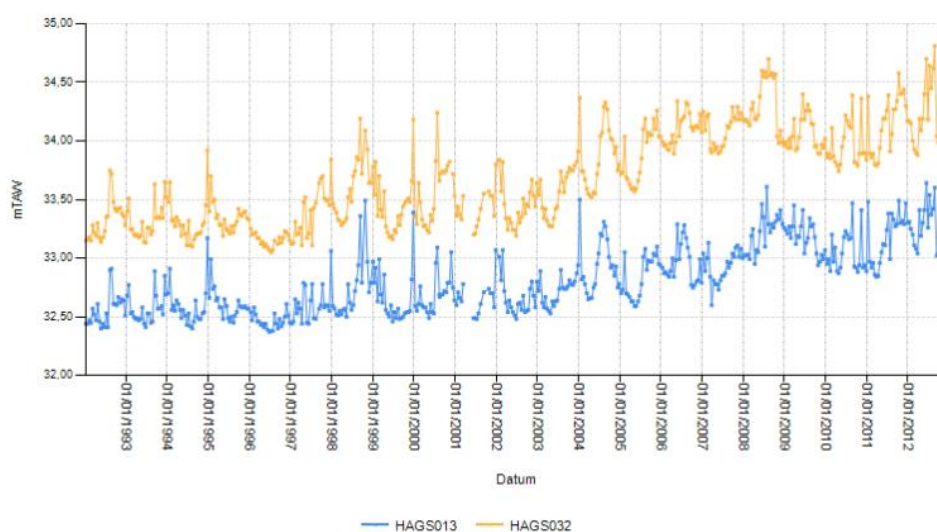
De situatie gaat er het laatste decennium echter duidelijk op vooruit. Zelfs aan de landbouwzijde van het gebied is er actueel veel minder inspoeling van nutriënten (en sulfaten) dan 10 jaar geleden. Maar de invloed van weg drainerend landbouwwater blijft duidelijk merkbaar. Ook in de vochtige heide op de linkeroever is er tot op vandaag een verhoogde concentratie van o.a. natrium en chloride te meten (hoewel de totale concentraties niet hoog zijn - zie bv de Maucha-diagrammen in Figuur 199), waarvan de oorsprong echter niet duidelijk is.



8.9.6 Oppervlaktewater

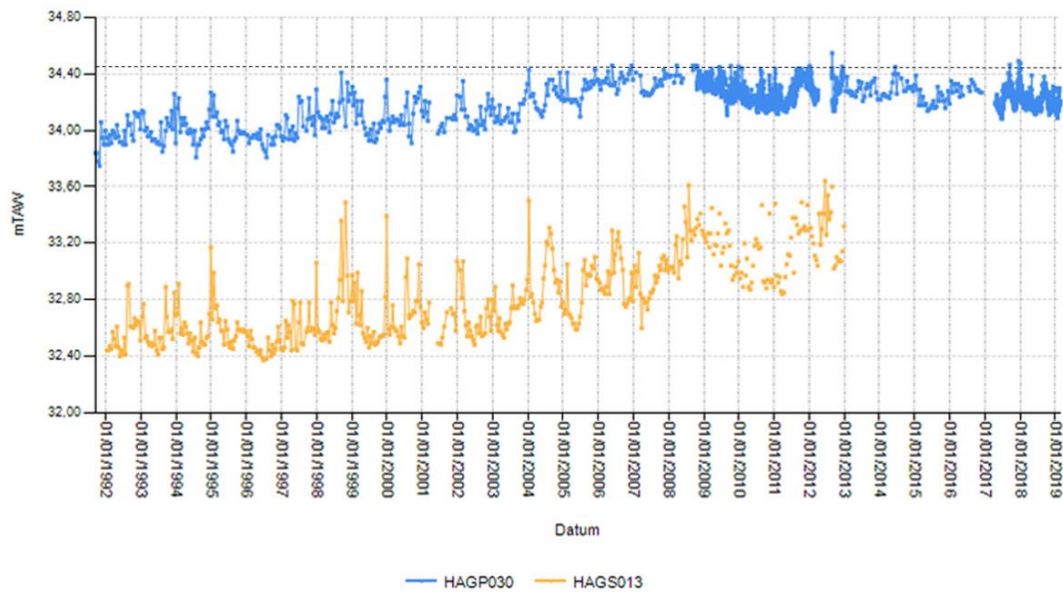
Het gebied heeft, zoals tal van natuurgebieden in deze regio, in het verleden (en in veel mindere mate nog steeds) te kampen gekregen met substantiële vervuiling met zware metalen afkomstig van het metallurgische bedrijf destijds “metallurgie Hoboken”, nu “Umicore”. Zowel droge als natte depositie hebben ervoor gezorgd dat grote oppervlakten van dit gebied ernstig gecontamineerd zijn zware metalen (o.m. cadmium; chroom en arseen). Tot op vandaag worden er nog (veel kleinere) hoeveelheden zware metalen geloosd via de Dommel.

In 1996 werden de regelmatige ruiming van Dommel gestopt. Sindsdien is er een geleidelijke peilstijging opgetreden die vanaf 2002 steeds sneller verliep omwille van de vestiging van riet op de oevers, als gevolg van de sterk verbeterde oppervlaktewaterkwaliteit. In het najaar van 2008 is een eerste rietmaaiing en gecontroleerde afvoer van sediment (want vervuild met zware metalen) gebeurt in 2010 werden de destijds afgesneden meanders opnieuw aangesloten. Er is sprake van een peilstijging van bijna een meter ter hoogte van Lommels schoor en van een halve meter ter hoogte van Stenen brug.



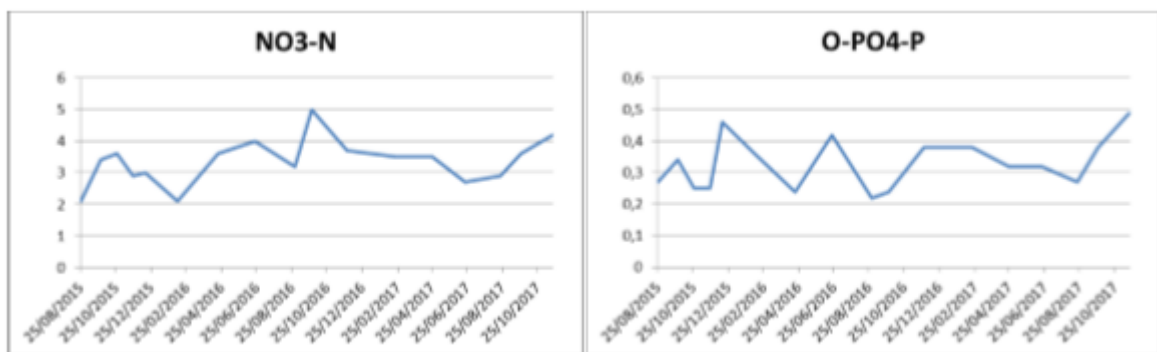
Figuur 200: Tijdreeksen van stijghoogte van de Dommel in het SBZ-H deelgebied Hageven. Hags032 is ter hoogte van Lommels Schoor, Hags013 is ter hoogte van Stenen brug

De peilstijging van de Dommel verloopt in het stroomopwaartse deel dus sneller dan verder stroomafwaarts. Het heeft er echter alle schijn van dat dit verschil langzaam zal weggewerkt worden in de toekomst. Hoofdzakelijk in het stroomafwaartse deel zijn er recent nogal wat kunstmatig afgesneden meanders terug aangeschakeld, met een peilverhoging in de rivier tot gevolg.



Figuur 201: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW) van het Dommelpeil (HAGS013) en het grondwaterpeil (HAGP030 – zwarte stippellijn is maaiveld ter hoogte van dit meetpunt) op de linkeroever op een afstand van ca. 50 meter van de oever in het SBZ-H deelgebied Hageven

De nutriëntenaanvoer via de Dommel geeft een wat ander beeld dan dat voor grondwater het geval was (Figuur 8). Nitraten zijn nagenoeg constant doorheen het jaar erg hoog. Ook orthofosfaatconcentraties zijn sterk verhoogd. Overstromingen met dergelijke kwaliteit oppervlaktewater in het natuurgebied zijn te vermijden. Tot voor kort was de rivier gedurende het ganse jaar door duidelijk drainerend in het gebied. Door de stijgende Dommelpeilen is dat echter niet overal meer het geval. Bijvoorbeeld ter hoogte van Lommels schoor waar de Dommelpeilen gelijk met of regelmatig zelfs hoger komen dat de grondwaterpeilen op de linkeroever (zie Figuur 201). Dat betekent dat oppervlaktewater van erg slechte kwaliteit in het grondwater van de belendende percelen infiltreert. Dat is alvast geen gunstige evolutie. Het zorgt daar voor verhoogde droge stofproductie en verruiging van de vegetatie.



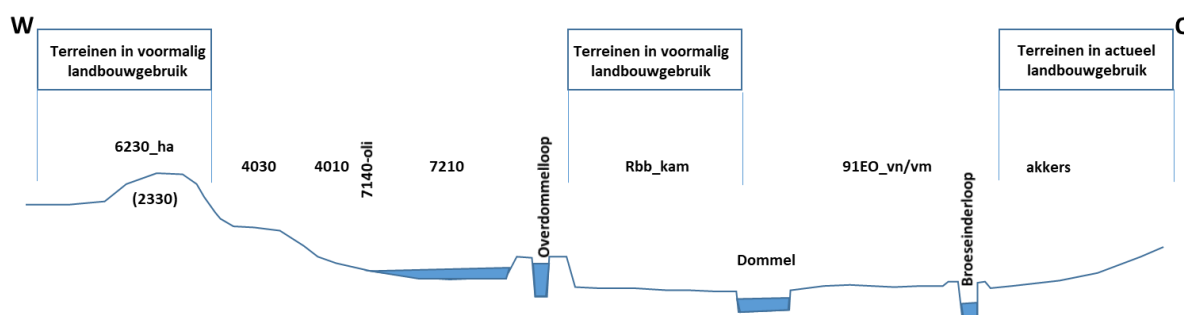
Figuur 202: Tijdreeksen van nitraat en orthofosfaat (concentraties in mg/l) voor de Dommel net stroomopwaarts van het Hageven (gegevens www.vmm.be)

8.9.7 Vegetatiezoning

Door de grote afwisseling van landgebruiksvormen en ingrepen is dit gebied een voorbeeld van een (vandaag) groot aaneengesloten natuurgebied, met echter zeer veel elementen die het zowel speciaal maken (o.m. qua vegetatiezoning) als bijzonder moeilijk om aan natuurherstel te gaan doen. Om te beginnen zijn er de soms ongelukkig gelegen terreinen in voormalig

landbouwgebruik, voornamelijk op de linker valleihelft. In het kader van een Life-project werden deze gronden 'ontgrond', t.t.z. de bouwvoor (ca 30-40 cm afgegraven en soms ter plaatse opgestapeld in een soort 'namaaklandduinen'. Soms werd het materiaal afgevoerd. In ieder geval was het voormalig landbouwgebruik zo intensief geweest dat het afgraven van de bouwvoor niet volstond om voedselarme bodem terug aan het oppervlak te brengen. Daardoor ontwikkelt er zich geen droge of vochtige heide op die 'behandelde' terreinen. In het beste geval ontwikkelde er zich een struisgrasland (6230_ha). Dikwijls wordt dat stadium van graslandontwikkeling niet bereikt en blijft het vegetatiebeeld bepaald door een soortenarm beemdgras-raaigras dek soms met elementen van kamgrasland (rbb_kam) omwille van de begrazing.

De restanten van landduinen tonen soms nog fragmenten van buntgrasvegetaties (2330). Doorgaans zijn ze echter genivelleerd bij het omzetten naar intensief landbouwgebied, maar her en der zijn een aantal kleinere en grotere fragmenten deze evolutie ontsprongen. Op de rand van de vallei is hier en daar nog de klassieke vegetatiezonering te vinden die eigen is aan alle kempische beekdalen, t.t.z. droge heide (4030) op het plateau, overgaand naar vochtige heide (4010) richting valleiflank, overgaand in een smalle gordel venige heide (7140_oli) aan de echte valleirand.



Figuur 203: Schema vegetatiezonering op een dwarsdoorsnede doorheen de Dommelvallei in het SBZ-H deelgebied het Hageven ter hoogte van Lommels Schoor

In een normale vegetatiezonering zou er dan een dek van kleine zeggenvegetaties in de vallei moeten ontwikkelen, maar door het voormalige landgebruik en ontginningsgeschiedenis is dat nagenoeg volledig verdwenen hier. Er werd mineraalrijk kanaalwater binnengeleid en er werden ondiepe viskweekvijvers aangelegd. Die zijn verland met een galigaanvegetatie (7210), net omwille van de voeding met mineraalrijk kanaalwater. Verder in de vallei zijn de venige afzettingen een tijd (enkele decennia) gedraineerd en bemest geweest. Dat leidt momenteel in het beste geval tot kamgrasland met zeer veel pitrus. Aan de overzijde van de Dommel zou van nature (in de bossfeer) een mesotroof elzenbroek (91EO_meso) moeten kunnen ontwikkelen. Dat is actueel nauwelijks te herkennen omwille van de grote aanvoer van nutriënten. In het beste geval is er sprake van ruigte elzenbroekbos (91EO_vn) maar eigenlijk is dit een bos gedomineerd door storingssoorten (braam, rietgras en grote brandnetel), ook omwille van de drainage (Broeseinderloop).

Door het natter (stijgende grondwaterpeilen en dus stijgende Gxg's) worden van het gebied moeten de vegetatiegordels vanuit de vallei naar buiten opschuiven. Dat leidt hier echter tot problemen omwille van het voormalige intensieve landbouwgebruik van een groot aantal terreinen en het niet diep genoeg verwijderen van de door nutriënten aangerijkte bodem bij de herinrichting/natuurherstel. Door de vernatting verschuift de gordel met venige heide (7140_oli) topografisch naar boven, waar nog een relictgordel met vochtige heide voorkwam. Die vochtige heide evolueert daarbij spontaan naar venige heide. De omstandigheden zijn daar dan te nat voor vochtige heide die eveneens naar boven zou moeten kunnen verschuiven. Dat

kan niet omwille van de voedselrijke bodem (van de voormalige landbouwterreinen). De soorten van vochtige heide gedijen niet op die te voedselrijke bodems, waardoor het vegetatietype vochtige heide weggedrukt wordt tussen langs de rivierkant een te natte en langs de plateauzijde een nutriëntenrijke standplaats. Dat heeft onder andere als gevolg dat een populatie gentiaanblauwtje niet meer houdbaar is. Niet alleen klokjesgentiaan (een belangrijke waardplant voor die vlindersoort) vindt geen geschikt plekje meer, maar de terreinen staan blank in de winter (wat niet abnormaal is bij evolutie in de richting van venige heide maar echt uitzonderlijk voor vochtige heide) waardoor de mieren die belangrijk zijn in het voortplantingssucces van het bedreigde vlindertje verdwijnen.

Een grondiger (doordachte) aanpak van natuurherstel dringt zich hier op.

8.9.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Destijds werd de Dommel rechtgetrokken en verdiept, dat is grotendeels (maar nog niet volledig) hersteld
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: lijkt niet echt een probleem te zijn wel de evolutie naar het niet meer drainerend worden van de rivier, als gevolg van de langzaam hoger wordende rivierpeilen.
 - Oppervlaktewater: algemeen van slechte kwaliteit (te veel nutriënten, zowel N als P, en ook nog zware metalen). De kwaliteit was destijds nog veel slechter, er is dus verbetering, maar nog lang niet voldoende
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat en nitriet zijn belangrijk, orthofosfaat in veel mindere mate. Zorgwekkend is de evolutie naar infiltreren van aangerijkt Dommelwater richting valleiterreinen.
- iii. Grondwaterwinning: niet relevant hier
- iv. Lokale drainage: niet relevant hier
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: aanwezig en operationeel

8.9.9 Relevante referenties

De Becker P. 2007 Dommelpeilperikelen in het natuurreserveaat het Hageven te Neerpelt (Limburg) – INBO.A.2007.65

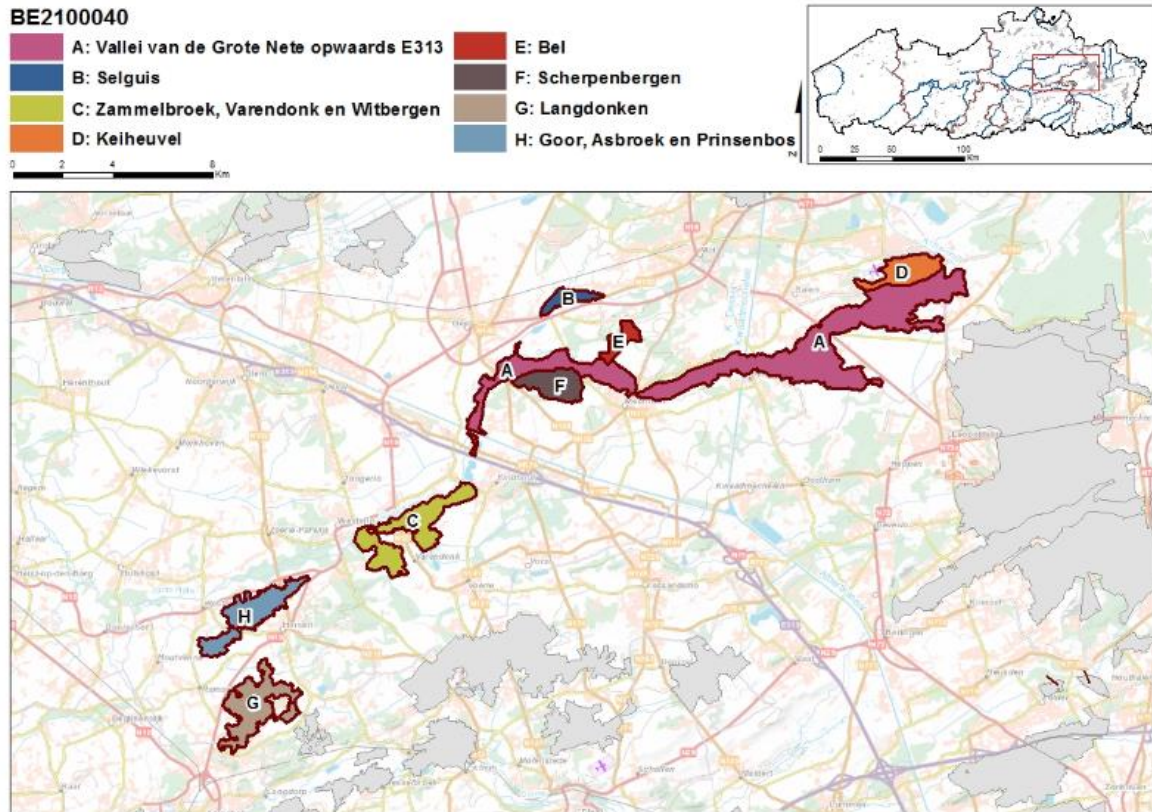
De Becker P. 2008. Commentaar op het verzoek tot ontheffing MER voor de hermeandering van de Dommel te Neerpelt in het private natuurreserveaat het Hageven (Limburg). INBPO.A.2008.22

VMM 2007 aanvraag stedenbouwkundige vergunning heraanleg Dommelmeanders in het Hageven

8.10 VALLEI VAN DE GROTE NETE STROOMOPWAARTS ALBERTKANAAL BE2100040-B

8.10.1 Algemene situering

Het SBZ-H-deelgebied van de Grote Nete strekt zich uit van het Kanaal van Beverlo in het oosten tot aan het Albertkanaal in het zuidwesten.



Figuur 204: Situering van de deelzone Vallei van de Grote Nete (BE2200030 A)

Het is een aaneenschakeling van verschillende kleinere deelgebieden Vertrekkend van den Tip in het oosten, over de Vennen, het Scheps, Griesbroek, Vloeyen, Belsbroek en Malensbroek in het zuidwesten.

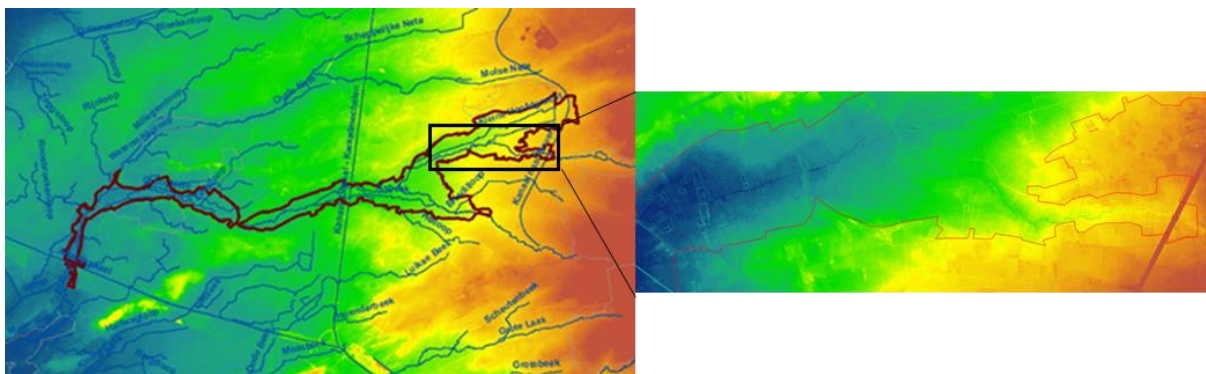


Figuur 205: Verschillende deel-natuurgebieden in de vallei van de Grote Nete

Grote delen van het gebied zijn vergraven (turfwinningen, landbouw/ruilverkaveling of WE verblijven). Hoe verder stroomopwaarts hoe minder ingrijpend de deelgebieden vergraven zijn. Belangrijk in dit SBZ-gebied is de soms erg grote historische belasting met zware metalen (VMM-Studies) die doorheen het ganse gebied terug te vinden zijn. De zware metalen zijn in deze deelzone in eerste instantie verspreid via de lucht vanuit de fabriekssites destijds. Later vond de verdere verspreiding hoofdzakelijk plaats via ophogingen met gecontamineerde grond, er liggen ook een aantal storten met gecontamineerde grond (Griesbroek)

8.10.2 Topografie en hydrografie

De Grote Nete ontspringt centraal op het Kempisch plateau aan de noordrand van het Kamp van Beverlo. De SBZ-H-deelzone die hier behandeld wordt, beslaat een klein, (het laatste) stukje bovenloop en nagenoeg de volledige middenloop vertrekkend van de uiterste noordwestrand van het Kempisch plateau om verder westwaarts te lopen en ter hoogte van Geel naar het zuiden af te buigen. Reeds van in de vroege middeleeuwen (13^e eeuw) zijn er vermeldingen terug te vinden van het bouwen van watermolens, waarbij ook stevast aanvoer en omleidingsgrachten werden aangelegd. Stelselmatig worden de drainagestructuren verder en verder uitgebouwd waardoor het grondwaterpeil in de volledige vallei stelselmatig naar beneden gehaald werd (Van Ballaert et al 2016). De aanleg van de kanalen van Beverlo en Dessel-Kwaadmechelen halverwege de 19^e eeuw hebben, samen met alle voorgaande en volgende ingrepen, de hydrologie van deze vallei grondig verstoord. De Grote Nete wordt ter hoogte van de kanalen onder die waterlopen door gesiffonneerd.



Figuur 206: Topografie van de deelzone Grote Nete stroomopwaarts Albertkanaal met (rechts) detail van de Vennen

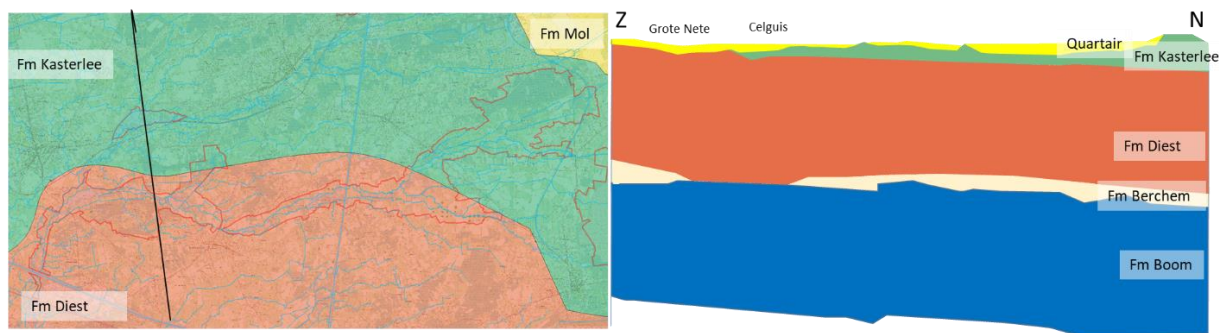
Verder is deze rivier over nagenoeg de volledige lengte ingedijkt, verbreedt en verdiept en wordt de basisafvoer en dus ook het basispeil op verschillende plaatsen gestuurd. Dat alles is gebeurd om de erg regelmatige overstromingen te vermijden en het hoge grondwaterpeil te verlagen om zo de vallei integraal in landbouwgebied te kunnen omzetten. Het natuurlijke karakter van de rivier en de vallei is daarmee in grote mate aan banden gelegd en zijn veenafzettingen op verschillende plaatsen verdwenen (gemineraliseerd). Het recent rivierbeleid toont lijkt daarin een kentering te zullen brengen. Er wordt weer gestreefd naar meer waterberging en hogere grondwaterpeilen. Hoewel er al een reeks maatregelen werden uitgevoerd om een aantal van de natuurlijkere eigenschappen van, de rivier zelf te verbeteren (wegwerken vismigratieknelpunten en plas-dras oevers) zijn echter vallei-vernattingsmaatregelen nog in onderzoek.

8.10.3 Geohydrologie

Het gebied behoort geohydrologisch tot het Centraal Kempisch systeem (VMM 2008). Het voornaamste watervoerende pakket bestaat uit de zanden van Diest en in mindere mate de

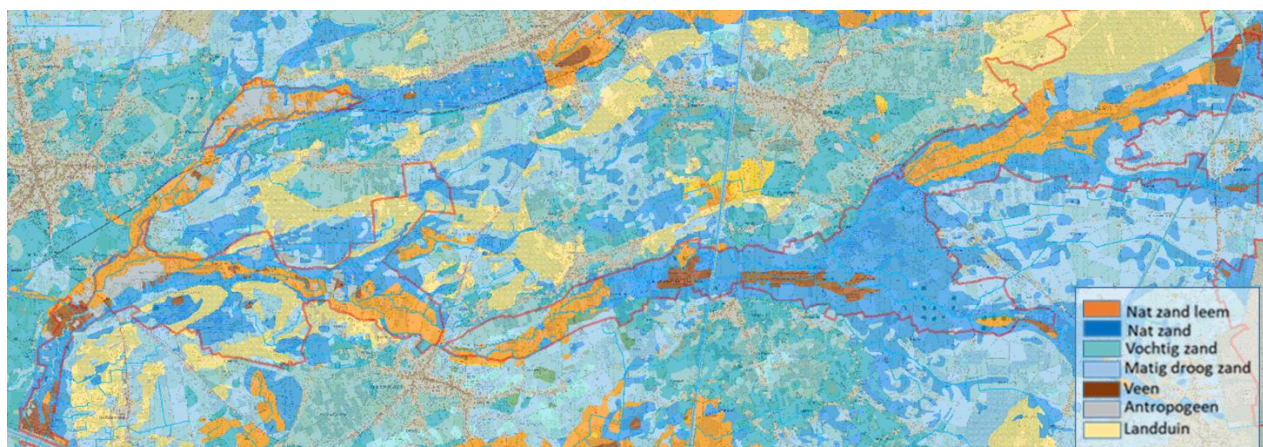


formatie van Kasterlee. De eerste is sterk watervoerend met grof glauconietrijk zand, de tweede is nog wat kleiiger en wat minder watervoerend zand. Onder beide formaties zit nog een dun laagje zanden van de Formatie van Berchem. Het hydrologische systeem wordt onderaan begrensd door de dikke kleiafzetting van de formatie van Boom (Figuur 207)



Figuur 207: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Grote Nete(links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)

De formaties van Diest en Kasterlee zijn sterk ijzerhoudend en zijn afgedekt door een zandig quartair dek dat op de meeste plaatsen een paar meter dikte bereikt.



Figuur 208: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Grote Nete en de ruime omgeving

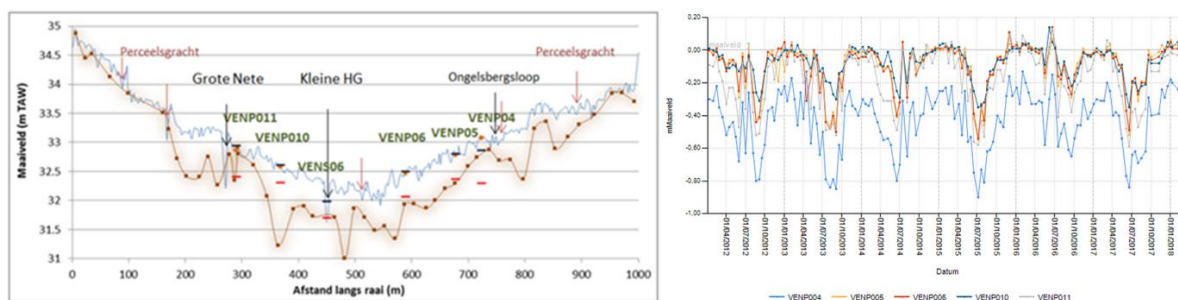
Zoals in vele Kempische beekdalen het geval is, lijkt de accurateheid van de aanduiding van de veenpakketten op de Belgische bodemkaart voor verbetering vatbaar te zijn. In 2016 werd daarom een nieuwe veenkartering uitgevoerd (Van Ballaert et al 2016) voor een aantal natuurgebieden, die een beter beeld geeft. Ook de aanduiding nat zandleem lijkt wat overdreven te zijn. In veel gevallen gaat het over (kleiige) zandige afzettingen te gaan die intens gemengd zijn met organisch materiaal, waardoor er op terrein verwarring zou kunnen ontstaan zijn (Figuur 208).

Vanaf ca. 1889 tot begin jaren 70' van de vorige eeuw waren de Kempen in het algemeen, maar deze regio in het bijzonder gekend voor haar drie zinkraffinaderijen (Lommel, Balen en Overpelt). Inefficiënte en slecht gereguleerde productieprocessen zorgden voor een enorme uitstoot van zware metalen in de wijde omgeving. Aanpassingen in het productieproces en verscherping van de milieureglementering hebben de uitstoot zeer sterk teruggedrongen, maar de om een enorme regio is intussen gecontamineerd geraakt. Dat is nog versterkt door het gratis ter beschikking stellen van de vliegassen voor bijvoorbeeld het ophogen van

////////////////////////////////////

8.10.4 Grondwaterdynamiek

Bij wijze van voorbeeld wordt een dwarsdoorsnede in het deelgebied de Vennen beschreven. Het is het enige deelgebied met voldoende lange tijdreeksen om voldoende in detail te kunnen bespreken. Alle andere gebieden zijn slecht bemeten. In de vallei is hier nog steeds een vrij dik veenpakket aanwezig waarin de Nete maar ook alle andere zijlopen en drainagegrachten liggen. De Grote Nete is in het verleden vermoedelijk verlegd en ligt, zoals op tal van plaatsen in dit natuurgebied, niet in het diepste punt van de vallei.



Figuur 210: Dwarsdoorsnede (links) doorheen de vallei van de Grote Nete ter hoogte van de Vennen/Ongelberg (blauwe lijn ~ maaiveld, bruine lijn ~ onderkant veen) met aanduiding van de piëzometers en de tijdreeksen (rechts) van grondwaterpeilmetingen.

Enkel in het diepste deel van de vallei zijn de grondwatertafelschommelingen op jaarbasis beperkt tot 20-30 cm en spelen ze zich af vlak tegen het maaiveld, in de rest van de vallei gaat het over (soms veel) grotere grondwatertafelschommelingen van 50-60 cm (en soms meer). Dat is grotendeels het gevolg van een erg uitgebreid netwerk aan drainagegrachten en greppels die grondwaterstands dalingen laten doordringen in nagenoeg elk perceel(-tje) van de volledige vallei. Vergelijkbare schommelingen zijn te vinden elders in de vallei.

Het Vlaams natuurgebied het Scheps ligt voor een groot deel van het SBZ-H-deelgebied in een pompkegel die ontstaan is als gevolg van een belangrijke drinkwaterwinning. Om de effecten van die winning te milderen, werd in het begin van deze eeuw beslist om een infiltratiebekken voor oppervlaktewater te installeren midden in de pompkegel. De milderende effecten vallen echter tegen en het bevoeiingswater is lang van slechte kwaliteit geweest zodat dit geen goede oplossing bleek te zijn. Het gebied is dan ook verdroogd (Callebaut et al 2008, Vanderhaege et al 2012 & 2015).

De zone tussen de Vloyen en Belsbroek is zeer sterk gedraineerd waardoor er nauwelijks nog veen te vinden is. Daar is sprake van zeer sterke verdroging als gevolg van landbouw.

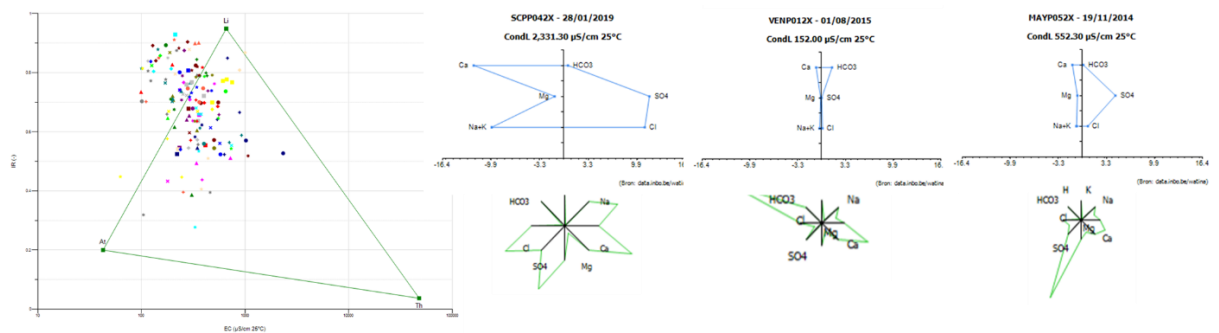
8.10.5 Grondwaterchemie

Het grondwater dat in grote delen van de Grote Netevallei aan de oppervlakte komt is matig mineraalrijk en met name zeer ijzerrijk (Tabel 27). Het gaat om zgn. lithotroof water (zie EC/Ir diagram in Figuur 211), wat consistent is met de resultaten van de grondwatermodellering (Figuur 209). Het volledige gebied wordt gevoed door zgn. "oud" grondwater dat lange tijd onderweg is geweest doorheen het watervoerende pakket, waarbij hoofdzakelijk calcium, magnesium en bicarbonaat zouden moeten overheersen. Dat dit lang niet altijd het geval is (zie bv. Stiff- en Maucha-diagrammen voor freatisch grondwater in het Scheps en in de Vloyen in Figuur 211), is het gevolg van instromend vervuild grond- en/of oppervlaktewater. Op nogal wat plaatsen zijn er problemen met instromend nitraat-/nitrietrijk maar ook (en zeker) orthofosfaat-rijk grondwater (Tabel 27). Op veel plaatsen wordt nitraat in het grondwater, door het denitrificatieproces in de pyrietrijke zanden, omgezet naar sulfaat, dat met grondwater mee naar de natuurgebieden stroomt en daar voor afbraak van organisch

materiaal zorgt (en dus voor toegenomen productie van de vegetatie). Instroom van vervuild grondwater is op verschillende plaatsen een probleem wat ook af te leiden valt uit de verhoogde concentraties van chloride en natrium, die regelmatig verhoogd zijn ook als er geen sprake is van instroom van nutriënten. Verder valt de erg ruime range op voor geleidbaarheid (zeker in de onderste delen van het bereik) en veel mineralen als calcium, magnesium maar ook bicarbonaat; Het gaat hier dan ook om een Kempisch beekdal met grondwater afkomstig van onder intensieve landbouwgebieden en uit zones waarin nogal wat huizen(-groepen) nog steeds niet aangesloten zijn op afvalwatercollectoren en RWZI's

Tabel 27: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de vallei van de Grote Nete (periode 1996 – 2019).

# = 157	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	2331	7,2	1003	59,63	69,610	27,09	14,329	555	387,6	221,9	69,2	266,3	31,16	122,93
90-percen	619	6,9	164	0,64	1,015	1,53	1,667	98	63,7	26,8	11,9	64,8	10,92	35,48
mean	359	6,3	97	1,28	0,970	0,89	0,570	48	33,9	17,0	6,7	40,4	5,95	13,00
10-percen	146	5,7	24	0,03	0,015	0,04	0,013	3	6,4	4,0	1,8	15,4	1,97	0,05
min	63	4,5	1	0,01	0,009	0,01	0,002	0	3,5	2,3	0,5	1,7	0,70	0,03



Figuur 211: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied vallei van de Grote Nete.

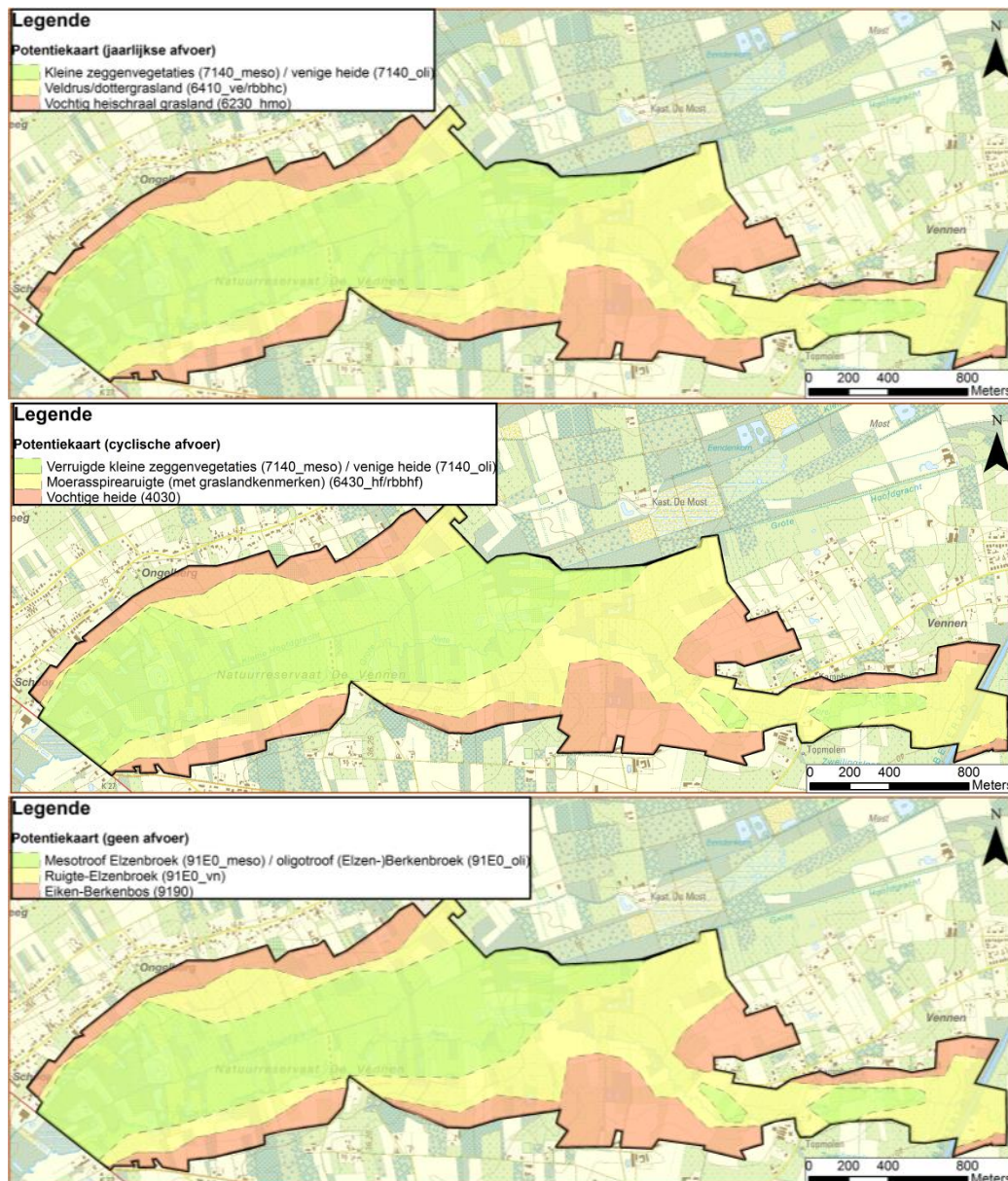
8.10.6 Oppervlaktewater

Het rivierwater is nog steeds beladen met nutriënten hoewel de trends van de concentraties lichtjes dalend zijn over de voorbije jaren (voor details zie Van Ballaert et al 2016 en de Jonghe & Bovend'aerde 2018). Met name de orthofosfaatvracht blijft nog steeds een probleem en in mindere mate ook de stikstofvracht. In heel het gebied zijn er nog grote aantallen niet geïmplementeerde lozings van kleinere huizingroepen aanwezig. In principe worden die verondersteld een IBA operationeel te hebben. Specifiek voor de Grote Nete is de vervuiling van het waterbodemslib met zware metalen. Die zijn in principe gebonden op bodempartikels, maar bij piekafvoeren komen er soms grote hoeveelheden sediment in suspensie en dat kan worden afgezet in de natuurgebieden die dan overstromen.

8.10.7 Vegetatiezoning

Op basis van de beschikbare informatie over grondwaterdynamiek & -chemie en over de bodemchemie is het mogelijk om voor deze vallei een eenvoudige zonerings van potentieel te herstellen vegetatietypen op te maken. Doorheen nagenoeg het hele gebied komen vergelijkbare vegetatiezonerings voor. Enkel in de meest stroomopwaartse delen van de vallei (dalhoofden of delen met erg mineraalarm grondwater) zijn enige heide (7140_oli en 91E_oli) te vinden. Kleine zeggenvoetplanten (7140_meso) wordt vervangen door dottergrasland bij drainage waarbij veen wordt afgebroken en de productie van het grasland toeneemt, waardoor er een verschuiving optreedt naar soorten en dus vegetatietypen van nutriëntenrijkere standplaatsen. Veruit de meeste broekbossen in het gebied zijn momenteel

min of meer verdroogd en zijn veelal een (soms erg) verruigde vorm van mesotroof elzenbroek.



Figuur 212: Potentiële vegetatiezonering onder verschillende beheervormen (jaarlijkse afvoer (boven), cyclische afvoer (centraal) en zonder afvoer (onder)) voor De Vennen

Verder is de vegetatiezonering in dit gebied zeer sterk gelijkend op dat van de andere Kempische beekdalen, maar de impact van verdroging, vervuiling, vergraving en intensieve landbouw zijn hier wellicht groter dan elders.

8.10.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: nagenoeg doorheen het hele gebied is de Grote Nete verlegd naar de rand van de vallei en deel rechtgetrokken, soms ook gestuwd. Het gebied is ook sterk vervuild met zware metalen (vnl. Zn & As)
- ii. Nutriënten via water:
 - a. Overstromingen – fosfaat en in mindere mate ook stikstofrijk water via (onregelmatige) overstromingen te wijten aan grote aantallen kleine, niet

- gecollecteerde lozingspunten. Verder is er de historische vervuiling met zware metalen die nog steeds ‘weglekken’
 - b. Aanrijking oppervlaktewater in het gebied zijn grote aantallen kleine, niet gecollecteerde lozingspunten aanwezig die op heel veel plaatsen zorgen voor aanrijking met nutriënten
 - c. Met nutriënten aangerijkt grondwater is eerder uitzonderlijk. Over het algemeen valt de grondwaterkwaliteit vrij goed mee.
 - iii. Grondwaterwinning: Ja – alleen voor het deelgebied Scheps, daar is de impact aanzienlijk.
 - iv. Lokale drainage: JA- substantieel probleem –
 - v. Beperken evapotranspiratie: Vermoedelijk niet erg relevant hier
 - vi. Meetnet: já en operationeel

8.10.9 Relevante referenties

Callebaut, J., De Bie, E., De Becker, P., & Huybrechts, W. 2007 NICHE Vlaanderen. INBO.

De Jong B & Bovend’aerde L 2018. Ecohydrologische studie Scheps Witteveen+Bos Belgium

Kroes, J.G.; Bonten, L.T.G.; Groenendijk, P.; ‘Dynamische modellering van cadmium en zink transport in het stroomgebied van de Keersop, Subtitel: Bijdrage aan een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen’ concept; TNO, Alterra; 2008; ISSN 1566-7197

Olie, F.J.; Taat, J.; ‘Infiltratieproef met zware metalen verontreinigd grondwater, aan de Castersedijk te Hapert (gemeente Bladel)’; Project BeNeKempen, juli 2007.

Royal Haskoning DHV. 2015 Project-MER voor de hervegunning van de grondwaterwinning te Balen-Nete

Soresma, Oranjewoud, Alterra; 2007. Water en stoffenbalans voor de drie beken in het grensgebied van de Vlaamse en Nederlandse Kempen, hoofdrapport, Project BeNeKempen.

Van Ballaert S.; Vandamme L.; De Becker P.; Poelen M.; Verbaarschot E.; Bobbinck R. 2016. Bodemanalysen en Ecohydrologische studie Vallei van de Grote Nete; Grote Netewoud INBO.R.2016.11998168.

Van der Grift, B; Bronders, J; Joris, I; Seuntjes, P.; Janssen, G; De Smedt, F; 2007 ‘Een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen, Fase 1: Inventarisatie’ concept; TNO, VITO, Vrije universiteit Brussel, maart 2007.

Vanderhaege F, De Becker P & Wouters J 2012. Advies betreffende de hydrologische impact van de grondwaterwinning te Balen Nete INBO.A.2012.53

Vanderhaege F, Wouters J & De Becker P 2015. Aanvullend advies over de hydrologische impact van de grondwaterwinning te Balen Nete INBO.A.2014.2

Vanderhaege F, Lommaert L & Van Daele T. 2015 Advies over het project-MER voor de drinkwaterwinning Balen-Nete. Advies van het INBO.A.3350.

Van der Grift, B; Bronders, J; Joris, I; Seuntjes, P.; Janssen, G; De Smedt, F; 2008. ‘Een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen, Fase 2: Modelling’ concept; TNO, VITO, Vrije universiteit Brussel, januari 2008.

Van der Grift, B; Bronders, J; Joris, I; Seuntjes, P.; Janssen, G; De Smedt, F; 2008. ‘Een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen, Fase 3: Scenario’s’ concept; TNO, VITO, Vrije universiteit Brussel, januari 2008.



Van Holderbeke M, Standaert A, Cornelis C, Torfs R, 2008. Geïntegreerde risicoanalyse van de cadmium- en arseenbelasting in de Noorderkempen. Studie uitgevoerd in opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie.

VMM 2008. Grondwater in Vlaanderen: het Centraal Kempisch Systeem. Vlaamse Milieumaatschappij. Aalst. 110 p.

VMM. 2016. Stroomgebiedsdistrict Schelde - beoordelingsrapport - waterlichaam Grote Nete I VL11_123. VMM.

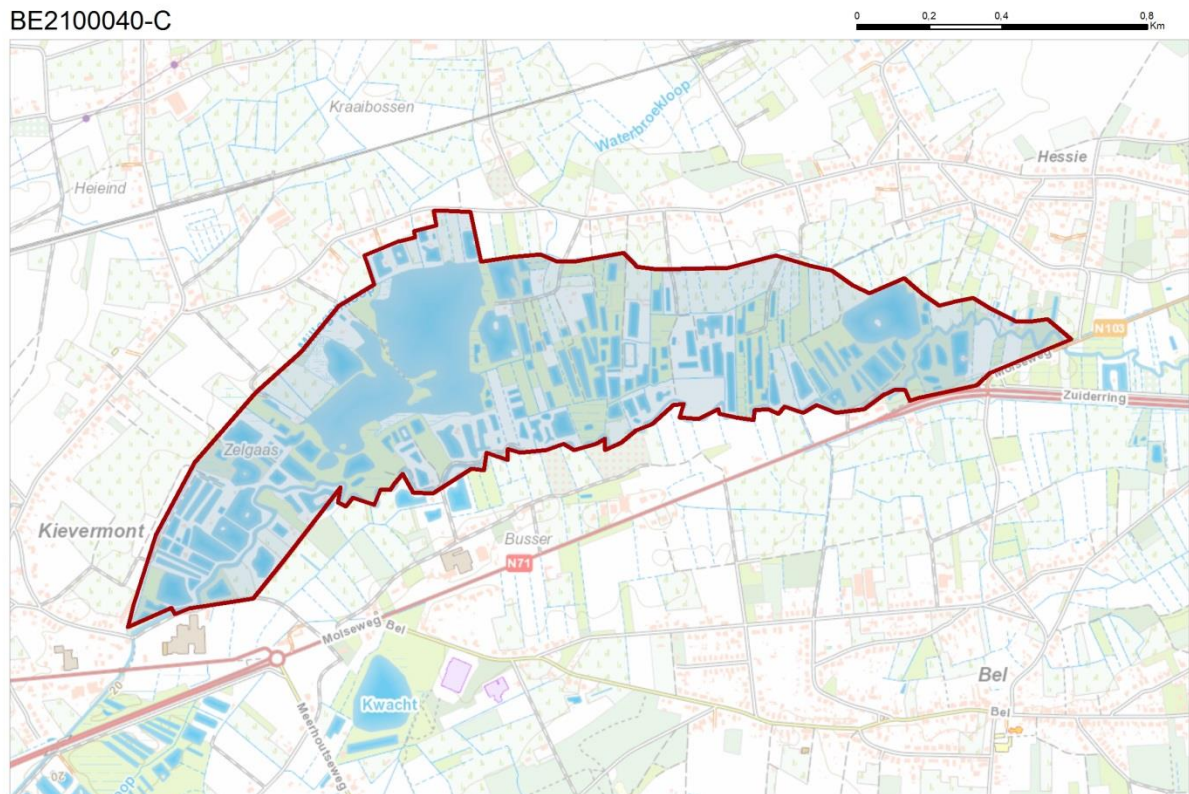


8.11 CELGUIS – MOLSE NETE BE2100040-C

8.11.1 Algemene situering

Celguis is een deel van het rechter valleigedeelte van de Molse Nete, stroomafwaarts van de zuiderring rond Mol (en dus enkel het rechter valleigedeelte) en gelegen tussen de gehuchten Hessie en Kievermont. Het gebied is de voorbije decennia grotendeel vergraven eerst omwille van turfsteckerij, maar later door de aanleg van tientallen weekendverblijven annex visvijvertje.

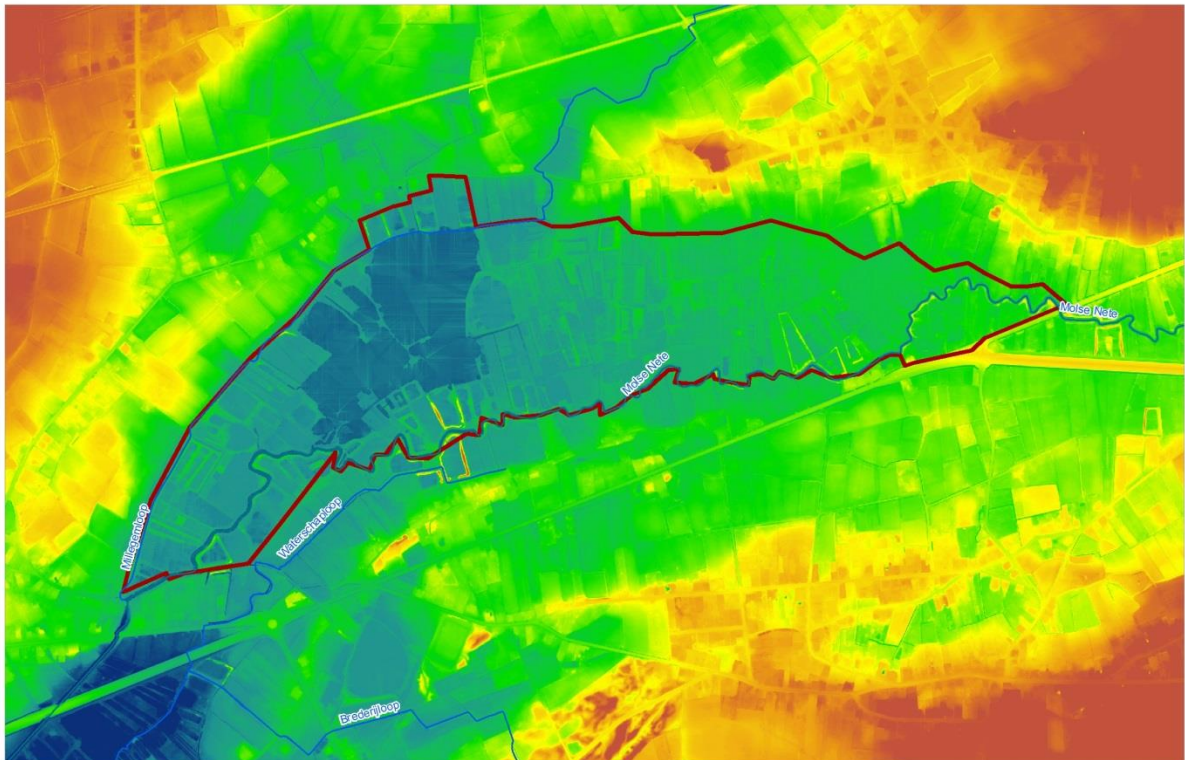
BE2100040-C



Figuur 213: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van het Celguis

8.11.2 Topografie en hydrografie

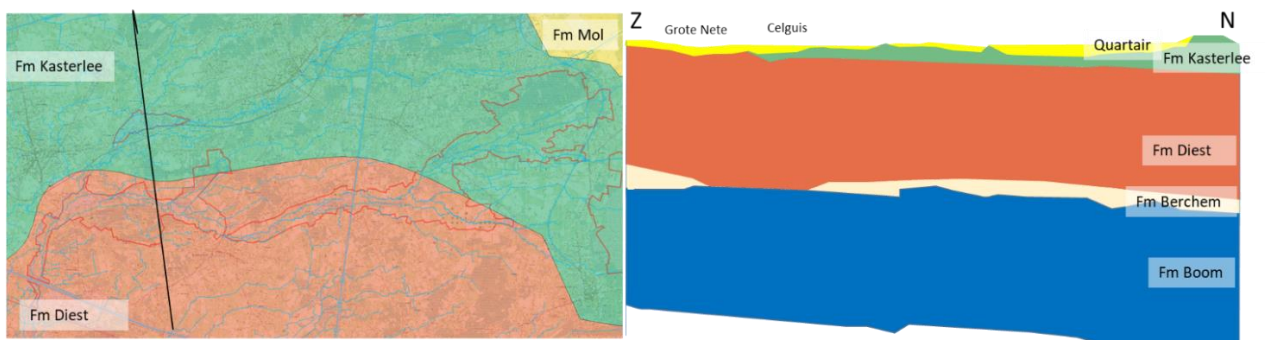
Het Celguis is een deel van het Kempische beekdal van de Molse Nete, een zijloopje van de Grote Nete. De rivier ligt hier aan de linkerkant (de zuidkant) van de vallei en heeft nog een nagenoeg natuurlijk meanderende structuur.



Figuur 214: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van het Celguis

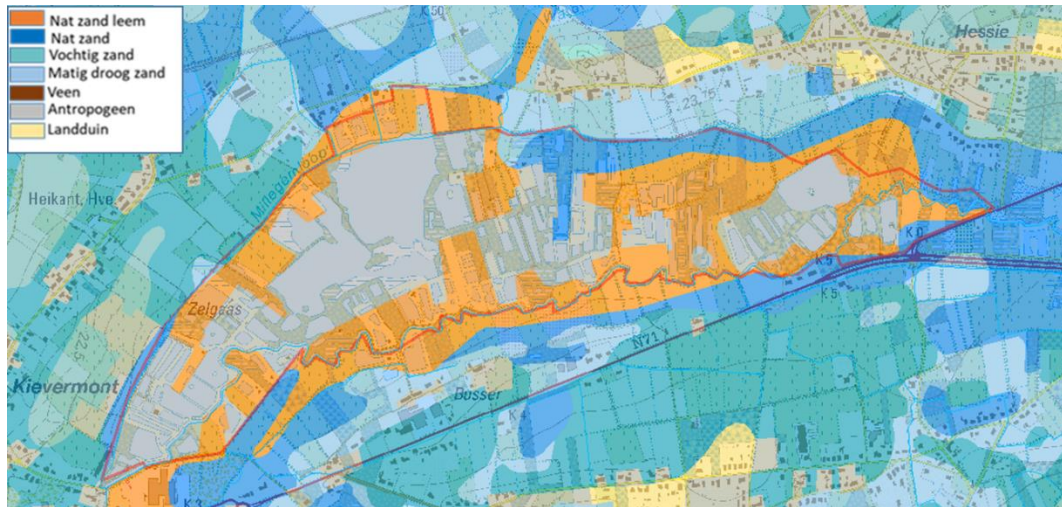
8.11.3 Geohydrologie

Het gebied wordt voorzien van grondwater vanuit de formatie van Kasterlee en Diest (Figuur 215). Dat zijn kleihoudende zanden met een vrij hoge hydraulische geleidbaarheid. Voor dit SBZ-H-deelgebied is, net zoals voor de rest van de Grote en de Molse Nete een regionaal grondwatermodel opgemaakt waarbij de infiltratiegebieden in beeld werden gebracht (Batelaan et al. 2000). Daaruit komt dat dit gebied een vrij traag hydrologisch systeem is waar de verblijftijden van grondwater (tussen het infiltreren als regendruppel en het weer uittreden als kwelwater) kunnen oplopen tot meer dan 200 jaar (Figuur 215).



Figuur 215: Tertiaire geologie in bovenaanzicht (links) en geologische dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het SBZ-H deelgebied van de Celguis

Het quartaire dek is hier vrij dun, met voornamelijk zandige substraten aan het oppervlak. Op de bodemkaart (zie Figuur 216). Is een grote oppervlakte zandleem weergegeven. In realiteit gaat het over een soms meer dan een meter dik veenpakket.



Figuur 216: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Celguis

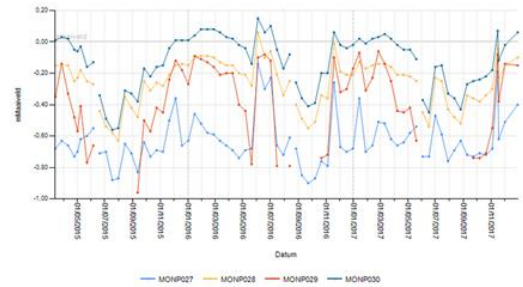


Figuur 217: Geïnterpreteerd overzicht van grondwatervoedingsgebied voor het SBZ-H deelgebied van het Celguis met indicatie van de looptijden van het grondwater in jaren (naar Batelaan et al. 2000).

8.11.4 Grondwaterdynamiek

De meeste Kempische beekdalen, zoals bv de Bosbeek, Zwarte Beek, Roosterbeek, Stiemerbeek, Grote Nete...) worden dikke veenafzettingen gevormd sinds de laatste ijstijd. De bodemkaart van België toont voor dit gebied nat zandleem op die locaties waar het gebied niet vergraven is. Bij controle langs de piëzometerraai werd echter een metersdik veenpakket aangetroffen (Figuur 221). Het heeft er alle schijn van dat dit ook elders in het gebied het geval is.

Het bovenste deel van dat veenpakket komt in het zomerhalfjaar op de meeste plaatsen droog te liggen omdat de grondwaterpeilen tot meer dan 80 cm onder maaiveld wegzakt (Figuur 218). Dat leidt onvermijdelijk tot mineralisatie van het organische materiaal en vrijstelling van grote hoeveelheden nutriënten en mineralen.



Figuur 218: Ligging van de hydrologische meetlocaties en de tijdreeksen van de grondwaterpeilen voor het Celguis

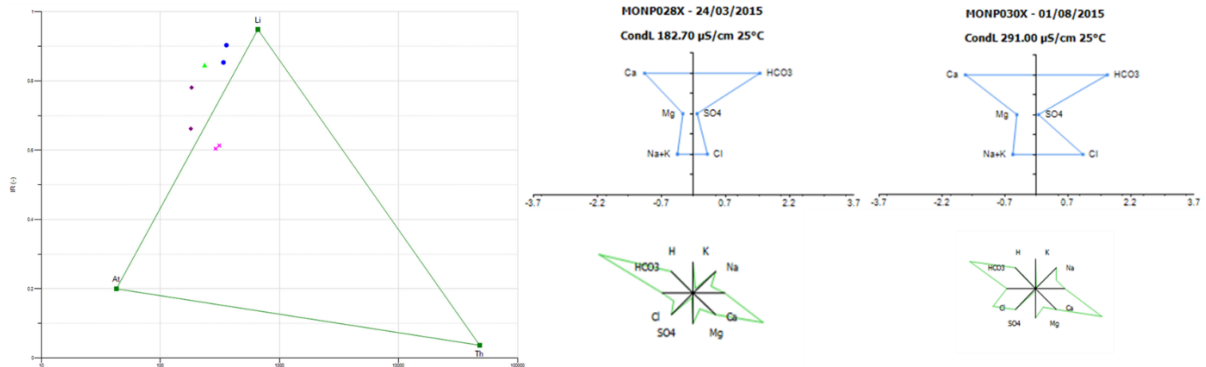
8.11.5 Grondwaterchemie

Voor het Celguis zijn er grondwateranalyses beschikbaar uit het jaar 2015 (winter en zomerstaalname) (Tabel 28).

Tabel 28: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Celguis (periode 2015).

# = 7	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S/cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	358	7,1	225	0,07	0,84	0,734	39	43,2	12,1	23,9	48,8	6,50	5,63
90-percen	346	7,1	191	0,07	0,54	0,460	30	40,4	12,0	22,5	44,7	6,20	4,95
mean	271	6,7	126	0,04	0,21	0,176	12	22,0	9,1	10,8	35,4	5,43	2,43
10-percen	182	6,5	87	0,01	0,04	0,027	2	9,4	7,2	1,3	27,0	4,50	0,54
min	180	6,5	77	0,01	0,04	0,022	2	9,2	6,6	1,2	22,6	3,00	0,11

De mineralenconcentraties van het freatische grondwater zijn volledig in overeenstemming met wat kan verwacht worden van uittredend grondwater (~Kwel) afkomstig uit de formatie van Kasterlee en Diest, t.t.z. lithotroof grondwater met vrij lage EC25 waarden (om en bij de 250-300 $\mu\text{S/cm}$) en vrij lage concentraties van natrium, kalium, calcium en magnesium. Op één locaties (MONP030) tegen de noordelijke valleiflank aan is aanrijking met chloride te zien (zie Figuur 219).



Figuur 219: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Celguis (Molse Nete (periode 2015)

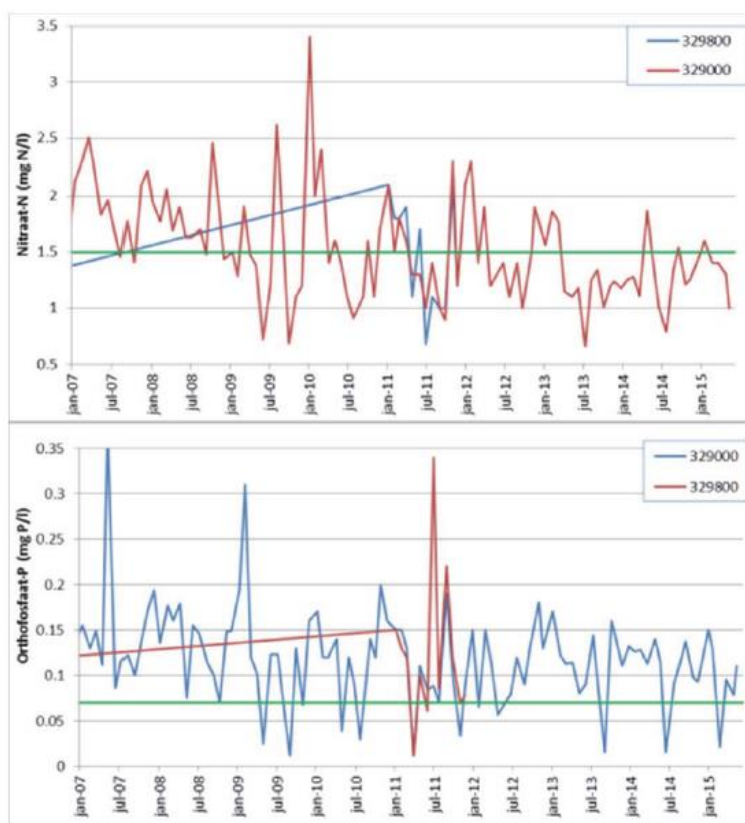
De stikstofbelasting is nagenoeg onbestaande, maar orthofosfaatconcentraties zijn duidelijk verhoogd. Van aanrijking met sulfaten (doorgaans als gevolg van nitraatinfiltatie) is hier geen sprake. De kwaliteit van het grondwater is hier, met uitzondering van de orthofosfaat aanrijking, naar Vlaamse normen nog als behoorlijk goed te catalogeren.

8.11.6 Oppervlaktewater

Het water van de Molse Nete is vrij zwaar beladen met orthofosfaten en in mindere mate ook met nitraat (Figuur 220). Zeker in de zomer daalt het grondwaterpeil op de rechteroever onder het Netepeil waardoor het meer dan aanneemelijk is dat met nutriënten beladen rivierwater naar het aanpalende valleigedeelte infiltreert.

De rivier heeft gedurende een groot deel van het jaar rechtstreeks maar ook onrechtstreeks via het netwerk van kleinere drainagegrachten, een drainerende werking op de vallei, waardoor de veenafzettingen ten minste tijdelijk droogvallen (Figuur 220).

Verhoging van het drainageniveau (het gemiddelde waterpeil) van de Molse Nete zou daaraan kunnen tegemoet komen, maar er bestaat dan een reëel gevaar van overstroming met een slechte kwaliteit oppervlaktewater. Verhoging van het rivierpeil zal ook effecten hebben buiten het SBZ-gebied (in de linker of zuidelijke valleihelft die momenteel onder landbouwgebruik zit. Gelukkig ligt de rivier hier a-centrisch links in de vallei, waardoor de beïnvloede oppervlakte buiten SBZ-H-gebied beperkt is.



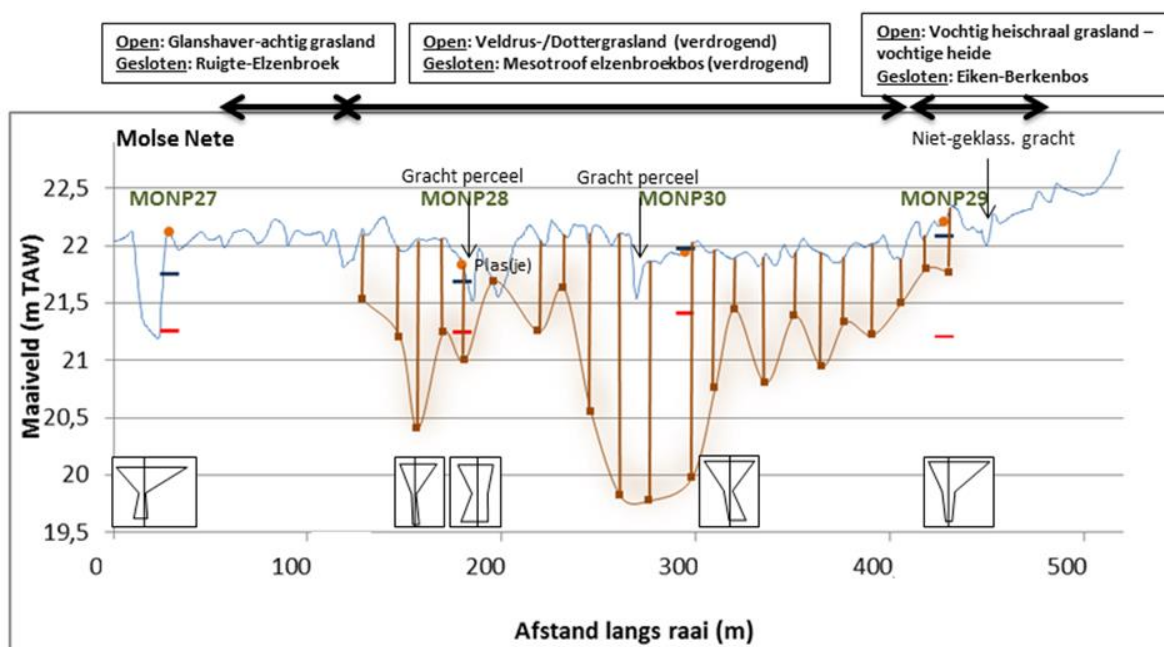
Figuur 220: Tijdreeksen voor nitraat-N (boven) en orthofosfaat-P (onder) concentraties voor de Molse Nete voor VMM-oppervlaktewatermeetlocaties net stroomopwaarts (329800) en stroomafwaarts (329000) Celguis.

In dit gebied komen tot op vandaag nog steeds grote hoeveelheden zware metalen diffuus via het grondwater in de wortelzone terecht (zie o.a. Smolders et al 2001, Joris et al. 2014) als gevolg van historische vervuiling van de ruime regio met afval van de metallurgische nijverheid.

8.11.7 Vegetatiezonering

Tussen de vele tientallen plassen en vijvertjes door liggen er nog grotendeels onvergraven valleigedeelten waar nog fragmenten van min of meer ('half- ') natuurlijke vegetaties te vinden zijn. Zo ook ter hoogte van het enige piëzometer transect in dit gebied. De vegetatiezonering loopt hier van vochtige heide (4010)/vochtig heischraal grasland (6230_hmo) op het onderste deel van de valleiflank naar iets wat het midden houdt tussen dottergrasland (rbb_hc) en veldrusgrasland (6410_ve) in de vallei om dan over te gaan naar een graslandtype dat veel kenmerken heeft van Glanshavergrasland (rbb_hu). Dat is niet de normale vegetatiezonering van een Kempisch beekdal. Het is de zonering die ontstaat bij het draineren van de vochtiger situatie waarbij veenpakketten komen droog te liggen in de zomer en mineraliseren. Daarbij worden grote hoeveelheden nutriënten/mineralen vrijgezet, waardoor een veel productievere vegetatie ontstaat dan zonder die drainage het geval zou zijn geweest.

In de bossfeer wordt er in de vallei verdroogd mesotroof elzenbroek (91EO_meso) aangetroffen. Daarin zitten dikwijls alle typische soorten van het bedoelde vegetatietype, maar ook stevast een groot aandeel aan storingsindicatoren zoals o.a. bramen, grote brandnetel, hennepnetel en rietgras



Figuur 221: Schematisering van de vegetatiezonering in Celguis in een dwarstransect op de vallei van de Melse Nete met weergaven van veendikte (bruin) GHG (blauw) en GLG (rood) en de Stiff-diagrammen voor het grondwater (Van Ballaert et al. 2016).

8.11.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t. (tenzij de aanzienlijke ontveningen en andere vergravingen hierbij gerekend zouden worden.)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: niet echt goed gedocumenteerd wegens afwezigheid van limnimetrische gegevens maar vermoedelijk niet of slecht sporadisch van toepassing hier.
 - Vervuild oppervlaktewater: is hier zeer zeker een probleem. Fosfaat is belangrijker dan stikstof, maar beiden zijn te hoog.

- Grondwater – met het grondwater wordt orthofosfaat meegevoerd. De omvang van de problemen is hier aanzienlijk. Stikstofaanvoer via grondwater is hier niet het geval.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: is hier belangrijk. Samen met het te lage peil van de Molse Nete zorgt dat er voor dat de veenpakketten mineraliseren de vegetatie ruderaliseert.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, maar operationaliteit niet gegarandeerd (erg sporadische metingen door lokale vrijwilligers)

8.11.9 Relevante referenties

Batelaan O; Asefa T; Van Campenhout A & De Smedt F. 2000. Bepalen van de regionale grondwaterstroming naar een aantal kwelgebieden in het landinrichtingsproject Grote-Netegebied. VUB.

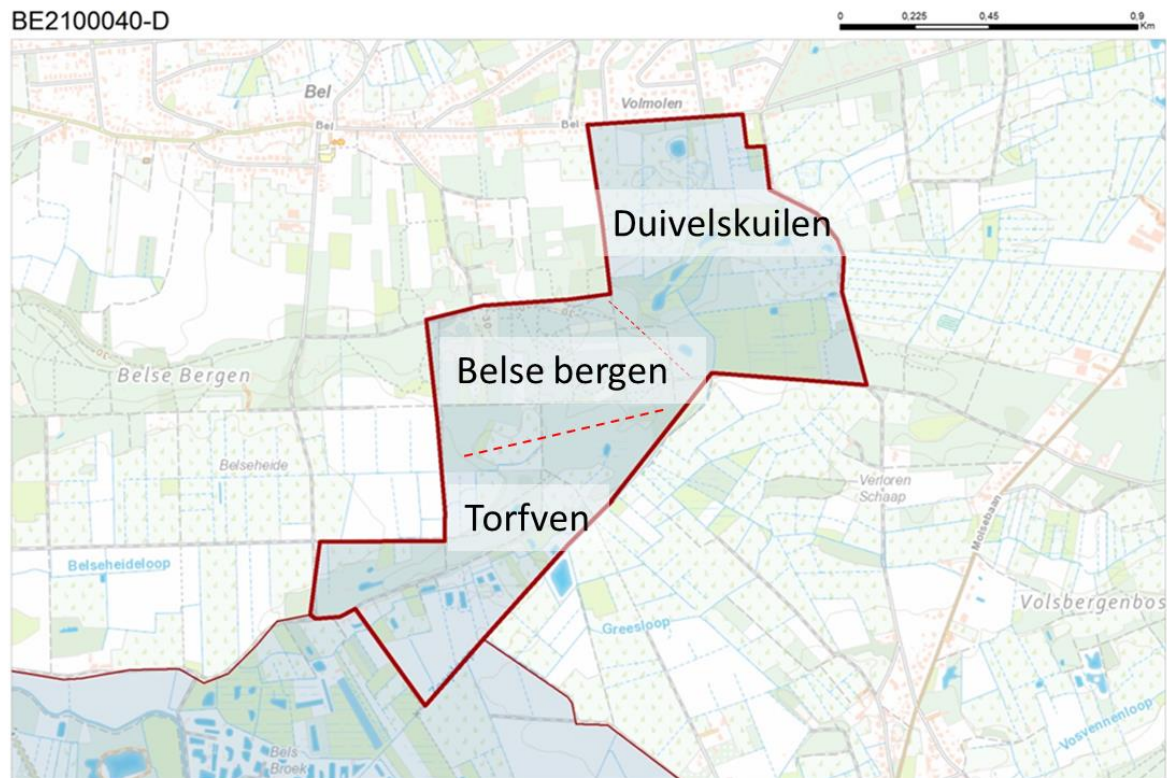
Smolders E, Degryse F, De Brouwer K, Van Den Brande K, Cornelis C. & Seuntjens P, 2001. Bepaling van veldgemeten verdelingsfactoren van zware metalen bij bodemverontreiniging in Vlaanderen. Samenvattende gegevens overgenomen uit een studie in opdracht van OVAM.

Van Ballaert, S., Vandamme, L. & De Becker, P.; Poelen, M. & Bobbink, R. 2016. Bodemanalyse en Ecohydrologische studie "Vallei van de Grote Nete; Grote Netewoud" (LIFE12 NAT/BE/000438). Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek INBO.R.2016.11998168.

8.12 DUIVELSKUILEN-BELSE DUINEN BE2100040-D

8.12.1 Algemene situering

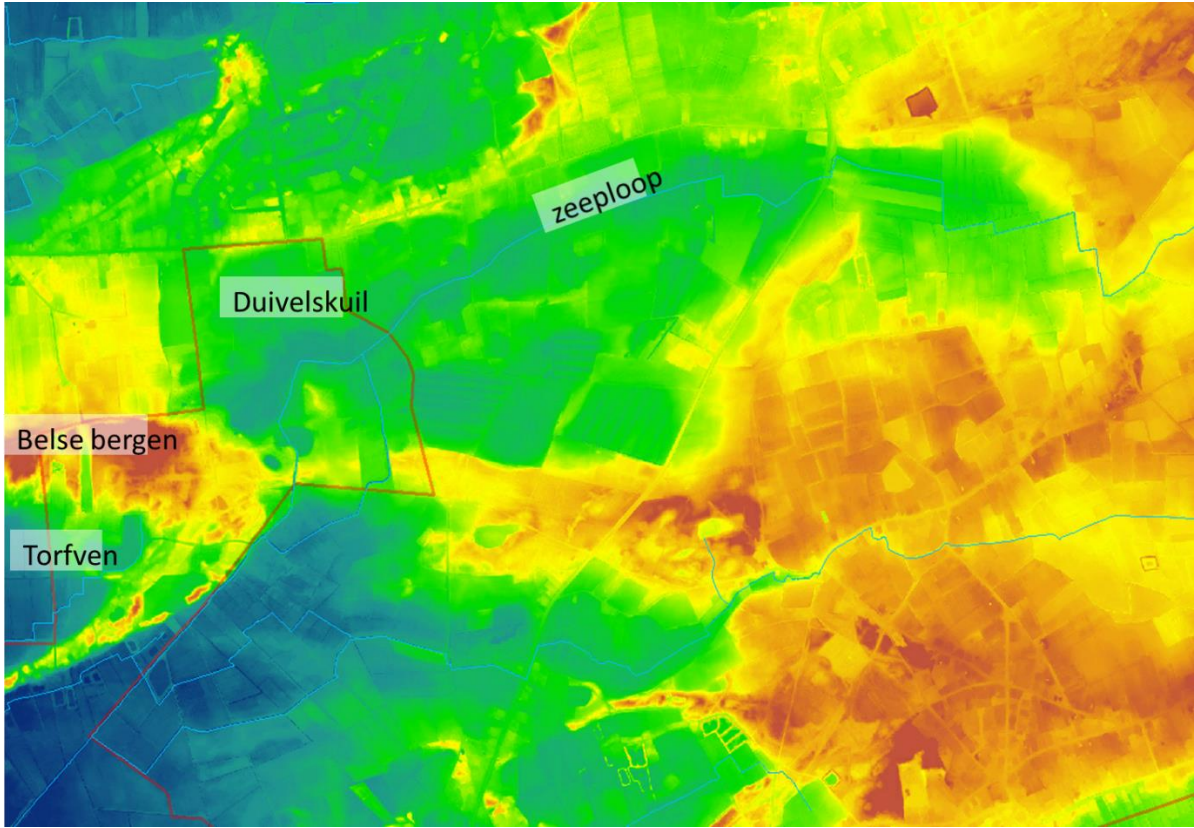
Deze SBZ-H-deelzone ligt aan de noordzijde van de vallei van de Grote Nete. Het is in feite een klein zijvalleitje van de Grote Nete en is hydrologisch eigenlijk nog eens op te splitsen in drie deelgebiedjes (zie stippellijntje in Figuur 222 en paragraaf topografie & hydrografie).



Figuur 222: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van de Duivelskuilen-Belse duinen

8.12.2 Topografie en hydrografie

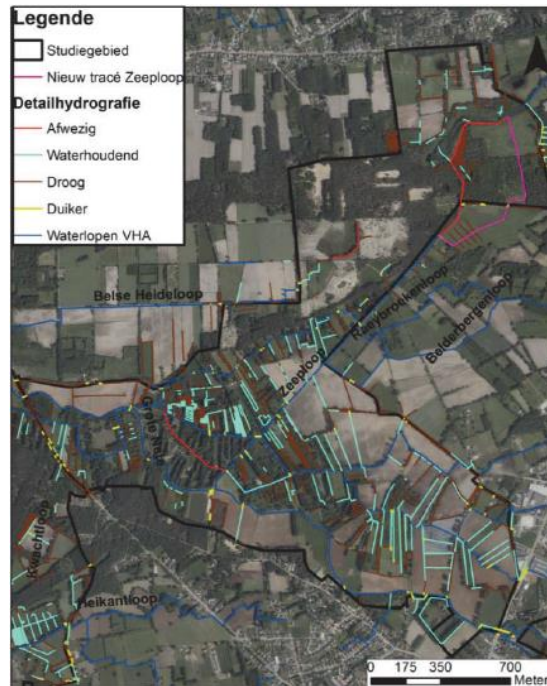
Het deelgebied Duivelskuilen is gelegen in een landduinenmassief ten noorden van de vallei van de Grote Nete, in feite als een laatste deeldepressie gelegen op het einde van een lijnvormig gerangschikte reeks verder naar het oosten gelegen kleine depressies (Figuur 223). Deze ketting van deeldepressietjes is geïsoleerd van de vallei van de Grote Nete, meer dan waarschijnlijk als gevolg van het verplaatsen van de landduinengordels in die omgeving. De Belse bergen zijn niets anders dan een paraboolduin, die zich van west naar oost moet hebben verplaatst en hier is stilgevallen. Om het gebied destijds (al van voor de tijd van de Ferraris (1777)) te kunnen ontwateren en geschikt te maken voor landbouw, is er een artificiële waterloop gegraven, de Zeeloop. Vermoedelijk is die gegraven op die plaats waar de depressie en deeldepressies van nature als een soort van cascadesysteem in elkaar overliefen. Dat zijn klassieke kempische vennen die grondwater gevoed zijn. Ze werden/worden echter ook allemaal drooggelegd via gegraven drainagesloten aangesloten op de Zeeloop of in het geval van het Torfven rechtstreeks op de Grote Nete.



Figuur 223: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone van de Duivelskuilen-Belse duinen

Die drooglegging kan worden ongedaan gemaakt. Het dempen van de grachten kan ervoor zorgen dat de drooggelegde vennen (Torfven en omliggende kleinere vennetjes) terug ontstaan. Het (verder) optrekken van het drainageniveau van de Zeeploop kan leiden tot eenvoudig herstel van een hogere grondwaterstand. Dat is recent al gebeurt op initiatief van de provincie Antwerpen. De niet al te gelukkige begrenzing van het SBZ-gebied zal zeker voor effecten buiten SBZ-gebied zorgen, mocht het drainageniveau nog verder opgetrokken worden.

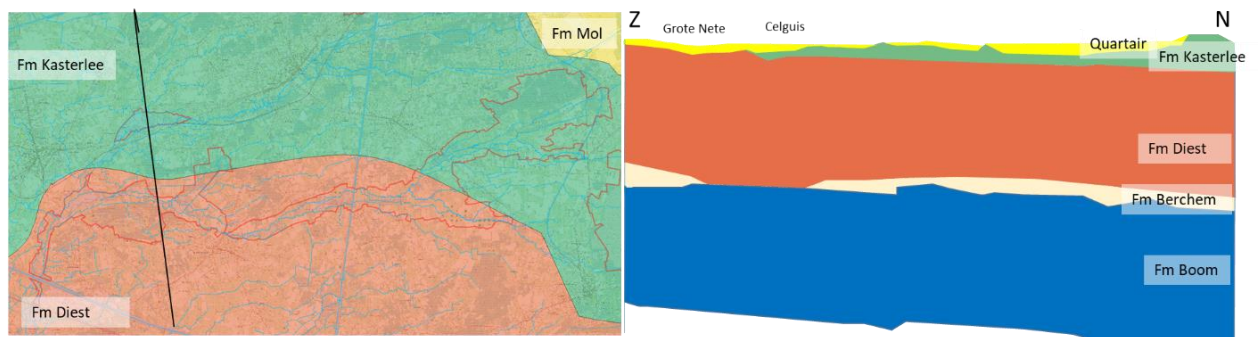




Figuur 224: Drainagenetwerk in de SBZ-H deelzone Duivelskuil-Belse duinen

8.12.3 Geohydrologie

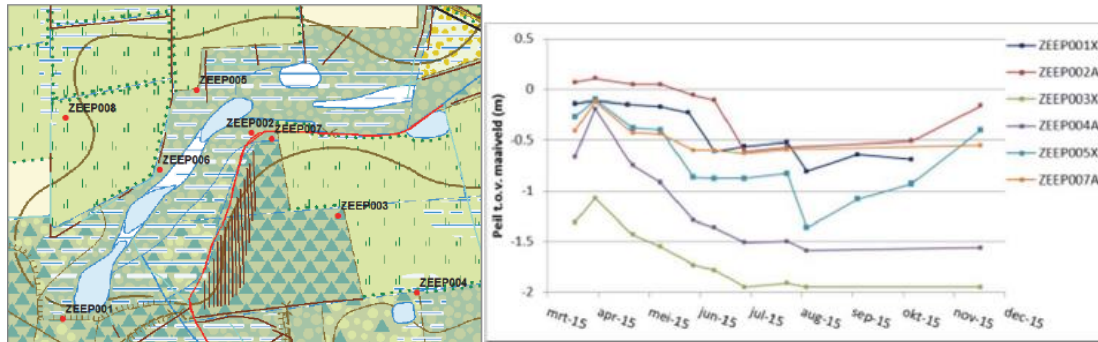
Het geohydrologische systeem voor Duivelskuilen-Belse duinen is zeer eenvoudig. De watervoerende laag bestaat uit de zanden van de formatie van Diest en Kasterlee. Destijds werden beide formaties samengenomen onder de gemeenschappelijke noemer Diestiaan. Het zijn beide kleiige zanden; de Kasterleezanden nog wat kleiiger dan de zanden van de formatie van Diest. De zanden van de formatie van Diest vormen hier de belangrijkste watervoerende afzetting. De zanden van de formatie van Kasterlee zijn iets minder hydraulisch geleidend dan deze van Diest. De klei fractie in de afzettingen van de beide formaties, is rijk aan ijzer, dat door verwerking van glauconiet vrijkomt en met het percolerende/stromende grondwater uitgewassen en meegespoeld wordt. Voor dit gebied werd in 2002 een grondwatermodel opgemaakt waaruit blijkt dat het hier (cf. gebieden met eenzelfde watervoerend pakket zoals Walenbos, Demervallei, Zwarte beek, ...) om een traag systeem gaat, waar grondwater tussen infiltratie als regendruppel en exfiltratie onder de vorm van kwel tot meer dan 200 jaar onderweg kan zijn.



Figuur 225: Dagzomende tertiair geologische afzettingen (links) met situering van de dwarsdoorsnede (rechts) voor de Duivelskuilen en Belse duinen

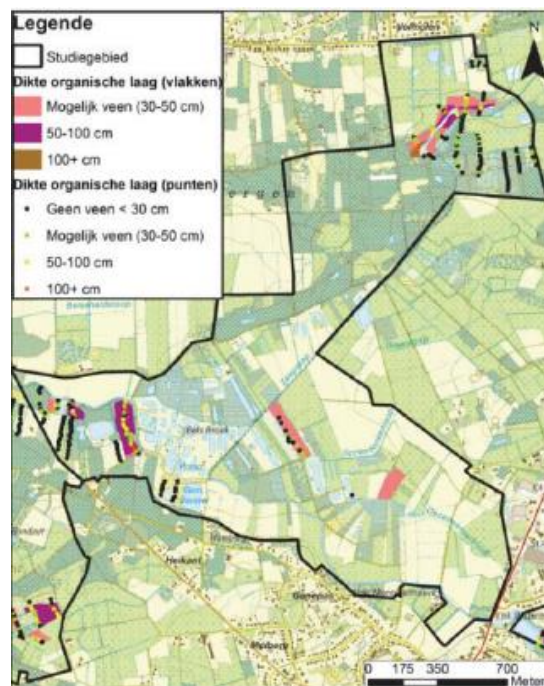
8.12.4 Grondwaterdynamiek

In de eigenlijke depressie van de Duivelskuil worden actueel nog steeds relatief weinig schommelende grondwatertafels aangetroffen, wat wijst op toestromend grondwater (i.e. kwel). Alleen situeren de grondwaterpeilen zich in het zomerhalfjaar dieper onder het maaiveld dan kan verwacht worden op basis van bijvoorbeeld het voorkomen van veen in datzelfde gebied. Ze zakken minimaal tot 0.5 m diepte weg onder maaiveld en regelmatig zelfs nog dieper.



Figuur 226: Ligging van de hydrologische meetlocaties en de tijdreeksen van de grondwaterpeilen voor de duivelskuil.

Het heeft er alle schijn van dat diezelfde, doorheen het jaar constant hoge grondwatertafels zich destijds dicht tegen het maaiveld moeten afgespeeld hebben (anders zou nooit de vrij dikke veenafzettingen zijn ontstaan – zie Figuur 227). Actueel vallen die resterende afzettingen nog steeds grotendeels droog gedurende het zomerhalfjaar. Aan de randen van de venige depressie zakken de grondwatertafels gedurende zomer wel dieper.



Figuur 227: Voorkomen van veen in de SBZ-H deelzone Duivelskuilen-Belse heide (Van Ballaert et al. 2016)

In andere destijds meer dan waarschijnlijk zeer natte locaties zoals het Torfven, is helemaal geen veen te vinden vandaag, dat zal meer dan waarschijnlijk allemaal weggegraven zijn, de grondwaterpeilen zakken in die omgeving actueel zeer diep weg.

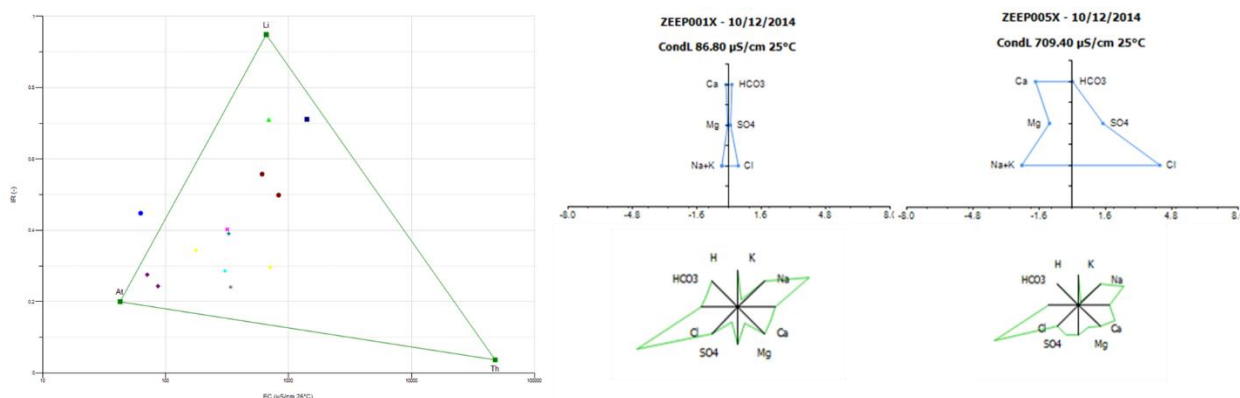
8.12.5 Grondwaterchemie

In regel gaat het hier om vrij mineraalarm grondwater en dat zowel voor het plaatselijk infiltrerend en terug uittredend grondwater (uit de quartaire dekzanden) maar ook uit de watervoerende tertiair geologische lagen van de formatie van Diest en Kasterlee (vergelijk met andere gebieden die vanuit dezelfde watervoerende laag worden gevoed). Toch zijn in het gebied recent grondwateranalyses gebeurt die sterk afwijken van wat er van nature daar mag verwacht worden.

Tabel 29: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Duivelskuil-Belse heide (periode 2004-2015).

# = 13	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	μS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1409	7,8	381	8,26	0,090	5,30	0,290	271	149,2	61,8	134,8	160,0	17,91	21,60
90 percent	806	7,0	190	2,45	0,048	2,14	0,204	196	140,1	52,6	45,2	81,3	14,11	10,38
mean	456	5,4	63	1,18	0,025	1,11	0,102	65	60,5	24,5	25,4	36,7	5,72	4,34
10-percent	74	4,3	0	0,04	0,011	0,20	0,015	4	13,6	6,5	1,5	2,8	0,74	0,10
min	63	3,7	0	0,01	0,010	0,06	0,005	3	3,7	3,4	1,1	1,7	0,50	0,05

Normaal zou je hier EC25 waarden moeten vinden die zich tussen de 60 en pakweg 300-350 μS/cm bevinden, hier wijken de gemiddelde waarden daar al sterk van af. Dat wordt klaarblijkelijk veroorzaakt door zowel verhoogde mineralen- als nutriëntengehalten in het grondwater.

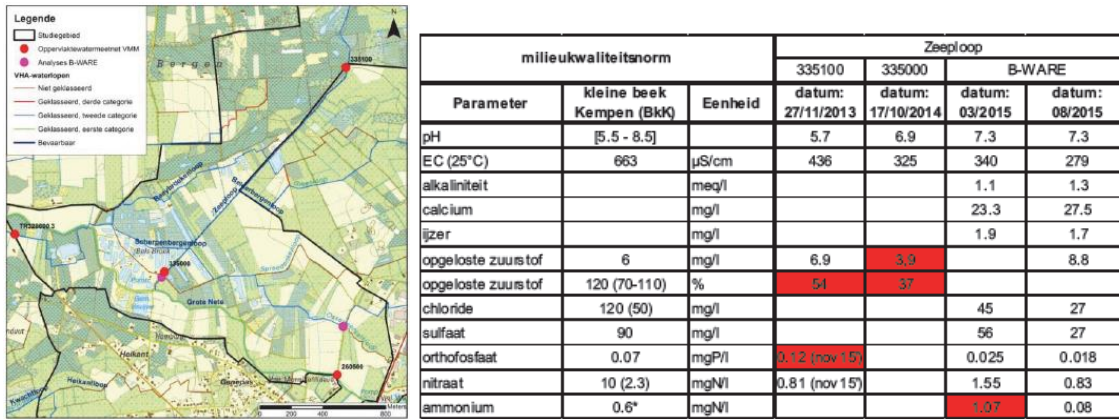


Figuur 228: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Duivelskuilen-Belse duinen

Hier worden sterk verhoogde orthofosfaatconcentraties gemeten, maar ook nitraat en zelfs nitriet-concentraties zijn verhoogd. Nitriet is bij de recente metingen niet meer aangetroffen, wat er op wijst dat rechtstreeks instromen van mest of huishoudelijk afvalwater niet meer aan de orde is. Instroom van met nutriënten aangerijkt grondwater treedt wel degelijk nog steeds op. Ook de sulfaatconcentraties zijn plaatselijk zeer hoog, evenals chloride, natrium, kalium en calcium. Dat wijst erop dat niet alleen atmosferische depositie van stikstof verantwoordelijk kan gesteld worden, maar meer dan waarschijnlijk oom instroom via infiltrerend landbouwwater.

8.12.6 Oppervlaktewater

Van de Zeeploop zijn in de voorbije jaren wateranalyses gebeurt die erop wijzen dat er verhoogde orthofosfaatgehalten afgevoerd worden en in mindere mate ook nitraat en ammonium. Het gaat hier in totaal over vier metingen in twee jaar tijd, dus een erg beperkte bemonstering, maar samen met de resultaten van de grondwaterchemie lijkt het er sterk op dat slechte oppervlaktewaterkwaliteit niet de grootste boosdoener is hier.



Figuur 229: Staalnamelocaties en analyseresultaten voor de Zeeploop ter hoogte van Duivelskuilen en Belse heide (Van Ballaert et al. 2016).

8.12.7 Vegetatiezonering

Op basis van de bodem en het grondwater zou hier in de open sfeer op de droge terreinen droge heide (4010)/droog heischraal grasland (6230_na) verwacht worden, en in de natte depressies venige heide (7140_oli). Omwille van (over-)bemesting en dus aanrijking met nutriënten, en te diepe grondwatertafels (zeker in de zomer) als gevolg van drainage, is daar niet veel van te merken.

8.12.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t. (tenzij de historische aanleg van de Zeeploop hier onder gestoken wordt.)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: meer dan waarschijnlijk (vrij weinig metingen) hier minder belangrijk
 - Grondwater – met het grondwater worden op een aantal locaties nutriënten (zowel N als P) meegevoerd, vermoedelijk als gevolg van infiltrerend landbouwwater op de omliggende hoger gelegen gronden. Mogelijks ook captatie van droge atmosferische depositie. De omvang van de problemen is hier aanzienlijk.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: is hier meer dan waarschijnlijk één van de grootste problemen, herstel van de gewenste hogere grondwatertafel leidt zeker in de omgeving van de zeeploop tot effecten buiten SBZ-H-gebied.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, maar operationaliteit niet gegarandeerd (erg sporadische metingen door lokale vrijwilligers)

8.12.9 Relevante referenties

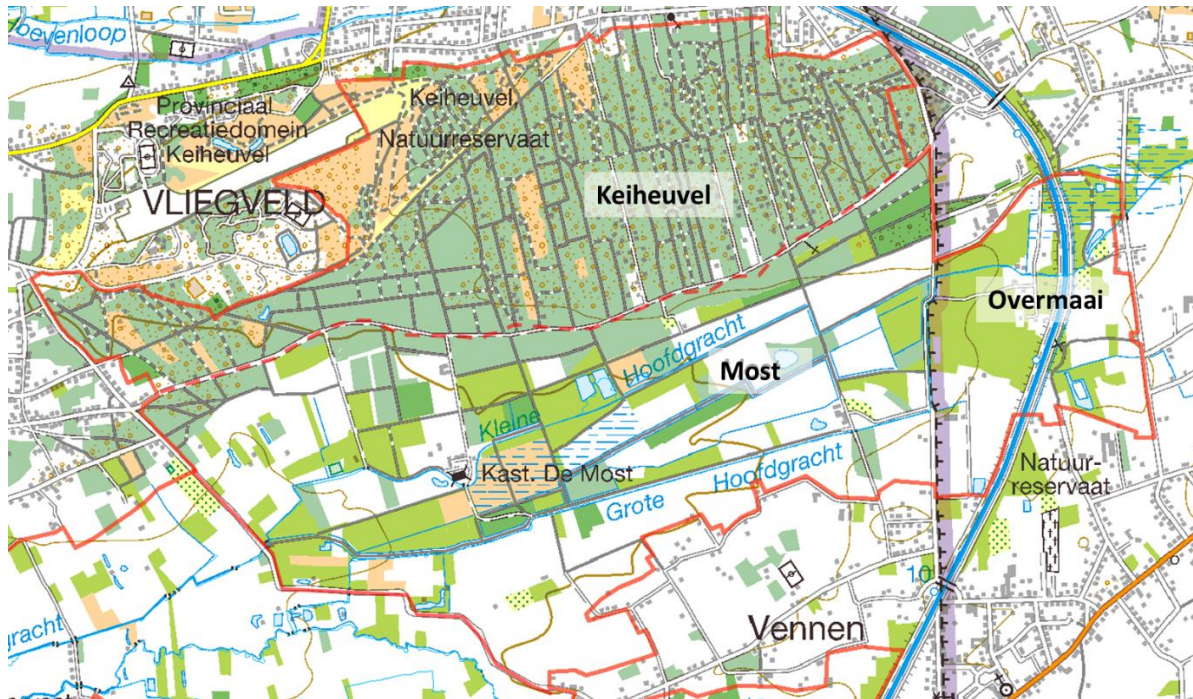
Rijvers T. Analyse van het natuurontwikkelingsproject Duivelskuil

Van Ballaert S., Vandamme L., Poelen M., Verbaarschot E., De Becker P. & Bobbink R. 2016. Bodemanalyse en Ecohydrologische studie “Vallei van de Grote Nete ; Grote Netewoud” (LIFE12 NAT/BE/000438). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016 (INBO.R.2016.11998168). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

8.13 KEIHEUVEL-MOST/OVERMAAI BE2100040-A

8.13.1 Algemene situering

Het SBZ-H-deelgebied van De Keiheuvel-Most/Overmaai is gelegen aan de oostgrens van de provincie Antwerpen en nog een klein stukje in Limburg. Het gebied vormt een noordelijk zijvalleitje van de Grote Nete. Het gebied sluit aan bij het SBZ-H-deelgebied 2100040-B ter hoogte van het erkende natuureservaat de Vennen. De Keiheuvel



Figuur 230: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Keiheuvel – de Most en de Overmaai

8.13.2 Topografie en hydrografie

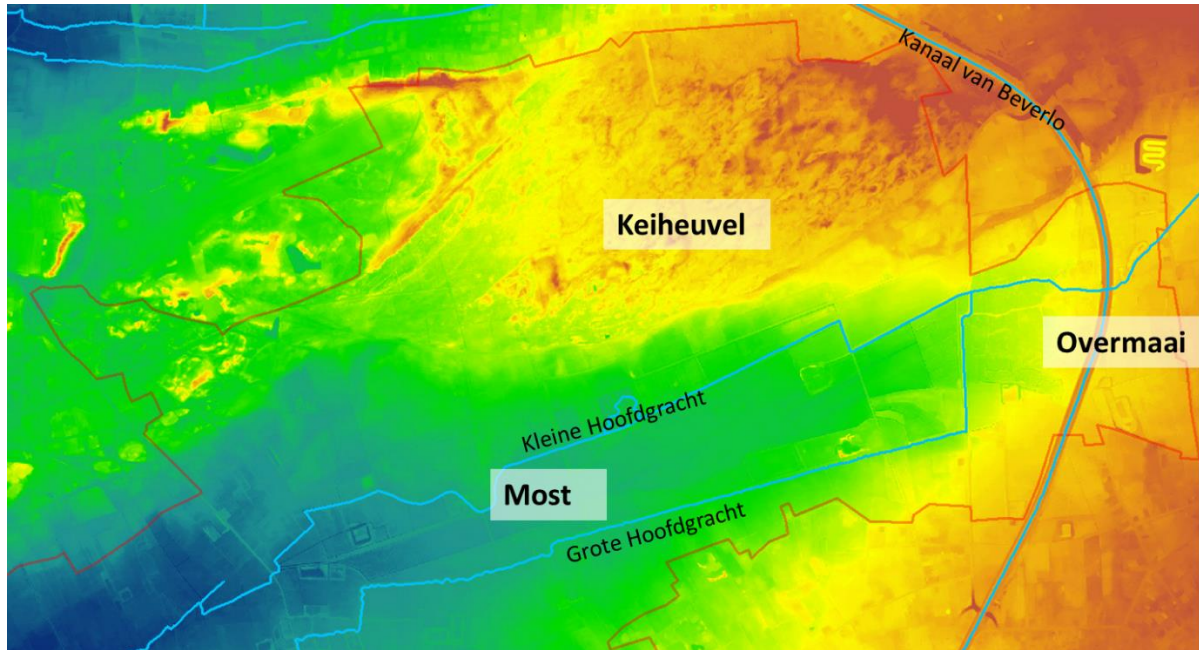
De Most/Overmaai zijn twee natuurgebieden respectievelijk beheerd door het ANB en Natuurpunt. De Overmaai wordt ook wel eens “den Tip” genoemd. Deze gebieden zijn gelegen in een zijvalleitje van de Grote Nete. Het noordelijke deel van dit SBZ-H-deelgebied, de Keiheuvel, is een zone die grotendeels bedekt is met landduinen die bebost werden met voornamelijk naalddhoutaanplantingen. Het zuidelijke deel (Most/Overmaai/Tip) is een depressie die is geërodeerd tijdens en op het einde van de laatste ijstijden en waar vermoedelijk tot diep in de Middeleeuwen geen echte waterlopen in aanwezig waren.

De waterlopen in De Most en de Overmaai zijn door de mens aangelegd in een (grotendeels geslaagde) poging om het veenlandchap te ontwateren en geschikt te maken voor landbouw. Er zijn twee hoofdgrachten; de Kleine hoofdgracht is de noordelijke en de Grote Hoofdgracht is de zuidelijke gracht op deze hoofdgrachten is de rest van het drainagenetwerk aangesloten. In de Vlaamse hydrologische atlas staat de Grote Hoofdgracht verkeerdelijk ingetekend als een aftakking van de Kleine hoofdgracht. In realiteit is er geen verbinding en bestaat het debiet van de Grote Hoofdgracht uit afvoer van kwelwater dat in de Overmaai uittreedt, aangevuld met lekverliezen van het hoger dan maaiveld gelegen kanaal van Beverlo.

De Kleine hoofdgracht, ook Balengracht genoemd, draineert ook nog een deel van de oostwaarts gelegen ‘Vriesputten, die deel uitmaken van het domeinbos Pijnven. Deze

gegraven waterloop loopt effectief verder naar het oosten tot nagenoeg aan het eigenlijke Pijnven.

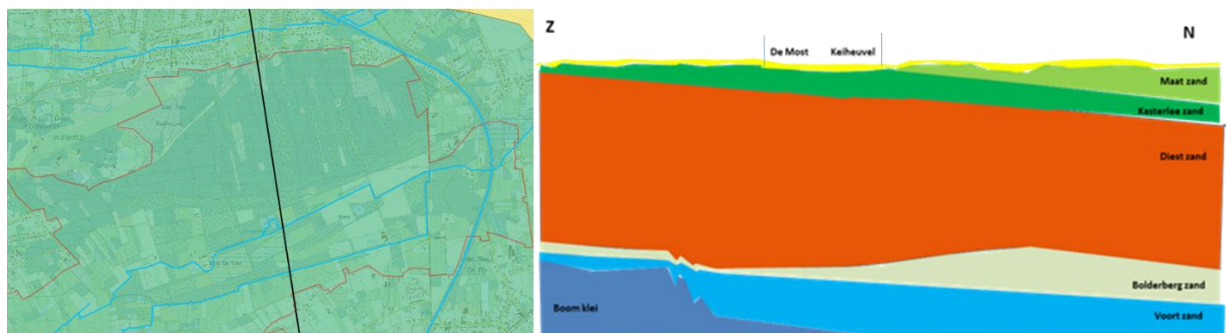
De aanleg van het Kanaal van Beverlo werd in 1857 afgerond. Daarbij werd het eigenlijke dalhoofd, het oostelijke en droogste deel van de Overmaai dus, afgesneden van de rest van het 'beekdal' van de Most.



Figuur 231: Detailtopografie van de omgeving van de SBZ-H deelzone Keiheuvel-Most/Overmaai

8.13.3 Geohydrologie

De dagzomende tertiair geologische laag wordt hier de fijne kleiige zanden van Kasterlee. Daaronder ligt de veel dikkere afzetting met de iets grovere zanden van de formatie van Diest, gevolgd door de zanden van Bolderberg en Voort. Het hydrologische systeem wordt onderaan afgesloten door de klei van de formatie van Boom. Bovenop de zanden van Kasterlee liggen de quartaire (laat-pleistocene) dekzanden. Net iets verder naar het noorden zijn tussen de zanden van Kasterlee en de quartaire dekzanden ook nog de zanden van Mol (lid van Maat) terug te vinden. Die spelen in dit gebied geen rol in de hydrologie

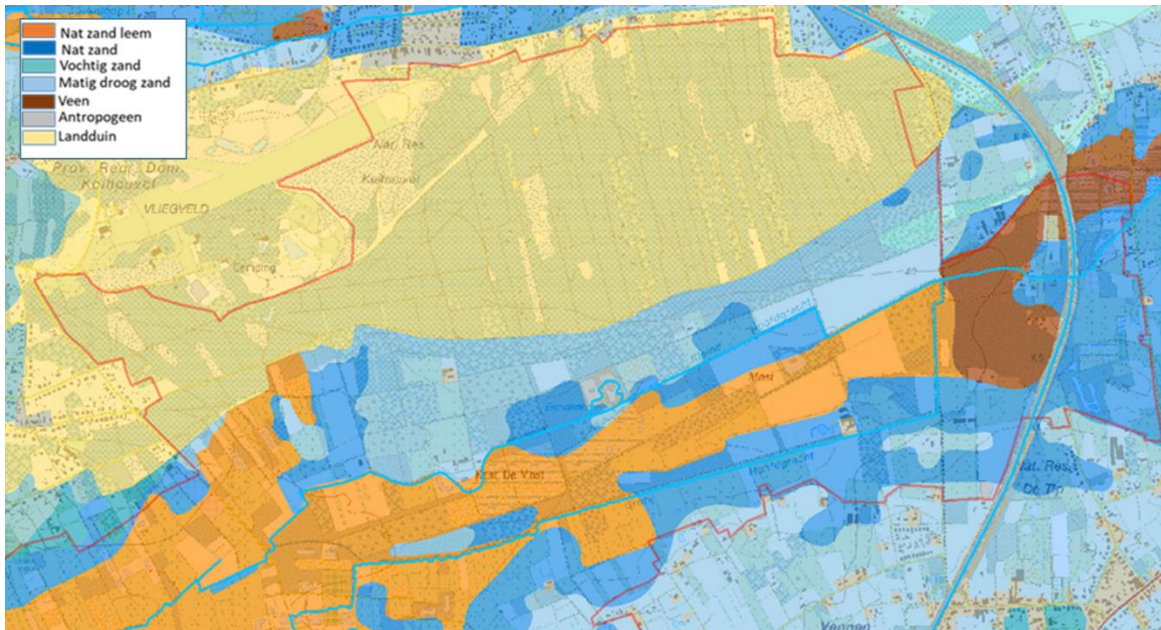


Figuur 232: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van de Keiheuvel-Most. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarsdoorsnede (rechts)

Het hydrologische systeem is in feite vrij eenvoudig hier. Het gaat om een dik zandpakket (weliswaar met verschillen in de granulometrie voor de verschillende formaties) met hier en



daar kleinere kleilagen. De invloed van de meer kleiige tussenlagen is echter van weinig betekenis in de grondwaterstromingen van dit gebied. (zie bv. Patyn en Bronders, 2011). Het gaat om een vrij eenvoudig en dik watervoerend systeem. De grondwatervoeding komt grotendeels vanuit oostelijke richting.



Figuur 233: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Most-Keiheuvel

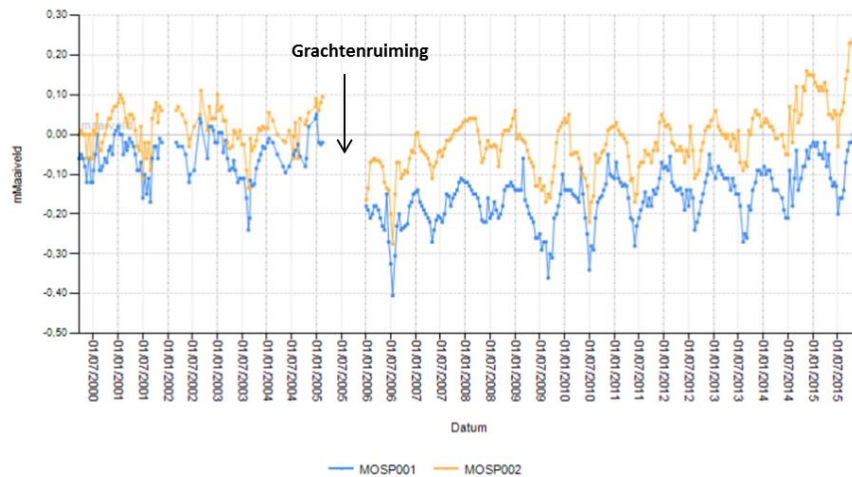
De basisvorm van het huidige landschap hier dateert van tijdens de recentste ijstijden. Naar het einde van de laatste ijstijd toe, waren de beken, zoals nagenoeg overal in Vlaanderen, dieper in het landschap ingesneden omwille van het grotere verval (het zeeniveau lag toen meer dan 100 meter lager dan vandaag). Tijdens tussenijstijden werden de valleien breder. Het landduinengebied van de Keiheuvel is van recentere datum als gevolg van te intensief landgebruik (ontbossing en overbegrazing). Na de ijstijden werd het klimaat warmer en ontwikkelde veen in de vallei van de Most en ook in de hoger gelegen Overmaai, en nog verder naar het oosten tot in de Vriesputten.

Hoewel er op de Belgische bodemkaart (zie Figuur 233) alleen veenafzettingen te zien zijn in het deel van de Overmaai, werden ook veenafzettingen vastgesteld in een groot deel van de Mostdepressie (op de Figuur 233 aangeduid als nat zandleem) maar dit werd recent nog niet in detail gekarteerd.

Met uitzondering van de kleiige overgang tussen de zanden van Kasterlee en Diest (in feite de basis van Kasterlee afzetting) zijn alle lagen boven de Boomse klei opgebouwd uit zand,

8.13.4 Grondwaterdynamiek

Onder de landduinenzone van de Keiheuvel zit het grondwaterpeil diep (meer dan 2 meter onder maaiveld) maar in de depressie van de Most-Overmaai is er sprake van vrij intensieve toestroming van grote hoeveelheden grondwater (kwel dus). Dat wordt geïllustreerd aan de hand van de tijdreeksen in Figuur 234) voor 2 piëzometers vlak bij het Kasteel van de Most.



(Bron: data.inbo.be/watina)

Figuur 234: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m-mv) in de depressie van de Most (net ten zuiden van het Kasteel)

De grondwaterpeilen zitten gedurende het winterhalfjaar gelijk met of net boven maaiveld en dalen een 20-tal cm in het zomerhalfjaar bij de start van de metingen in 2000. In 2005 worden de grachten in de omgeving van de meetlocaties (eenmalig) grondig geruimd. Het aanzienlijke effect daarvan is te zien in de metingen van 2006 met een daling van de peilen van ruim 20 cm. Nadien herstellen de hogere grondwaterregimes zich weer geleidelijk. De stijgende trend gaat tot op vandaag verder. Doorheen het hele 'beekdal van de Most (incl. de Overmaai/Tip) zijn vergelijkbare grondwaterregimes aangetroffen.

8.13.5 Grondwaterchemie

Het gaat in regel om vrij mineraalarm grondwater. Gezien de zanden van Diest en Kasterlee de belangrijkste watervoerende lagen zijn, gaat het hier om een vrij traag grondwatersysteem met verblijftijden die oplopen tot meer dan 100 jaar. Het kanaal van Beverlo loopt dwars door de kwelzone ter hoogte van de Overmaai. Er is geen aanrijking met mineraalrijker kanaalwater te meten in de chemische samenstelling van het grondwater.

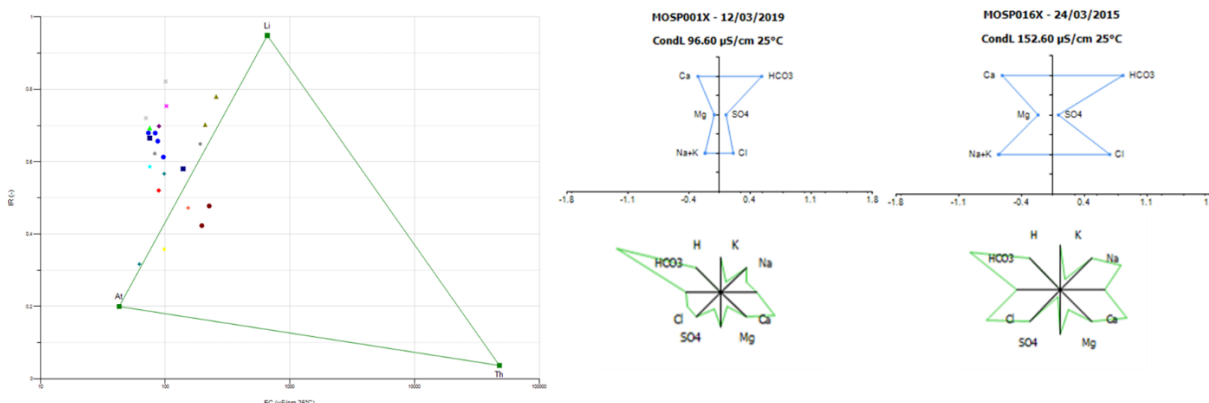
Het ondiepe grondwater in de Overmaai en de Most zijn atmoclien. In de Overmaai is de mineralenconcentratie uitgesproken laag, in de Most een tikje hoger. Dat is geheel in lijn met de verwachtingen aangezien de Most wat verder stroomafwaarts ligt en het aandeel ouder kwelwater (dat langer in contact met de matrix heeft gestaan) veel groter is; hier komt lithoclien grondwater aan de oppervlakte. Uit het EC/Ir diagram (Figuur 235) wordt duidelijk dat het grondwater hier een middenpositie inneemt tussen atmoclien en lithoclien. Dat is eveneens in lijn met de positie van dit natuurgebied vrij ver stroomopwaarts in een Kempisch beekdal

Tabel 30 Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Keiheuvel-Most/Overmaai (periode 2000-2019).

# = 23	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	240	6,6	92	1,90	0,015	1,35	0,975	64	26,0	18,6	9,7	36,2	7,80	22,90
90-percen	218	6,5	58	0,47	0,015	0,26	0,329	47	22,4	13,1	3,5	13,3	2,81	21,22
mean	127	5,9	34	0,21	0,013	0,16	0,156	17	11,2	6,7	2,4	10,3	1,69	8,59
10-percen	76	5,2	5	0,05	0,005	0,02	0,011	3	5,0	2,7	1,0	4,5	0,80	0,29
min	56	4,6	0	0,03	0,005	0,01	0,004	2	3,7	2,4	0,4	2,4	0,25	0,05



Uit de Stiff- en Maucha-diagrammen valt op te maken dat het grondwater in de Overmaai (meetpunt MOSP016 in Figuur 235) aangerijkt is met natrium en kaliumchloride. Hier moet met andere woorden instroom plaatsvinden van vervuild water.



Figuur 235: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de Keiheuvel-Most/Overmaai

De instroom van N-verbindingen via grondwater is beperkt. Incidenteel zijn er wat verhoogde waarden afkomstig van meetpunten midden in de naaldhoutaanplanten van de Keiheuvel. Het gebeurt wel meer dat er verhoogde nitraatconcentraties gemeten worden onder naaldhoutaanplanten. Die zijn toe te schrijven aan de efficiëntere invang van droge N-depositie en stam afvloeit waarbij er nitratrijk neerslagwater infiltreert. Instroom van orthofosfaat is hier een (veel) groter probleem. Aangezien er geen fosfaatanvoer via oppervlaktewater lijkt te lopen (zie volgende paragraaf) moet dit te wijten zijn aan fosfaatdoorslag vanuit het infiltratiegebied of rioleringswater. De exacte reden is nog niet bekend. Gericht zoeken naar de herkomst van de orthofosfaten is aan te raden bij natuurherstel.

8.13.6 Oppervlaktewater

Er zijn slechts beperkt gegevens beschikbaar voor de oppervlaktewaterkwaliteit van de beide hoofdgrachten (Aubroek 2016). Daaruit blijkt dat voor de beide hoofdgrachten de stikstofbelasting beperkt is, tot ca. 1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ en dat de orthofosfaatvrucht onbestaande is.

8.13.7 Vegetatiezonering

De karakteristieke vegetatiezonering van een kempisch beekdal is hier terug te vinden (zie bv; gebiedsbeschrijving vallei van de Zwarte Beek) met qua open vegetaties kleine zeggenvegetaties (7140_meso) in het beekdal en venige heide (7140_oli) in het dalhoofd, en qua vervanggemeenschappen in de bossfeer respectievelijk mesotroof elzenbroek (91^E0_meso) en oligotroof Elzen-Berkenbroek (91^E0_oli).

8.13.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: Er is een (beperkte) aanvoer van nitraat via de beide hoofdgrachten, aanvoer van orthofosfaat via oppervlaktewater lijkt hier niet aan de orde.
 - Grondwater: het grondwater is op verschillende meetlocaties sterk aangerijkt met orthofosfaat en dat over de hele meetperiode (2000-2015). Nitraat blijkt geen



probleem te vormen. Sulfaatconcentraties zijn nog verhoogd, wat lijkt te wijzen op infiltratie van met nitraat aangerijkt grondwater in het infiltratiegebied

- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: is de reden waarom er in dit gebied verdroging optreedt, hoewel er de laatste jaren een geleidelijke verhoging van het grondwaterpeil vast te stellen is door wegvallen of minder intensief grachtenonderhoud
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, maar gegevensverzameling niet gegarandeerd (opmeten door provincie Antwerpen in kader van een LIFE-project en verder door vrijwilligers van terrein beherende vereniging).

8.13.9 Relevante referenties

Aubroek B. 2016 LIFE+ Natuurherstel Most – Keiheuvel Actie A4 Ecohydrologische studie Provincie Antwerpen

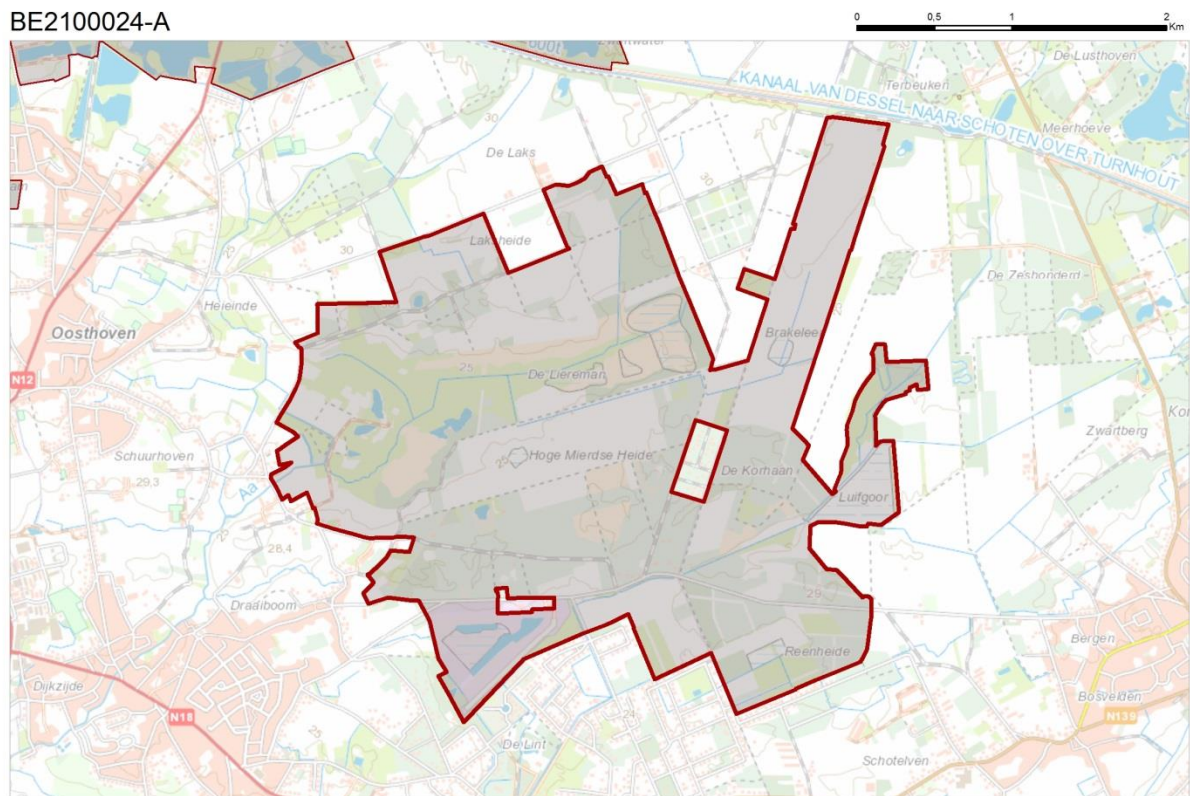
Patyn J. & Bronders J. 2011. Hydrogeologisch model: Bankei Balen. i.o.v. OVAM

Van Ballaert, S., Vandamme, L. & De Becker, P.; Poelen, M. & Bobbink, R. 2016. Bodemanalyse en Ecohydrologische studie "Vallei van de Grote Nete ; Grote Netewoud" (LIFE12 NAT/BE/000438). Rapport van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek INBO.R.2016.11998168.

8.14 LIEREMAN KORHAAN BE2100024-A

8.14.1 Algemene situering

Deze SBZ-H-deelzone is grotendeels privé natuurreservaat en wordt “het Landschap de Liereman” genoemd. Het is gelegen in het Noorden van de provincie Antwerpen op grondgebied Oud-Turnhout en Arendonk, op een goede 3 km ten oosten van Turnhout, in de Noorderkempens dus.



Figuur 236: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van de Liereman-Korhaan

Voor de provincie Antwerpen is dit gebied te beschouwen als veruit het mooiste en het volledigste voorbeeld van een Kempisch beekdal, echter wel met vrij grote (negatieve) impact vanuit het omliggende landgebruik (i.c. te intensief landbouwgebruik)

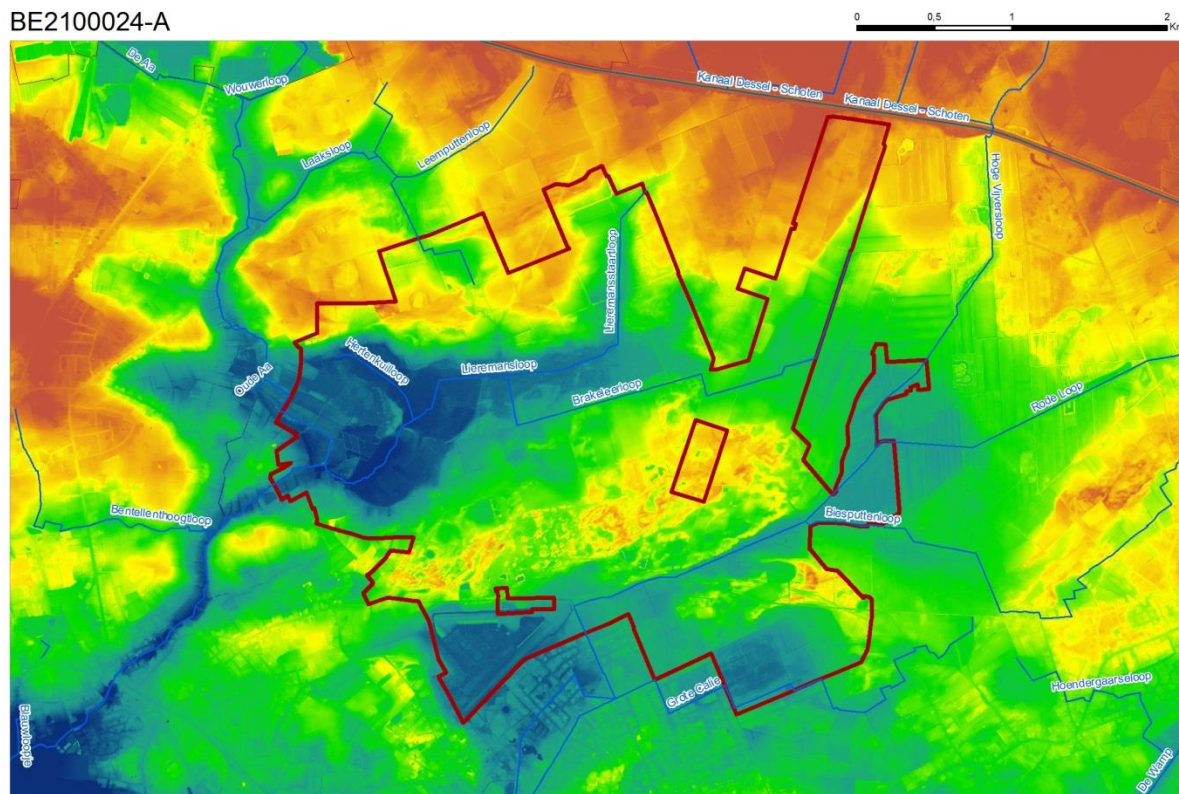
8.14.2 Topografie en hydrografie

Deze SBZ-H-deelzone behoort tot het Nete-bekken. Het noordelijke deel, de eigenlijke depressie van de Liereman met centraal de vanuit het noorden komende en naar het westen afbuigend de Lieremansloop en de iets naar het zuiden gelegen en uit het oosten komende Brakeleerloop ontspringen in het gebied zelf en stromen door de centraal gelegen depressie. Dat is in feite een grillig vertakt dalhoofd gelegen op een hoogte van ca. 21 m TAW. Het zuidelijker gelegen deel van deze SBZ-H deelzone, met het dal van de Rode Loop en zijbeekjes is gescheiden van de vallei van de depressie van de Liereman door de heuvelrug, de Hoge Mierdse Heide en de Korhaan. Hierop ligt een landduinenrij die deels door landbouwtonginning qua detailtopografie uitgevlakt werd (ca. 30 m TAW). Het dalhoofd van de Rode loop ligt volledig buiten SBZ-gebied en grotendeels buiten natuurgebied. Hier gaat het over de middenloop van een beekdal.



Nagenoeg alle waterlopen in dit gebied zijn artificieel, meer dan waarschijnlijk uitgegraven waar er vroeger natuurlijke waterloopjes liepen. De Brakeleerloop heeft echter volledig kunstmatig tracé. Om overstromingsproblemen in Oud-Turnhout en al te diepe drainage van het de Liereman tegen te gaan werden op de Lieremansloop twee stuwen geplaatst. Die zorgen echter voor overstromingen binnen het natuurgebied in de Liereman van met nutriënten aangerijkt oppervlaktewater.

BE2100024-A



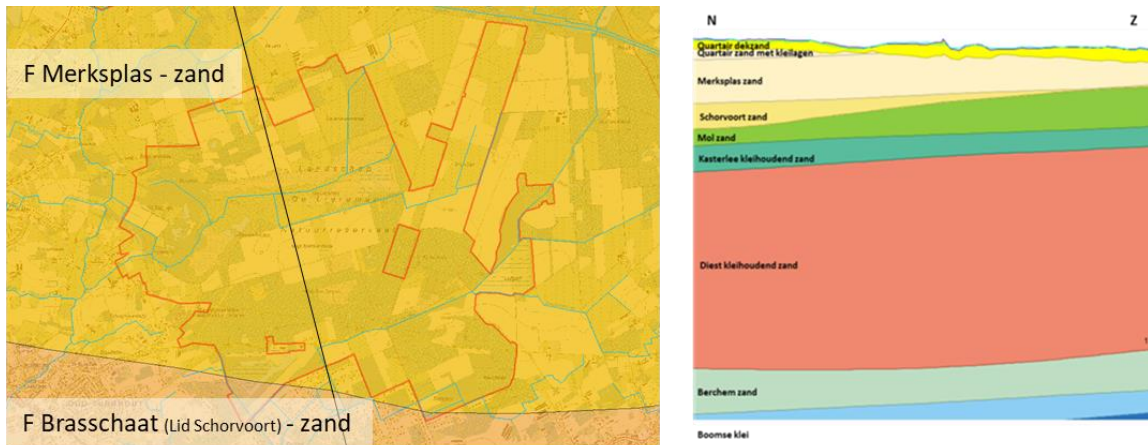
Figuur 237: Detailtopografie in de omgeving De Liereman/Korhaan

8.14.3 Geohydrologie

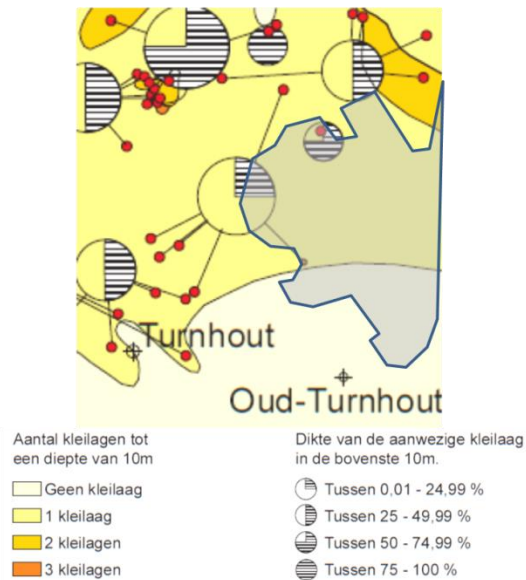
Tertiair geologisch is het gebied grotendeels vergelijkbaar met andere grote natuurgebieden in de ruime omgeving (Groot Schietveld, Kalmthout, ...). Hier gaat het echter niet of slechts in beperkte mate over infiltratiegebied; het grootste deel van dit natuurgebied bestaat uit een complex van kleine kempische beekdalen met daartussen smalle zones die eigenlijk uitlopers van meer noordelijk en oostelijk gelegen infiltratiegebied zijn. De geologie wordt gevormd door zachtjes naar het noorden afhellende afzettingen. Achtereenvolgens zijn dat van jong naar oud de zanden van Merksplas, Schorvoort en Mol, vervolgens op wat grotere diepte de kleiige zanden van Kasterlee en Diest, de zanden van Berchem en ten slotte, hier al op meer dan 200 meter diepte, de Boomse klei (Figuur 238) die de ondergrens vormt van het hydrologische systeem.

De quartaire afzettingen maken de hydrologie wat ingewikkelder. Bovenop de zanden van Merksplas ligt een quartaire afzetting met soms dikke en niet altijd continue kleilagen (Figuur 239), ook wel de formatie van de Kempen genoemd. Daar bovenop zit hier een soms meer dan 5 meter dikke quartaire zanddeklaag.





Figuur 238: Tertiaire geologie in bovenaanzicht (links) en geologische dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van de Liereman/Korhaan



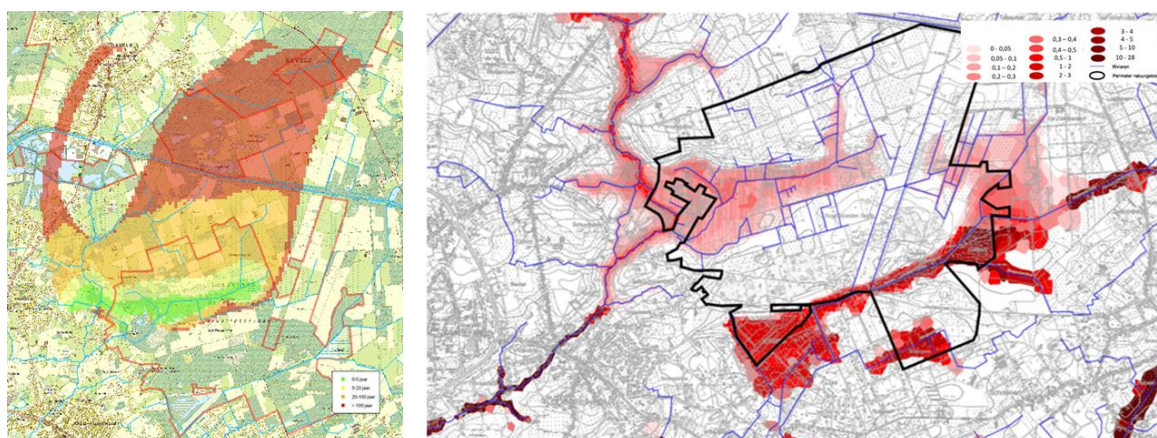
Figuur 239: Dikte van de kleilaag (lagen), ook wel Formatie van de Kempen genoemd, in de omgeving van het SBZ-H deelgebied (blauwe polygoon) van De Liereman/Korhaan (naar Bogemans 2005)

Hydrologisch zorgt dat voor een best ingewikkelde situatie. In het noorden van het gebied, pakweg ten noorden van de Hoge Mierdse heide-Korhaan duingordel is er sprake van een drie lagen systeem. De bovenste watervoerende laag bestaat uit de quataire dekzanden gevolgd door een eerste 'scheidende' laag met de klei van de formatie van de Kempen. Het is zeer de vraag hoe scheidend deze scheidende laag is (zie Figuur 239), gezien de discontinuïteit ervan. Een juist beeld van de ligging, omvang, dikte... van de kleiafzettingen en vooral ook van de gaten in deze kleiafzettingen bestaat op dit ogenblik niet. Daaronder zitten de hydraulisch sterk geleidende zanden van Merksplas, Schorvoort en Mol. Vervolgens is er opnieuw een moeilijker doorlaatbare laag (of in ieder geval een afzetting met lagere hydraulische geleidbaarheden) met de kleiige zanden van Kasterlee en Diest (vroeger samen Diestiaan genoemd). Ten slotte is er weer een goed geleidende laag bestaande uit de zanden van Berchem om dan onderaan finaal begrensd te worden door de Boomse klei.

Ten zuiden van de Hooge Mierdse heide-Korhaan duingordel, schijnen de kleien van de Kempen niet meer aanwezig te zijn, waardoor er een dikker en eenvoudiger hydrologisch

systeem aanwezig is van quartaire dekzanden, zanden van Merksplas, Schorvoort en Mol, bovenop de Kasterlee-Diest kleiige zanden. Dat zorgt voor twee nogal verschillende ecohydrologische systemen. In het noorden, het bekken van de Lieremansloop en de Brakeleerloop, is een vrij snel en ondiep systeem met lokale grondwatervoeding uit een intrekgebied dat zich voornamelijk naar het noorden uitstrekt (Figuur 240 links). In het zuiden, de Rode loop is een iets trager en dieper systeem met grondwatervoeding uit een ruimere omgeving.

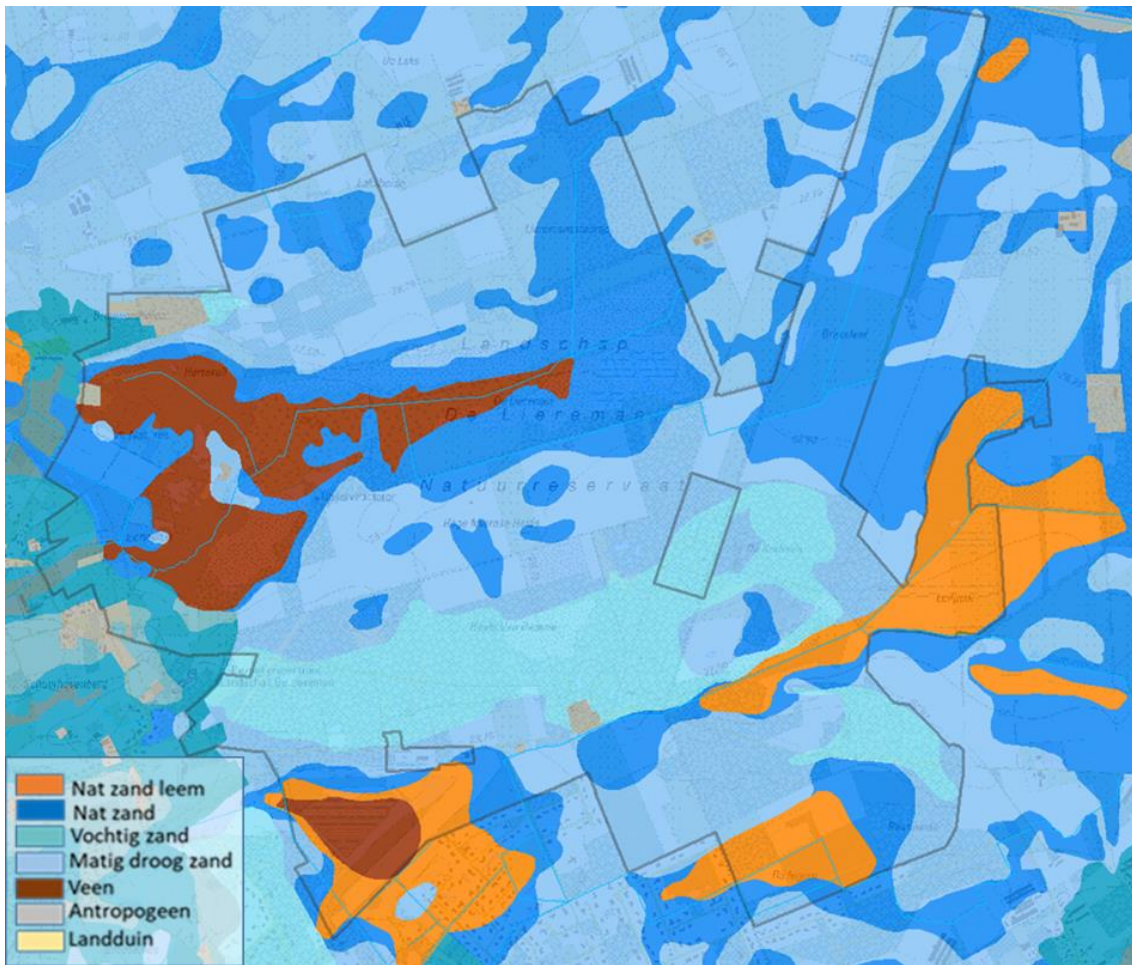
Voor onder meer het volledige bekken van de Grote en de Kleine Nete is een grondwatermodel gemaakt in 1994, een periode waarin de omvang van de klei van de Kempen minder goed in beeld was dan vandaag (Batelaan & De Smedt 1994). Daarbij is het infiltratiegebied van het grondwater dat in de depressie van de Liereman aan de oppervlakte komt duidelijk in beeld gebracht (Figuur 240 links). De verhouding tussen de oppervlakte van het infiltratiegebied en de eigenlijk oppervlakte waar kwel uittreedt Bedraagt hier ongeveer 25. Dat is, zoals voor de meeste Kempische beekdalen overigens, erg hoog. De kwelintensiteiten zijn in deze studie dan ook erg hoog (ca 80% van de kwel bereikt een flux van $> 10 \text{ mm/m}^2.\text{dag}$, meer dan 5-6 keer de hoeveelheid effectieve neerslag die in dezelfde tijd op dezelfde oppervlakte valt!)



Figuur 240: Infiltratiegebied en verblijftijden van het grondwater dat als kwel aan de oppervlakte komt in de depressie van de Lieremansloop LINKS (Batelaan & De Smedt 1994) en kwelintensiteitskaart (in $\text{mm/m}^2.\text{dag}$) voor het SBZ-H deelgebied RECHTS (Herbos & Vanderhaege, 2005)

Dezelfde oefening werd in 2005, met een betere kennis van de afzetting van de kleien van de Kempen, herhaald (Herbos & Vanderhaege, 2005). Bij de hydrogeologische schematisatie van het grondwatermodel is er van uitgegaan dat de zgn. formatie van de Kempen continu is. Uit de toen net beschikbare quartair geologische kaart (Bogemans 2005), een publicatie die pas na die studie klaar was en dus niet kon gebruikt worden, blijkt dat alvast niet. Het hydrogeologisch systeem van de Liereman moet dus wat herzien worden ten opzichte van de periode deze studie. Wellicht heeft ook het noordelijke deel, het bekken van de Lieremansloop, een ruimer grondwatervoedingsgebied en moet de kleilaag van de Kempen gezien worden als een obstakel en niet als een scheidende laag. Toch zijn de resultaten van die studie interessant omdat ze het andere uiterste aangeeft. Zo werd in 2005, omwille het inbrengen van een continue laag van de klei van de Kempen, een veel lagere kwelintensiteit (0.05 tot $0.3 \text{ mm/m}^2.\text{dag}$) berekend (Figuur 240 rechts). De waarheid ligt naar alle waarschijnlijkheid tussen deze twee uitersten in. Hydrologische modellering is geen zuiver exacte wetenschap, het vergt een grondige terreinkennis, vakmanschap en interpretatievermogen.



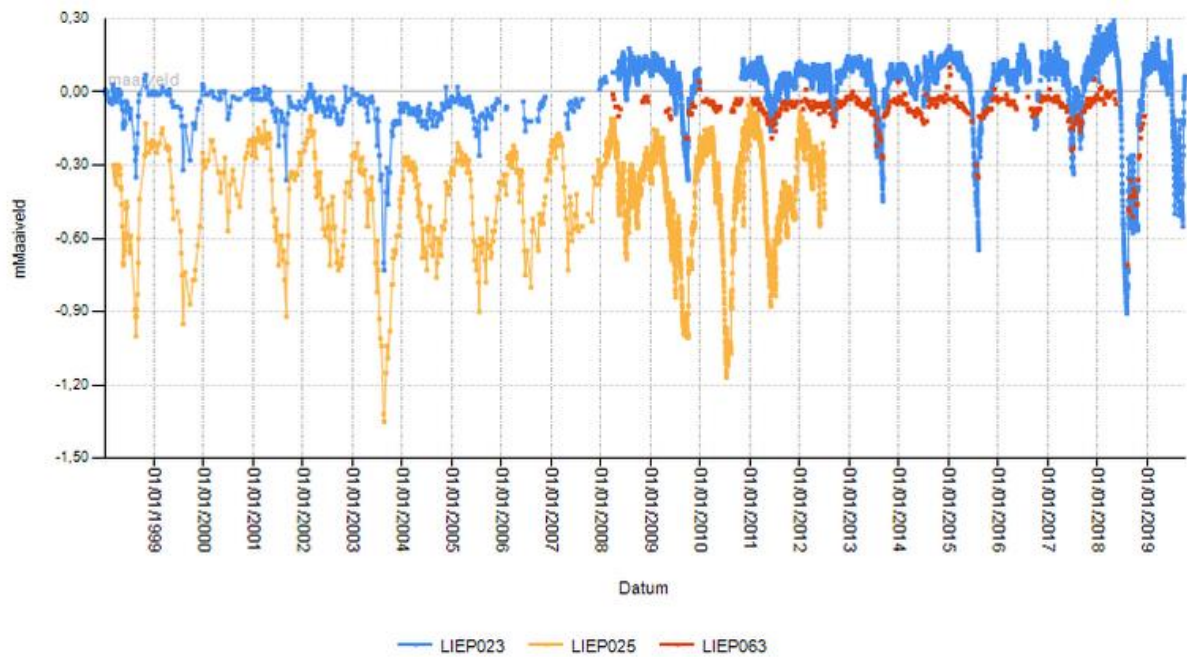


Figuur 241: Detail uit de bodemkaart van België voor De Liereman/Korhaan en omgeving

De bodem bestaat hier voor het overgrote deel uit zand (van droog over vochtig tot nat) en grotere veenafzettingen. Volgens de bodemkaart komen die voornamelijk voor in het bekken van Lieremansloop (Figuur 241). Uit terreinobservaties is geweten dat ook in het zuidelijke bekken van de Rode Loop er veel meer en grotere veenafzettingen te vinden zijn dan deze die weergegeven zijn op de bodemkaart. Naar alle waarschijnlijkheid is een groot deel van de als nat zandleem aangeduide zone eveneens venig.

8.14.4 Grondwaterdynamiek

In het meest stroomopwaartse deel van de vallei van de Lieremansloop is het grondwaterregime erg stabiel en het peil situeert zich vlak tegen het maaiveld, wat klassiek is voor het dalhoofd in een Kempisch beekdal. De peilen (zie LIEP023 in Figuur 242) schommelen de peilen slechts een 30-tal centimeter op jaarbasis en spelen zich af vlak tegen en soms net boven het maaiveld. Dat zijn dan ook locaties waar actief veengroei optreedt. In droge zomers echter zakken de peilen weg tot meer 60-70 cm onder maaiveld waardoor veen (tijdelijk) mineraliseert. In de onmiddellijke omgeving van het beekdal zijn er erg veel vergunde grondwateronttrekkingen voor beregening van landbouwgewassen te vinden. Die zijn elk op zich klein, maar lijken toch een betekenisvol negatief cumulatief effect te hebben op de grondwaterstanden (zeker in de zomer). Dat is af te leiden uit het feit dat er nagenoeg nergens in de natste delen van de vallei echt stabiele grondwatertafels optreden.



Figuur 242: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen langs de Lieremansloop

Hoger op de valleiflank (bv. LIEP025 in Figuur 242) schommelen de peilen aanzienlijk veel meer, tot 1.3 meter onder maatveld.

Verder stroomafwaarts in de vallei worden eveneens stabiele grondwaterpeilen vlak tegen het maatveld bemeten (LIEP063).

8.14.5 Grondwaterchemie

De metingen in Tabel 31 zijn enkel van de Liereman en de Hoge Mierdse Heide-Korhaan. Chemische analyses uit het zuidelijke deel van het gebied, uit de vallei van de Rode Loop, zijn op dit moment nog niet voorhanden. Van nature is het freatische grondwater in deze regio uiterst mineraalarm. Dat wordt best weerspiegeld in de zeer lage bicarbonaatgehalten, zie daarbij de gemiddelde waarde van slechts 29 mg/l. Toch zijn de mineralenconcentraties soms zeer sterk verhoogd als gevolg van instroom van aangerijkt grondwater vanuit de omliggende zeer intensief uitgebate landbouwgebieden. Nitraat, nitriet en ammoniumconcentraties zijn hier sporadisch hoog.

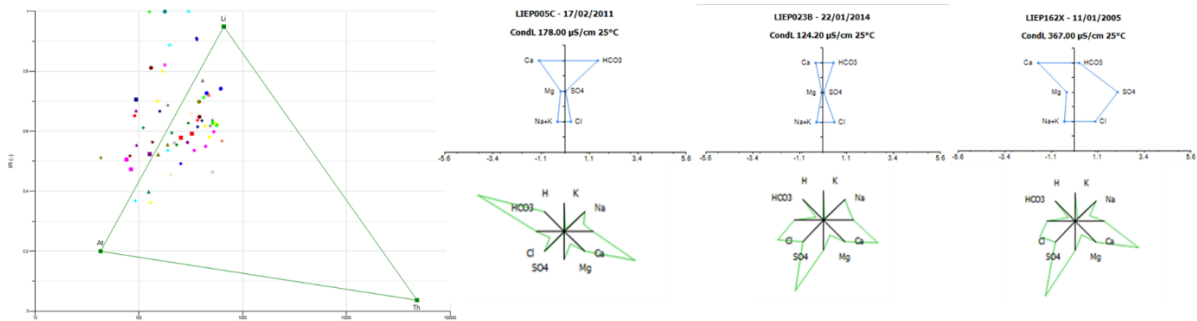
Tabel 31: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de Liereman-Korhaan (periode 1983-2014).

# = 62	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	632	6,9	187	0,56	0,040	12,34	0,316	269	69,3	28,2	40,0	53,0	16,40	36,80
90-percen	513	6,3	91	0,16	0,015	1,75	0,111	147	44,6	17,5	11,3	44,0	9,54	22,80
mean	283	5,2	29	0,08	0,008	0,92	0,038	65	22,5	10,7	5,5	22,6	4,27	8,01
10-percen	94	4,0	3	0,00	0,003	0,05	0,002	2	5,3	5,6	0,5	6,3	0,69	0,21
min	43	3,4	0	0,00	0,002	0,01	0,002	0	0,0	1,7	0,0	3,2	0,40	0,01

Van urbane invloeden is er hier zo goed als geen invloed te verwachten, aangezien die niet in het infiltratiegebied aanwezig zijn maar verder stroomafwaarts liggen. Hier kan dus met zekerheid gesteld worden dat de eutrofiëring het gevolg is van te intensieve landbouwactiviteit.



Ook de orthofosfaatconcentraties zijn vrijwel overal lichtjes tot sterk verhoogd. Uit de Stiff- en Maucha-diagrammen (Figuur 243 en Figuur 244) blijkt echter in ruime zones van het gebied sprake te zijn van flink verhoogde sulfaatconcentraties. Normale waarden liggen eerder in de orde van grootte van 60-80 mg/l. Over de lange meetperiode (1983-2014) zijn lichte verbeteringen vast te stellen; echter verre van voldoende om van een goede waterkwaliteit te spreken. De situatie is voor sulfaat, maar ook voor chloride en natrium geëvolueerd van zeer slecht naar gewoon slecht.



Figuur 243: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de Liereman.

In het valleitje van de Lieremansloop is er een duidelijke overgang van het dalhoofd naar de bovenloop van het beekdal te zien in de grondwaterchemie en ook in de vegetatiezonering (zie verder). De rode lijn in Figuur 244 geeft een indicatie van de overgangszone die over de jaren heen kan verschuiven (stroomop- en stroomafwaarts), afhankelijk van natte of droge jaren.

Opvallend hier is de zgn. “sulfaatbuikjes” in de Stiff-diagrammen, met name voor het atmocliene (iets mineraalarmere) grondwater, een paar uitzonderingen niet te na gesproken. Normaal zouden die Stiff-diagrammen overal moeten lijken op het diagram uiterst rechts op de figuur (in het meest stroomopwaartse deel van het dal).



Figuur 244: Zonering van het atmotroof/mineraalarm en lithotroof/iets mineraalrijker grondwaterwater in de vallei van de Lieremansloop aan de hand van Stiff diagrammen.

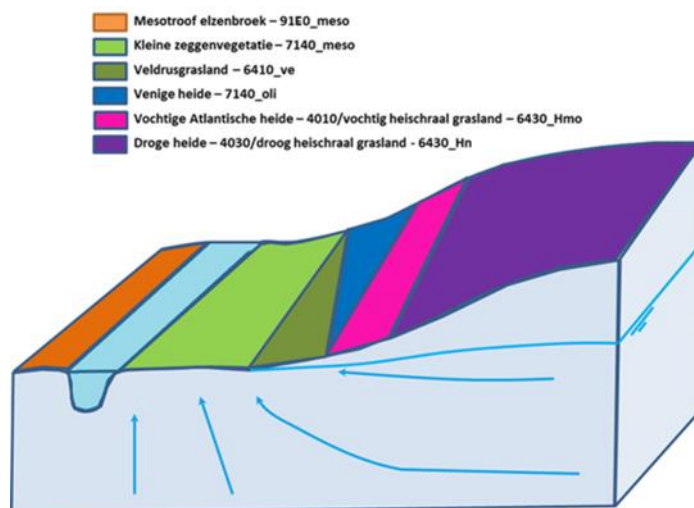
Echter door overbemesting, uitspoelen van nitraten die onderweg door de ijzerrijke afzettingen denitrificeren, wordt er sulfaat gevormd, dat in de valleitjes van het gebied aan de oppervlakte komen en zorgen voor mineralisatie van het veen en verruiging van de vegetatie.

8.14.6 Oppervlaktewater

Alle waterlopen in het gebied zijn verschillend van kwaliteit. Vooral de Rode loop is aangerijkt met nutriënten. Momenteel ligt die nog diep (omwille van rechtekkingen en uitdiepingen in het verleden) en is er geen of weinig gevaar van overstromingen. De destijds diep uitgegraven en artificieel aangelegde Lieremansloop wordt gestuwd om overstromingen in Oud-Turnhout te voorkomen en om te diepe drainage in het natuurgebied zelf tegen te gaan. Over het ingestelde stuwregime zijn wat vragen te stellen (hoog peil in de winter, lager peil in de zomer). Er worden nogal wat piekafvoeren getransporteerd door de Lieremansloop, die delen van het gebied onder water zetten. Vroeger was dat met nutriëntenrijk oppervlaktewater wat het schrale karakter van de vegetaties niet ten goede kwam. Momenteel is de waterkwaliteit zeer sterk verbeterd waardoor er via oppervlaktewater geen nutriënten meer in het noordelijke deel van dit gebied stromen. (Bron: Geoloket waterkwaliteit Vlaanderen)

8.14.7 Vegetatiezoning

Vergelijkbaar met andere kempische beekdalen is ook hier de klassieke vegetatiezoning voor kempische beekdalen annex infiltratiegebieden fraai ontwikkeld, zij het dat dit patroon regelmatig moeilijk waarneembaar wordt door bebossing met naaldhout en intensieve landbouwwitbating van de voorbij 60-70 jaar. Normaal zou hier een complete vegetatiezoning voor Kempische beekdalen moeten kunnen tot ontwikkeling komen zoals die bijvoorbeeld in de vallei van de Zwarte beek in Limburg te zien en beschreven werd. Hier is de zoning weliswaar nog goed waarneembaar en nagenoeg volledig terug te vinden, uiteraard onder flinke druk van toestroom van nutriënten/sulfaten via grondwater en onder druk van verdrogingsverschijnselen.



Figuur 245: Schematische weergave van de vegetatiezoning in de omgeving van de Liereman

Het oostelijke deel van het bekkentje van de Liereman (incl. Lieremansstaartje) zijn eigenlijk het dalhoofd van een kempisch beekdal waardoor hier geen Kleine zeggenvetaties ontwikkelen. De zone met venige heide (7140_oli bij hydrologisch meetpunt LIEP023 in Figuur 242 en Figuur 244) komt hier wel goed tot zijn recht ondanks het feit dat de peilen de laatste jaren in de zomer water te diep wegzakken (maar staat onder druk van N- & P verbindingen). De vervanggemeenschap ervan in de bossfeer (91EO_oli bij meetpunt LIEP060/63) is in dit



gebied slechts uiterst zelden fraai ontwikkelt. Iets hoger op de valleiflank zijn de omstandigheden gunstig voor ontwikkeling van vochtige heide (4010 bij meetpunt LIEP025) voor zover ze niet in landbouwgebruik geweest zijn. De zone waar kleine zeggenvegetaties (7140_meso) kunnen ontwikkelen zijn ofwel bebost en zijn dan begroeid met goed ontwikkelde mesotrofe elzenbroeken (91EO_vm) die echter stevast sporen van verstoring dragen (bramen, brandnetel, rietgras) in de vallei van de Lieremansloop ofwel verdroogd zijn in de vallei van de Rode Loop. Langsheen de zone met overgang van mineraalarm naar mineraalrijker grondwater (Figuur 244) komen hier soms uitgebreide gagelstruwelen tot ontwikkeling. Ook een soort als Draadzegge wordt in deze zone regelmatig aangetroffen.

8.14.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: nagenoeg alle waterloopjes hier zijn aangerijkt met nutriënten hoofdzakelijk vanuit agrarisch gebied. Sedimenten zijn niet direct een probleem, nutriënten in het oppervlaktewater wel.
 - Vervuild oppervlaktewater: door actieve opstuwing van de Lieremansloop wordt nutriëntenrijk oppervlaktewater in het gebied gelaten. Daar komt nog eens bij dat er regelmatig piekafvoeren optreden in de waterlopen die dan delen van de vallei onder water zetten met (te) nutriëntenrijk water.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten (zowel N- als P-verbindingen!) via grondwater is duidelijk aanwezig maar verschilt van locatie tot locatie. Orthofosfaat is nagenoeg overal meetbaar in het grondwater, de N-verbindingen zijn variabel meetbaar.
- iii. Grondwaterwinning: Ja, het gaat niet om grote grondwaterwinningen maar om een betekenisvol cumulatief effect van veel vergunde kleine winningen (hoofdzakelijk voor beregening van landbouwgewassen)
- iv. Lokale drainage: JA- belangrijk maar niet direct oplosbaar omwille van de aanzienlijke nutriëntentransporten via grondwater; Vernatting (door afbouw van drainagestructuren zou dan eutrofiëring impliceren).
- v. Beperken evapotranspiratie: zou hier wel eens van belang kunnen zijn.
- vi. Meetnet: ja en operationeel

8.14.9 Relevante referenties

Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt

Bogemans F. 2005. Toelichting bij de quartair geologische kaart. Kaartblad 2-8 Meerle-Turnhout.

Herbos K. & Vanderhaege F. 2005. Ecohydrologisch onderzoek Liereman en omgeving deelrapport 1. Haskoning in opdracht van Natuurpunt.

Herbos K. & Vanderhaege F. 2006. Ecohydrologisch onderzoek Liereman en omgeving deelrapport 2. Haskoning in opdracht van Natuurpunt.



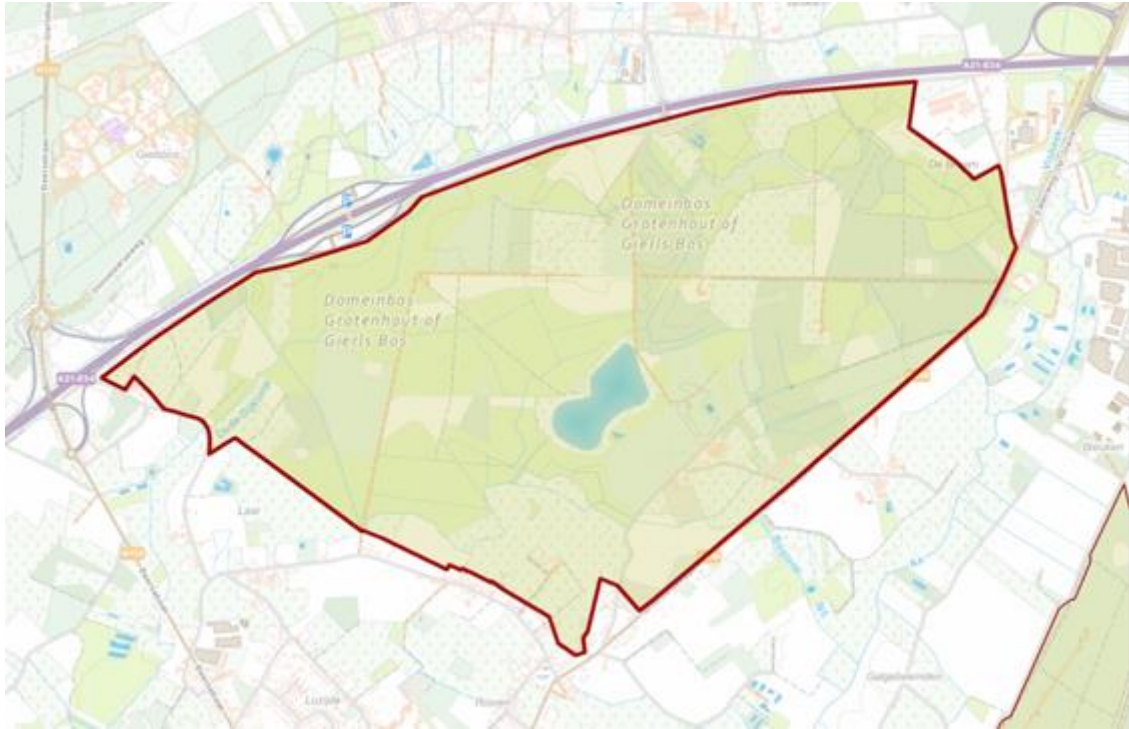
Pals A., Kemmers R., van Delft B., Delbare E. & Wilkin N. 2013. Expertenadvies bodemchemie en ecohydrologie Landschap de Liereman en omgeving Eindrapport. Haskoning Belgium SA/NV in opdracht de Vlaamse Landmaatschappij en het Agentschap voor Natuur en Bos .



8.15 GROTENHOUTBOS TURNHOUT BE2100017-I

8.15.1 Algemene situering

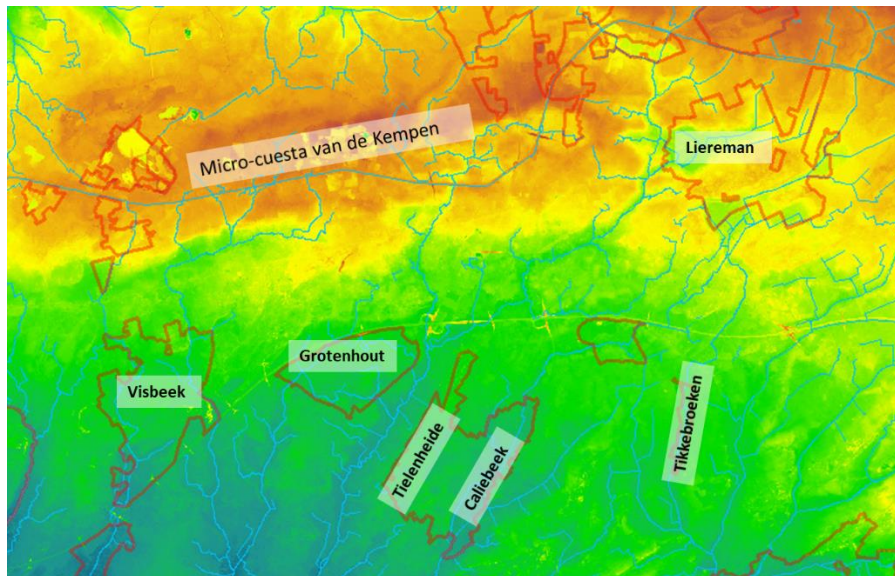
Grotenhoutbos is een domeinbos van het ANB. Het merendeel van de beboste percelen bestaat uit een zgn. Ferrarisbos (ten minste bebost sinds 1777, en vermoedelijk nog langer). Het bos is gelegen tussen de dorpskernen van Gierle en Vosselaar ten zuiden van de autostrade E34.



Figuur 246: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied Grotenhoutbos

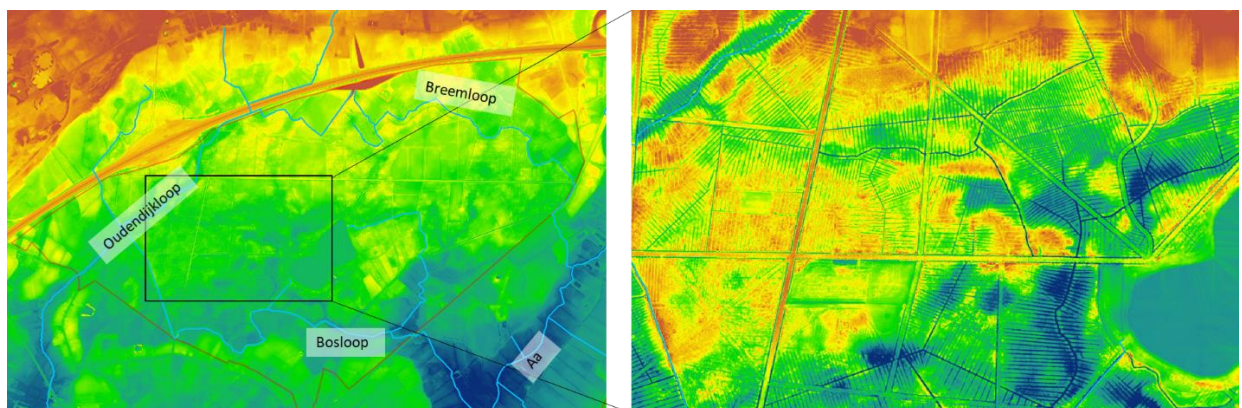
8.15.2 Topografie en Hydrografie

Het gebied van Grotenhoutbos ligt langs de zuidrand van de 'langgerekte Oost-west verlopende topografische hoogte, de zgn. "micro-questa van de Kempen" en behoort tot het bekken van de Aa die net ten oosten van het gebied loopt.



Figuur 247: Algemene topografische situering van de SBZ-H-deelzone van Grotenhoutbos in de ruime omgeving

Binnen deze SBZ-H deelzone liggen een aantal kleinere waterlopen die nagenoeg allemaal artificieel werden aangelegd en dat grotendeels van voor 1750 (dat van het oudst beschikbare kaartmateriaal). Deze zijn tot zeer recent onderhouden en systematisch grondig uitgediept. Er sluit een (plaatselijk bijzonder) dicht netwerk van kleine grachten en greppeltjes (zgn. rabatten) op aan. Hierdoor wordt het gebied grondig ontwaterd. In het gebied komen tal van geïsoleerde depressies voor (zoals dat dat elders in dit deel van de Kempen eveneens het geval is).



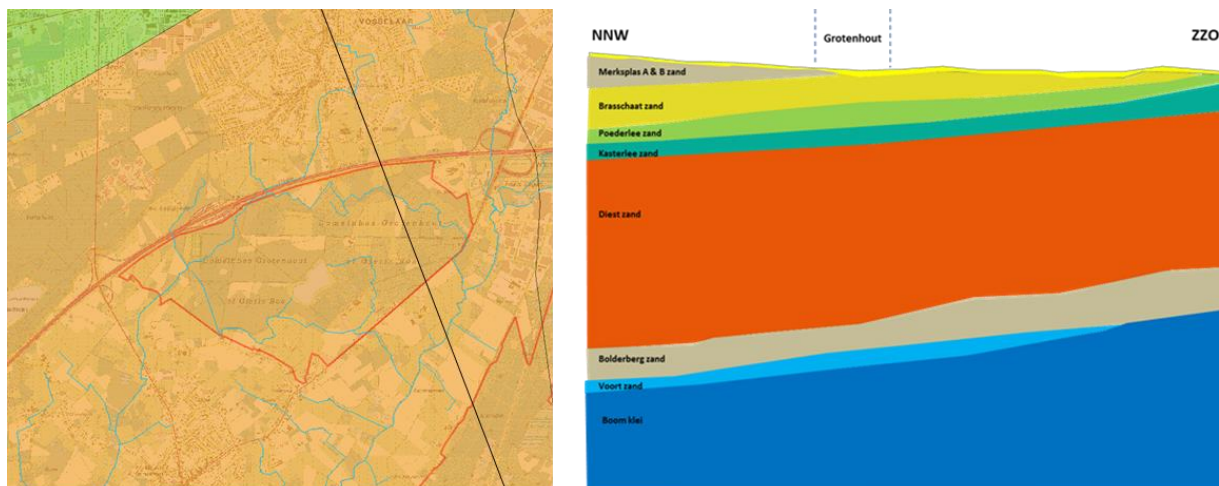
Figuur 248: DHM van het SBZ-H deelgebied van het Grotenhoutbos en omgeving (links) en detail (rechts) waarop de dichte rabattenstructuren te zien zijn.

Door de grote diepte van de grachten vallen de meeste van deze depressies droog in de zomer. Alleen de centrale plas (aanleg in 1970 als zandsuppletie bij de aanleg van de E34) is permanent waterhoudend.

8.15.3 Geohydrologie

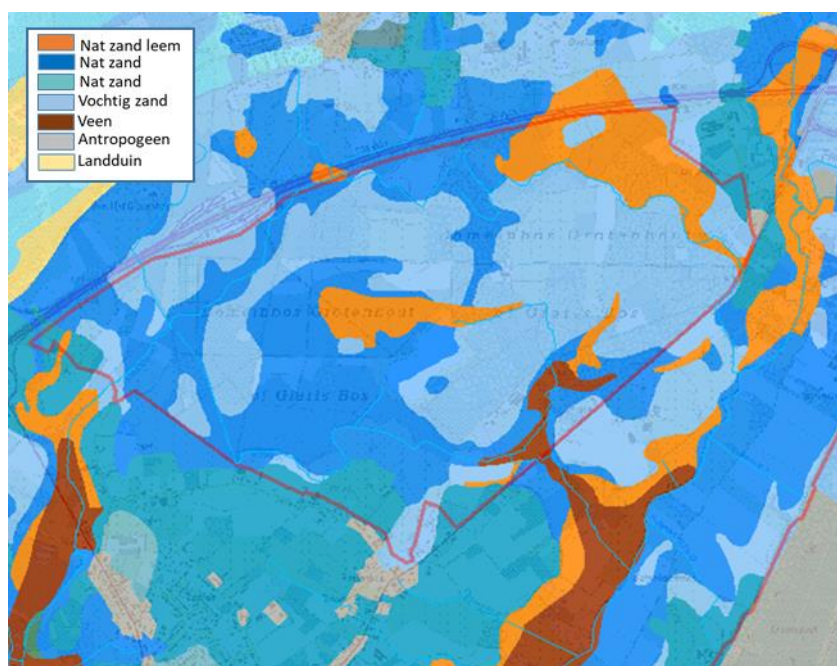
Tertiair geologisch bestaat de ondergrond grotendeels uit verschillende zandafzettingen die zachtjes in noordnoordwestelijke richting naar beneden duiken. De verschillende zandafzettingen hebben een verschillende hydraulische geleidbaarheid. Er is een vrij groot verschil in fractiegrootte van zand tussen de verschillende lagen, maar ook de bijmenging van

klei verschilt in veel gevallen aanzienlijk. Toch zijn ze allemaal als een watervoerend pakket te beschouwen. Hier is dat gezamenlijk pakket ruim 170 meter dik. De ondergrens van het regionale hydrologische systeem wordt gevormd door de Boomse klei.



Figuur 249: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van Grotenhoutbos

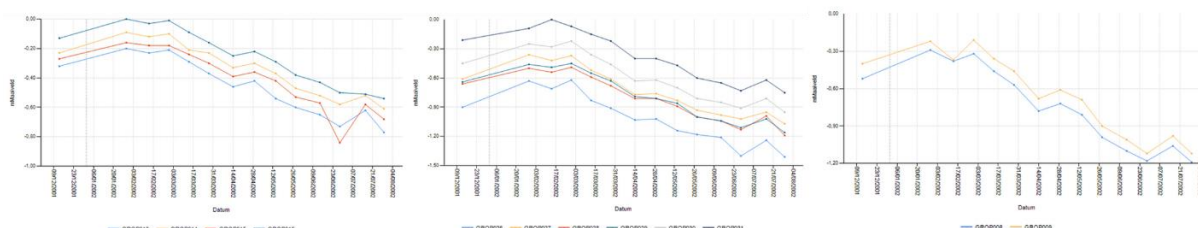
Het quartaire dek is met hooguit een paar meter dikte, bijzonder dun. De bodem bestaat grotendeels uit vochtige tot natte zanden, hier en daar komt een kleinere vlek voor die lichtjes zandlemig is. Bij het plaatsen van de peilbuizen werd vooral in het dalletje van de Oudendijkloop (in het westen van het bos) restanten van veen aangetroffen. Dat is niet terug te vinden op de bodemkaart (Figuur 250) maar is er dus in realiteit wel. Voor het gebied is er, voor zover bekend, nooit grondwatermodel gemaakt die kwel of grondwatervoedingsgebieden in beeld brachten. Naar analogie met Kalmthout (dat in nagenoeg dezelfde geohydrologische setting voorkomt), is dit te beschouwen als een vrij snel hydrologisch systeem



Figuur 250: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Grotenhoutbos

8.15.4 Grondwaterdynamiek

Door het zeer uitgebreide drainagenetwerk in het hele gebied en het artificiële (o.m. erg diepe) karakter van zowat alle waterlopen, kan gesteld worden dat de grondwaterdynamiek hier groter is dan van nature het geval zou zijn. Hoewel er maar beschikking is over zeer korte tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (uit 2002), valt op dat zelf in de natste delen van de beekdalletjes in het gebied, grondwaterpeilen tot meer dan 0,90 m onder maaiveld te vinden zijn (midden in een kempisch beekdal...)



Figuur 251: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen in Grotenhoutbos. Links in het dalletje van de Oudendijkloop (GROPO13-14-15-16), midden de Bosloop (GROPO26-27-28-29-30-31) en rechts de Breemloop (GROPO08-9).

Recent werd een selectie van de bestaande peilpunten uitgerust met dataloggers en worden de grondwaterpeilen opnieuw bemeaten in de drie beekdalletjes.

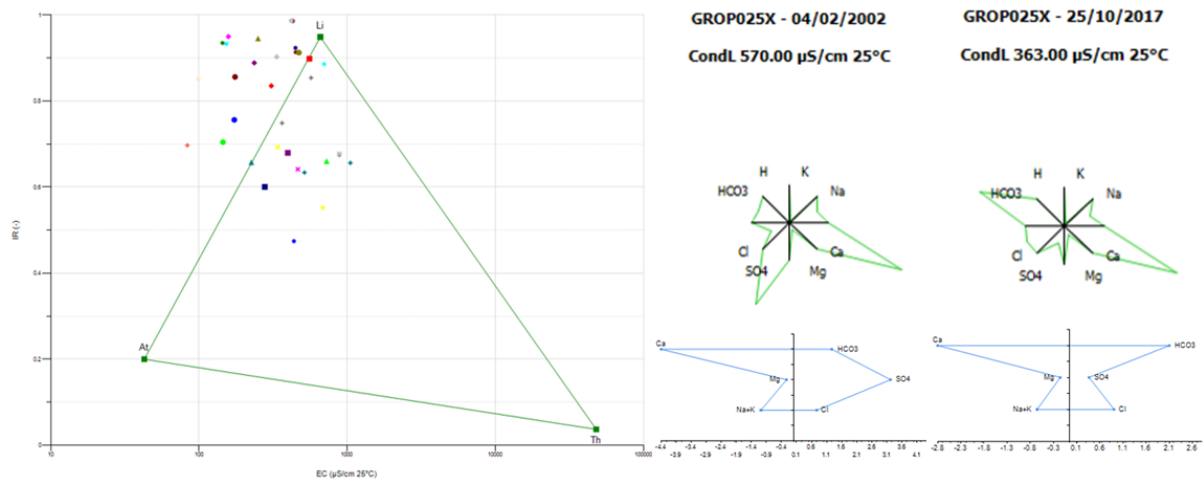
8.15.5 Grondwaterchemie

Het grondwater hier afkomstig is uit de zanden van de formatie van Diest, Kasterlee, Poederlee en Brasschaat. Dat zijn nagenoeg allemaal vrij mineraalarme afzettingen, met uitzondering van Poederlee waar regelmatig laagjes met schelpafzettingen (mineralen dus) in voorkomen. Als gevolg daarvan (de schelpjesafzetting van Poederlee) is het grondwater hier mineraalrijker dan dat dit voor andere kempische beekdalen het geval is. De elektrische geleidbaarheid geeft daar al een eerste indicatie voor met een gemiddelde waarde die normaal waarden van 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabel 32). Op het terrein wijken de waarden er echter regelmatig sterk van af vooral in de richting van de hogere waarden. Het water is met andere woorden regelmatig aangerijkt met allerlei pollutanten. In 2002 werd uitzonderlijk een keertje nitriet aangetroffen in het grondwater, in 2017 was dat frequenter het geval. Hetzelfde beeld geldt voor nitraat. De aanwezigheid van orthofosfaat gaat er op achteruit in 2017 vergeleken met 2002 wat ook duidelijk het geval is voor sulfaat in het grondwater.

Tabel 32: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied van Grotenhoutbos (periode 2002-2017).

#33	ECL ₂₅	pHL	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	O-PO ₄ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{tot}
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
maximum	1049	7,5	357	1,77	0,102	5,66	0,941	408	113	60,1	19,2	127,9	24,50	28,33
90 percentiel	720	7,1	264	0,90	0,038	1,98	0,100	147	79	44,2	6,3	100,6	13,76	16,59
gemiddelde	410	6,5	128	0,28	0,019	0,72	0,064	59	30	17,5	3,4	56,9	5,70	6,85
10 percentiel	147	5,8	28	0,05	0,005	0,10	0,015	1	2	5,6	0,5	15,9	1,33	0,25
minimum	83	5,3	5	0,04	0,005	0,08	0,010	0	2	3,0	0,5	6,5	0,98	0,05

Regelmatig werd nitriet gemeten, nitraat concentraties zijn regelmatig verhoogd maar ook orthofosfaat is aanwezig. Verder werden in 2002 (soms zeer) hoge sulfaatconcentraties gemeten. In 2017 zijn die grotendeels verdwenen. Ten slotte werden/worden er ook sterk verhoogde chloride- en natriumconcentraties gemeten.



Figuur 252: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Grotenhoutbos

De belasting van het grondwater met nutriënten vormt in dit gebied dus al lang en nog steeds een probleem. Zeker de stikstofbelasting stijgt de voorbije jaren merkbaar. Gelukkig daalt de fosfaatbelasting waardoor er geen dramatische productiestijging en dus verruiging te merken valt in de vegetatie. De sulfaatbelasting is zeer merkbaar verbeterd (zie bv de Maucha- en Stiff-diagrammen voor het meetpunt GROP025 in). Dat leidt tot de conclusie dat structurele overbesteding in het infiltratiegebied de voorbije decennia sterk verbeterd moet zijn. Maar de blijvende aanwezigheid van nitraat en ammonium wijst er dan weer op dat er nog steeds, vermoedelijk in de onmiddellijke omgeving van het SBZ-H gebied, sprake moet zijn van plaatselijke overbesteding.

8.15.6 Oppervlaktewater

Er zijn geen recente gegevens beschikbaar van de oppervlaktewaterkwaliteit in het gebied. Ten tijden van de opmaak van het beheerplan (2002) werden de hoofdwaterlopen uitgebreid bemeaten op elektrische geleidbaarheid. Daaruit bleekt dat ook in het oppervlaktewater aanrijking moet zijn met pollutanten. Door die waterlopen wordt nogal wat water afgevoerd vanuit urbane en landbouwgebieden rond het SHB-H deelgebied, alsook autostradewater. Hoe die toestand actueel geëvolueerd is, is niet bekend. Er zijn geen recente meetcampagnes geweest hier.

8.15.7 Vegetatiezonering

De vegetatiezonering is hier sterk vergelijkbaar met deze in andere Kempische beekdalen voor wat de bossfeer betreft dan, want hier komen zo goed als geen open vegetatietypen voor. Cfr. andere kempische beekdal voorbeelden maar dan (sterk) verdroogd voorbeeld

8.15.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: nagenoeg alle belangrijke waterloopjes in het gebied lijken (niet rechtstreeks bemeaten maar afgeleid uit verhoogde EC25 waarden) zijn aangerijkt met stikstofhoudende nutriënten.

- grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat en orthofosfaat is duidelijk het geval en verspreid over het ganse gebied. Recent schijnt de N-belasting van het grondwater te stijgen en de P-belasting te dalen.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: alle waterlopen zijn artificieel en diep uitgegraven. Daar sluit een erg dicht netwerk van vele honderden greppels op aan (rabattensysteem) waardoor de volledige watertafel in het gebied systematisch naar beneden gebracht werd.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja maar slechts één jaar bemeten (2002), een selectie van de meetpunten is sinds oktober 2017 opnieuw operationeel

8.15.9 Relevante referenties

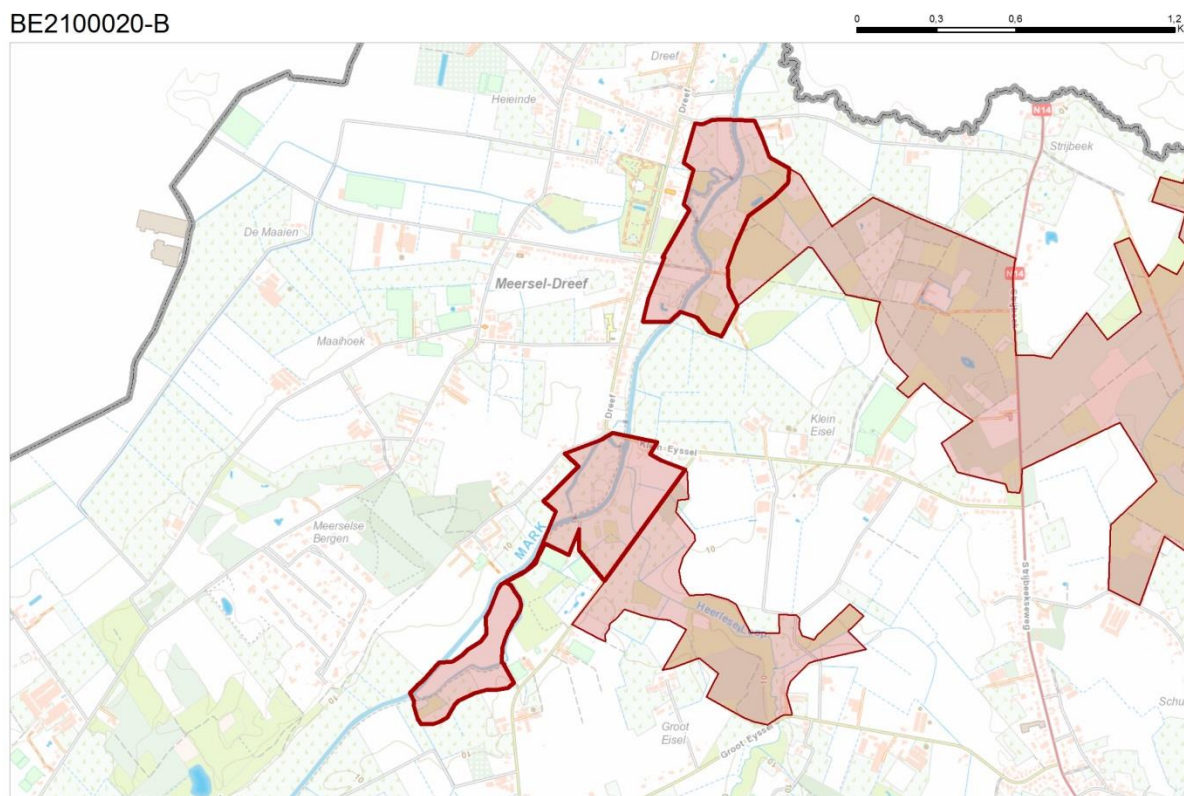
Verheyen K & Hermy M. 2002 Beheerplan Grotenhout Domeinbos



8.16 MARKVALLEI MEERLE BE2100020-B

8.16.1 Algemene situering

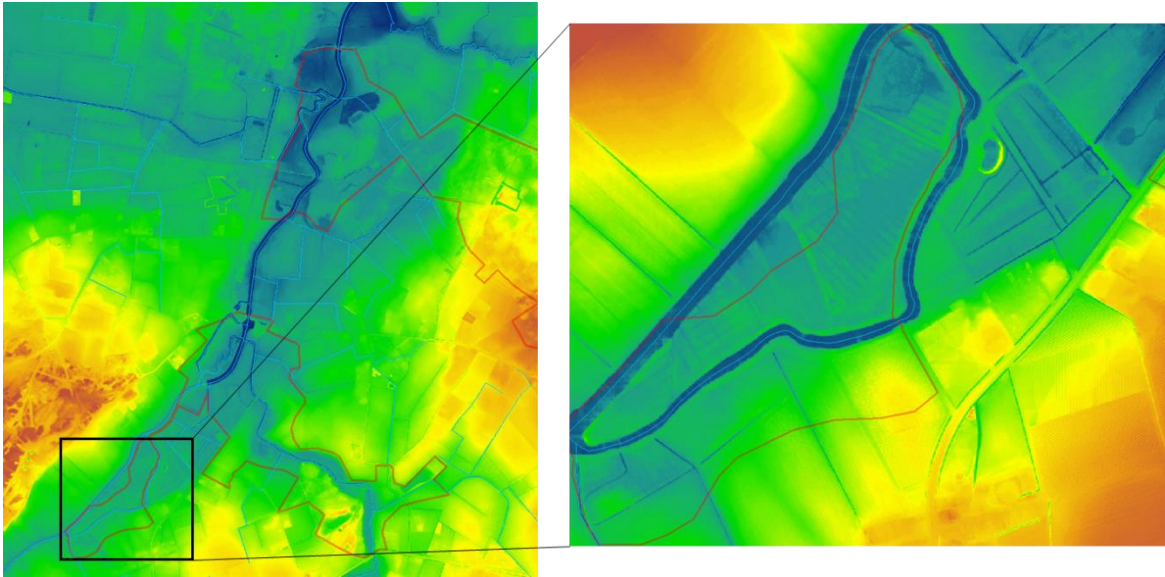
Deze SBZ-H-deelzone situeert zich de Noorderkempen in het uiterste noorden van de provincie Antwerpen, in de middelste van de drie in Nederland uitstekende provinciegrensappendices, net stroomopwaarts van de Nederlandse grens. Het gebied behoort tot de Kempische laagvlakte.



Figuur 253: Algemene situering van de SBZ_H deelzone Markvallei (Meerle)

8.16.2 Topografie en Hydrografie

De SBZ-H-deelzone is een verzameling van een paar (kleine) snippers van het beekdal van de Mark, een categorie 1 waterloop die afwatert naar het noorden richting Nederland en de Maas. Het is eigenlijk de benedenloop van een Kempisch beekdal dat halverwege de 20^e eeuw, samen met de omliggende plateaugronden (toen nog heideterreinen), in intensieve landbouwcultuur werd gebracht. De rivier zelf werd vanaf de samenvloeiing met het Merkske rechtgetrokken, deels verlegd, verdiept, geherprofileerd, gestuwd (zes stuwen) en de oevers verhoogd om de vallei beter geschikt te maken voor intensieve landbouw. Van een karakteristiek Kempisch beekdal bleef sindsdien eigenlijk niets meer over. Toch bleven er nog stevast problemen met wateroverlast bestaan waarvoor een hele reeks aan waterbeheersingsmaatregelen werden voorgesteld. Die maatregelen samen met het feit dat hier één van de laatste Vlaamse populaties van grote pimpernel in de marge van een aantal graslandpercelen bewaard is gebleven, is de reden waarom er momenteel gewerkt aan een uitvoeringsplan voor valleierstel waarbij het opnieuw inschakelen van meanders en de aanleg van een aantal overstromingsgebieden wordt overwogen.

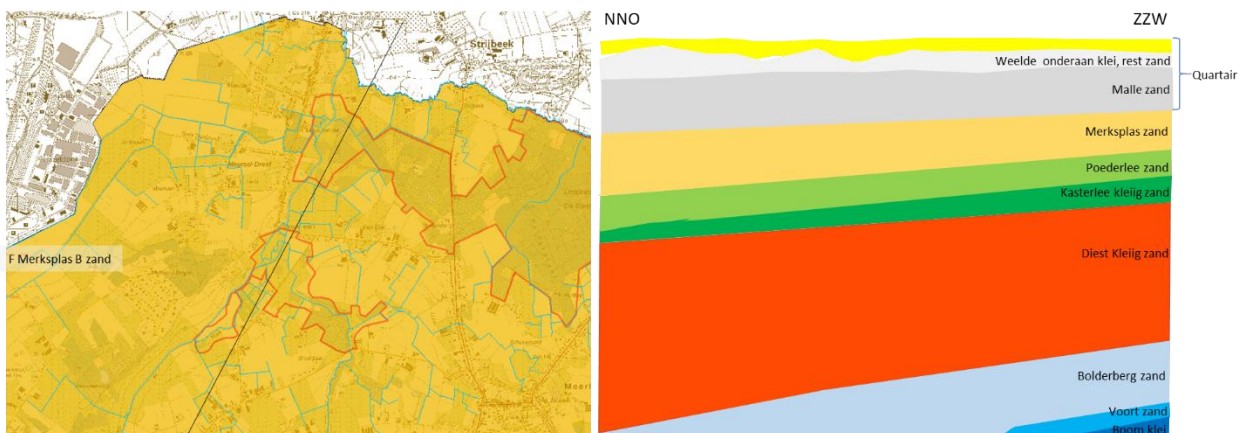


Figuur 254: Overzicht van de topografie voor de Markvallei te Meerle en detail met historische rabatten (rechts)

Dit beekdal werd dus erg grondig aangepakt. Er rest nog heel weinig tot nagenoeg niets meer van het originele valleisysteem. Op een paar percelen zijn de pre-20^e-eeuwse rabattensystemen nog bewaard gebleven (zie Figuur 254).

8.16.3 Geohydrologie

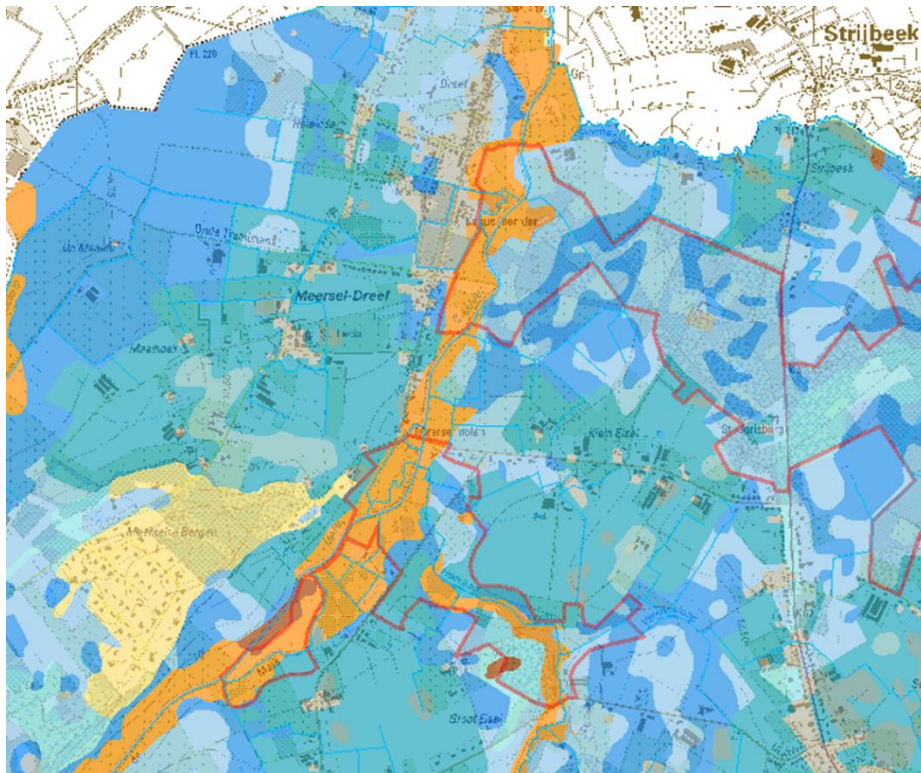
De ondergrond van dit gebied bestaat bovenaan uit een ca. 60 meter dikke quartaire afzetting (zie Figuur 255). Die is hier vrij complex van opbouw (Bogemans 2005), met onderaan de hoofdzakelijk zandige leden van Malle, en er boven de kleiiger afzettingen van Weelde. Beide leden samen maken de zgn. groep van de Kempen uit die verder naar het zuiden (op de zgn. microquesta van de Kempen – de waterscheiding tussen Schelde en Maasbekken) erg kleiig is. Hier, ruim 15 kilometer naar het noorden, zijn die kleiafzettingen discontinu en niet meer zo dik zijn. Tot slot wordt het geheel nog eens afgedekt met een laag dekzand en ter hoogte van de Markvallei uiteraard ook de soms meters dikke fluviatiele lemige zanden (Figuur 256). Er zijn nog een paar resten van veenafzettingen te vinden. Volgens de bodemkaart zijn die beperkt tot één klein gebiedje. In realiteit zijn er nog wat meer locaties te vinden.



Figuur 255: Dagzomende tertiair geologische laag ter hoogte van de Markvallei in Meerle (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)



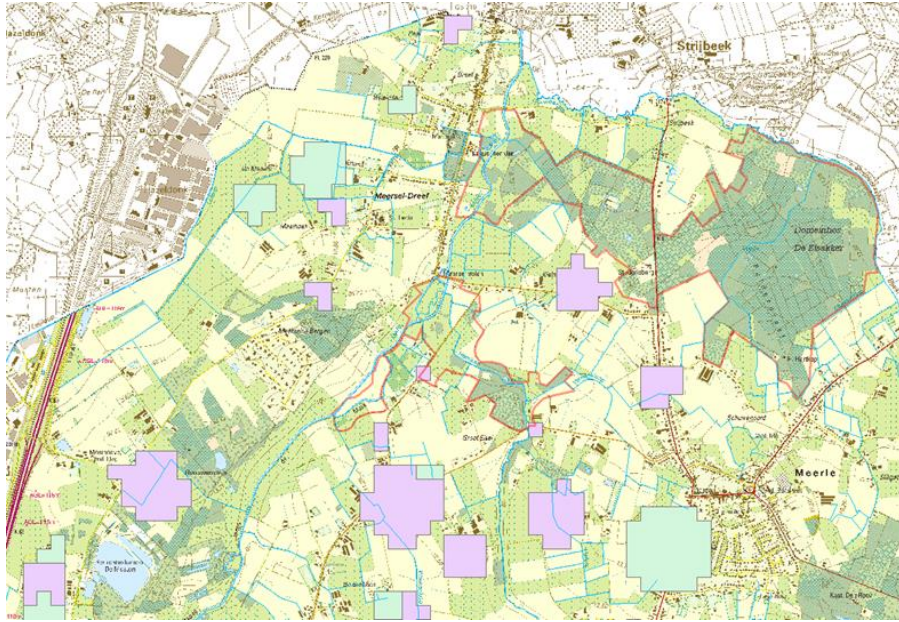
De tertiair geologische laag, die van belang is voor het hydrologische functioneren van dit gebied bestaat uit de Formatie van Merksplas B (gele kleur op Figuur 255 links). Hier gaat het over de grove, plaatselijk kalkrijke zanden waarin her en der wat kleinere kleilensjes voorkomen. Daaronder zit de Merksplas A-formatie waarin regelmatig ook kleinere en groter kleilenzen aanwezig zijn. Onder de formatie van Merksplas zitten nog (in volgorde van toenemende ouderdom) de schelp houdende zanden van Poederlee, de kleiige zanden van Kasterlee en Diest, de kwartzzanden van Bolderberg en de zanden van Voort. Onderaan, op meer dan 200 meter diepte al, zit de kleiformatie van Boom die het hydrologisch systeem onderaan begrenst. Al die lagen samen (vanaf de quartaire dekzanden tot aan de Boomse klei zijn hier te beschouwen als één (erg) dik hydrologisch systeem.



Figuur 256: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de Markvallei te Meerle

5-15 kilometer verder naar het zuiden, is er veel meer klei aanwezig in de quartaire afzettingen waardoor er daar sprake is van een complexer hydrologisch systeem.

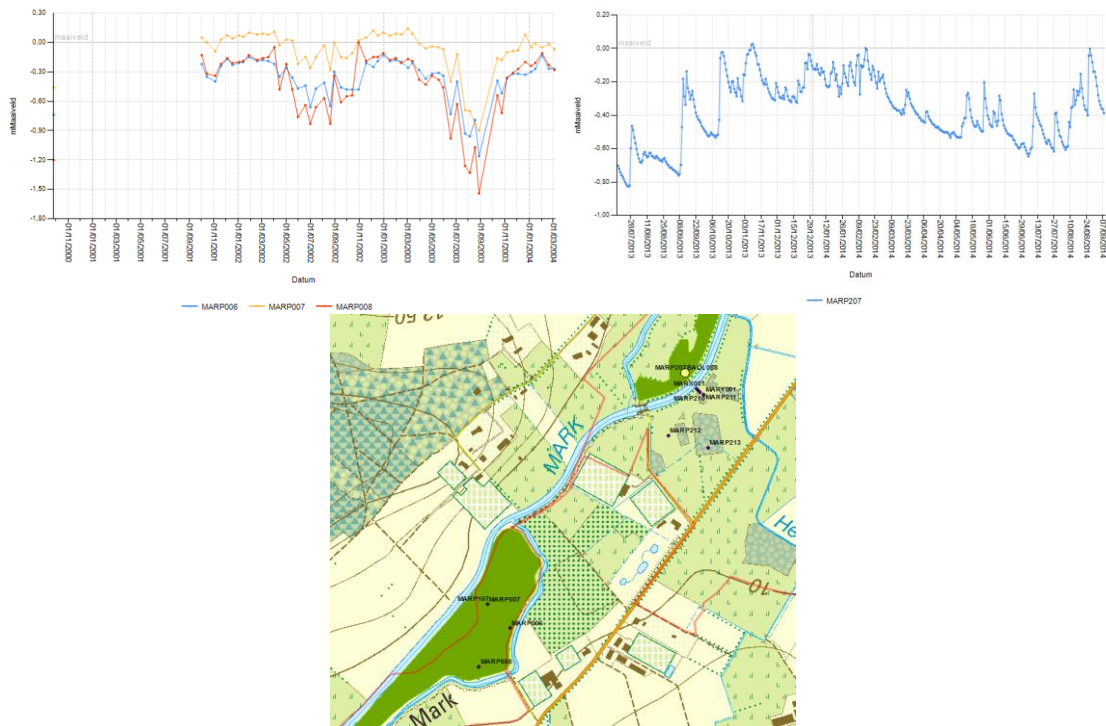
In het gebied zijn er geen grote grondwaterwinningen bekend, enkel een hele reeks kleinere 'beregeningswinningen' (zie Figuur 257)



Figuur 257: Schematische weergaven van de pompkegels (grondwaterstandsverlaging van 10 cm) van de vergunde grondwaterwinningen in de omgeving van het SBZ-H deelgebied Markvallei in Meerle

8.16.4 Grondwaterdynamiek

In het gebied (ook net ten zuiden van de SBZ-H-deelzone) werden in het verleden tijdens verschillende perioden en op verschillende locaties, grondwaterpeilen gemeten, in het kader van een aantal kortlopende projectjes. Een beperkte selectie van meetlocaties worden op dit ogenblik nog manueel bemeaten. Lange, ononderbroken tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen zijn er voor dit gebied niet beschikbaar.



Figuur 258: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m onder mv) voor de Markvallei (Meerle)

Uit de tijdreeks voor meetlocatie MARP207 (Figuur 258 rechtsboven) valt af te leiden dat het grondwaterregime hier sterk beïnvloed wordt door regenwater. Telkens er een betekenisvolle regenbui optreedt, schieten de grondwaterpeilen een paar tientallen centimeter naar omhoog om daarna snel weer te dalen. Dat resulteert in 'zenuwachtige' tijdreeksen. Dat is karakteristiek voor zandige substraten.

Afhankelijk van de locatie van het meetpunt in de vallei, staan de peilen in de winter gelijk met of net boven maaiveld (Figuur 258 linksboven). In de zomer echter, dalen ze tot minstens 60 cm onder maaiveld en doorgaans dieper. Dat is veel dieper dan kan verwacht worden van een Kempisch beekdal met kwel.

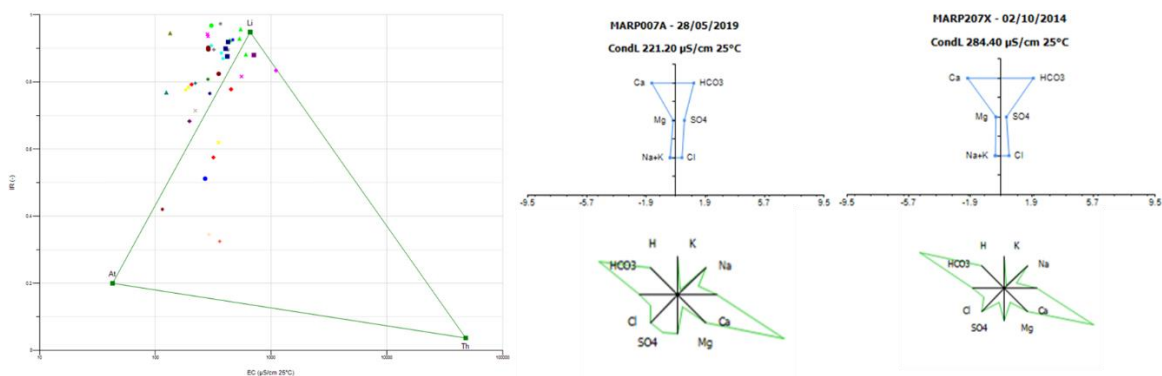
Er is hier dan ook sprake van algemene verdroging als gevolg van de rechtekking, verbreding en verdieping van de Mark vorige eeuw.

8.16.5 Grondwaterchemie

Er zijn, net zoals voor de grondwaterpeilmetingen, in dit gebied sporadisch chemische analyses op het grondwater gebeurt gespreid over een periode tussen 2004 en 2018. De samenvattende statistieken hiervan zijn te vinden in Tabel 33: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de SBZ-H deelzone Markvallei Meerle (voor de periode 2004-2019).

Tabel 33: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de SBZ-H deelzone Markvallei Meerle (voor de periode 2004-2019).

# = 41	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1100	7,8	580	37,68	0,970	1,52	1,390	120	57,6	29,6	44,2	164,0	27,45	26,10
90 percent	544	7,2	261	12,94	0,050	1,03	0,084	62	31,1	17,1	28,0	91,0	7,58	16,30
mean	355	6,6	154	3,36	0,059	0,38	0,080	26	16,4	9,7	7,4	51,3	4,75	4,96
10-percent	193	5,4	6	0,03	0,005	0,04	0,015	1	5,1	5,4	0,6	14,3	1,90	0,05
min	115	3,7	0	0,01	0,005	0,04	0,010	0	1,9	3,6	0,1	4,6	1,17	0,05



Figuur 259: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de Markvallei in Meerle

Naar analogie met andere SBZ-H-deelzones die voor hun grondwateraanvoer betreft, gevoed worden vanuit dezelfde geologische afzettingen (Kalmthout, Groot & Klein schietveld, Turnhouts Vennengebied, en ook het Merkske (Bottu et al 1988)) is geweten dat het grondwater hier in regel mineraalarm is. Hier in de Markvallei is het grondwater echter duidelijk mineraalrijk (Tabel 33). De gemiddelde waarde voor EC₂₅ zit rond 350 µS/cm, veel stalen overschrijden dat ruim. De lage EC₂₅ waarden zijn afkomstig van locaties aan de rand van de vallei in de richting van het landduinenmassief van het Rommensbos. Daar is duidelijk mineraalarm zgn. jong grondwater aanwezig. Het zijn de onderste punten in het EC-Ir-diagram. Ze neigen naar atmoclien water. Alle andere water dat onder de vorm van kwel aan de



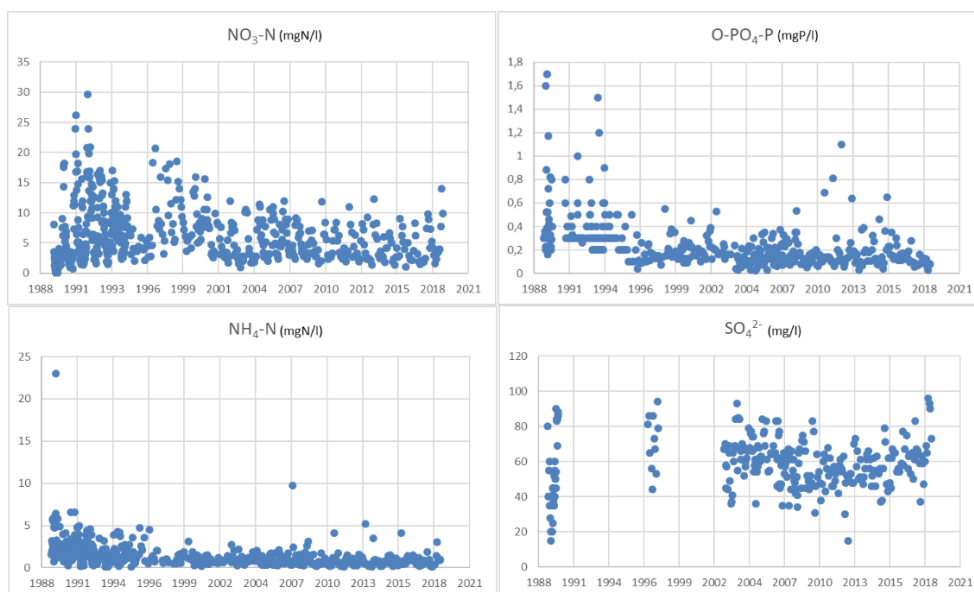
oppervlakte komt in de Markvallei, is zgn. lithoclien water. Karakteristiek hiervoor is de paddenstoelvorm van het Stiff-diagram of de vleermuisvorm van het Maucha-diagram (Figuur 259).

Dat zijn meteen ook de locaties waar ofwel aanrijking met nutriënten optreedt ofwel een andere vorm van vervuiling aan de orde is. De waarden voor orthofosfaat zijn op een aantal locaties (zoals het onder niet verstoorte omstandigheden hoort te zijn) onder de bepaalbaarheidsgrens, maar in de meerderheid van de gevallen zijn er (soms grote) aanrijkingen. De situatie schijnt in de laatste jaren echter te verbeteren. Hetzelfde geldt voor nitriet en nitraat. De sulfaatconcentraties zijn (niet extreem maar toch) verhoogd evenals bv. natrium en chloride. Al deze concentraties vertonen echter een dalende of in het slechtste geval een negatieve trend. De situatie inzake nutriëntenaanrijking via grondwater wordt dus beter, maar is nog steeds niet in orde.

8.16.6 Oppervlaktewater

De Mark is doorheen het ganse gebied rechtgetrokken, overgedimensioneerd en in verschillende stuwvakken gestuwd. Er blijft van het natuurlijke karakter van de waterloop nagenoeg niets meer over. In het gebied trad regelmatig "wateroverlast" op. Er is nog steeds sprake van frequente overstromingen. De chemische samenstelling van het oppervlaktewater is (ecologisch) ronduit slecht te noemen, en dat zowel voor wat de concentraties van stikstofverbindingen (nitraat en ammonium) als fosfaten en sulfaten betreft.

Uit de tijdreeksen van de concentraties voor die nutriënten in Figuur 260 blijken de concentraties van alle vier die stoffen verhoogd te zijn. Ze vertonen een stabiele of licht dalende trend, de spreiding van de concentratieschommelingen neemt wat af, maar vooral concentraties van orthofosfaat zijn en blijven flink verhoogd. Ook nitraat en ammonium concentraties blijven hoog. Overstromingen met rivierwater in combinatie met het verdroogde valleisysteem maar ook infiltratie van rivierwater naar het grondwater in de verdroogde vallei (zeker in de zomer) treedt momenteel op en zorgt voor nutriëntenaanrijking van dit gebied via oppervlaktewater.

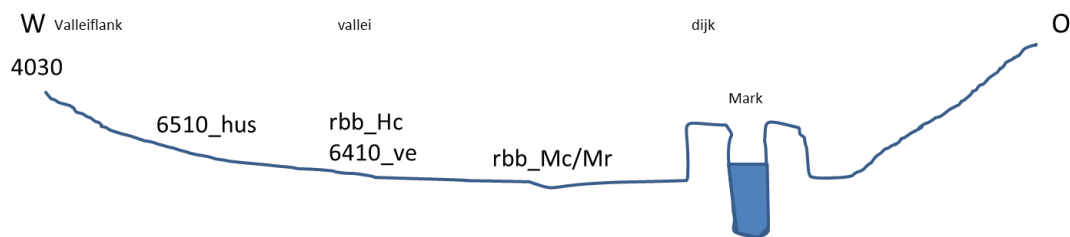


Figuur 260: Concentraties voor nitraat-, orthofosfaat-, ammonium- en sulfaatconcentraties in het rivierwater van de Mark aan de noordgrens van de SBZ-H deelzone Markvallei Meerle.

8.16.7 Vegetatiezonering

Normaal zou hier een vegetatiezonering verwacht worden die het midden houdt tussen die van een benedenloop van klassiek kempisch beekdal en dat van een alluviale vallei. Hier en daar zijn kleine fragmenten te vinden die daaraan herinneren.

Het gebied is actueel bekend als een van de laatste Vlaamse groeiplaatsen van grote pimpernel; Deze soort vindt haar hoofdverspreiding in soortenrijke glanshavergraslanden (6510_hus) maar wordt, in het oosten van België, Duitsland, Nederland, Engeland, ... ook in andere, 'naburige' vegetatietypen gevonden. Hoewel dit niet direct de meest geschikte standplaats lijkt voor glanshavergrasland (doorgaans worden die goed ontwikkelt gevonden op gronden met zwaardere texturen), ontwikkelt het type hier blijkbaar toch of zijn er restanten van bewaard gebleven, vermoedelijk omwille van het zandlemig karakter van de alluviale afzettingen hier.



Figuur 261: Schematisatie van de vermoedelijke vegetatiezonering in de Markvallei

Iets dieper in de vallei zijn her en der vegetatiefragmenten te vinden die doen denken aan dottergraslanden (rbb_Hc). Op basis van de normale grondwaterkwaliteit en naar analogie van andere resten van natuurgebieden in de onmiddellijke omgeving (Merkske) kan verwacht worden dat dit eigenlijk veldrusgraslanden moeten zijn (geweest?). Nog iets dieper in de vallei moeten dan grote zeggenvegetaties al dan niet met riet zijn voorgekomen. Momenteel zijn dat nitrofiële rietruigten.

Hogerop op de valleiflank, en zeker waar oude landduinen palen aan de vallei, zijn nog kleinere fragmenten van droge maar ook vochtige heide te vinden (4030/4010).

In de bossfeer wordt dat eikenberkenbos (9190) op de drogere delen en mesotroof elzenbroek (91EO_vm) in de vallei. Omwille van de aanrijking met nutriënten en de verdroging zijn deze laatste echter nagenoeg allemaal nitrofiel van karakter (en dus slecht ontwikkelt).

8.16.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: De volledige Markvallei is al tientallen jaren (begin 20^e eeuw) geleden zeer grondig heringericht, over een groot deel van de oppervlakte is het originele micro reliëf weggeveegd. De rivier werd verplaatst, verbreed, verdiept en in stuwvakken opgedeeld met structurele verdroging als gevolg.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: er wordt overwogen om het gebied her in te richten als overstromingsgebied, actueel treden er al regelmatig overstroming op, de frequentie, duur en diepte zullen meer dan waarschijnlijk nog toenemen. De oppervlaktewaterkwaliteit is slecht, bijgevolg zal overstromingswater ook voor aanrijking met nutriënten zorgen in de valleipercelen.



- Oppervlaktewater: de nutriëntenvrucht via oppervlaktewater (verspreid in het gebied via toenemende overstromingsincidenties, maar ook via infiltratie naar grondwater in het zomerhalfjaar) is hoog, zowel voor stikstof als voor orthofosfaat
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat en orthofosfaat is duidelijk het geval en verspreid over het ganse gebied
- iii. Grondwaterwinning: Neen – enkel kleine ‘beregeningswinnings’ maar naar alle waarschijnlijkheid niet betekenisvol hier
 - iv. Lokale drainage: In het gebied is veel ondergrondse drainage aanwezig op de percelen die intensief landbouwgebruik kennen (de meerderheid van de valleipercelen)
 - v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
 - vi. Meetnet: Ja maar niet continu bemeten. Er worden nog peilmetingen handmatig opgemeten op ANB-terreinen.

8.16.9 Relevante referenties

Bottu M-C., Buter C., De Blust G, Gladdines A, Hellemans K., Janssens C, Slembrouck J., Stappaerts H., Tetsch V., Van Damme M., Van Der Veken H. & Verhaert E. 1988
 Ecohydrologisch onderzoek van het Merkske stroomgebied: eindrapport: een hydrogeologisch en vegetatiekundig onderzoek ten dienste van het natuurbeschermingsbeleid. Benelux Economische Unie (Delft) Physical details: 86 ill.

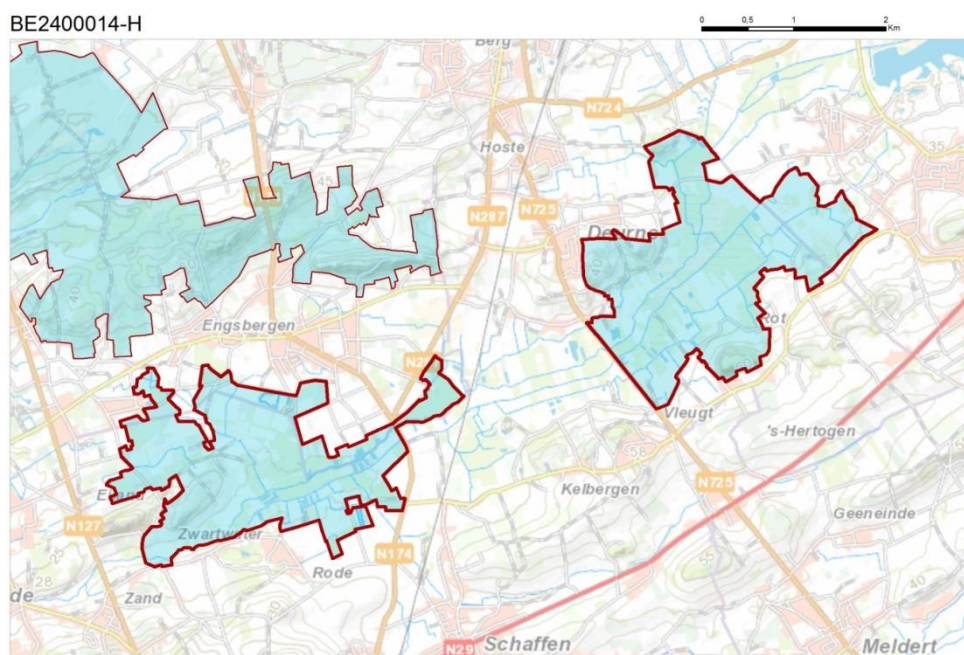
De Dobbelaer T., De Schrijver A. en Raman M. 2015 Onderzoek naar de potenties voor ontwikkeling van schrale soortenrijke graslanden in de Markvallei (Hoogstraten). Scenario's voor inrichting van zones rond de meander. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 INBO.R.2015.10352783.

Van Hoydonck G. 2003. Ecologische inventarisatie en visievorming: Stroomgebied van de Mark (Antwerpen). Haskoning, Mechelen

8.17 VALLEI VAN DE DRIE BEKEN BE2400014-H

8.17.1 Algemene situering

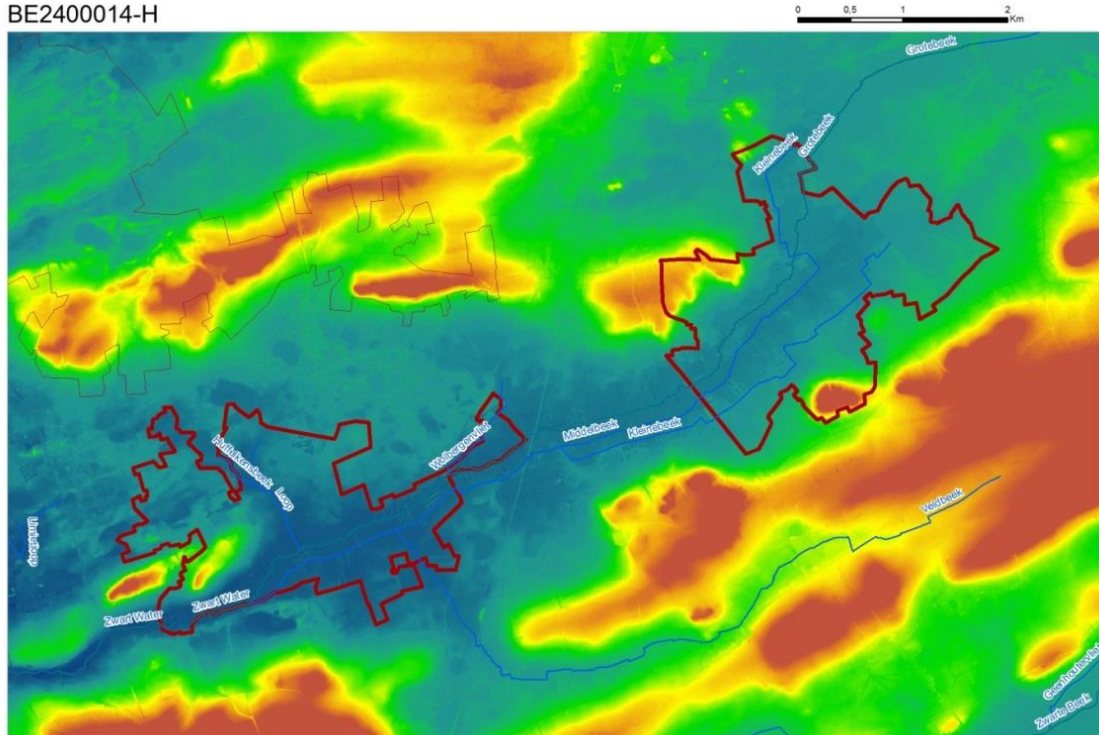
De SBZ-H-deelzone vallei van de drie beken ligt in het noordoosten van de provincie Vlaams-Brabant ten oosten van Diest, en het uiterste westen van de provincie Limburg. Het gebied is, helaas negatief, bekend als afvoerweg voor het erg zwaar vervuilde afvalwater van de industrie in Tessenderlo. De laatste jaren worden echter verschillende saneringen uitgevoerd en begint de geloosde vuilvracht aanzienlijk af te nemen. Dit SBZ-H deelgebied bestaat uit twee afzonderlijke polygonen terwijl het natuurgebied van de vallei van de Drie beken een veel ruimer gebied beslaat (de vallei loopt van het noordoosten naar het zuidwestwesten (zie bv de vorm van de veenafzetting in Figuur 264) waarin deze beide polygonen helemaal vervat liggen.



Figuur 262: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied van de Vallei van de Drie Beken

8.17.2 Topografie en Hydrografie

Net zoals dat voor Walenbos, Wijngaardberg, Beninckxberg, Demervallei het geval is, ligt deze deelzone midden in het gebied met Diestiaanheuvels. Dat is een mioceen zandbankenlandschap; een soort "gefossiliseerd" onderzeelandschap van parallelle reeksen van ZWW-NOO lopende zandbanken die zijn blijven liggen na het terugtrekken van de Diestiaanzee intussen zo'n 5.4 miljoen jaar geleden.

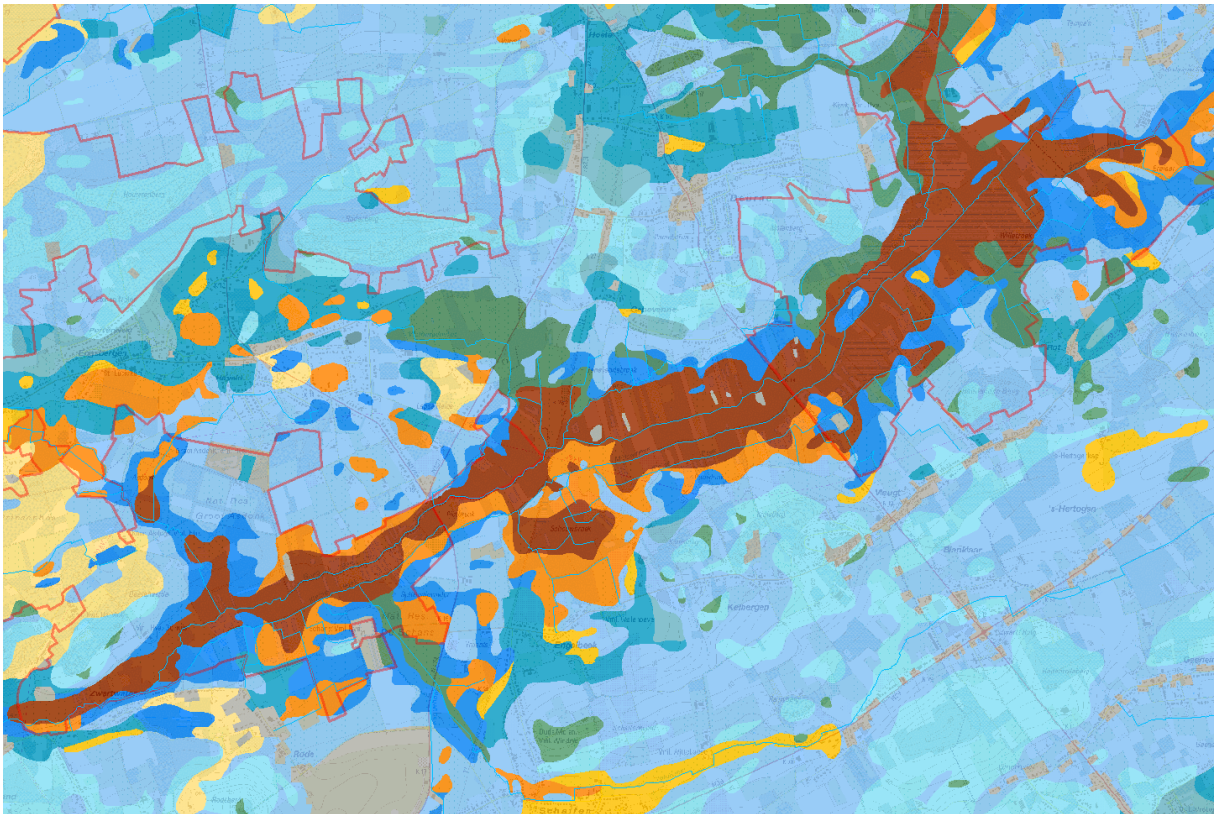


Figuur 263: Detailtopografie in de SBZ-H deelzone Vallei van de Drie Beken

Door oxidatie van de rijkelijk aanwezige ijzerhoudende kleimineralen in het kleiige zand, hebben zich op de kop van de heuvels limonietbanken gevormd die ervoor zorgen dat de voormalige zandbanken niet of slechts zeer traag eroderen. De depressies tussen die parallel lopende heuvelrijen zijn de zgn. 'valleien' van vandaag. Die 'valleien' zijn hier dus, anders dan in de meeste andere beekdalen elders in Vlaanderen, niet door de waterlopen 'uitgeschuurd'. Ze zijn het gevolg van zandbankvorming in intussen lang verdwenen ondiepe zeeën. Het topografische niveauverschil tussen de heuvels en de dalen (tussen de kop en de voet van de voormalige zandbanken zo je wil), is hier al wat kleiner dan in ditzelfde landschap ter hoogte van Aarschot; De vallei ligt op een hoogte van ca. 20 meter, de toppen van de heuvelrijen liggen op ca. 50 m TAW.

In de volledige vallei hebben uitgestrekte, aaneengesloten en soms meer dan 2 meter dikke veenafzettingen plaatsgevonden (zie Figuur 264).

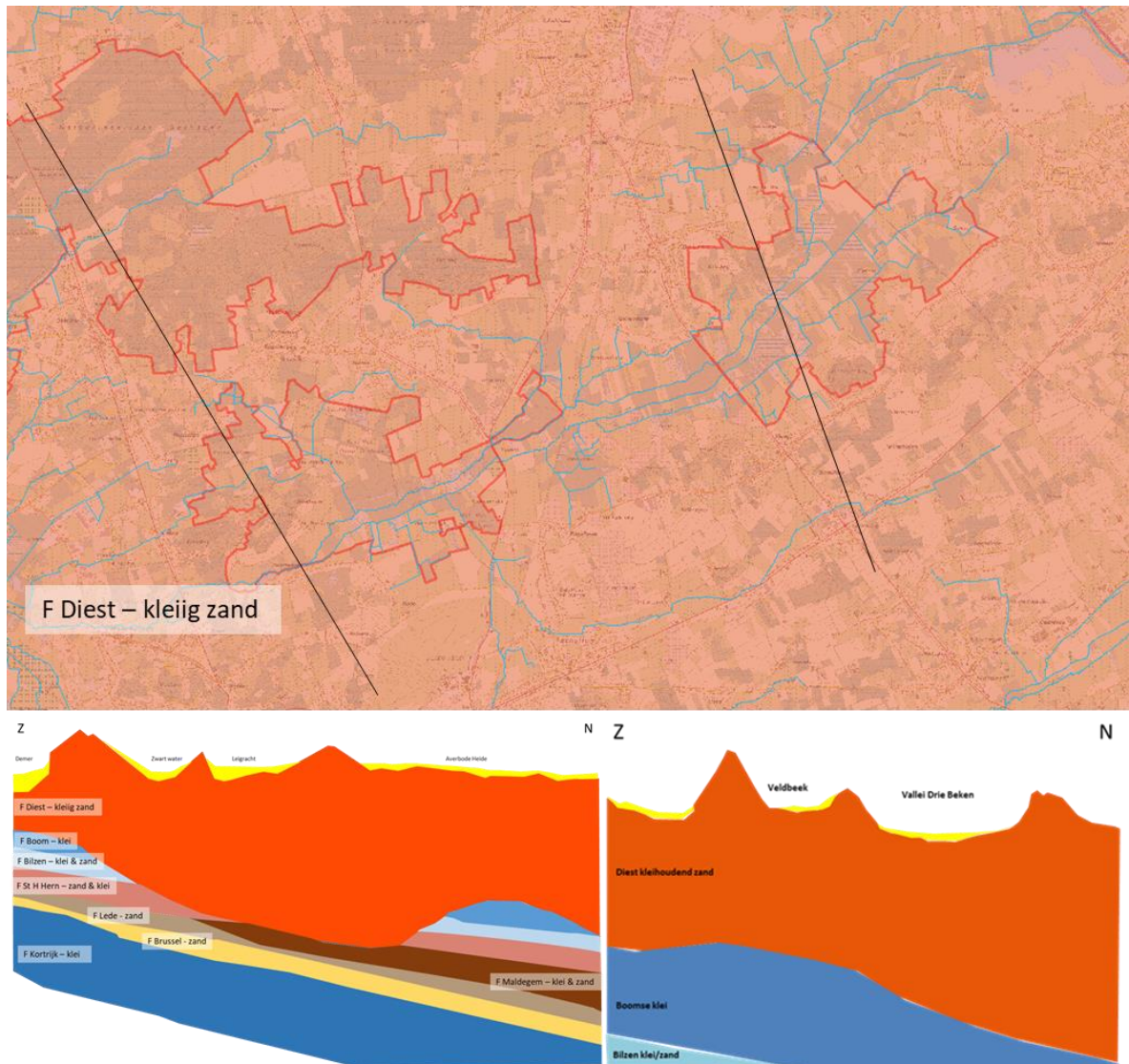
Gezien de zandige bodem van het rivierbekken (Grote, Middel- en Kleine beek) en het beperkte debiet, vindt er vrij weinig sedimenttransport plaats, waardoor dit beekdal geen alluviaal (overstromings-) maar een Kempisch beekdal karakter heeft. Alleen de Grote beek ligt vermoedelijk nog op haar oorspronkelijke locatie. De andere beken en het uitgebreide drainagenetwerk zijn door de mens aangelegde drainagekanalen, in de loop van de laatste paar honderd jaar.



Figuur 264: Detail van de Belgische bodemkaart in de omgeving van de vallei van de Drie Beken

8.17.3 Geohydrologie

Het gebied lijkt geohydrologisch (in bovenaanzicht) op het eerste zicht eenvoudig in mekaar te zitten. Het ligt midden in de uitgestrekte afzetting van de formatie van Diest (Figuur 265), onderaan is het hydrologische systeem ogenschijnlijk afgesloten door de klei van de formatie van Boom. Het quartaire dek is over het algemeen vrij dun en wordt in de ‘valleien’ (meestal grotere depressies tussen Diestiaanheuvellijnen) gedomineerd door de uitgestrekte veenafzettingen. Nauwkeurige analyse van de chemische samenstelling van het toestromende grondwater (zie verder) leert echter dat hier, tot op zeker hoogte vergelijkbaar met het Walenbos, het Kregelbroek in de Demervallei en het zuidelijke deel van de Demerbroeken (o.a. Kloosterbeemden) sprake moet zijn van twee watervoerende geologische afzettingen met verschillende mineralogie. Bovenaan zit inderdaad de vrij mineraalarme afzetting van de formatie van Diest en daaronder een opeenvolging van mineraalrijkere afzettingen (Formaties van St. Huibrechts-Hern, Lede en Brussel en deels ook de formatie van Maldegem). Het mineraalrijkere grondwater speelt duidelijk een rol in de stroomafwaartse polygoon van deze SBZ-H-deelzone. Voor zonering zie o.a. Figuur 267. Dat heeft met name te maken met het feit dat in de Boomse klei een Mioceen geul is geërodeerd (Figuur 265 onderaan links), waardoor er een soort “geohydrologisch venster” in de normaal gesproken ondoordringbare laag van Booms klei is ontstaan. Door dat venster kan gespannen grondwater uit het dieper gelegen watervoerende en mineraalrijkere pakket opstijgen dwars doorheen het grondwater uit de formatie van Diest om aan de oppervlakte nog meetbare invloed te hebben.



Figuur 265: Dagzomende tertiair geologische afzetting voor de ruime omgeving van de vallei van de Drie Beken (boven) met aanduiding van de ligging van de twee dwarstransecten (onder).

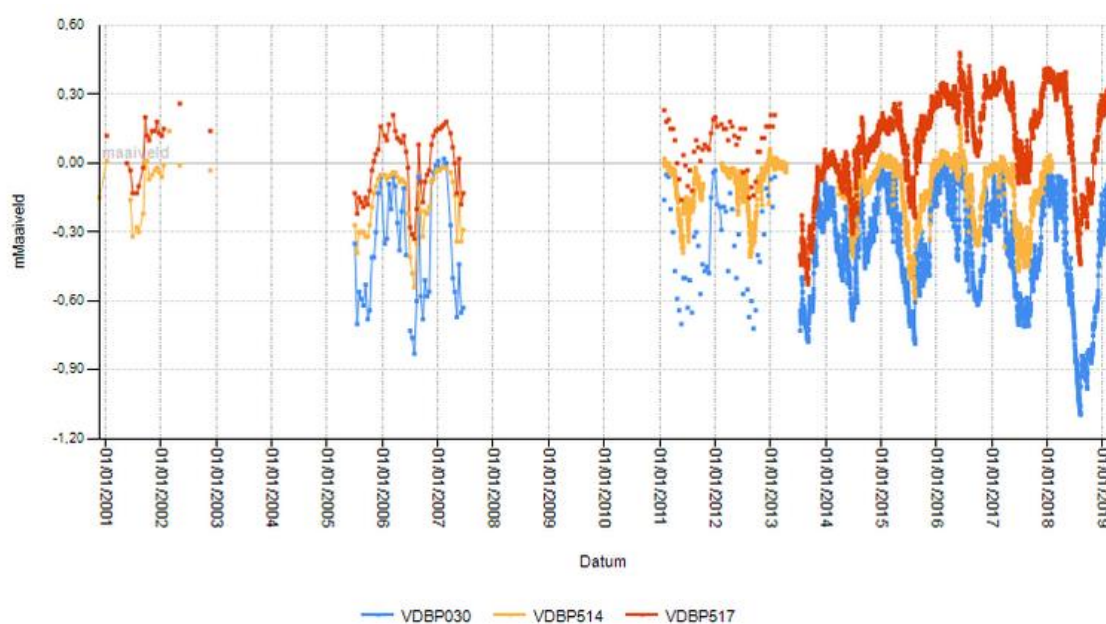
Die Miocene geul is ook terug te vinden onder bepaalde delen van het Walenbos, en aan de zuidrand van de Demervallei ter hoogte van Messelbroek (zie ook Figuur 267). In die zones is de dikke kleilaag van de formatie van Kortrijk de ondergrens van het hydrologische systeem. Verder naar het oosten is die geul niet meer aangetroffen. In die zones is de veel ondieper gelegen kleilaag van de formatie van Boom de hydrologische ondergrens.

8.17.4 Grondwaterdynamiek

Door het optreden van vrij grote hoeveelheden kwel (tot meer dan 20 l/m².dag), is de grondwaterdynamiek in een groot deel van de 'vallei' beperkt. De grondtafelschommelingen op jaarbasis zijn met andere woorden beperkt en de grondwaterpeilen zitten zeer dicht tegen, gelijk met of net boven het maaiveld. Dat zijn ideale omstandigheden voor de ontwikkeling van veenafzettingen. Die zijn doorsneden met een vrij dicht netwerk van drainagekanalen, -grachten en -greppels. De meeste beken zijn verlegd; men heeft destijds alles geprobeerd om deze vallei voor landbouw geschikt te maken en is daar (voor een bepaalde periode althans) in geslaagd. De laatste decennia (en vermoedelijk ook omwille van de zeer sterke vervuiling) is dat drainagenetwerk verwaarloosd en is de vallei geleidelijk aan terug natter geworden en nog



aan het worden. Toch speelt de impact van dit historische drainagenetwerk nog steeds. Drainage is meteen ook de reden waarom de zeer zware vuilvracht via het beekwater in het veenpakket kon doordringen. In 'normale' omstandigheden, t.t.z. bij een niet of veel minder gedraineerd Kempisch beekdal is er netto grondwaterstroming vanuit de valleipercelen naar de beken omwille van de (sterk) uittredende kwel. Door het aanleggen en onderhouden van een dicht drainagesetel wordt kwelwater afgevangen, zakt het grondwaterpeil voor een aanzienlijk deel van het jaar dieper weg onder maaiveld en kan beekwater/overstromingswater in de percelen infiltreren. In de vallei van de drie beken heeft dat gezorgd voor een zone van ca. 300 meter links en rechts van de beken waar de zeer zware vervuiling is doorgedrongen in het grondwater (zie § grondwaterchemie). De verwachting is dat bij het minder onderhouden en zelfs dempen van een deel van het drainagenetwerk, én bij een verminderde vuilvracht in de beken, het vervuilde grondwater uit het beekdal (uit de veenafzettingen) wordt weggeduwd door het veel zuiverder en opnieuw tot aan het maaiveld opstijgende kwelwater. Dat is een proces dat momenteel volop aan de gang is.



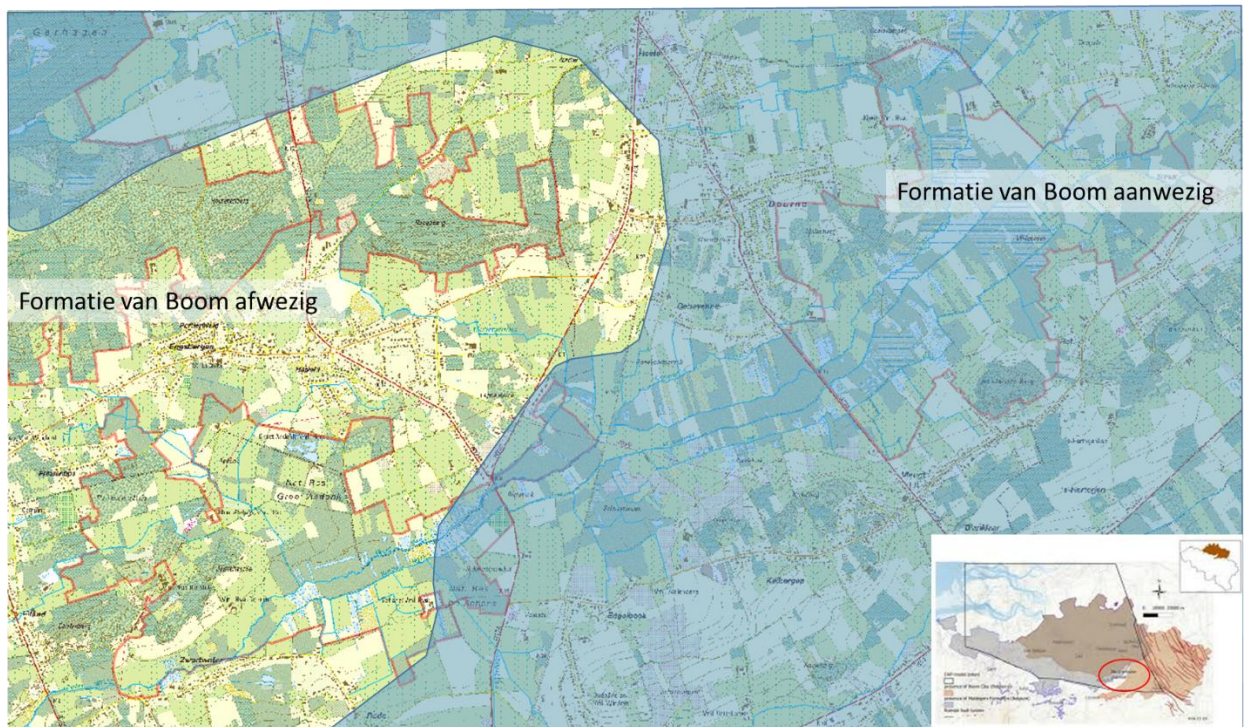
Figuur 266: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de vallei van de Drie Beken.

Op de illustratieve selectie van tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (Figuur 266) is het klassieke beeld van grondwaterdynamiek te zien zoals zich dat ook in andere Kempische beekdalen voordoet. Tegen de valleiflanken (bv. VDBP030), speelt kwel geen rol meer en zijn de schommelingen aanzienlijk veel groter dan in niet gedraineerde delen van de vallei (in het veenpakket bij voorbeeld ter hoogte van VDBP517, die verder weg ligt van drainagegrachten). Daar schommelen de peilen een 30-40 cm doorheen het jaar, en zakt het peil ca. 20 cm diep onder maaiveld in de zomer. Bij gedraineerde veenlocaties (zoals bv. VDBP514) zijn de schommelingen gelijk of een beetje groter maar zakt het peil weg tot 40 cm diep onder maaiveld in de zomer waardoor een groter deel van het veenpakket droog komt te liggen en kan mineraliseren, met vrijstellingen van nutriënten (en ook mineralen). Het is duidelijk dat vernatting in de vallei aan de gang is, maar het af en toe ruimen van grachten en greppels zet dat proces soms (doorgaans tijdelijk) terug.

8.17.5 Grondwaterchemie

Dit gebied is voor wat freatische grondwaterchemie betreft één van de best bemonsterde SBZ-deelzones in Vlaanderen, en dat zowel ruimtelijk als doorheen de tijd. Er zijn, qua 'natuurlijke'

mineraalrijkdom van het grondwater, twee zones te onderscheiden in dit gebied. Als gevolg van het optreden van een geohydrologisch “venster” in de Boomse klei (eigenlijk zitten bevindt dit gebied zich aan de uiterste noordoostkant van een Miocene erosiegeul doorheen de formatie van Boom), kwelt in het zuidwestelijke deel van de vallei van de Drie Beken een mix van mineraalarm Diestiaan- en mineraalrijker Brusseliaan (en Maldegem/St. Huibrechts Hern) water op. In het noordoostelijke deel is dat uitsluitend vrij mineraalarm Diestiaanwater (zie Figuur 267).



Figuur 267: Vermoedelijke zonering van minerale samenstelling van het uittredend grondwater in de vallei van de Drie beken. Het oostelijke deelgebied is onderaan afgesloten door klei van de formatie van Boom, het westelijke deelgebied niet (naar Vandersteen 2012)

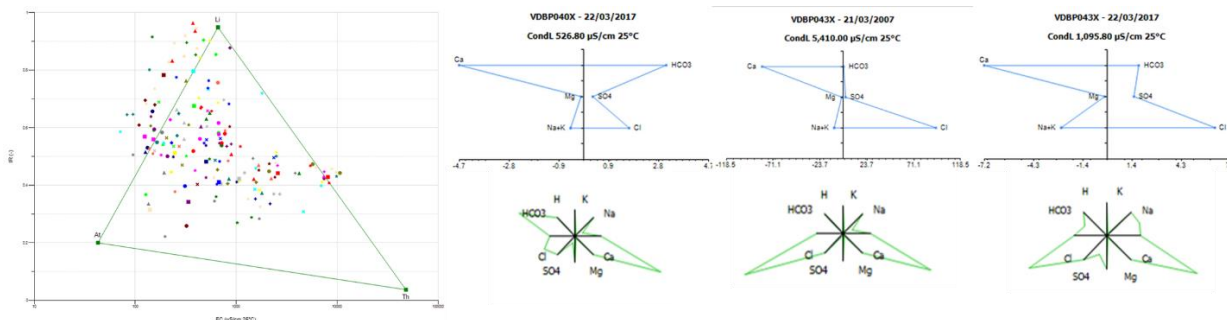
Dit gebied wordt echter ook gekenmerkt door een zeer hoge vervuiling van het grondwater als gevolg van massale, langdurige en actueel nog steeds optredende lozing van industrieel afvalwater waarin excessieve concentraties zitten van onder andere calcium- en natriumchloride en -sulfaten. Sinds een paar jaar is de situatie aan het verbeteren als gevolg van het terugschroeven van de uitermate zware vuilvrachten van (licht radioactieve) fosfaten, arseen, strooizouten. Hoewel de concentraties van zouten tegenwoordig met een factor 5-10 verminderd zijn, blijft de situatie echter nog steeds zwaar vervuild voor wat het grondwater betreft. Destijds was het “fenomenaal” zwaar vervuild, vandaag is het hier “gewoon” zwaar vervuild.

Hoewel dit een Kempisch beekdal is dat zeker in het oosten, gevoed wordt met mineraalarm grondwater, is een gemiddelde EC_{25} van meer dan $1300 \mu S/cm$ bijzonder hoog (zie Tabel 34), zelfs als er in het westen grondwater vanuit de formatie van Brussel bij komt (vergelijk de waarde met bijvoorbeeld de vallei van de Dijle of het Hallerbos waar enkel mineraalrijk Brusseliaanwater uittreedt. Daar is de gemiddelde $EC_{25} \sim$ respectievelijk 620 en $660 \mu S/cm$. Zelfs in het zeer kalkrijke Torfbroek (opnieuw uitsluitend Brusseliaanwater) bedraagt de gemiddelde EC_{25} “slechts” $990 \mu S/cm$. Met andere woorden: de natuurlijke verschillen in grondwatersamenstelling worden (vandaag nog steeds) uitgevlakt door de vervuiling van het oppervlakte- en het grondwater.



Tabel 34: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het de vallei van de Drie Beken (periode 2001-2017).

# = 191	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	10620	7,2	663	9,45	0,231	5,62	0,849	286	4200,7	273,1	101,0	2134,4	56,84	480,00
90-percen	2615	6,7	170	0,61	0,028	1,71	0,092	117	1900,0	102,0	24,1	900,0	16,04	86,00
mean	1362	6,0	76	0,45	0,016	0,68	0,046	59	469,2	37,5	11,2	223,6	8,46	38,40
10-percen	148	4,6	6	0,04	0,005	0,08	0,005	5	11,7	5,2	2,4	12,7	1,70	0,36
min	71	3,2	1	0,01	0,005	0,02	0,001	0	2,3	2,6	0,5	3,9	0,95	0,05



Figuur 268: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Drie beken

De EC₂₅, natrium, calcium, chloride en sulfaatconcentraties benaderen deze van zeewater. Ook voor oppervlaktewater was dat het geval. Qua nutriëntenvervuiling valt voornamelijk op dat zowel de wateroplosbare fosfaten als stikstof (nitraat, nitriet en ammonium) over het algemeen gesproken vrij goed tot uitstekend zijn, maar dat er lokaal nog een aantal (soms grote) problemen blijven bestaan. Omwille van de hoge sulfaatconcentraties in het grondwater als gevolg van de (deels historische) vervuiling, lijkt het hier niet mogelijk om te achterhalen of er ook aanvoer is van sulfaten via grondwater, als gevolg van infiltratie van nitraat van onder landbouwpercelen in het infiltratiegebied van het grondwater.

8.17.6 Oppervlaktewater

In het begin van de 20ste eeuw was de oppervlaktewaterkwaliteit in de Vallei van de Drie Beken nog heel goed geweest zijn. Sinds de bouw en het operationeel worden van de chemische industrie in Kwaadmechelen en Tessenderlo (de vestiging TC Ham) einde van de jaren 20 van de vorige eeuw al), zwemt er geen vis meer in de beken en is er zelfs een gedocumenteerd voorval van een zwemmer die brandwonden opliep bij het zwemmen (Mertens et al 2008).

Tabel 35: Samenvattende statistieken van de samenstelling van het oppervlaktewater in de Vallei van de Drie beken

#54	EC25	pHF	HCO3	P-PO4	N-NO2	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	25900	7,3	539	5,960	0,152	5,27	59,10	430	10000,0	560,0	37,4	8000,0	39,00	57,00
90-percent	13664	7,0	84	0,092	0,128	3,19	4,57	151	5739,0	237,0	31,7	3212,5	27,07	37,30
mean	3896	6,5	71	0,276	0,061	1,15	3,91	69	1798,8	96,2	13,7	1075,8	10,49	13,50
10-percent	193	6,0	6	0,010	0,037	0,04	0,57	14	34,9	10,8	5,2	17,0	2,73	0,63
min	6	5,7	6	0,004	0,005	0,04	0,03	3	6,6	5,1	4,5	14,0	2,00	0,25

In het oppervlaktewater is, ter hoogte van een aantal peilschalen in de SBZ-H-deelgebieden eveneens bemeaten de voorbije decennia. Hier is, vergelijkbaar met het grondwater eveneens een vergelijkbare zeer zware vervuiling te zien. Die vervuiling wordt via het oppervlaktewater aangevoerd en verspreid zich in de vallei via infiltratie (omwille van het drainagenetwerk). Recent zijn de vuilvrachten aanzienlijk gedaald waardoor de zeer extreem hoge vuilvrachten

niet meer gemeten worden, maar ondanks die inspanningen blijft de vervuiling van oppervlaktewater in dit gebied aanzienlijk.

Bovendien dringt deze vervuiling via de Hulpe tot ver stroomafwaarts buiten dit SBZ_H-deelgebied door tot grote delen van de Demerbroeken in Zichem. Daar komt de Hulpe in de Demer terecht. Bij piekafvoeren en de daaruit voortkomende overstromingen van de Demer zijn grote delen van die vallei (tot voorbij Rillaar vervuild met zware metalen (vnl. arseen), radioactief fosfaat en minerale zouten).

8.17.7 Vegetatiezonering

Net zoals voor andere Kempische beekdalen (zie bv. Zwarte beek) zit de vegetatiezonering hier vrij eenvoudig in elkaar. In de open sfeer zijn dat kleine zeggenvegetaties (7140_meso) in het vlakke, door veen ingenomen deel van de vallei, indien het drainagenetwerk afwezig, niet meer onderhouden of verwijderd is. Waar het veen aan de randen van de afzettingen geleidelijk dunner wordt, komen veldrusgraslanden/vochtige heischrale graslanden voor (6410_ve/6230_hmo). Indien het drainagenetwerk nog functioneel is (aanwezig en onderhouden), mineraliseert het veen. Daardoor worden grote hoeveelheden nutriënten en mineralen vrijgesteld. Als gevolg daarvan veranderen de kleine zeggenvegetaties in dottergraslanden (rbbhc).

In de gesloten sfeer ontwikkelen op in regel mesotrofe elzenbroekbossen (91EO_vm), en in de verdroogde vorm is dat verruigd elzenbroek (niet het ruigte-elzenbroek (91EO_vn), maar een nitrofiële, verstoorde vegetatie). In de vallei van de Drie beken worden in grote delen van het terrein de drainagegrachten niet of veel minder onderhouden dan eertijds het geval was. Door de verdroging die voorafgegaan is aan deze recente, nattere situatie zijn de veenafzettingen ingeklonken. Vernatting zorgt er dan voor dat het grondwaterpeil gedurende een groot deel van het jaar boven maaiveld uitstijgt. Niet zelden sterven de bossen dan af en worden ze vervangen door wilgenstruweel (rbbsf). Dat is eigenlijk een “normale” (te verwachten) stap terug in de verlandingsuccessie.

Aan de randen van de vallei of op de sporadische zandige opduikingen midden in de veenafzettingen schommelen de grondwaterpeilen meer en zit het peil ook dieper onder maaiveld. Hier zijn de omstandigheden goed voor de ontwikkeling van heischrale graslanden(6230_Hmo) of struisgrasland (6230_ha). Door bemesting uit het vroegere (of soms nog actuele) landbouwgebruik zijn deze gemeenschappen echter meestal vervangen door beemdgras-raaigraslanden al dan niet overgaand naar witbolgraslanden. Nog hoger op de helling is op een aantal plaatsen vochtige (4010) en droge heide (4030) te vinden. In de bossfeer ontwikkelt zich hier eikenberkenbos (9190).

Over het algemeen situeert deze deelzone zich topografisch gezien vrij ‘laag’ in het beekdalsysteem, t.t.z. het echte dalhoofd zit ettelijke kilometers meer naar het oosten. Het toestromende mineraalarmere grondwater dat bij dat deel van het beekdal hoort (zie ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen van bv. de vallei van de Zwarte beek en Liereman) is hier slechts sporadisch aan de rand van de vallei aan te treffen. Daar komen dan oligotrofe elzen-berkenbroek(91EO_oli) strookjes voor.

8.17.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: treden sporadisch op maar zijn niet de belangrijkste bron van vervuiling



- Vervuild oppervlaktewater: qua nutriënten voornamelijk (grote hoeveelheden) orthofosfaat mee, stikstofvruchten vallen in regel zeer goed mee, maar er zijn nog sporadisch lozingspunten met huishoudelijk afvalwater waar hoge nitraatconcentraties in gemeten worden. De belangrijkste zorg is hier de zeer zware vuilvrucht van zouten, zware metalen en fosfaten afkomstig van grote industriële lozingen (recent wordt er gewerkt aan een reductie hiervan, met eerste merkbare resultaten, maar zeker nog niet voldoende)
 - Grondwater – is in belangrijke delen van de vallei zwaar vervuild door de enorme industriële lozingen van zwaar vervuild water. Omwille van drainage kan (deels kon) de vervuiling vanuit de waterlopen in de percelen doordringen. Aanvoer van nutriënten via grondwater wordt grotendeels gemaskeerd omwille van de zware vervuiling van het grondwater via infiltratie met sterk vervuild oppervlaktewater.
- iii. Grondwaterwinning: n.v.t.
 - iv. Lokale drainage: door uitgebreid drainagenetwerk is een deel van het veenpakket hier veraard, de vegetatie verzuimd is de vervuiling van het oppervlaktewater doorgedrongen in de percelen via het grondwater. Het drainagenetwerk wordt de laatste jaren veel minder sterk onderhouden waardoor soms sterke vernatting optreedt met bijhorende vegetatiesterfte (terugzetten van de verlandingsuccessie)
 - v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
 - vi. Meetnet: Ja maar vroeger sporadisch bemeten, en sinds 2 jaar operationeel gemaakt (INBO-ANB)

8.17.9 Relevante referenties

Butaye, J.; Lambrechts, J.; Gabriëls, J. & Hermy, M. 2003. Studie van het abiotisch en biotisch milieu in de Vallei van de Drie Beken. KU Leuven; Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap: 167 pp + bijlagen

Haskoning 2004 Kalibratie grondwatermodel Winterbeek

Mertens, W.; Huybrechts, W.; Scheers, H. 2008. Vallei van de Drie Beken: watersysteem en ecologie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 2008 (22)

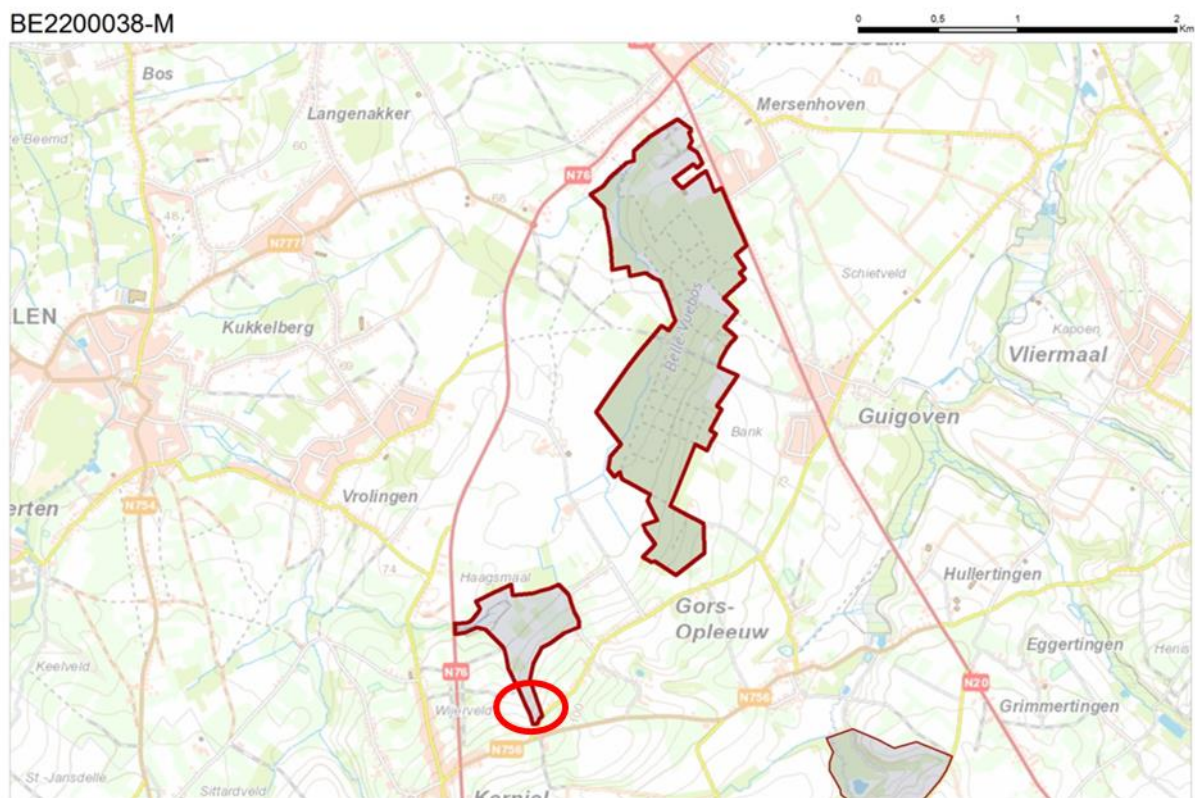
Vandersteen K., Gedeon M., Rogiers B. 2012. Transient model of the confined aquifers below the Boom Clay: 2011 update. Regional Hydrogeological Modelling of the Mol Site.- Mol, Belgium: SCK-CEN, 2012.-133p.

9 ECOHYDROLOGISCH TYPEVOORBEELD “BRONGEBIED”

9.1 JESSEREN – OPLEEUW BE2200038-M

9.1.1 Algemene situering

De SBZ_H-deelgebieden van het gebied “BE2200038 bossen en kalkgraslanden van Haspengouw” zijn qua ecohydrologisch systeem bijzonder divers en onder te verdelen in verschillende types. Slechts een zeer klein deel van dit SBZ-H-gebied is qua ecohydrologisch functioneren grondig bestudeert, beschreven en begrepen. De deelpolygoon waar het hier over gaat, omvat een klein graslandrelictje dat is gelegen op zo’n 3 kilometer ten noordoosten van het centrum van Borgloon (rood omcirkeld deel in figuur 1). Het gebied was tot voor kort grotendeels onder intensieve landbouwuitbating; enkel de terreinen die te steil en/of te nat waren, werden niet geëxploiteerd als akkers, die kleine terreintjes zijn onder bos (populieraanplanting) of onder weilanduitbating gebleven. Eén graslandperceeltje van een halve hectare werd vermoedelijk in de voorbije decennia (eeuwen?) nooit bemest en is uitermate soortenrijk, ook omwille van de erg gradiëntrijke situatie.



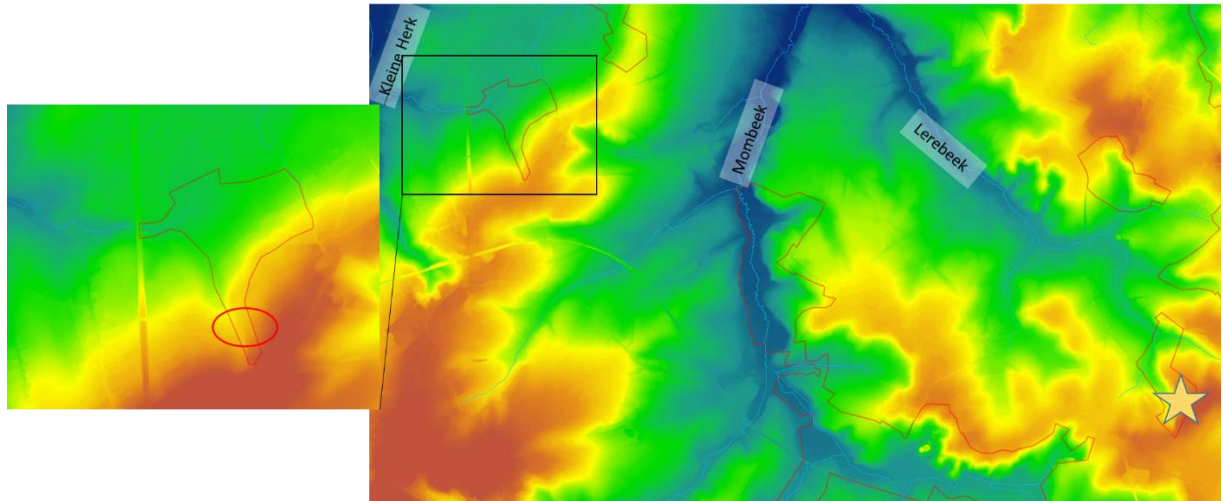
Figuur 269: Situering van de SBZ-H-deelzone Jesseren-Opleeuw (met aanduiding van het grasland met bron – rode cirkel)

9.1.2 Topografie en Hydrografie

Deze SBZ-H-deelzone is gelegen tegen een topografisch sterk gekartelde uitstulping van de noord-'flank' van het zuidelijker gelegen 'droog Haspengouw'. Dat is een door rivieren



doorsneden 'steilrand' die de scheiding vormt tussen vochtig en droog Haspengouw. Deze uitstulping wordt aan de westzijde begrenst door de vallei van de Kleine Herk en aan de oostzijde door de vallei van de Mombeek. Het ligt op de west geëxposeerde flank (in de richting van de vallei van de Kleine Herk) van een bronbeekje net op die Haspengouwse steilrand. Op het terrein zijn nog restanten van oude drainagegreppels te vinden waarbij geprobeerd werd om het zompige bronterras droger te maken. Onderaan de helling komt nog een bronbeekje vanuit het zuiden dat wat verder naar het noorden in de Vloedgracht stroomt, op zijn beurt weer een zijbeekje van de Kleine Herk.



Figuur 270: Detailtopografie rond het soortenrijk graslandje met bronnen in Jesseren (rode cirkel) en de locatie van een vergelijkbaar gebied (gele ster rechts onderaan in Riksinghen)

De aanwezigheid van het bronniveau op dit perceel heeft er voor gezorgd dat er een soort bronterras is ontstaan. Door het millennia-lange uittreden van het bronwater is de bodem op deze steilrand permanent zompig en is die meer dan waarschijnlijk regelmatig beginnen schuiven, waardoor halverwege de helling een zompig tussenterras is ontstaan. Natuurgebieden met bronnetjes met een exact vergelijkbare geohydrologische setting zijn doorheen Haspengouw op tal van plaatsen te vinden. Eén ervan is te zien op rechts onderaan op Figuur 270, gelegen in het SBZ-H deelgebied van Riksinghen.

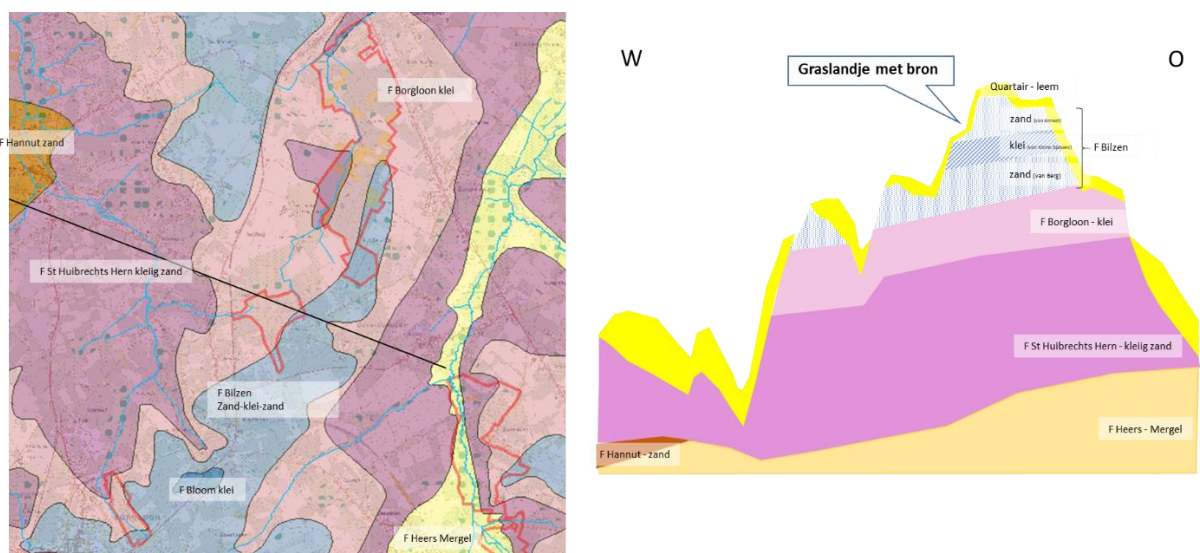
9.1.3 Geohydrologie

Deze regio heeft veruit de meest diverse geologie van Vlaanderen. Omwille van de topografie en de aanwezigheid van veel rivieren en beekjes die dwars door de vele opeenvolgende geologische lagen zijn geërodeerd, zijn er hier op korte afstand bijzonder veel verschillende tertiair geologische lagen die dagzomen. Figuur 271 geeft daar een goede eerste indruk van. Alle tertiaire afzettingen hellen zachtjes af in noordwestelijke richting.

Overal in deze streek komen, schijnbaar her en der verspreidt, vele tientallen grotere en kleinere bronnetjes voor. Het water uit de bronnetjes op dit terrein is, net zoals op vele andere plaatsen in dit SBZ-H-gebied, afkomstig uit de watervoerende, vroeg Oligocene formatie van Bilzen. De formatie is op haar beurt weer op te splitsen in drie onderscheiden laagjes elk met hun eigen specifieke granulometrische samenstelling en specifieke naam. Van boven naar onder zijn dat het zand van Kerniel, de klei van Kleine Spouwen en onderaan het zand van Berg. De formatie van Bilzen wordt in deze regio soms nog afgedekt met Boomse klei. Hier zijn dat slechts kleine restantjes van wat meer noordelijk in de Kempen de ondergrens vormt van het hydrologische systeem in veruit de meerderheid van alle Kempische natuurgebieden. Hier in Haspengouw speelt ze echter geen rol van betekenis meer, omdat ze in de loop van de

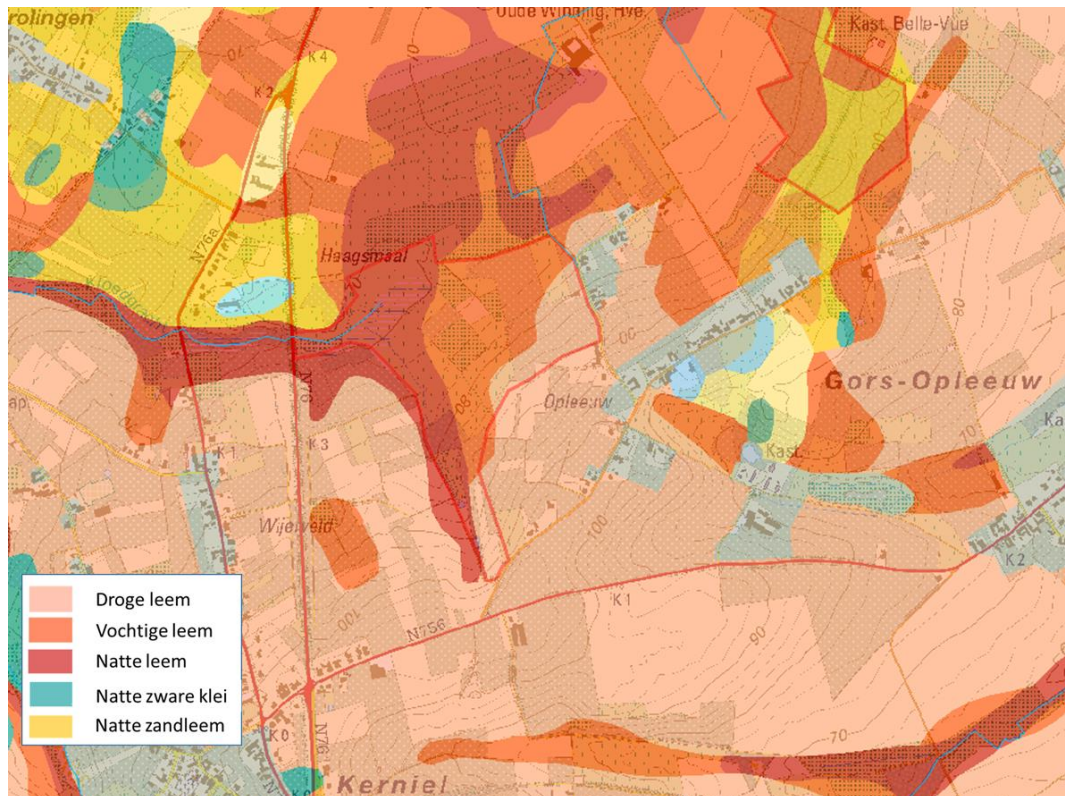
voorbij millennia grotendeels is weg geërodeerd, op die enkele kleine vlekjes na. Gezien het diep insnijden van de rivieren hier, is ook de formatie van Bilzen hier “versneden” tot vrij kleine grillig gevormde “eilanden (eilandjes eigenlijk). Ter hoogte van het graslandje met de bronnetjes in Gors-Opleeuw/Jesseren heeft zo een “Bilzen-eiland” een oppervlakte van ca. 600 ha. Het is ZZW-NNO georiënteerd. In het zuiden van het “eiland” ligt de oude stadskern van Borgloon. Het eiland bereikt daar een breedte van ca. 2.3 km. Ter hoogte van het studiegebied heeft het een breedte van 700 meter. Verder naar het NNO wordt het nog smaller en verdwijnt het helemaal. Daar en overal rond dat “eiland” is de geologische afzetting zoals gezegd gewoon weg geërodeerd. De topografie van het actuele landschap is van dien aard dat op tal van plaatsen de erosie dwars door de hele formatie van Bilzen is gesneden, waardoor de drie lagen waaruit deze formatie is opgebouwd als het ware “zweven”, of toch zeker geïsoleerd liggen bovenop de onderliggende geologische afzettingen. Het zand van Kerniel, het bovenste deel van de formatie van Bilzen, heeft een hoge hydraulische geleidbaarheid en is verantwoordelijk voor het water dat uit de “hangende” bronsystemen stroomt. Het bestaat uit fijne witte zanden waarin wat fijne kleilaagjes voorkomen (Laga et al. 2001). De daaronder liggende kleilaag (van Kleine Spouwen) is slechts een paar meter dik en situeert zich halverwege de hellingen. De formatie van Bilzen rust op een zuidelijke uitlopers van de kalkrijke formatie van Borgloon, een ca. 10-15 meter dik, eveneens vroeg oligoceen kleipakket (niet watervoerend uiteraard). Daaronder zitten de kleiige zanden van St. Huibrechts Hern. Nog dieper zitten vervolgens de formaties van Hannut en de mergel van Heers. In het functioneren van het bronniveau van dit gebiedje zijn alleen de bovenste twee lagen (laagjes) van belang.

De randen van het “eiland” zijn diep gekarteld. In zowat elke concave deuk van het reliëf is hier een bron met aansluitend bronbeekje te vinden, ten minste aan de noordwestzijde van het eiland. Dat heeft te maken met de noordwestelijke helling van de afzettingen. Het watervoerende pakket (zand van Kerniel) is ter hoogte van het grasland in kwestie slechts een paar meter dik. Het uittredende grondwater sleurt zandig materiaal mee en duwt het bovenliggende quartaire dek mee vooruit. In de loop der tijd wordt dat materiaal zelfs met de kleine hoeveelheden uittredend bronwater, bergafwaarts afgevoerd. Hierdoor ontstaan er vlakke en soms brede bronterrassen (zoals bijvoorbeeld in Riksingen), bovenop de kleilaag.



Figuur 271: Tertiair geologische afzettingen onder het SBZ-H deelgebied van Jesseren-Opleeuw (links) met indicatie van de ligging van dwarsdoorsnede (rechts)

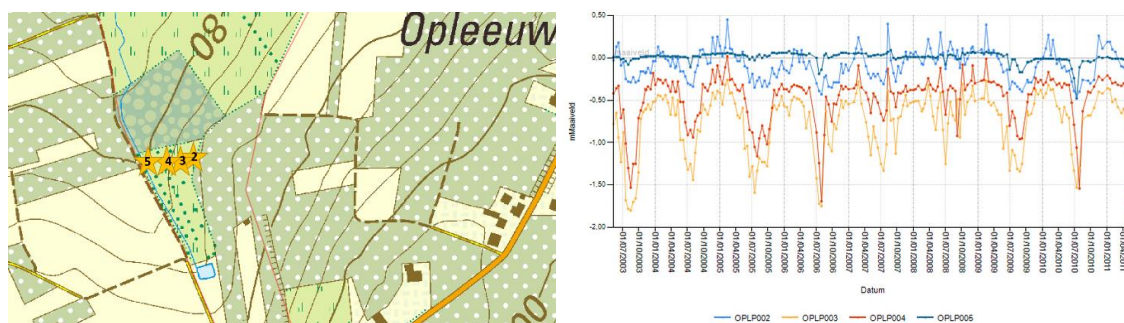
De bodem bestaat hier nagenoeg uitsluitend uit een dik leemdek (Figuur 272). Op de hellingen en steilrand is dat quartaire dek dikwijls weggeschoven om dan onderaan de helling als colluviaal materiaal opgestapeld te liggen.



Figuur 272: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Gors-Opleeuw.

9.1.4 Grondwaterdynamiek

Er zijn grote verschillen in grondwaterdynamiek op een kleine afstand. In Figuur 273 worden tijdreeksen weergegeven van 4 piëzometers die op een raai staan vertrekkend in het bronniveau (OPLP002, naar de zone net onder het bronniveau (OPLP003) en de meetpunten OPLP004 en 5 lager op de helling. De afstand tussen de eerste (hoogstgelegen) en de laatste (laagstgelegen) meetpunt bedraagt slechts 40 meter (het topografisch niveauverschil bedraagt over diezelfde afstand 5 meter vertrekkend van 85 m TAW en eindigend op 80 m TAW).



Figuur 273: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in Jesseren tussen 2003-2011

OPLP002 staat in het bronniveau, de schommelingen op jaarbasis zijn klein; ze bedragen ca. 30 cm. OPLP003 meet eigenlijk het grondwaterpeil net onder het bronniveau. De buis staat pal op de (booms) kleilaag waarop nog wat lemig colluviaal materiaal ligt. Het grondwaterpeil staat

daar meer dan een halve meter onder maaiveld en schommelen meer dan een meter (tot een maximale diepte van meer dan 1.5 meter onder maaiveld). Onderaan de helling stagneert het bronwater om in noordelijke richting verder af te stromen (OPLP005)

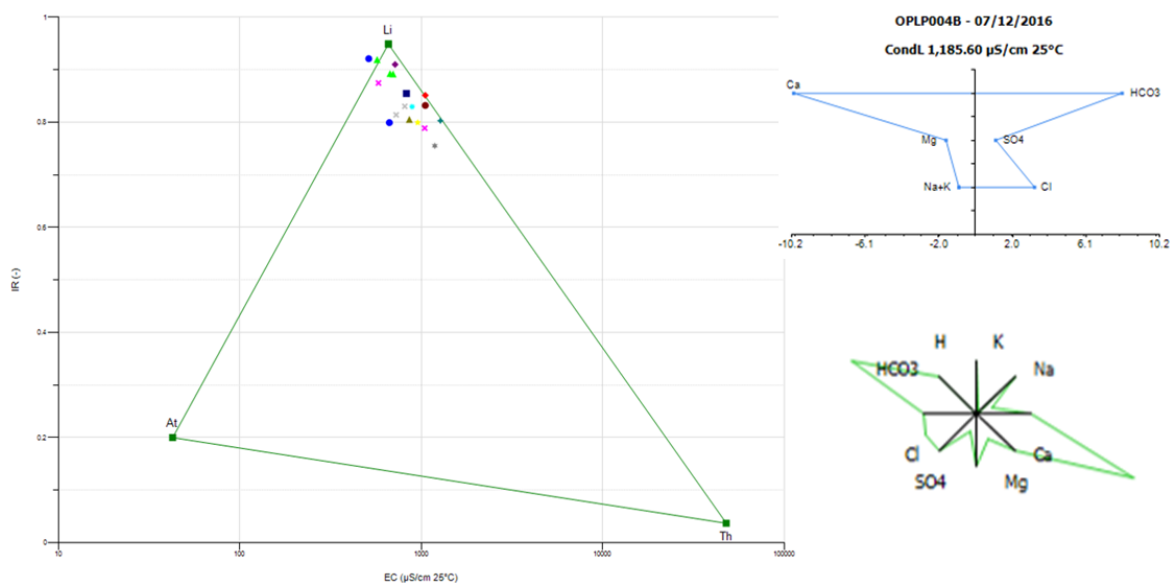
9.1.5 Grondwaterchemie

Tabel 36: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H graslandje van Jesseren (periode 2006-2016).

# = 18	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1273	7,5	517	10,37	0,015	0,45	0,016	194	115,9	21,5	1,6	205,0	21,40	8,52
90 percent	1092	7,3	485	4,63	0,015	0,13	0,015	101	86,2	19,8	1,4	193,7	19,44	3,90
mean	838	7,1	360	1,67	0,011	0,08	0,012	75	50,9	13,0	0,7	143,1	12,32	1,21
10-percent	577	6,8	237	0,02	0,005	0,02	0,010	48	20,0	7,9	0,3	104,8	6,68	0,05
min	513	6,7	216	0,01	0,005	0,02	0,010	41	13,7	7,6	0,2	90,6	5,92	0,05

Het watervoerende laagje is klein in omvang (zie Figuur 271). Het is een erg mineraalrijke afzetting, dus er treedt erg mineraalrijk grondwater uit. Dat is duidelijk te merken aan de gemiddelde EC₂₅ van meer dan 800µS/cm. Gezien het kleine hydrologische systeem en de intensieve landbouwactiviteit die erin plaatsvindt (nagenoeg de volledige top van de heuvel van Kerniel, zit onder landbouwgebruik. Over de gehele meetperiode (2006-2016) kon worden vastgesteld dat enkel nitraat (en het daarmee samenhangende sulfaat) sterk verhoogd is in het grondwater (en het bronwater). Zowel nitriet, ammonium en orthofosfaat zijn nagenoeg afwezig. Dat leidt tot de veronderstelling dat het nitraat afkomstig moet zijn van onder intensief bemeste akkers/boomgaarden

Het volledige hydrologische systeem is kleiner dan 600 ha. De afzetting van de zanden van Kerniel beslaat op die geologisch eiland immers die oppervlakte. Er lopen nog een paar andere bronbeken uit deze kleine afzetting. Het grondwatervoedingsgebied is vermoedelijk maar enkele tientallen hectaren groot. De verblijftijd moet dus uiterst kort zijn (er is geen grondwatermodel gemaakt voor dit gebied). Ondanks de (vermoedelijk erg) korte verblijftijd van het grondwater heeft het een uitgesproken lithotroof karakter. In het EC/IR-diagram (Figuur 274) zijn alle resultaten sterk geconcentreerd in de bovenhoek rond het Li-referentiepunt.



Figuur 274: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Jesseren

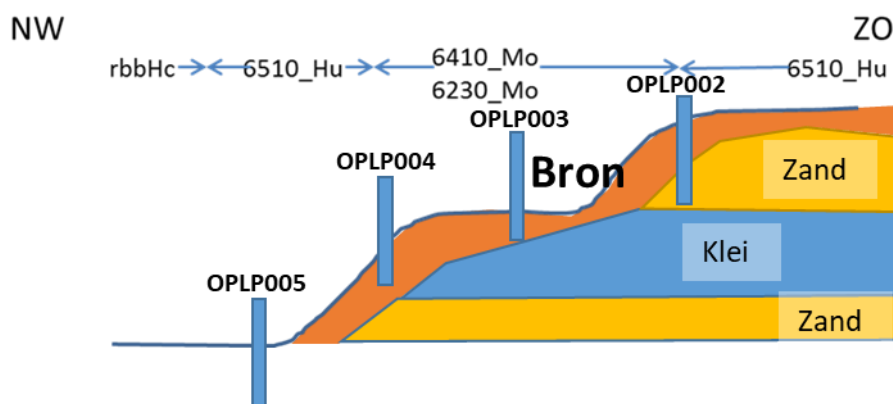
9.1.6 Oppervlaktewater

Niet relevant voor dit gebied

9.1.7 Vegetatiezonering

Zonder bronniveau zou dit grasland uniform als glanshavergrasland ontwikkelen (65010_hu). De aanwezigheid van een bronniveau complexeert het vegetatiebeeld aanzienlijk.

Op het terras zelf is meer dan waarschijnlijk nooit aan intensieve landbouw gedaan omdat het eenvoudig weg niet kan bereiden worden met machines. Vermoedelijk daarom is hier nooit bemest en zijn uiterst nutriëntenarme situaties bewaard gebleven. Dat vertaalt zich in een vegetatie die een mozaïek is van heischraal grasland/blauwgrasland (6230/6410). De echte zompige terreingedeelten waar de bronbeekjes uitstromen worden gekenmerkt door dottergrasland elementen, evenals de natte zone onderaan de helling waar het bronbeekje dat vanuit het zuiden komt langsloopt.



Figuur 275: Schema van de vegetatiezonering voor het Natura 2000 grasland Jesseren (met aanduiding van de hydrologische meetpunten gebruikt in Figuur 273).

9.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – niet van toepassing
 - Rioleringswater – niet van toepassing
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –bemesting van landbouwgronden was belangrijk maar werd door middel van ruilverkaveling aangepakt (grondwatervoedingsgebied werd grotendeels landbouvvrij gemaakt).
- iii. Grondwaterwinning - Neen
- iv. Lokale drainage: Neen
- v. Beperken evapotranspiratie - gewenst?
- vi. Meetnet historisch já – nu ook operationeel!

9.1.9 Relevante referenties

Berten B., De Becker P., Dreesen R., Dupae E. & Dusar M. 2011. Waarom is het orchideeënrijke grasland in Opleeuw zo uitzonderlijk soortenrijk? Likonajaarboek nr. 21: 30-39.

Geukens B. 2006 Vegetatiestudie van een grasland te Gors-Opleeuw (Borgloon) thesis

////////////////////////////////////

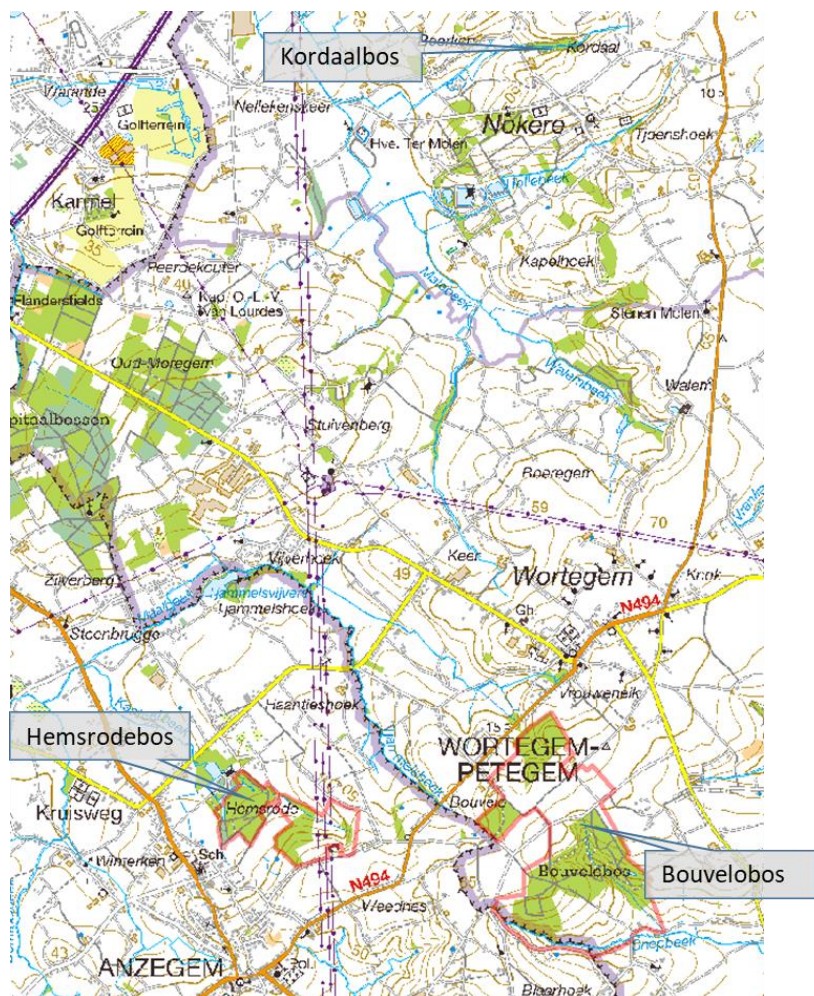
Laga P.; Louwye, S. & Geets, S. (red.) 2001: Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium), *Geologica Belgica* 4(1-2), p. 135-152.



9.2 BOUVELO-HEMSRODEBOS BE2300007 –B

9.2.1 Algemene situering

Bouvelobos maakt onderdeel uit van het SBZ-H-gebied BE2300007 – Vlaamse Ardennen. Het is eigenlijk een wat minder evidente ruimtelijke situatie waarin vijf bosfragmenten zitten, die met elkaar verbonden zijn via landbouwgebied (waarin eveneens de gebouwen van een landbouwbedrijf gelegen is). Dit SBZ-H-deelgebied is gelegen tussen Oudenaarde en Kortrijk. De vijf bosfragmenten zijn zowat de enige bronbossen van de Vlaamse Ardennen ten westen van de Schelde; alle andere deelgebieden liggen oostelijk van de Schelde. Het grootste bronbosfragment, het eigenlijke Bouvelobos, ligt op grondgebied van de gemeente Wortegem-Petegem in de provincie Oost-Vlaanderen, het kleinere deel, Hemsrode, ligt in Anzegem in West-Vlaanderen. In de bespreking van deze SBZ-H-deelgebieden wordt gerefereerd naar de situatie in het Kordaalbos in Nokere dat ca. 5.5 km naar het noorden gelegen is en waar een tijdje geleden ecohydrologisch onderzoek plaatsvond.



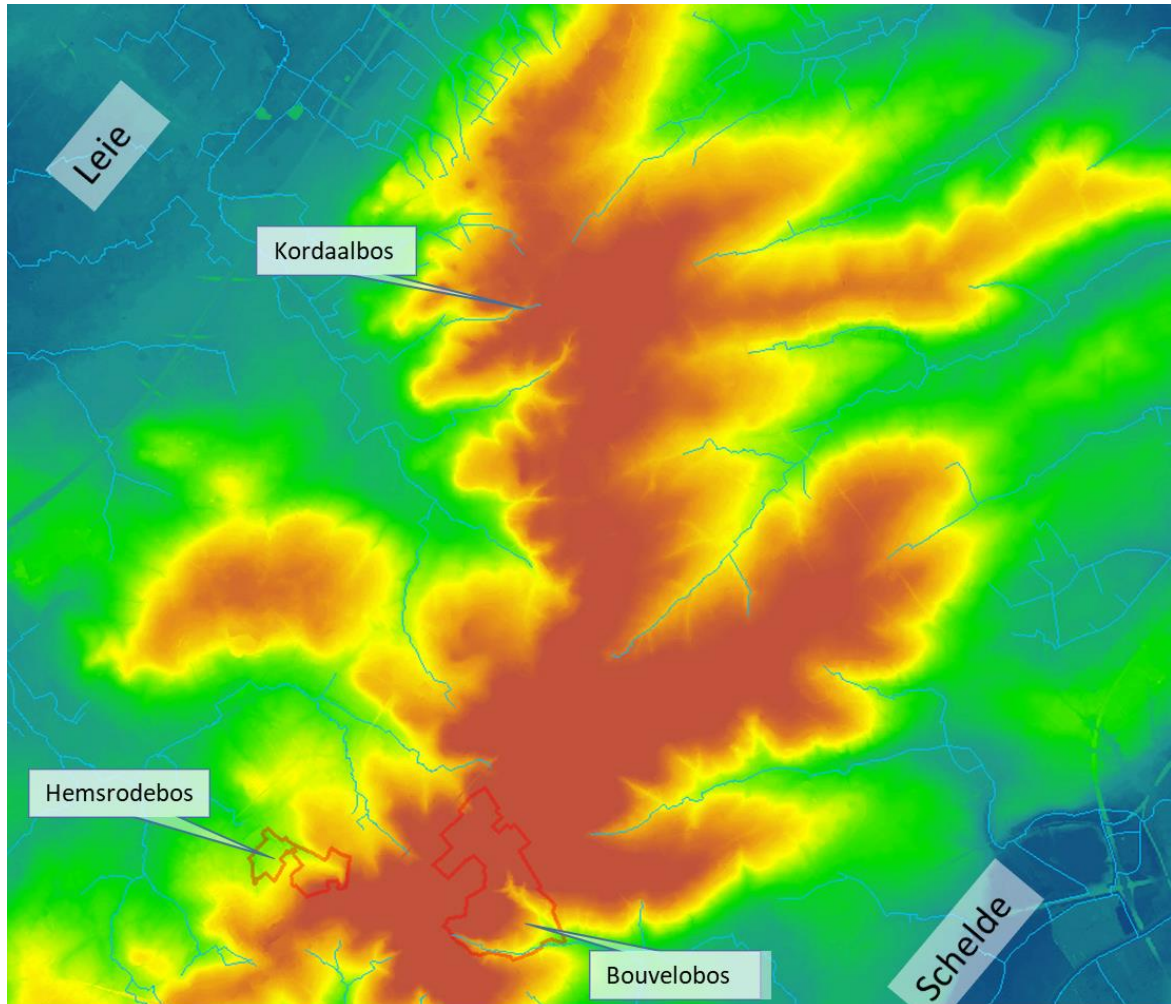
Figuur 276: Overzicht van het SBZ-H deelgebied Bouvelo- & Hemsrodebos (links) en situering van Kordaalbos (rechts bovenaan)

9.2.2 Topografie en Hydrografie

De SBZ-H-deelgebieden van Hemsrode- en Bouvelobos en het Kordaalbos zijn gelegen op de hellingen van een langgerekte zuidwest-noordoost verlopende 70-80m hoge heuvelrij tussen de Leie- en de Scheldevaali. De flanken zijn vrij steil, de kruin van de heuvelrug wordt



nagenoeg volledig in beslag genomen door akkerbouw. De bronbeken ontspringen halverwege de helling van deze heuvelrij en wateren af naar het westen (voor Kordaal- en Hemsrodebos) en het oosten (voor Bouvelobos). Erosie en inspoeling van grote hoeveelheden met nutriënten beladen leem vanuit de bovengelige akkers, is één van de grootste problemen voor de vegetatiekwaliteit van deze bosfragmenten.

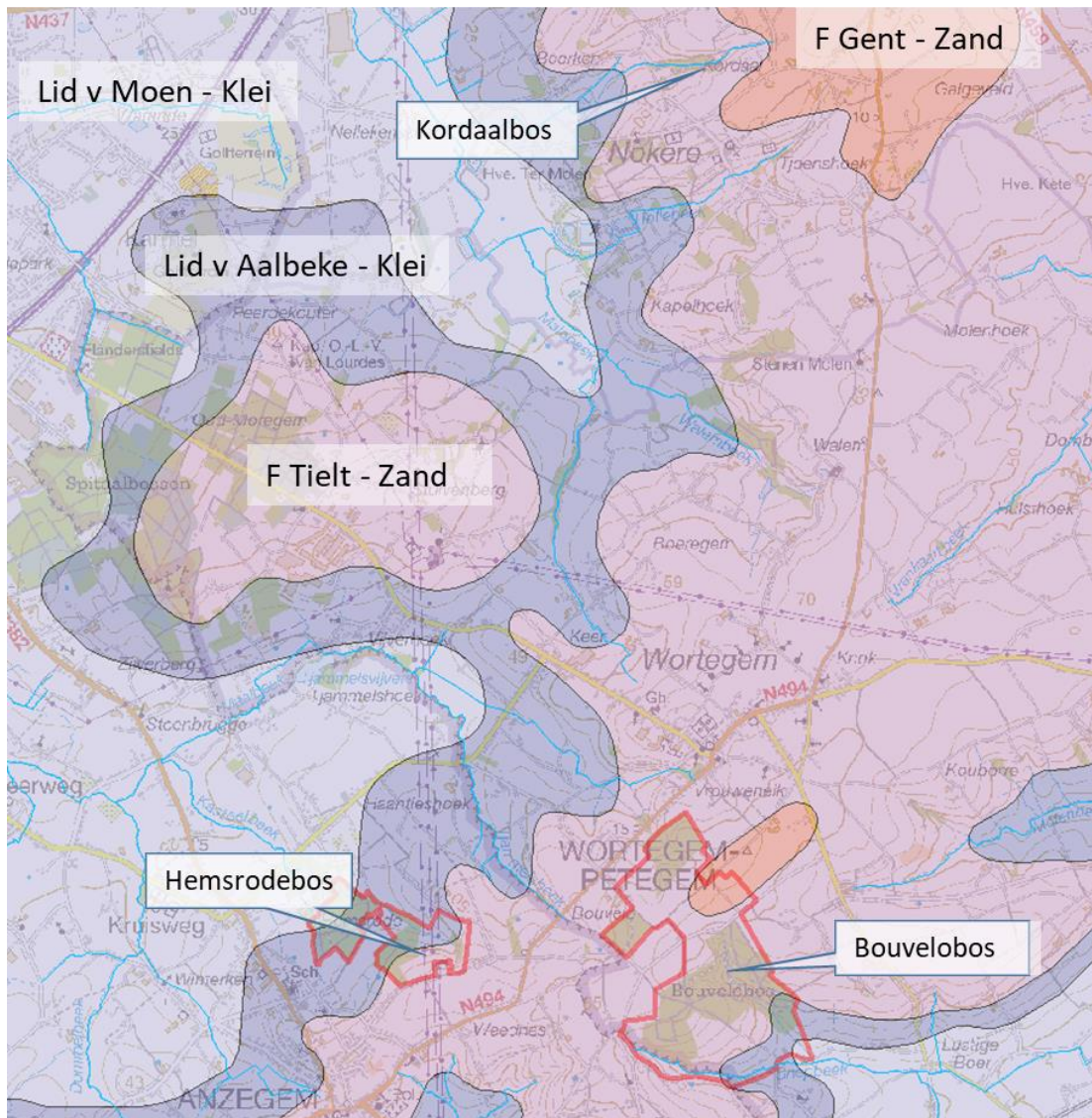


Figuur 277: Detailtopografie voor de ruime omgeving rond het Hemsrode-, Bouvelo- en Kordaalbos.

9.2.3 Geohydrologie

De geohydrologische setting van dit gebied is nagenoeg identiek aan deze van het wat meer oostelijk gelegen Bos 't Ename (zie gebiedsbeschrijving Bos 't Ename). De klei van het lid van Aalbeke dagzoomt halverwege de flanken. Daarbovenop is het (zeer) fijne kleihoudende zand van de Formatie van Tielt en daarop plaatselijk nog een klein eilandje met glauconiethoudende zand van de Formatie van Gent. De kleiige zanden van Tielt en Gent zijn beide samen te beschouwen als watervoerende laag. Daarover ligt uiteraard nog een quartaire deklaag van variabele dikte. De bovenkant van de Klei van Aalbeke helt zachtjes richting noorden.





Figuur 278: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie in de omgeving van het Bouvelo- /Hemsrodebos, bovenaan ook Kordaalbos

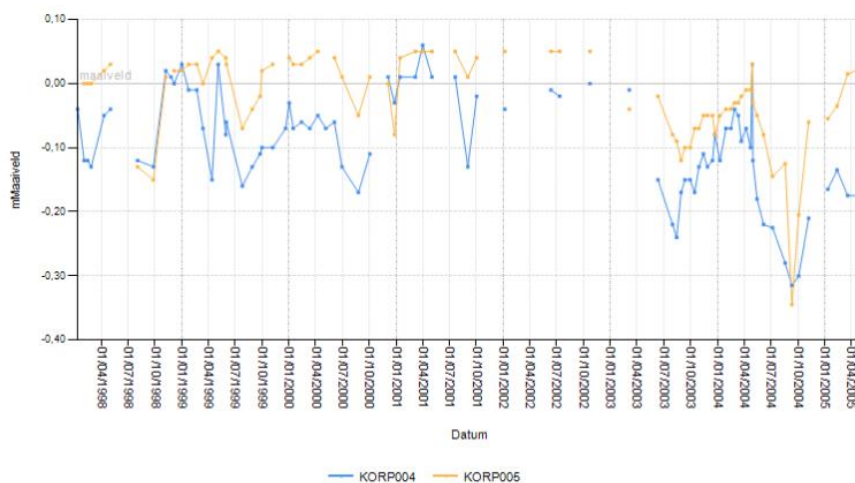
Daarover loopt het freatische grondwater uit de formatie van Tielt en Gent af en treed uit onder de vorm van bronnen aan de noord- en zuidkant van de heuvelrug. Het zijn zgn. hangende bronniveaus. De smalle bronbeekjes stromen dan via de valleiflank verder naar beneden en snijden daarbij achterwaarts in die flanken in. Daardoor zijn in de loop der millennia die flanken sterk “gekarteld” geraakt.

Momenteel beschik ik niet over kwantitatieve gegevens maar aangezien het om kleiige zanden gaat is de hydraulische geleidbaarheid van dit pakket vermoedelijk eerder in het lage deel van het spectrum voor zand, en eerder vergelijkbaar met bv. deze van de Formatie van Diest. Het zal hier dan ook naar alle waarschijnlijkheid eerder om een traag hydrologisch systeem gaan.

9.2.4 Grondwaterdynamiek

In het gebied zijn geen gegevens bekend van grondwaterdynamiek. Zon 4 kilometer naar het noordoosten ligt aan de noordelijke flank van dezelfde heuvelrug het private natuurreservaat Kordaalbos (geen SBZ-H-gebied) in Nokere-Kruishoutem. Dat gebied ligt in een nagenoeg

volledig vergelijkbare geohydrologische setting. Daar werden destijds gedurende ruim 8 jaar hydrologische gegevens verzameld.



Figuur 279: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in het Kordaalbos te Nokere

KORP005 is gelegen in de bronzone waar het water uitreed halverwege de helling, KORP004 ligt bijna aan de voet van de flank net naast het bronbeekje. Het heeft er alle schijn van dat de peilfluctuaties in de diverse bronbeekjes van het Bouvelobos vergelijkbaar zijn met deze van het Kordaalbos. In ieder geval is de soms spectaculaire instroom van erosiesediment van bovenliggende akkers ook in het Kordaalbos bijzonder frappant. Daar verhoogde het maaiveld op diverse plaatsen met iets meer dan één meter op 8 jaar tijd als gevolg van actieve colluviale processen, net zoals in Bouvelo. De peilfluctuaties zijn vrij beperkt, wat volledig in lijn is met de observaties in andere brongebieden en bronbeekjes elders in de zuidrand van Vlaanderen. Het gaat hier om een vrij groot watervoerend pakket en meer dan waarschijnlijk ook over een waardoor er niet al te grote peilfluctuaties optreden.

9.2.5 Grondwaterchemie

Ook voor de chemische samenstelling van het grondwater zijn er geen gegevens beschikbaar voor dit gebied. Opnieuw wordt de vergelijking gemaakt met het noordelijker gelegen Kordaalbos.

Tabel 37: Chemische samenstelling van het grondwater in het Kordaalbos te Nokere (Kruishoutem) (periode 2003-2004).

# = 3	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1020	7,3	558	0,28	0,005	3,79	1,138	352	46,4	35,9	41,3	129,0	34,90	4,95
90 percen	969	7,2	507	0,25	0,005	3,37	0,936	299	46,2	32,9	34,7	128,0	29,33	4,65
mean	838	6,8	310	0,17	0,005	1,91	0,432	168	42,0	25,3	17,5	122,7	16,04	2,88
10-percen	736	6,3	115	0,11	0,005	0,53	0,050	70	36,4	19,3	3,8	116,8	6,33	0,89
min	729	6,1	67	0,11	0,005	0,23	0,030	66	34,1	18,9	2,7	115,0	6,14	0,25

De watervoerende pakketten hier (Formatie van Tielt en Gent) zijn uitgesproken mineraalrijk. Dat is duidelijk af te leiden uit de waarden in Tabel 37. Hoewel het over vrij weinig observaties gaat en de data voor het Kordaalbos dateren van 2003-4, is het duidelijk dat hier zeer sterke aanrijking is van het grondwater met nutriënten die geen andere oorsprong kunnen hebben dan het bovenliggende landbouwgebied. De sulfaatconcentraties in het grondwater zijn bijzonder hoog, wat wijst op denitrificatie, maar zelfs dan zijn er ook nog hoge nitraat-stikstof concentraties gemeten. Uitspoeling van onder de bouwvoor is hier meer dan waarschijnlijk een acuut probleem. Ook orthofosfaat-fosfor concentraties zijn verhoogd wat eveneens wijst



op fosfaatdoorslag naar het grondwater. Mogelijks is de situatie recent verbeterd, maar daar zijn geen metingen voor beschikbaar.

9.2.6 Oppervlaktewater

n.v.t.

9.2.7 Vegetatiezoner

De flank wordt ingenomen door Eiken-Beukenbos dat hier echter vrijwel steeds (erg) rijk is aan exoten (Amerikaanse eik, Amerikaanse vogelkers, Canadese populier, Tamme kastanje...). Onderaan de flank ontwikkelt Vogelkers-Essenbos, waarin eveneens grote hoeveelheden exotische boomsoorten de kroonlaag bepalen. Het is hierdoor dat de bronbeekjes naar beneden stromen.

Opvallend is dat alle bronbeekjes vermoedelijk al geruime tijd worden uitgegraven waardoor er niet echt bronbosvegetaties ontwikkelen, enkel wat bronsoorten IN de beekjes zelf. De ontwikkeling van Goudveil-Essenbosvegetaties is bijgevolg beperkt en onvolledig aanwezig.

9.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – aanzienlijke, op sedimenten gebonden nutriëntenvrachten stromen het gebied binnen vanuit het hoger gelegen landbouwgebied waardoor niet alleen forse aanrijking optreedt maar ook fysiek afdekken van de waardevolle vegetaties met dikke sedimentafzettingen.
 - Rioleringswater – niet bekend
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –bemesting van landbouwgronden leidt tot zeer sterke aanrijking van het grondwater met N- én P-verbindingen evenals erg hoge sulfaatconcentraties. (Metingen zijn NIET van het gebied zelf en dateren van 2003-4!)
- iii. Grondwaterwinning - Neen
- iv. Lokale drainage JA
- v. Beperken evapotranspiratie - gewenst?
- vi. Meetnet: NEEN – geen enkele meting beschikbaar, wel van het noordelijk gelegen en vergelijkbare Kordaalbos

9.2.9 Relevante referenties

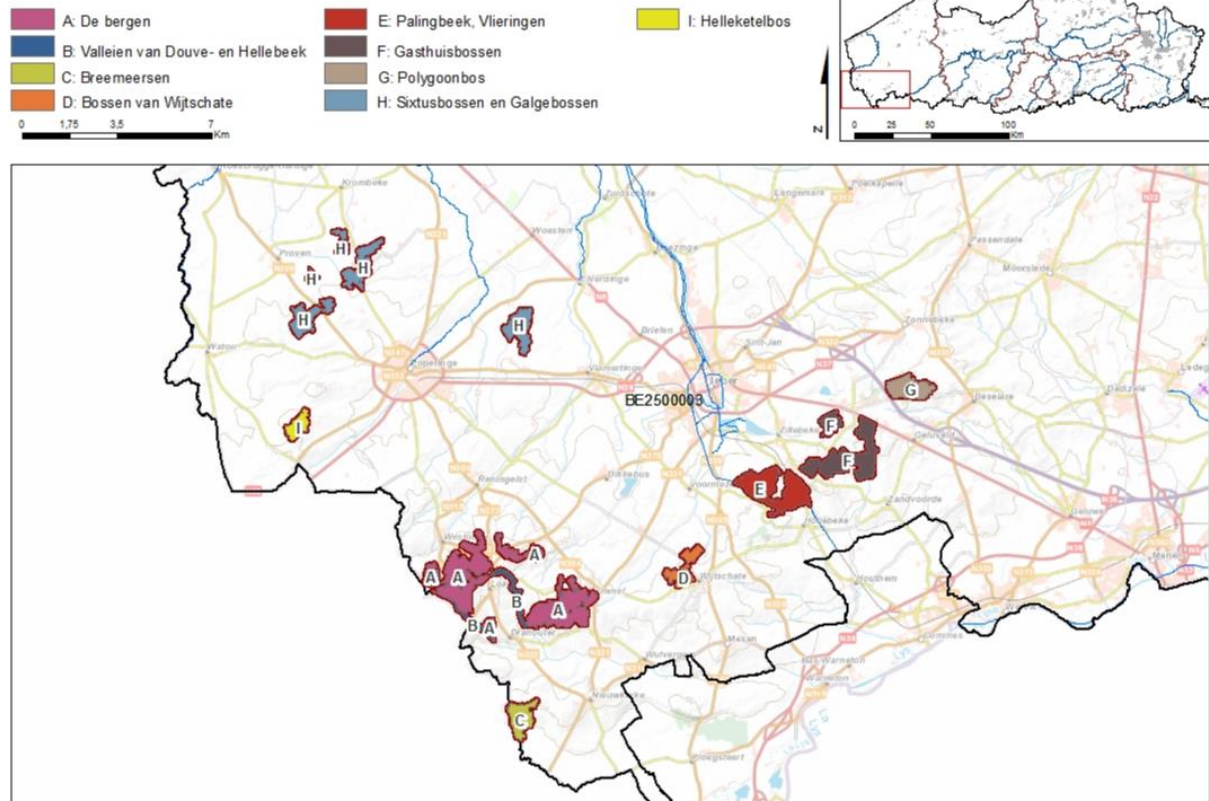
De Becker P. 2016 Advies betreffende de aanleg van een wal aan één boskern van het Bouveloboscomplex (Wortegem-Petegem) en de (voormalige) aanwezigheid van permanent grasland. Advies van het Instituut voor natuur- en bosonderzoek. INBO.A.2013.115.

9.3 WEST-VLAAMS HEUVELLAND DEEL VIDAIGNEBERG, RODEBERG, SULFERBERG, SCHERPENBERG & KEMMELBERG BE 250003-A

9.3.1 Algemene situering

Dit SBZ-H-deelgebied is een deel van de oostwest georiënteerde heuvelrij in het uiterste zuiden van de Provincie West-Vlaanderen, die naar het westen verder doorloopt in Noord-Frankrijk.

BE2500003

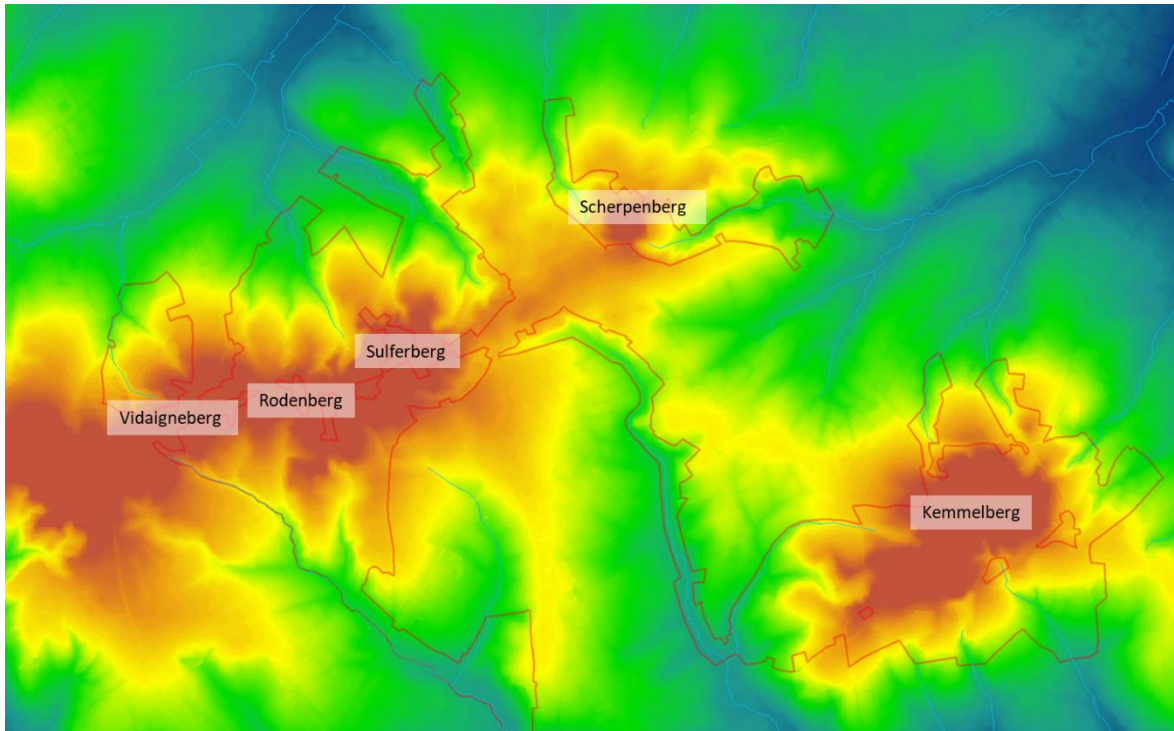


Figuur 280: Overzicht van het West-Vlaamse Heuvelland (BE2300007) met daarin het De Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg, Scherpenberg en Kimmelberg

Het SBZ-H-deelgebied bestaat uit verschillende “toppen” van deze heuvelrij met van west naar oost de Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg, Scherpenberg & Kimmelberg. Het gebied staat ook bekend onder de benaming “de bergen” (Figuur 280).

9.3.2 Topografie en Hydrografie

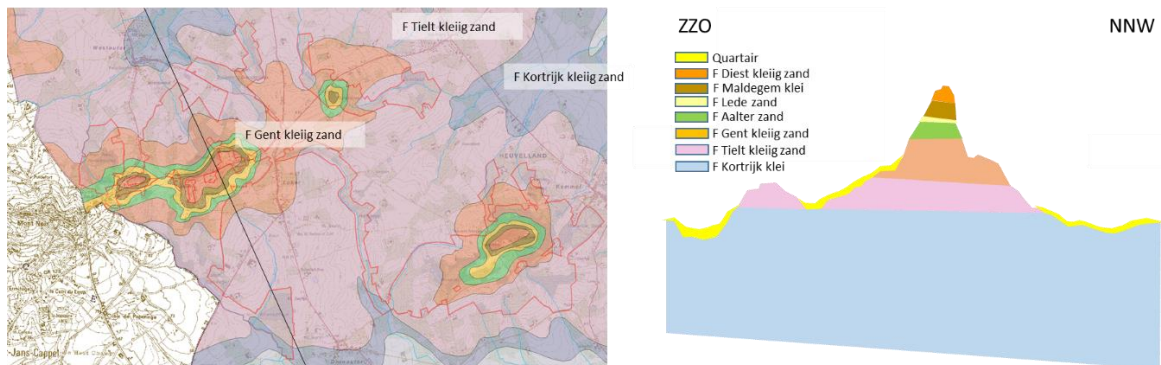
De Vidaigne-, Rode- en Sulferberg zijn met hun ruim 132m TAW veruit het hoogste punt van West-Vlaanderen. Ze vormen samen eigenlijk één langgerekte heuvel die aan de noord- en de zuidzijde ingesneden zijn met bronbeken, die zich achterwaarts hebben ingesneden (en dat nog steeds doen) in de noord- en de zuidflanken van de heuvel. De Scherpenberg is ligt wat geïsoleerd naar het noordoosten en de Kimmelberg ligt geïsoleerd wat meer naar het oosten (Figuur 281).



Figuur 281: Topografie rond het SBZ-H-deelgebied van de Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg en Scherpenberg

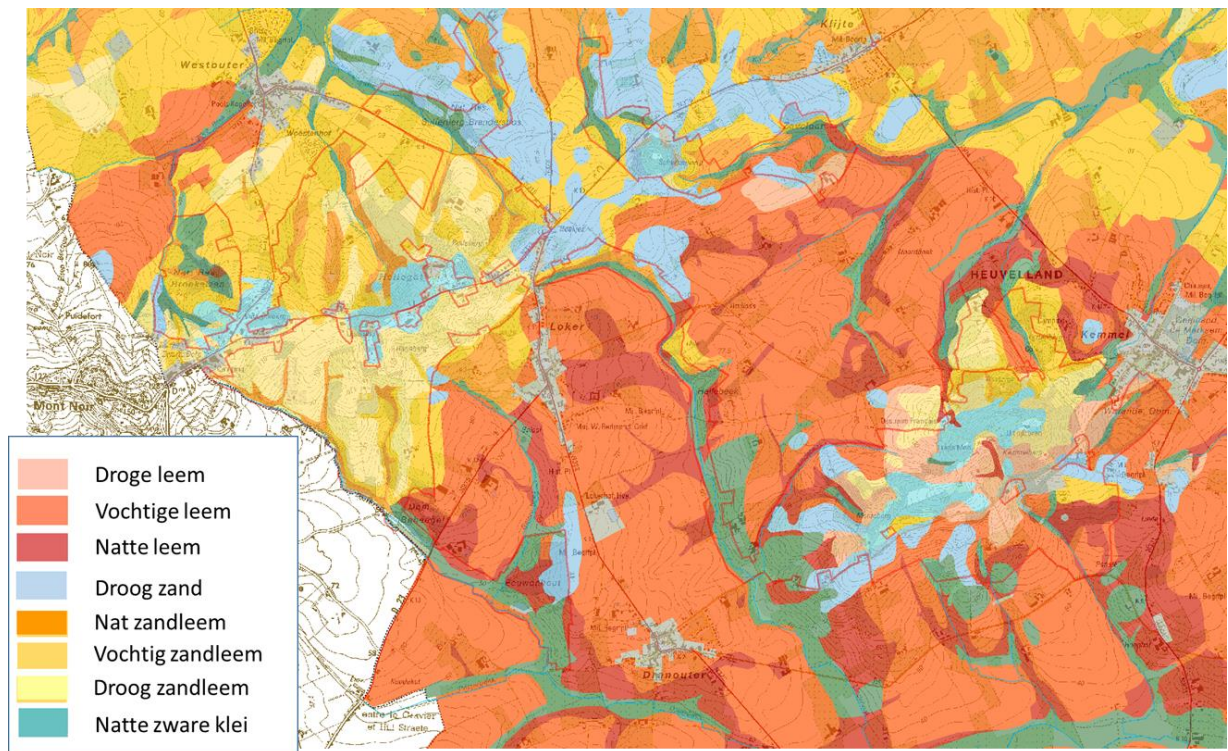
9.3.3 Geohydrologie

De hydrogeologische basis van het systeem hier zijn de kleien van de formatie van Kortrijk, die als een continue en dikke onderlaag overal onderaan aanwezig zijn (Figuur 282). Daarbovenop ligt een laag kleilig zand van de Formatie van Tielt. Het is een 20-30 meter dikke glauconietrijke zandlaag. Daarop rusten nog een reeks recentere geologische afzettingen die hier echter grotendeels weg geërodeerd zijn. Enkel een paar “geologische eilanden” resten er nog van, bestaande uit 4 à 5 verschillende tertiair geologische lagen. De onderste van die lagen wordt gevormd door glauconiethoudende zanden van de Formatie van Gent. Daarop liggen zandige afzettingen van formatie van Aalter en Lede. Deze laatste twee afzettingen zijn mineraalrijk. Daar bovenop liggen dan de in omvang nog kleinere kleilige eilandjes met de klei van de formatie van Maldegem (destijds bekend onder de naam Bartoonklei). Op de top van de heuvels ten slotte, ligt nog een pakket kleilig zand van de formatie van Diest (niet aanwezig want weg geërodeerd op de noordoostelijk gelegen Scherpenberg).



Figuur 282: Overzicht van de tertiaire geologie in de omgeving van de Vidaigneberg, Rodeberg, Sulferberg en Scherpenberg bovenaanzicht met aanduiding locatie dwarsdoorsnede (links) en dwarsdoorsnede (rechts).

In feite zijn er twee bronniveau's aanwezig (op de Vidaigne-/Rode-/Sulferberg). Het bovenste bronniveau wordt gevormd door water dat over de klei van Maldegem afloopt vanuit de kleiige zanden van Diest. Wat lager op de helling komt daar nog water bij uit de verschillende opeenvolgende zandafzettingen; van boven naar onder zijn dat de Formatie van Lede, Aalter, en Gent. Deze drie lagen samen zijn hier als één watervoerend pakket te beschouwen waarin het grondwater meer dan 10 meter onder maaiveld zit. Het water dat uit de formatie van Diest komt gelopen vormt hier het hoogste bronniveau.



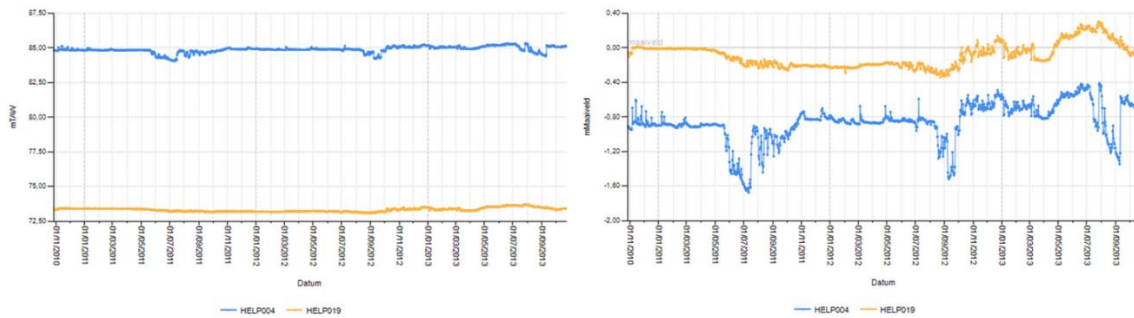
Figuur 283: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de Vidaigne-, Rode-, Sulfer-, scherpen- en Kimmelberg.

Op de steile terreingedeelten is er nauwelijks quartair dekmateriaal aanwezig. Op de heuveltoppen bestaat de bodem hoofdzakelijk uit zandig materiaal (Figuur 283). In de bovenste bronniveau's is veen (tot 60 cm dikte) te vinden (maar staat niet weergegeven op de bodemkaart). De flanken zijn hoofdzakelijk bedekt met zandlemig materiaal, onderaan de heuvels is er een uniform leemdek en een enkele keer is er een kleinere kleiafzetting in de natte terreingedeelten aan de voet van de helling.

9.3.4 Grondwaterdynamiek

Op de noordflank van de Rodeberg is het Hellegatbos gelegen. Daarin is, een tiental meter onder de top, het bovenste bronniveau te vinden. Daaruit stroomt grondwater dat in de voorbije millennia een bronamfitheatertje heeft gevormd. Het bronwater stroomt over de dagzomende klei van de formatie van Maldegem. De fluctuaties op jaarbasis is zijn beperkt, wat betekent dat er vrijwel permanent kleine hoeveelheden bronwater weglopen (tijdreeks voor meetpunt HELP004 in Figuur 284). Dit bronniveau werd hier grondig gedraineerd door het aanleggen van vele, dikwijls erg diepe greppels. Daardoor stroomt het uittredende bronwater snel weg en de destijds ontstane veenafzettingen mineraliseren. Het gedraineerde bronwater loopt van de klei van Maldegem af en stroomt dan in een grachtje de noordhelling naar beneden. Het water infiltreert weer grotendeels in de onderliggende zandafzettingen van de formaties van Lede en Aalter.





Figuur 284: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in het Hellegatbos te Heuveland. HELP019 in het bovenste bronniveau, HELP004 onderaan de noordhelling

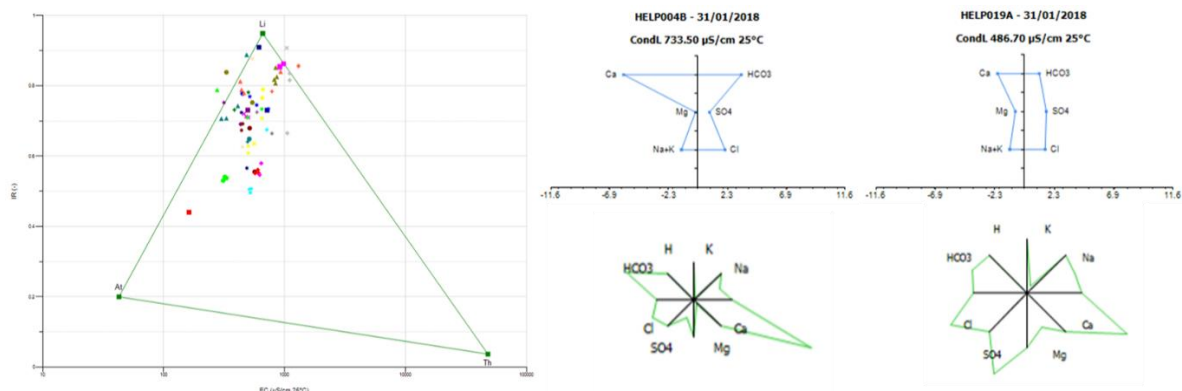
Langsheen de helling zit het grondwater vele meters diep. Onderaan de helling, een kleine 15 meter lager (HELP019 in Figuur 284) verandert dat en zit het grondwater weer minder dan een meter onder maaiveld. Dat is het tweede bronniveau waar het bronwater afstroomt over de dagzomende klei van de formatie van Kortrijk.

9.3.5 Grondwaterchemie

Tussen 2001-2015 zijn er in tal van meetpunten chemische analyses bepaald van de grondwatersamenstelling. Daaruit komt naar voor dat er een ernstig en nog steeds actueel probleem is met (erg) hoge nitraat, maar ook nitriet en orthofosfaatconcentraties zijn. Van nature zou het grondwater in het bovenste bronniveau matig mineraalrijk moeten zijn en onderaan de helling mineraalrijk. Door aanrijking van menselijke origine is ook het bronniveau sterk aangerijkt met mineralen (naast nutriënten).

Tabel 38: Chemische samenstelling van het grondwater in de bossen op de noordflank van de Vidaigneberg- Rodeberg en Sulferberg; Scherpenberg en Kimmelberg (Heuveland) periode 2000-2018.

# = 72	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1300	7,5	547	36,55	0,589	0,90	0,166	248	137,0	94,7	52,0	232,0	26,00	53,00
90-percen	924	7,2	298	21,86	0,158	0,42	0,050	160	74,8	42,6	10,9	135,6	18,09	7,36
mean	601	6,5	150	7,33	0,065	0,16	0,037	91	47,9	25,5	6,5	77,4	10,49	3,56
10-percen	330	5,9	35	0,07	0,013	0,04	0,015	29	22,2	15,0	0,9	37,0	3,24	0,03
min	162	5,2	6	0,02	0,005	0,02	0,005	16	13,6	10,9	0,4	9,2	1,50	0,03



Figuur 285: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een freatisch grondwater in het SBZ-H deelgebied Vidaigne-, Rode-, Sulfer-, Scherpen- en Kimmelberg

9.3.6 Oppervlaktewater

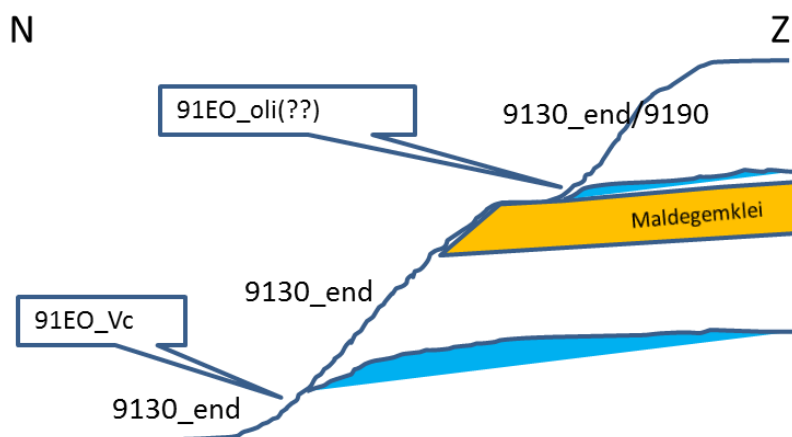
Geen relevante informatie beschikbaar



9.3.7 Vegetatiezonering

De vegetatie zoals die actueel nog te zien is in het Hellegatbos (noordflank van de Rodeberg) kan model staan voor de zonering die hier van nature kan voorkomen. Op de zandige kop van de heuvel staan eiken-berkenbossen (9190) overgaand naar eikenhaagbeukenbos met voorjaarsaspecten (9130_end). Deze laatste neemt zowat de volledige helling in beslag. In het onderste bronniveau en langs het afstromende bronbeekje met mineraalrijk grondwater komt het goudveil-essenbos (91EO_vc) voor. Dat vormt een lintvormige vegetatie in een omliggende matrix van Essen-Vogelkersenbos (91EO_va).

In het bovenste bronniveau is het een beetje raden naar het natuurlijke bostype. Hier is de aanrijking met nutriënten en mineralen zo hoog dat het waarschijnlijk van nature vrij mineraalarme watertype volledig gemaskeerd wordt. Momenteel komt hier een erg ruig elzenbroek voor gedomineerd door bramen. Indien hier het niet aangerijkte watertype nog zou kunnen hersteld worden dan is een ontwikkeling van bronbosvegetaties met veenmossen (91EO_oli) vermoedelijk aan de orde, (maar 100% zeker is dat niet).



Figuur 286: Schema van de vegetatiezonering voor de noordflank van de Rodeberg (het Hellegatbos)

9.3.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Rioleringswater – Veel puntlozingen van huishoudelijk afvalwater en niet op collector aangesloten plaatselijke rioleringen
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –bemesting van landbouwgronden leidt tot zeer sterke aanrijking van het grondwater met N- én P-verbindingen evenals hoge sulfaatconcentraties. (Metingen dateren van een lange periode 2001-2015 en verbeteren recent niet)
- iii. Grondwaterwinning - Neen
- iv. Lokale drainage já! Met name de bronbeekjes zelf zijn erg diep uitgegraven
- v. Beperken evapotranspiratie - gewenst?
- vi. Meetnet: Ja – en operationeel

9.3.9 Relevante referenties

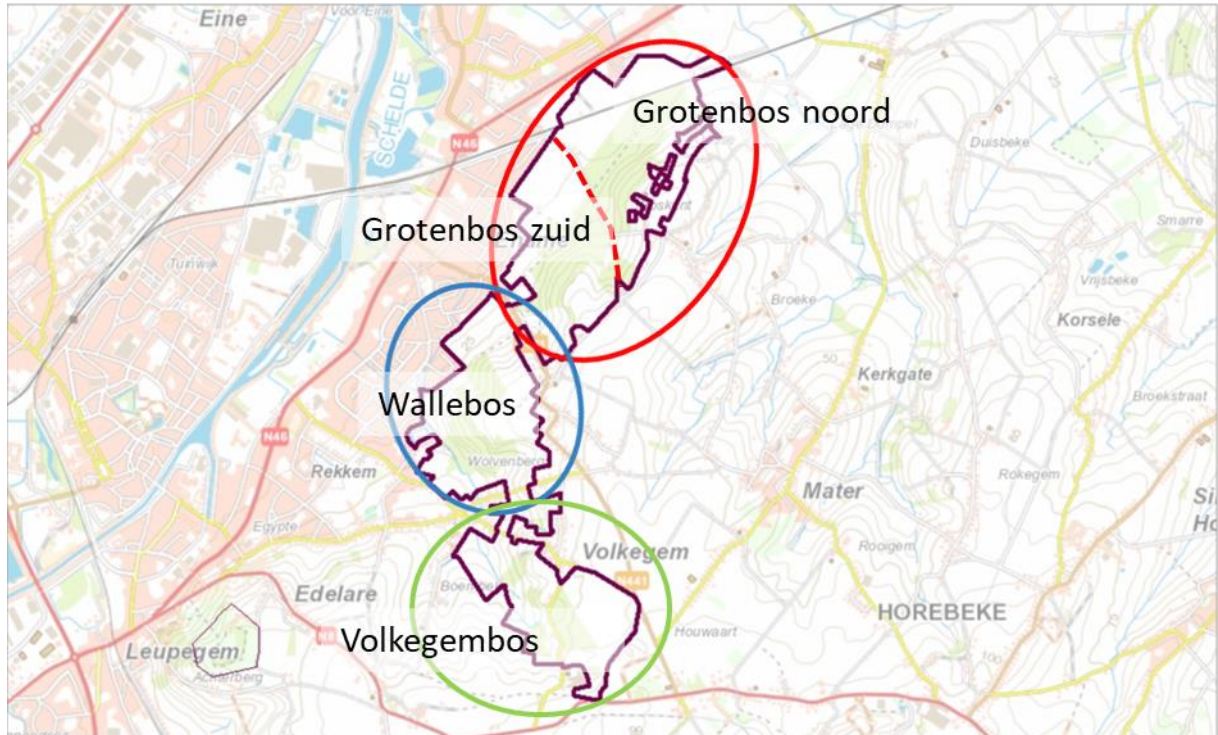
Zwaenepoel A. & Dochy O. (reds). (2003) Ontwerp Ecosysteemvisie voor het West-Vlaamse Heuvelland. Afdeling natuur MINA onderzoeksopdracht 105/00/01.



9.4 BOS 'T ENAME BE2300007-B

9.4.1 Algemene situering

Het bos 't Ename is gelegen in het zuiden van Oost-Vlaanderen net ten oosten van Oudenaarde. Het is een privaat natuureservaat beheerd van Natuurpunt beheer vzw.



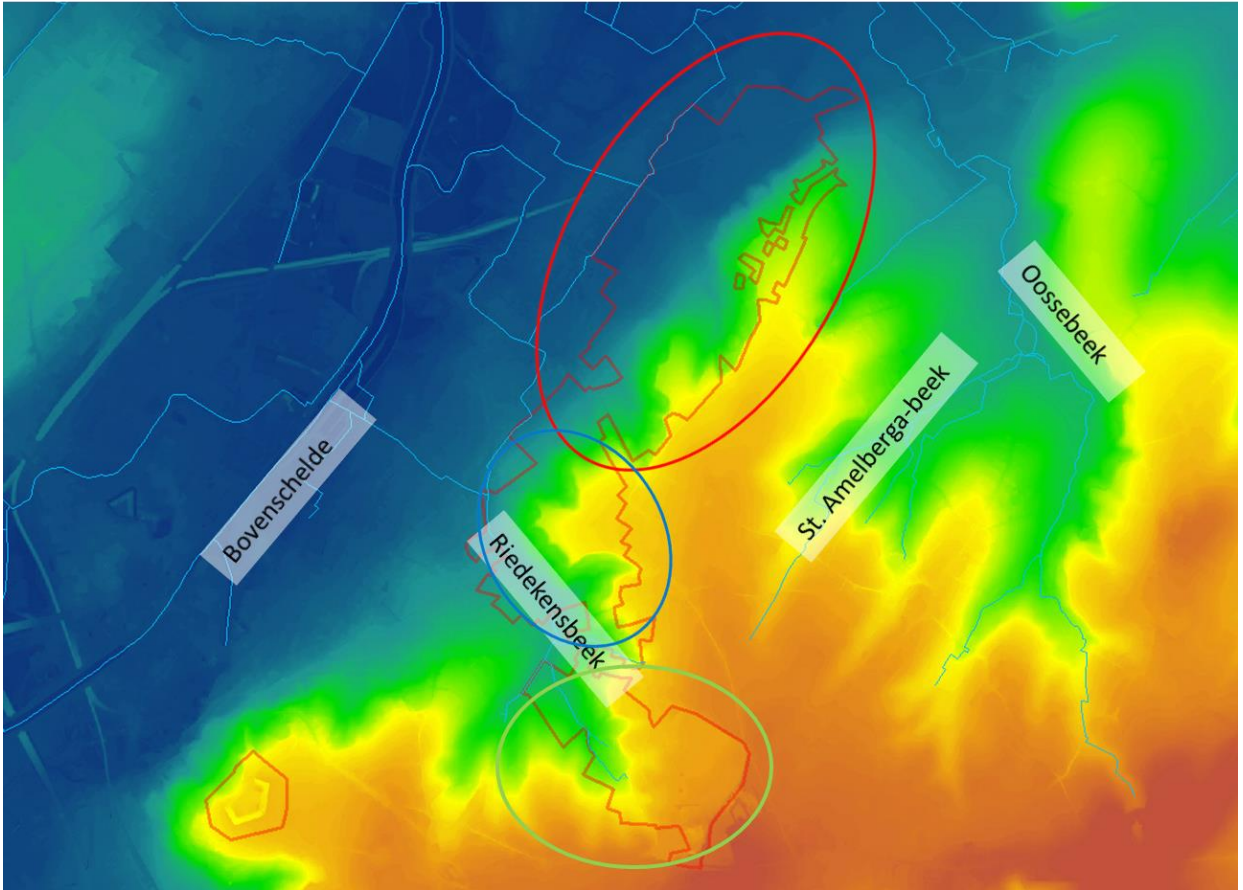
Figuur 287: Algemene situering van het bos 't Ename in het SBZ-H gebied van de bossen van de Vlaamse Ardennen

Door de beheerders ter plaatse wordt het gebied opgesplitst in drie delen in het noorden is dat Grotenbos (noord & zuid), centraal is dat Wallebos en in het zuiden is dat het Volkegembos. In feite bestaat dit SBZ-H deelgebied uit twee ecohydrologisch enigszins anders functionerende deelzones: het Grotenbos (N&Z) en Wallebos (de rode en blauwe cirkels in Figuur 287) en het zuidelijk gelegen Volkegembos (groen omcirkeld in Figuur 287)

9.4.2 Topografie en Hydrografie

Het gebied is gelegen op westflank van een vrij smalle zuidzuidwest-noordnoordoost lopende heuvelrug waarvan de westflank de rechter valleiflank vormt van de Scheldevallei en de oostflank de linker valleiflank van de St. Amelbergabeek. De heuvelrug steekt ca. 50 meter boven het omliggende landschap uit; de flanken zijn (naar Vlaamse normen) met een helling van 13% behoorlijk steil. In het gebied zijn enkel wat oppervlakkige ontwateringsgrachten aanwezig. Grotenbos en Wallebos hebben geen permanente bronbeken. De bronnen zijn hier van tijdelijke aard. Het gedeelte van de flank waarop Volkegembos ligt is gekenmerkt door diep gekartelde en vertakkende erosiegeulen van de verschillende bronbeekjes die samen de Riedekensbeek vormen. Die Riedekensbeek loopt naar het noordwesten en heeft in het zuiden van dit SBZ-H-deelgebied een dalletje uitgesleten in de rechter valleiflank van de Schelde met een amfiteatervormig dalhoofd, bestaande uit verschillende kleinere bronbeekjes waarvan er een aantal gecapteerd worden voor drinkwaterproductie. Ten oosten van het SBZ-H-deelgebied zijn de St. Amelbergabeek en de Oossebeek erg diep ingesneden.

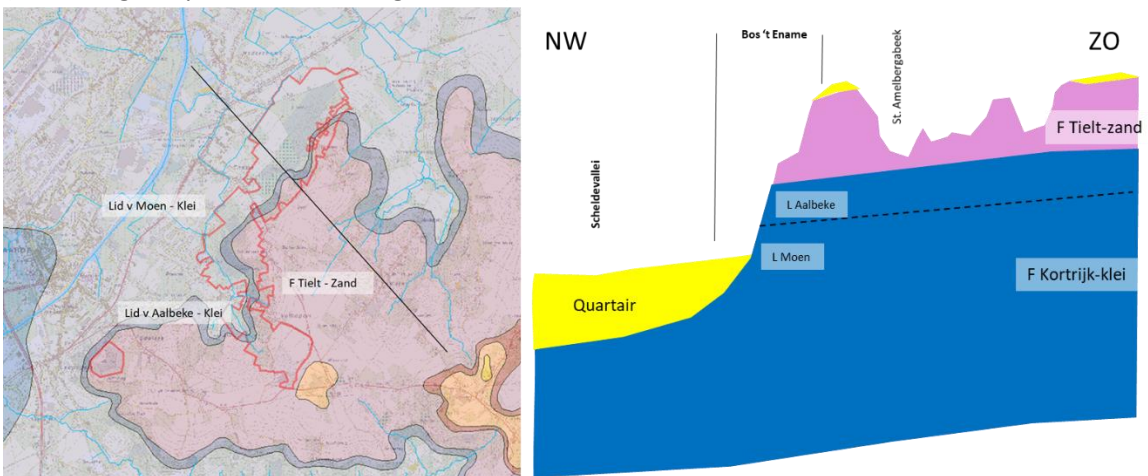




Figuur 288: Detailtopografie van het Bos t' Ename en omgeving

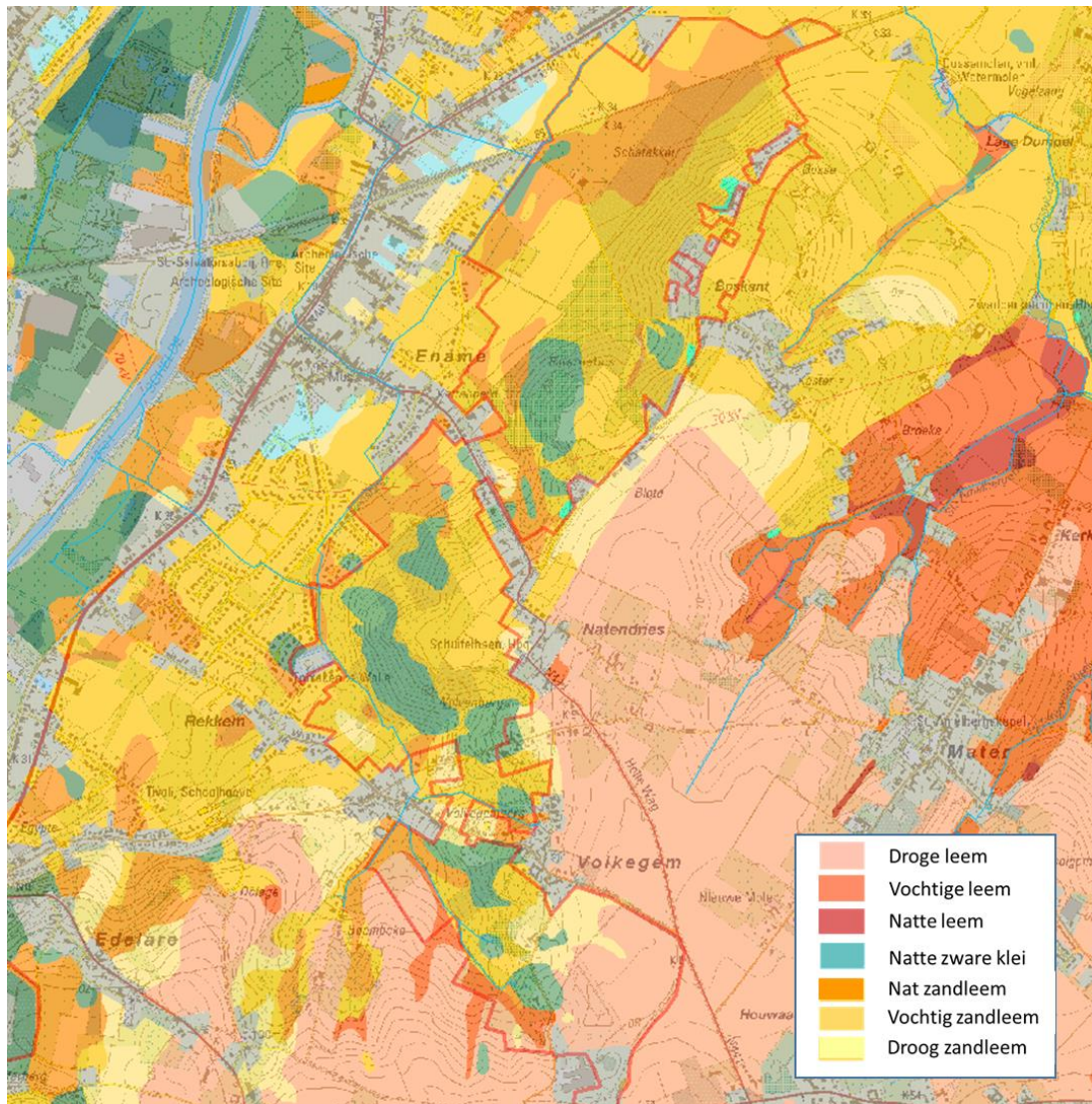
9.4.3 Geohydrologie

In het gebied komt een bronniveau's voor die 'hangen' op een 10-15-tal meter boven het niveau van de Scheldevallei. Dat wordt veroorzaakt door de specifieke tertiaire geologie in deze omgeving. Het watervoerende pakketje bestaat uit de fijne zanden van de formatie van Tielt (Figuur 289). Daaronder bevindt zich een dikke kleiafzetting van de formatie van Kortrijk (wat vroeger Ieperiaanklei werd genoemd).



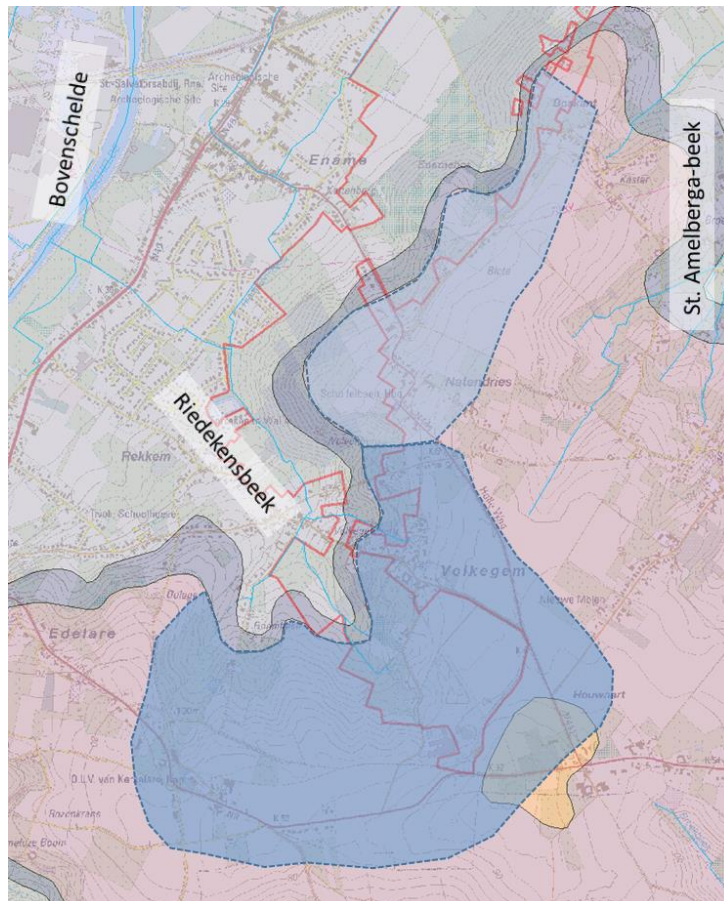
Figuur 289: Tertiair geologische kaart van het Bos t' Ename en omgeving met links de dagzomende tertiair geologische lagen met indicatie van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts)

Die kleiafzetting bestaat hier uit twee onderscheiden afzettingen: bovenaan de klei van het lid van Aalbeke met daaronder de veel dikkere en heterogenere afzetting van het lid van Moen, waarin zandige en kleiige lagen elkaar afwisselen. Het is op de kleiafzetting van het lid van Aalbeke dat het bronwater uittreedt halverwege de valleiflank. De zanden van de formatie van Tielt zijn hier dus het watervoerende pakket, samen met de quartaire deklaag die bovenop de heuvel te vinden is. Die quartaire deklaag is hier vrij dun. Op de flanken is ze veelal afgeschoven naar de voet van de valleiflank, maar in de Scheldevallei zijn lemige en kleiige quartaire substraten prominent aanwezig (Figuur 290).



Figuur 290: Detail uit de bodemkaart voor het bos 't Ename en omgeving (geel en oranje zijn vochtig resp. nat zandleem)

De bronnen in het deel Grotenbos en Wallebos zijn tijdelijk. Dat wil zeggen dat ze droogvallen in de loop van het vegetatiesseizoen. Dat is een natuurlijk fenomeen, en niet onlogisch gezien de beperkte omvang van de watervoerende laag die als het ware een geologisch schiereilandje vormt en bovendien zowel langs het noordwesten als langs het zuidoosten gedraineerd wordt door waterlopen (Figuur 291). Het volume water dat kan uittreden is dus van nature beperkt. Geen sprake van (door de mens geïnduceerde) verdroging, er is gewoon slechts een beperkt volume grondwater beschikbaar in de watervoerende laag.



Figuur 291: Geschatte omvang van het grondwatervoedingsgebied van Grotenbos-Wallebos en het zuidelijke Volkegembos met het bronamfitheater van de Riedekensbeek.

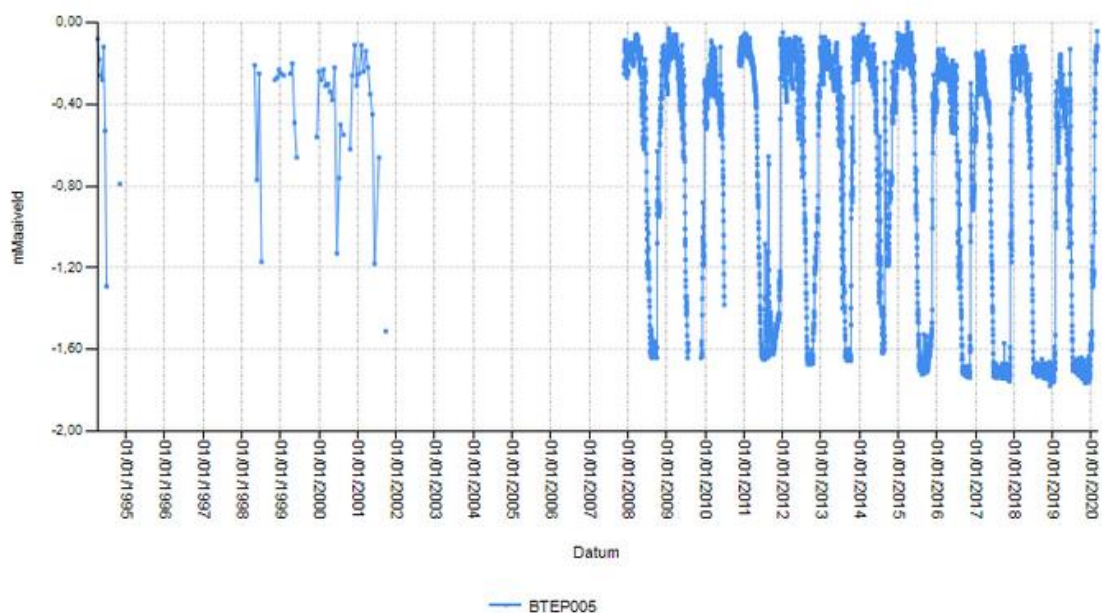
Die situatie is helemaal anders in de het zuidelijke deelgebied van het Volkegembos. Hier is het infiltratiegebied veel groter dan voor het Grotenbos-Wallebos. In Figuur 291 wordt (bij wijze van best professional judgement!) de omvang van de infiltratiegebieden voor de beide bronssystemen geschat. Het is onmiddellijk duidelijk dat het infiltratiegebied voor de bronnen in het Volkegembos weel ruimer is dan het infiltratiegebied voor Grotenbos en Wallebos. Dat is meteen de reden waarom de Riedekensbeek het ganse jaar door blijft stromen.

De Scheldevallei is diep in de klei van Kortrijk ingesneden. Daarbovenop is een flink pakket alluviale leem en klei afgezet. Hierin is er geen sprake van regionale grondwaterstromingen, dit is een lokaal grondwatersysteem dat nat is in de winter en sterk uitdroogt in de zomer. Omwille van de fijne texturen van de bodem is er sprake van sterke capillaire opstijging van grondwater waardoor de natuurlijke effecten van uitdrogen in de zomer beperkt blijven. Ondanks de sterke schommelingen van de grondwatertafel, zal er in de zomer, in het valleigedeelte toch, nog sprake zijn van beschikbaarheid van bodemvocht waardoor sterke uitdrogingsverschijnselen veelal niet op de voorgrond treden.

9.4.4 Grondwaterdynamiek

De grondwatertafelschommelingen zijn hier bijgevolg zeer uitgesproken. In het vegetatiesizoen (maart tot oktober) is er jaarlijks in het voorjaar een steile, gladde daling en in het najaar weer een dito stijging van de grondwaterpeilen te zien. Dat betekent dat de evolutie het grondwaterpeil hier zeer sterk bepaald wordt door de verdamping door de vegetatie en, niet door neerslag. Alleen in opvallend natte voorjaren (2011 en 2016) recupereert de grondwatertafel) in het vegetatiesizoen eventjes als gevolg van excessieve

neerslag. Maar dat zijn uitzonderingen. In de winter is de impact van natte perioden wel te zien in de peilfluctuaties. Peilschommelingen van anderhalve meter en meer betekent dat er helemaal geen aanvoer van grondwater is naar dit gebied, evapotranspiratie-verliezen worden niet gecompenseerd door toestromend grondwater zoals dat in kwelgebieden het geval is.



Figuur 292: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen in het Bos 't Ename aan de voet van de valleiflank

Systemen van grachten en greppels zijn hier beperkt aanwezig. Er zijn in het verleden pogingen ondernomen om bronniveau 's te ontwateren. Dat is te zien aan plaatselijke rabattensysteempjes die uitgegraven werden. Gezien het tijdelijke karakter van de bronnen, is het zeer de vraag of het veel zin heeft om deze grachten te dempen. In de vallei zelf zijn de grachten grotendeels beperkt tot langsgrachten aan de paar wegen die door het gebied lopen. Door de langsgrachten blijven die wegen beter begaanbaar. Op die langsgrachten en op andere grachten verder in de Scheldevallei is een rabattenstructuur aangesloten die ervoor zorgt dat in het voorjaar de terreinen wat sneller droog kwamen te staan en dus sneller bewerkbaar werden dan wanneer er geen grachten zouden geweest zijn. Vanaf het midden van het voorjaar verliezen ze hun functie omdat het grondwaterpeil daalt tot (soms ver!) onder het vloerpeil van de grachten.

9.4.5 Grondwaterchemie

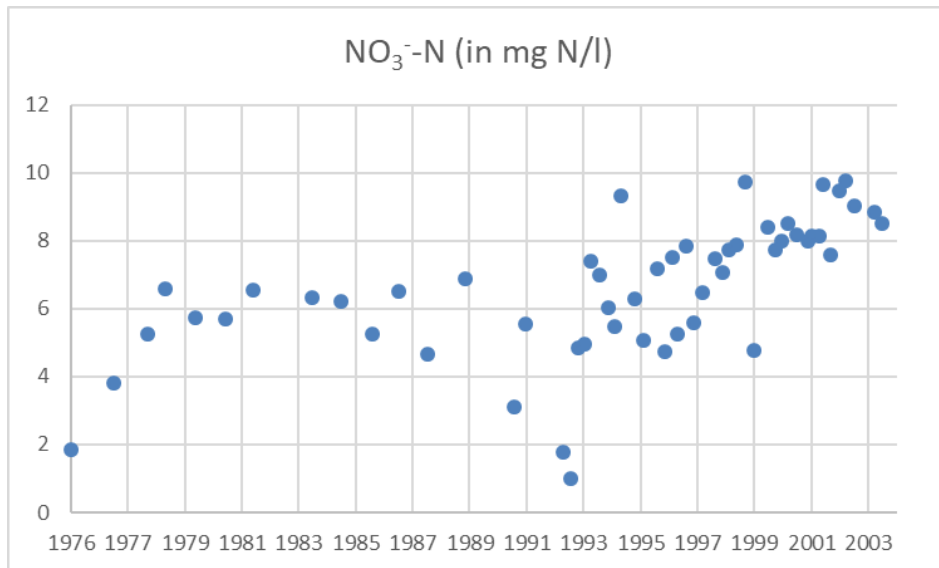
Voor het gebied zijn er chemische analysesresultaten beschikbaar uit 2001-2003. Dezelfde locaties werden opnieuw bezocht in 2017.

Tabel 39: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in Grotenbos noord (periode 2001-2017).

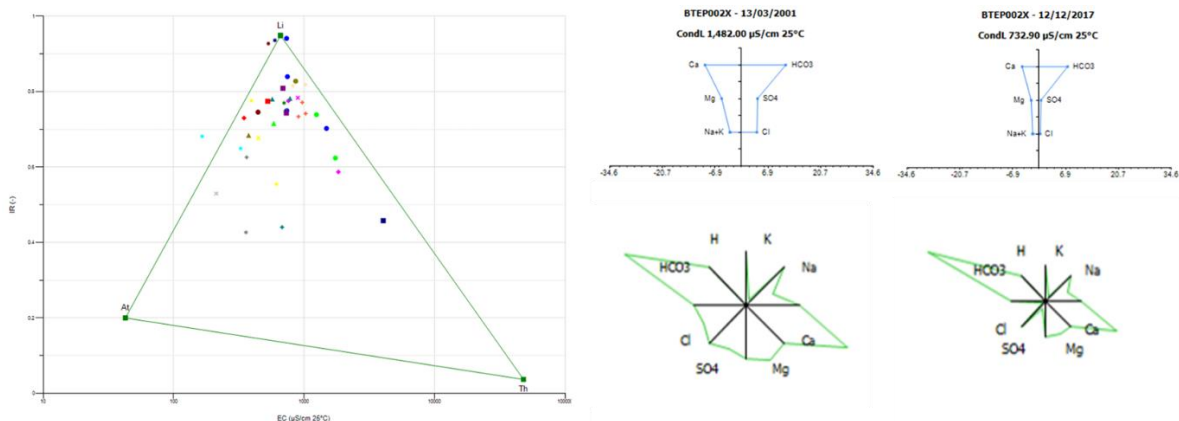
# = 40	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	4040	8,1	706	2,43	0,228	17,34	1,985	720	1225,0	204,0	42,0	585,0	150,00	4,84
90 percen	1264	7,7	472	0,73	0,018	1,60	0,168	207	135,8	68,9	34,4	193,5	36,41	1,59
mean	810	7,0	306	0,30	0,016	0,90	0,148	95	85,3	43,6	16,6	92,3	22,33	0,68
10-percen	357	6,3	61	0,05	0,005	0,05	0,015	13	18,2	14,7	1,1	38,3	6,53	0,05
min	165	5,4	6	0,05	0,005	0,02	0,010	1	9,8	11,2	0,5	15,4	3,53	0,05

De gegevens van die periode wijzen op zeer sterke aanrijking van het grondwater in het bronniveau maar ook in de rest van het grondwater elders in het bos. Op tal van locaties is er aanrijking met orthofosfaat en ook zeer sterke tot enorme aanrijking met sulfaten.

Ook voor nagenoeg alle bronnen die deel uitmaken van het bronamfitheater van de Riedekensbeek (grotendeels gelegen in het Volkegebos, zijn er veel chemische analyseresultaten bekend en dat al van in de jaren 60 van vorige eeuw tot begin 2004 (RUG 1991 en Farys). De meeste van die bronnen worden gecapteerd voor drinkwaterproductie (Farys). Illustratief worden de concentraties voor nitraat stikstof voor één van de bronbeken in het Volkegebos (binnen SBZ-H) gegeven (Figuur 293). Alle andere gecapteerde bronnen in het zelfde amfitheater vertonen vergelijkbare concentraties.



Figuur 293: Nitraatstikstofconcentraties (in mg N/l) voor het bronwater “Van Butsele Groot” in het bronamfitheater van de Riedekensbeek (gegevens RUG 1991 en Farys)



Figuur 294: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een freatisch grondwater in het SBZ-H deelgebied Bos 't Ename (s.s.)

De zanden van de formatie van Tielt en de quartaire zandleem zijn hier de (lokale) watervoerende afzettingen. Die zijn uitgesproken mineraalrijk wat onder meer op te maken valt uit de gemiddelde EC_{25} van meer dan $800 \mu S/cm$ (Tabel 39).

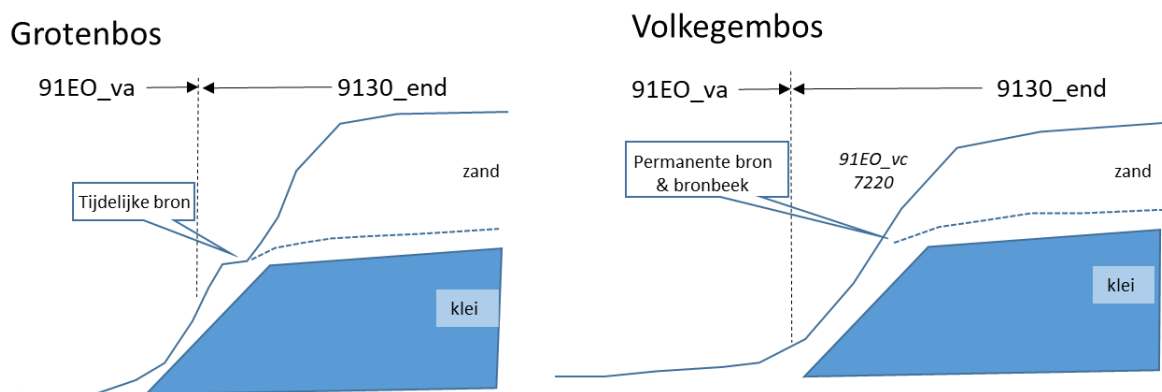


9.4.6 Oppervlaktewater

Niet relevant in dit gebied

9.4.7 Vegetatiezonering

Gezien het tijdelijke karakter van de bronnen in het deel Grotenbos-Wallebos ontwikkelen hier geen karakteristieke bronbosvegetaties. In het zuidelijke deel van het gebied (Volkegembos) is dat anders. Daar hebben de bronnen wel degelijk een permanent karakter en ontwikkelt zich een (weliswaar dikwijls verdroogde en geëutrofiëerde bronbosvegetatie met wat bittere veldkers. Gezien de mineralensamenstelling van het bronwater zouden hier kalktufbronvegetaties (7220) perfect moeten kunnen ontwikkelen. De sterke aanrijking van het bronwater met nutriënten maakt dat echter onmogelijk evenals het vergraven karakter van veel van de bronbeken. Mede daardoor komt naast de bronbeken geen goed ontwikkeling van goudveil-essenbos (91EO_vc) voor. Hier en daar zijn er wel wat fragmentjes die er aan doen denken. Het feit dat bronwater (zeker in het deel Volkegembos) gecapteerd wordt, verandert niets aan het brondebiet maar wel aan de ontwikkelingskansen van een bronbeekvegetatie. Door het wegvangen van het brondebiet, zullen de grondwaterpeilen in de bronbeekjes en de begeleidende bronbossen gevoelig lager liggen dan van nature het geval is.



Figuur 295: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een oost-west transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Bos 't Ename

De naastliggende, drogere bostypen zijn wel duidelijk ontwikkeld. Het gaat hier grotendeels om oud bos, waardoor er op de helling neutrofiel beukenbos (9130) ontstaan is (met goed ontwikkelde voorjaarsaspecten van boshyacint edm) en onderaan de flank zijn de omstandigheden net goed voor de ontwikkeling van Vogelkers-Essenbos (91EO_va). Gezien de sterke aanrijking met nutriënten hier, zijn beide bostypes in min of meerdere mate verruigd.

9.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Rioleringswater – Veel puntlozingen van huishoudelijk afvalwater en niet op collector aangesloten plaatselijke rioleringen
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –bemesting van landbouwgronden leidt tot zeer sterke aanrijking van het grondwater met N- én P-verbindingen evenals hoge sulfaatconcentraties. (Metingen dateren van een lange periode 2001-2015 en vertonen geen verbetering!)

- iii. Grondwaterwinning – Ja, er wordt bronwater gecapteerd, maar behalve verstoring ter plaatse van het captatiepunt heeft dat alleen effect op de ontwikkeling van de bronbeekvegetatie stroomafwaarts de captatiepunten waar minder water doorstroomt en dus lagere peilen zal kennen.
- iv. Lokale drainage ja. Ze verwijderen zou de hydrologie betekenisvol kunnen wijzigen, met name de bronbeekjes zelf zijn diep uitgegraven, waardoor het vogelkers-essenbos (91EO_vc) niet tot ontwikkeling komt (ook als gevolg van het wegvangen van een deel van het brondebiet.
- v. Beperken evapotranspiratie – niet relevant hier
- vi. Meetnet: Ja – en operationeel (grotendeels manueel, beperkt tot het Grotenbos noord deel en door vrijwilligers bemeten).

9.4.9 Relevante referenties

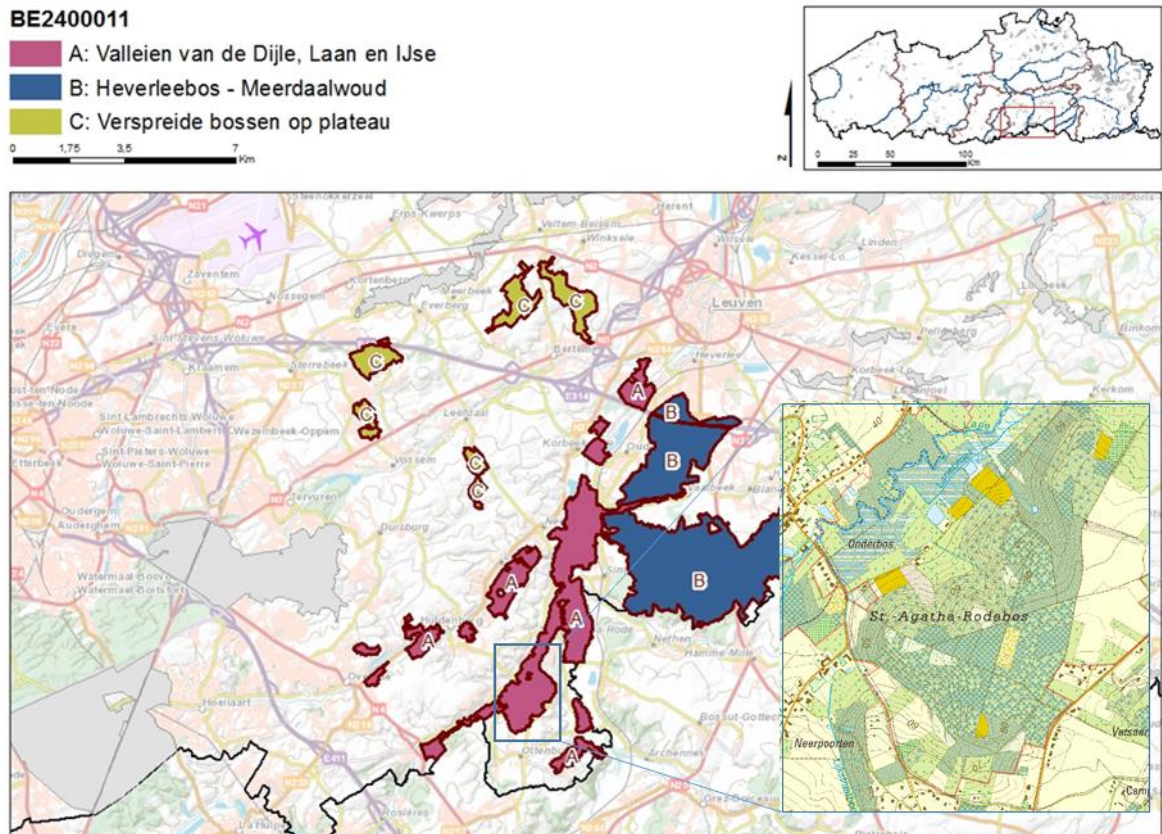
Rijksuniversiteit Gent 1991 Milieu Effect Rapport (MER) van het ontginningsgebied en uitbreiding van ontginningsgebied te Volkegem – Aspect Water.



9.5 RODEBOS BE2400011-A (DEEL)

9.5.1 Algemene situering

Het Rodebos maakt deel uit van het ruimere SBZ-H-deelgebied van de valleien van Dijle, IJse & Laan.

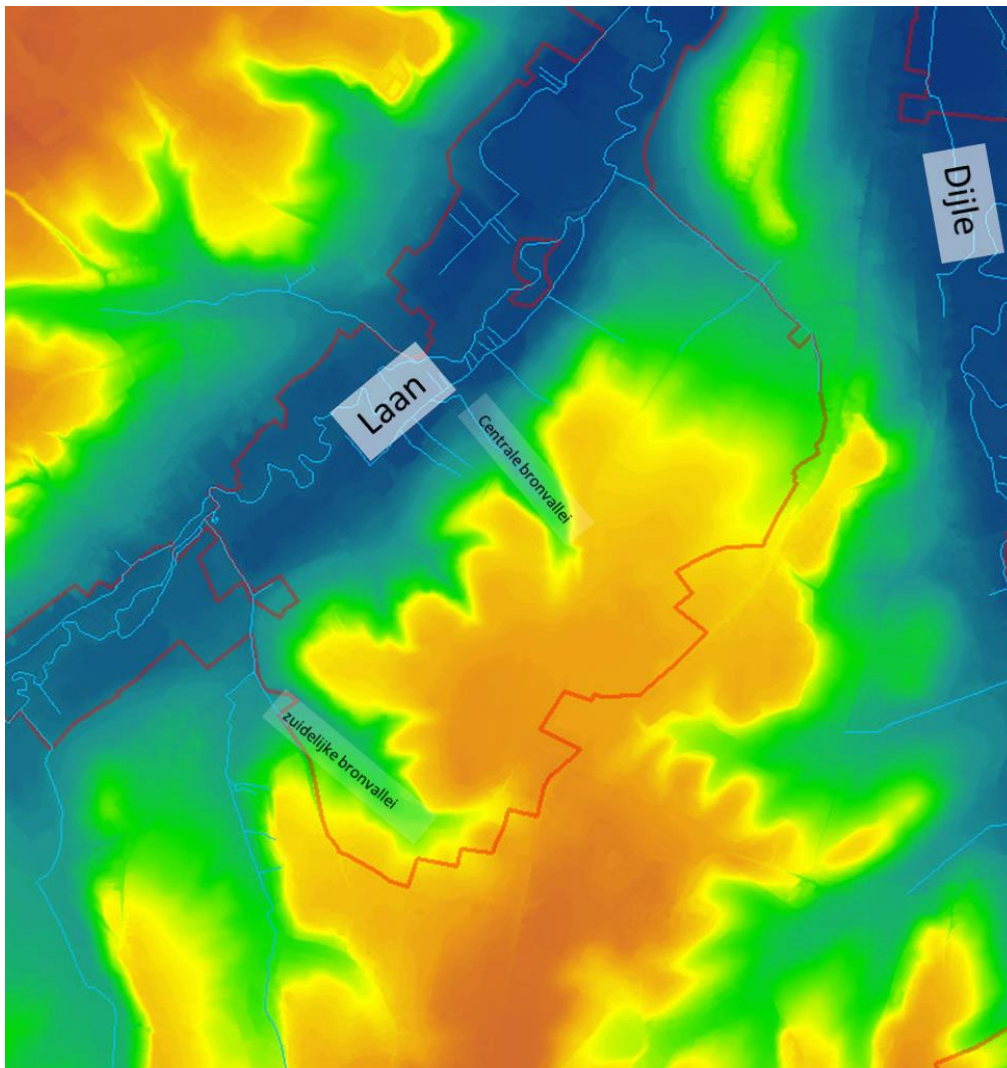


Figuur 296: Algemene situering van het SBZA-H deelgebied Rodebos in het SBZ-H gebied BE240001.

Het is sinds begin van de jaren 90 van de vorige eeuw een Vlaams natuurreservaat (destijds een zgn. natuurreservaat in de bossfeer). Het is gelegen in het zuiden van de provincie Vlaams-Brabant op een boogsecht van de taalgrens.

9.5.2 Topografie en Hydrografie

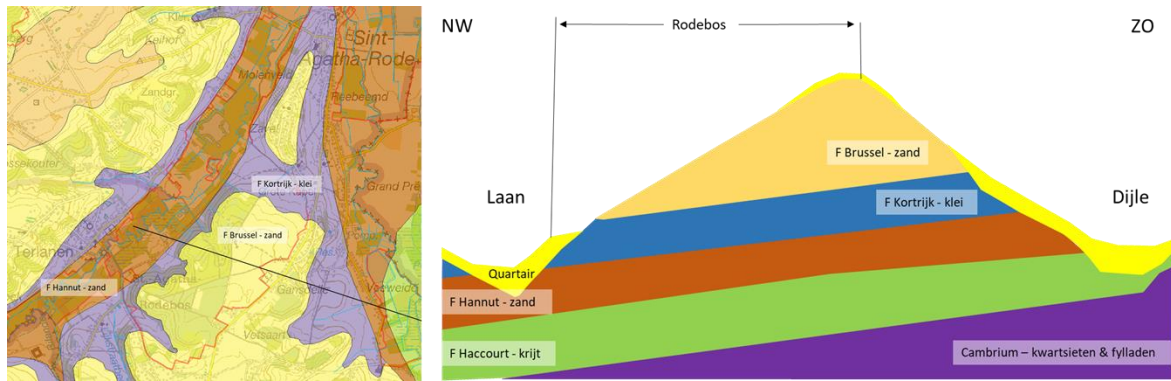
Het Rodebos is gelegen op de rechter valleiflank van de Laan, een zijrivier van de Dijle, die er een viertal kilometer verder naar het noorden mee samenvloeit. Het SBZ-H-deelgebied omvat het volledige bos maar ook een aantal akkers die aan de oostzijde aan het bos palen. Omwille van de specifieke geologie (zie paragraaf geohydrologie) is de rechter valleiflank van de Laanvallei veelvuldig en erg sterk ingesneden met tal van grotere en kleinere bronbeekjes, die zich in de loop van de voorbije millennia (een proces dat tot op vandaag nog steeds actief is overigens) achterwaarts insneden en het geheel een sterk gekarteld uiterlijk geven. Het topografisch niveauverschil tussen plateau (85 m TAW) en de vallei van de Laan (ca. 35 m TAW) is zeer uitgesproken.



Figuur 297: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen in en in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van het Rodebos

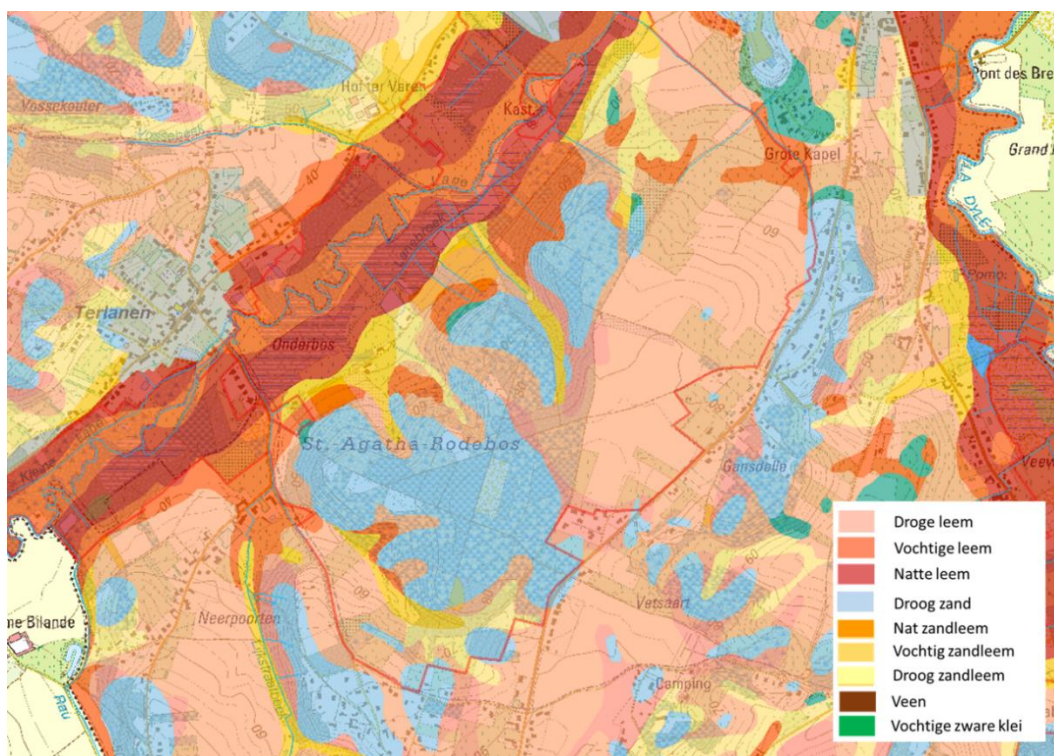
9.5.3 Geohydrologie

De basis van het geohydrologische systeem wordt hier, net zoals dat voor het Hallerbos het geval is (zie verder) gevormd door het Cambrium. Daar bovenop ligt een laag krijt van de formatie van Haccourt, die op haar beurt weer afgedekt wordt met de kalkrijke zanden van de formatie van Hannut. Alles lagen hellen af in noordwestelijke richting. Dit alles wordt afgedekt door een dikke laag klei van de formatie van Kortrijk (destijds leperiaanklei genoemd. Als er louter naar het functioneren van de bronsystemen gekeken wordt, is dezer laatste laag en de lagen die er bovenop gelegen zijn van belang. Alle onderliggende lagen zorgen voor het hydrologisch functioneren van de vallei van de Laan maar zijn van geen belang voor wat er in de bronsystemen gebeurt.



Figuur 298: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie (links) met indicatie van de ligging van het dwarsstranssect (rechts) voor het SBZ-H Rodebos en omgeving

Bovenop de kleilaag van de formatie van Kortrijk, ligt nog een uitloper van de mineraalrijke zandafzetting van de formatie van Brussel. Hier gaat het om een wigvormige uitloper van de afzetting die zowel aan de noordwest- als aan de noordoostzijde begrensd worden door respectievelijk de vallei van de Laan en de Dijle. Beide rivieren zijn in het verleden (ijstijden) dwars door de zanden van Brussel maar ten dele ook dwars door de klei van Kortrijk gesneden, waardoor het watervoerende pakket van de zanden van Brussel hier slechts een beperkte oppervlakte heeft en de bronnetjes halverwege de valleiflank (ca. 20 meter hoger dan de Laanvallei) uittreden. Er is vroeger (Vercoutere 1995) nagegaan wat het grondwater voedingsgebied is van de bronnetjes in de flank van de Laan. Daaruit is gebleken dat de grondwaterstroming nagenoeg volledig vanuit het zuid-oost-oosten komt en van vlakbij de bronnen. Het volledige hydrologische systeem van de bronnen is hier maximaal (slechts) een goede 600 meter breed. Dat heeft mee bepaald waar de grens van het SBZ-H-gebied kwam te liggen. Het is nagenoeg het enige SBZ-gebied in Vlaanderen waar deze overweging heeft meegespeeld.



Figuur 299: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Rodebos en omgeving

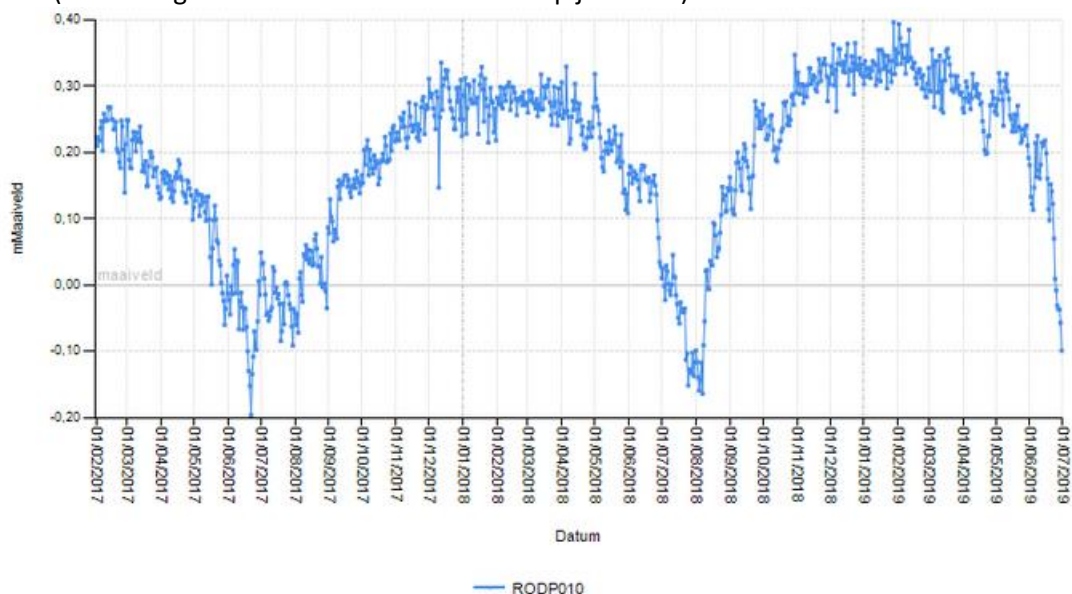
Het gehele landschap is, niet vreemd voor de leemstreek, afgedekt met een dikke laag leem, die afhankelijk van de landschappelijke positie qua vochttoestand varieert van uitgesproken droog op het plateau tot zeer nat in de valleien. Opvallend zijn de grote vlekken zandige bodems in het Rodebos, die echter bij nader toezien, op veel plekken te vinden zijn in deze streek (Figuur 299).

Het heeft er alle schijn van de dat het leemdek op de overgang van de plateau's naar de steile valleiflanken massaal is afgeschoven, waardoor het onderliggende Brusseliaanzand aan de oppervlakte ligt. In het Rodebos is dat zeer opvallend het geval. Afgeschoven leem ligt in een dikke colluviale laag aan de voet van de valleiflank, dikwijls onder de vorm van zandleem.

In dit gebied is er dus in feite sprake van twee min of meer onafhankelijk van elkaar functionerende hydrologische systemen. Het eerste, bovenste deelsysteem, bestaat uit het bronsysteem met bronwater uit de zanden van Brussel. Het tweede onderliggende deelsysteem bestaat uit de watervoerende laag met mineraalrijke zanden van Hannut. Die zorgt voor aanvoer van grote hoeveelheden kwelwater in de vallei van de Laan. Het water dat vanuit de bronnetjes uittreedt halverwege de valleiflank geeft niet altijd en overal aanleiding tot het ontstaan van echte duidelijke bronbeekjes. Dat gebeurt slecht in een paar gevallen, met name in de zuidelijke en de centrale bronvallei (Figuur 297). Tussen deze bronvalleitjes maar ook nog ten noorden ervan zitten kleinere hangende bronnetjes waarvan het water eerst stagneert in een klein bronterrasje, daar aanleiding geeft tot het opstapelen van veen (dat niet op de bodemkaart te zien is) en waarvan het "surplus"-water langs de valleiflank (over de klei) naar beneden sijpelt en terug in de bodem infiltreert. Afhankelijk van de hoeveelheid effectieve neerslag fluctueert het brondebiet een klein beetje. In natte jaren sijpelt het water wat verder over het oppervlak naar beneden, in droge jaren wat minder ver.

9.5.4 Grondwaterdynamiek

In dit gebied is er bijzonder veel diversiteit in grondwaterregimes op een korte afstand. Bovenop het plateau, zit het freatische grondwater meer dan 10 meter diep en fluctueert het sterk (orde van grootte van anderhalve meter op jaarbasis).



Figuur 300: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld in een klein bronkuipje tussen de centrale en de zuidelijke bronvallei in het Rodebos

Beneden in de vallei van de Laan is er sprake van sterke kwelflux wat neerkomt op een grondwaterpeil vlak tegen het maaiveld en nauwelijks peilschommelingen op jaarbasis (orde van grootte van een paar decimeter op jaarbasis. Het grondwater stroomt gravitair uit de bronnen.

Het grondwaterpeil net voor het uitstromen van het grondwater uit zo'n bron is weergegeven in Figuur 300. Het peil fluctueert ca. 30 cm doorheen het jaar, als gevolg van evapotranspiratie. Een uitermate droge zomer zoals dezer van 2018 is niet of nauwelijks te zien in de tijdreeks. De bronnen in het Rodebos zijn in het verleden niet of nauwelijks gedraineerd. Er werd geen detailbegreeping aangelegd zoals dat in veel andere bronbossen in Vlaanderen wel gebeurd is. Dat betekent dat de directe omgeving van dergelijke kleine bronkuipjes zeer nat en drassig zijn. Dat zijn omstandigheden die perfect zijn voor de accumulatie van veen.

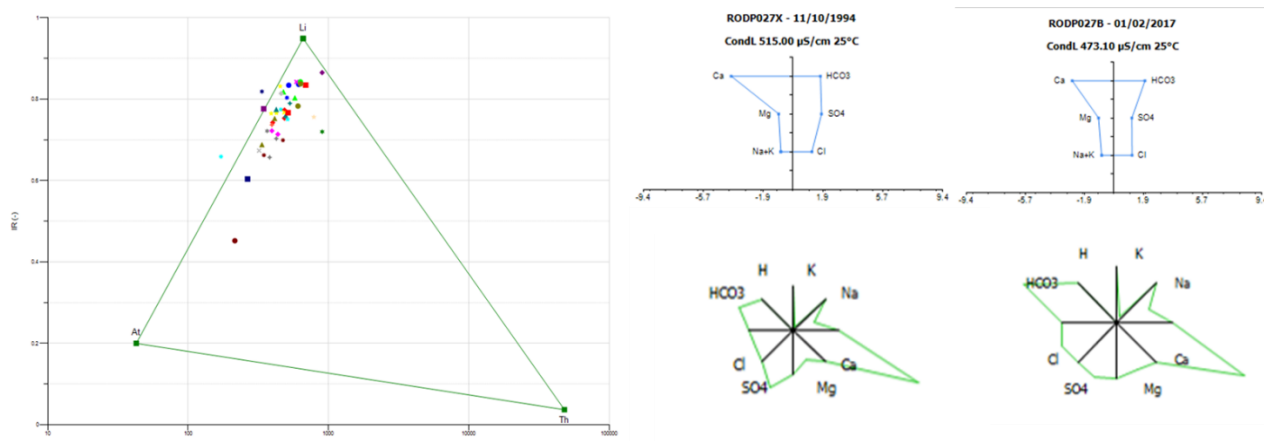
9.5.5 Grondwaterchemie

In deze bespreking zijn enkel de stalen meegenomen die genomen werden op de valleiflank, niet in de vallei van de Laan zelf. Het bronwater dus, afkomstig uit de zanden van de formatie van Brussel, is op de meeste plaatsen mineraalrijk. Dat wordt weerspiegeld in de vrij hoge mediaanwaarde voor bijvoorbeeld de EC₂₅. Dat is uiteraard ook te zien in de hoge calcium, magnesium en bicarbonaatwaarden (Tabel 40).

Tabel 40: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Rodebos (periode 1994-2017)

# = 43	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	900	7,7	440	30,00	0,468	3,30	0,720	199	108,0	37,0	10,8	189,0	25,00	26,00
90-percen	632	7,2	308	10,36	0,157	0,57	0,054	99	46,6	19,8	7,9	108,0	14,64	3,87
mean	478	6,7	154	4,10	0,056	0,27	0,051	65	37,0	15,6	4,3	71,3	10,38	1,66
10-percen	335	6,2	34	0,04	0,005	0,02	0,005	16	28,2	10,7	1,1	39,2	6,50	0,05
min	171	5,7	4	0,01	0,005	0,01	0,005	7	13,8	9,0	0,6	14,0	3,83	0,02

In het EC/IR-diagram Figuur 301 valt echter ook op dat de spreiding van de geanalyseerde stalen erg ruim is. Op basis van de mineralogische samenstelling van de zanden in de watervoerende laag, zou er verwacht kunnen worden dat nagenoeg alle punten samen gedruimd zouden zitten bovenaan in de grafiek, in de omgeving van het lithocline referentiepunt. Dat is ook grotendeels het geval, maar toch zijn er een aantal punten die een flink eind opgeschoven zitten in de richting van het atmocliene referentiepunt.



Figuur 301: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Rodebos

Dat betekent dat een deel van het geanalyseerde grondwater beduidend minder mineraalrijk is dan andere locaties. Dat fenomeen wordt ook weerspiegelt in de vegetaties rond de verschillende bronnen (zie paragraaf vegetatiezonering).

Dat betekent ook dat ondanks het passeren van het grondwater door een matrix waarvan verondersteld wordt dat die mineraalrijk moet zijn, het uittredende water niet altijd mineraalrijk is. Het kan dan ook niet anders dan dat de zanden van de formatie van Brussel ter hoogte van dit gebied niet overal even mineraalrijk (meer?) zijn. Het zou kunnen dan een deel van deze watervoerende laag doorheen de tijd haar overschot aan mineralen is kwijtgespeeld door uitspoeling of dat er sprake is van een zekere heterogeniteit. Er is geweten dat dit systeem een zeer klein voedingsgebied heeft, met korte stroombanen en een erg korte verblijftijd, beide hypothesen kunnen dus geldig zijn.

Het grondwater in dit gebied is sterk aangerijkt met stikstofhoudende nutriënten. Met name nitraat maar ook nitriet concentraties zijn (soms sterk) verhoogd. Concentraties van meer dan 4 mg NO₃-N/l zijn doorheen de volledige bemonsteringsperiode (1994-2017) gemeten. Gelukkig zijn hier de concentraties orthofosfaat nagenoeg afwezig. Helemaal in het begin van de metingen (1994) werden sporadisch verhoogde concentraties gemeten maar de laatste 10 jaar niet meer. Gezien de kennis van het (beperkte) grondwatervoedingsgebied en de afwezigheid van bebouwing, kan met een zekerheid grenzende waarschijnlijkheid gesteld worden dat deze instroom van nutriënten afkomstig is van de akkers in het oostelijk deel van dit SBZ-H-deelgebied.

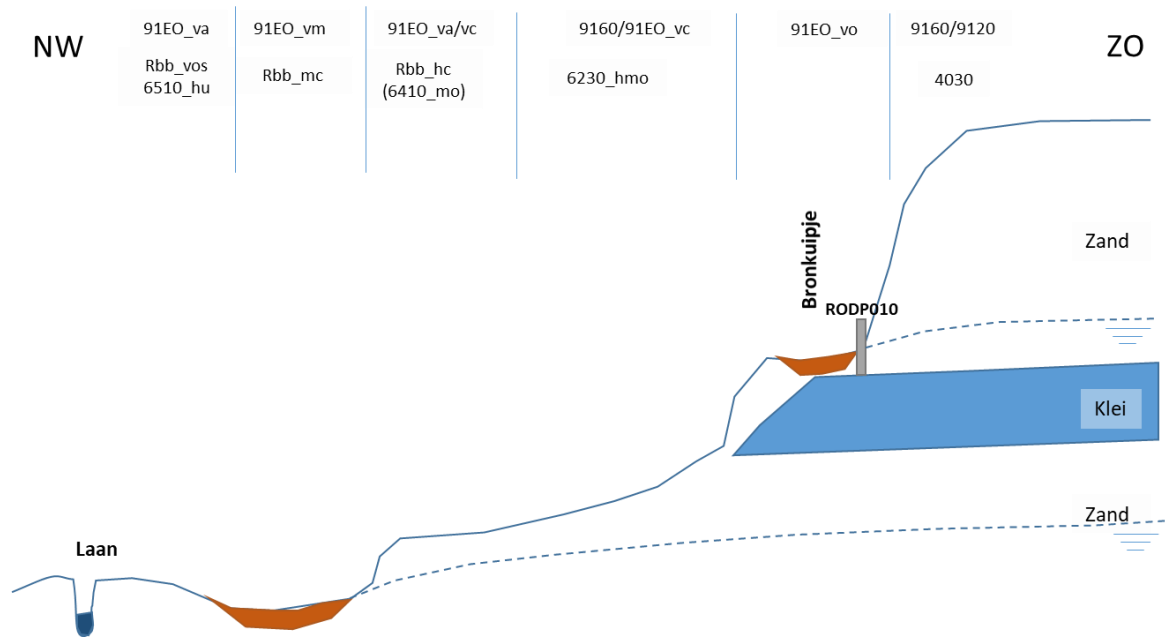
9.5.6 Oppervlaktewater

Niet relevant voor het functioneren van het bronbosysteem. De bronwaterkwaliteit is behandeld onder de paragraaf grondwater.

9.5.7 Vegetatiezonering

Net zoals de grote topografische niveauverschillen en de daar ten dele mee samenhangende diversiteit in grondwaterregimes op korte afstand, is er ook een erg grote diversiteit in vegetatietypen aanwezig. Op het plateau (waar het leempakket grotendeels afwezig is) is droge heide (4030). Die terreinen zijn tot vlak na de tweede wereldoorlog erg soortenrijk geweest (Heinemann 1956), zoals voor wel meer heideterreinen in deze streek, maar ze werden in die periode ofwel verlaten ofwel ingeplant met naaldhout, tamme kastanje en of Amerikaanse eik.





Figuur 302: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een zuidoost-noordwest transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Rodebos

De laatste 10-15 jaar werden ze hier voor een deel weer vrijgemaakt met het oog op heideherstel.

De steile hellingen werden naar alle waarschijnlijkheid nooit ontbost. Het gaat hier om zgn. historisch oude (permanente) of ook Ferrarisbossen. Vandaar dat voor de steile gedeelten geen vervanggemeenschappen in de open sfeer weergegeven zijn in Figuur 302.

Als de ondergrond zandig is, is de climaxvegetatie Atlantisch zuurminnen beukenbos met hulst (9120). Is de ondergrond ietsje rijker (leem of zandleem) dan gaat het om subatlantisch eikenhaagbeukenbos (9160). Lager op de valleiflank, onderaan de helling waar de invloed van het freatische grondwater weer merkbaar is, ontwikkelt beek begeleidend Vogelkers-Essenbos (90EO_va). Dwars door de zones met eikenhaagbeukenbos en Vogelkers-Essenbos loopt langs de bronbeekjes een lint met goudveil-essenbos (91EO_vc).

Waar het water van de kleinere bronkuijpes van de helling afloopt en geleidelijk weer infiltreert, ontwikkelen zich doorgaans grote vlekken datsook op de door infiltrerend bronwater nattere terreingedeelten.

Een eigenaardigheid hier, zijn de bronkuijpes waarin veen opstapelt en waar kleine vlekjes (maximaal een paar tientallen are in oppervlakte) van oligotroof elzen-berkenbroek ontwikkelt, compleet met door zachte berk en een beetje zwarte els gedomineerde boomlaag met pijpenstrootje, sterzegge en bospaardenstaart, een soms uitzonderlijk rijke moslaag met veel veenmossen (*Sphagnum palustre*, *S. fimbriatum*, *S. fallax*, *S. flexuosum*, *S. subnitens*) maar ook soorten als wolmos (*Trichocolea tomentella*), hookeria (*Hookeria luscens*) en tal van andere zeldzaamheden. Dit is bij uitstek ook de locatie waar in het voorjaar mijtertje (een veenpaddenstoeltje) aan te treffen is.

In de Laanvallei zelf ontwikkelt mesotroof elzenbroek (91EO-vm). Ook hier wordt veen geaccumuleerd.

Waar op de colluviale voeten van de valleiflanken het bos plaats gemaakt heeft voor grasland zijn fraai ontwikkelde heischrale graslandrelictten te vinden met betonie, gele zegge, bevertjes,



tandjesgras, liggend walstro, fraai hertshooi, mannetjesereprijs, tormentil, blauwe knoop...
Nog lager op de overgang naar de komgronden in de vallei van de Laan ontwikkelt zich dottergrasland (rbb_hc) dat soms lijkt te gaan verder evolueren richting blauwgrasland (6410_mo met bosorchis, paddenrus, ...). Op de oeverwal van de Laan gaat het dan om glanshaver- dan wel grote vossenstaartgrasland (6510_hu/rbb_vos)

9.5.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Rioleringswater – Veel puntlozingen van huishoudelijk afvalwater waren in 1994 nog aanwezig maar vandaag lijken die nog nauwelijks een rol te spelen (ze zijn grotendeels gecollecteerd), Er zijn nog geïsoleerde woningen die een IBA zouden moeten hebben, wat vrijwel nooit het geval is.
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –sterke aanrijking van het grondwater met N- -verbindingen als gevolg van bemesting op het akkerland in het oostelijk deel van dit SBZ-H-deelgebied (tussen de oostrand van het bos en de Leuvensebaan
- iii. Grondwaterwinning - Neen
- iv. Lokale drainage: zeer beperkt, bronbeekjes niet uitgegraven
- v. Beperken evapotranspiratie – niet relevant hier
- vi. Meetnet: Ja – en operationeel

9.5.9 Relevante referenties

De Becker P. 1997. Het staatsnatuurreservaat "Rodebos en Laanvallei". Jaarbulletin Vrienden van Heverleebos & Meerdaalwoud vzw.

Heinemann P. 1956. Les landes à Calluna du district Picardo-Brabançon de Belgique. Vegetatio 7/2: 99-147.

Koop H, Leten M, Boddez P, Tielens T & Hermy M. 1992 Bosstructuur en soortensamenstelling van het Rodebos: monitoring van bosstaatsnatuurreservaten in Vlaanderen. Instituut voor Natuurbehoud. Rapport A92/71a. 65 pp.

Vercoutere B. 1995. Ecohydrologische studie van het Rodebos. Ongepubliceerd eindwerk KULeuven voor het behalen van de graad van bio-ingenieur. 109 pp.



9.6 HALLERBOS (INCL. DEN DULING) BE2400009-B (DEEL)

9.6.1 Algemene situering

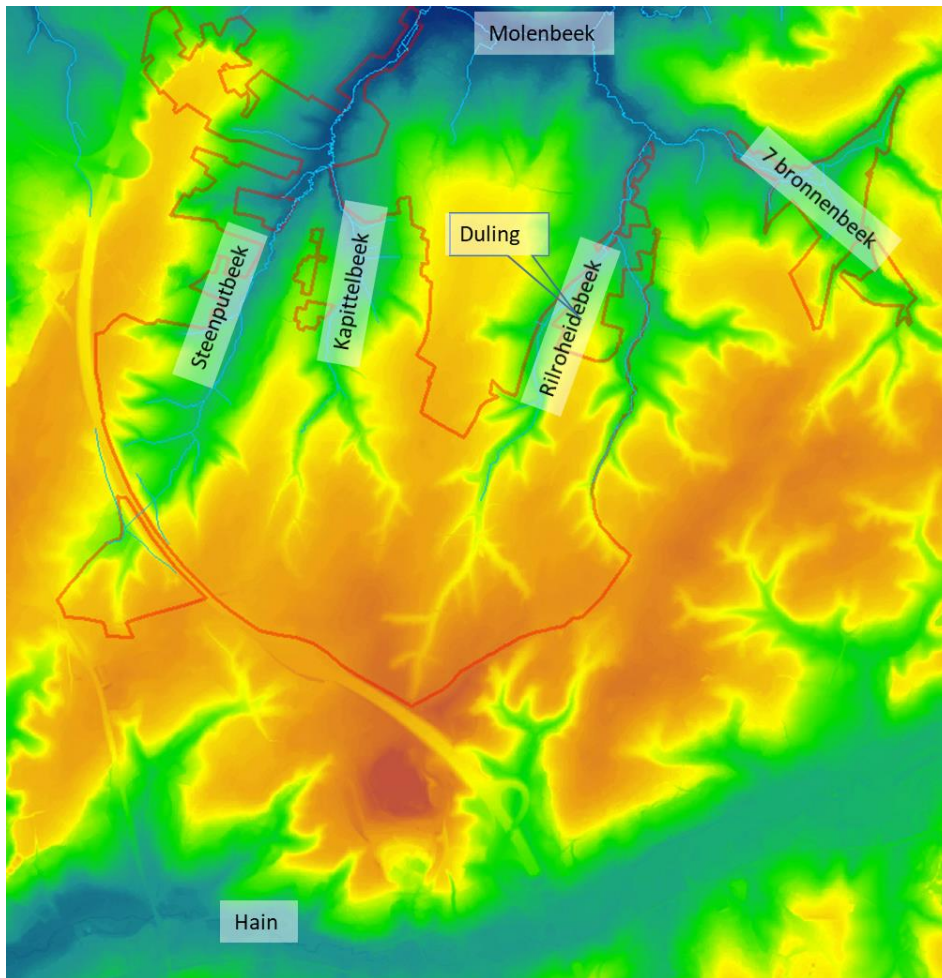
Het Hallerbos is gelegen in het zuiden van de provincie Vlaams-Brabant tegen de grens met Wallonië aan. Het ligt net ten westen van Het Zoniënwoud en ten oosten van de Vallei van de Zenne (met het kanaal Brussel-Charleroi).



Figuur 303: Overzicht van het SBZ-H deelgebied Hallerbos

9.6.2 Topografie en Hydrografie

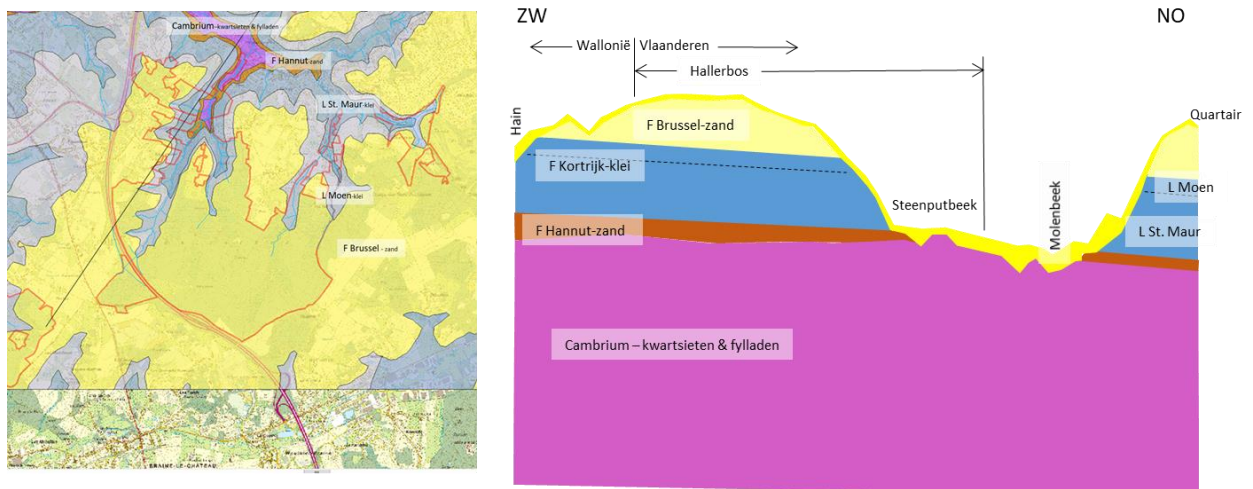
Het bos ligt bovenop de (westrand) van het leemplateau dat door de vele bronbeekjes (daarbij uiteraard geholpen door geomorfologische processen tijdens de voorbije ijstijden) doorheen de voorbije millennia diep is ingesneden, waardoor de regionale topografie een sterk gekartelde indruk geeft met topografische niveaoverschillen van meer dan 60 meter over een afstand van slechts een kleine 3 kilometer. De dichtheid aan bronbeekjes is in deze regio echt opvallend hoog in vergelijking met meer oostwaarts gelegen natuurgebieden met vergelijkbare geohydrologisch “bouwplan”. Alleen al uit het Hallerbos zelf loopt bronwater weg uit (van west naar oost) de Steenputbeek, de Kapittelbeek, de Rilroheidebeek en nog een paar kleinere beekjes zonder naam (Figuur 304). Meer naar het oosten komt er nog de 7 bronnenbeek bij. Al deze beekjes lopen in noordelijke richting naar de Molenbeek die westwaarts verder in de richting van de Zennevallei stroomt (Figuur 304).



Figuur 304: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen in en in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van het Hallerbos

9.6.3 Geohydrologie

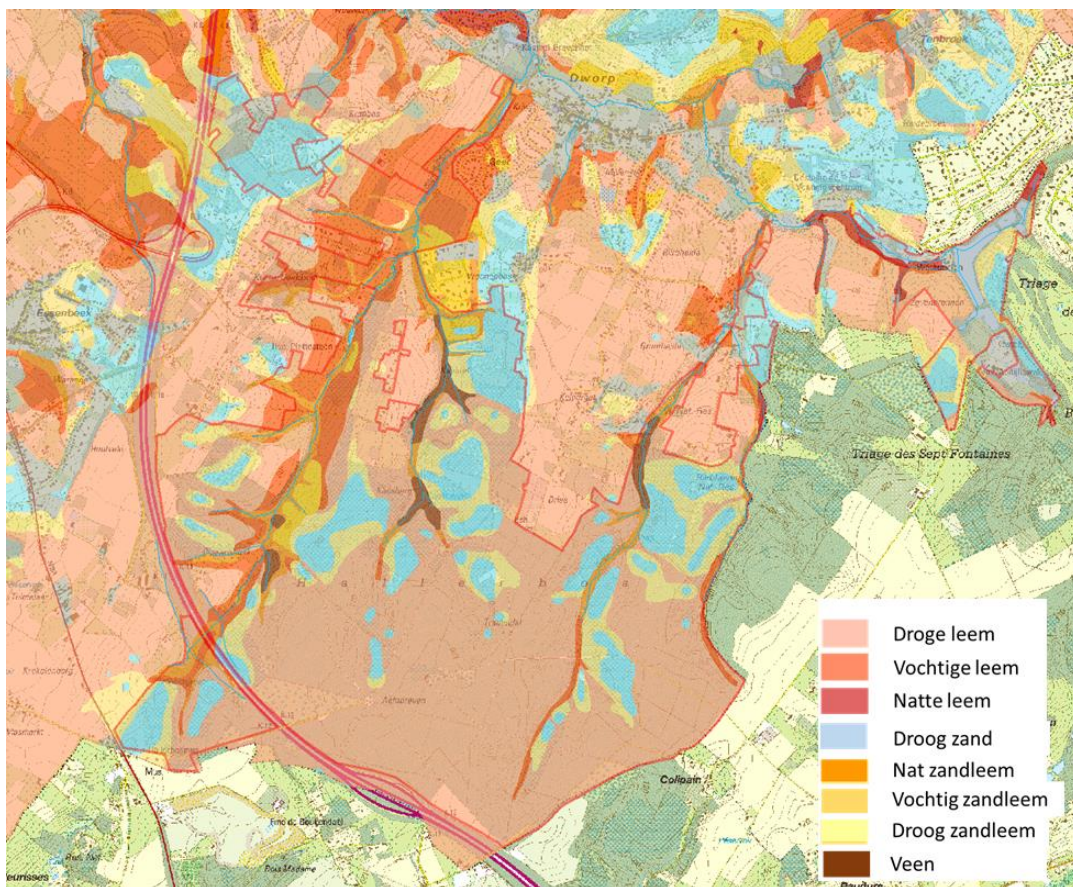
De vele bronnetjes in dit gebied krijgen hoofdzakelijk grondwater uit de zanden van de formatie van Brussel (Figuur 305).



Figuur 305: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologie (links) met indicatie van de ligging van het dwarstranssect (rechts) voor het SBZ-H deelgebied Hallerbos en omgeving

De (bron-)beekdalletjes lopen allemaal in noordelijke richting en zijn in de loop der tijd dwars door de zanden van Brussel en in de meeste gevallen ook nog een flink stuk door de onderliggende klei van Kortrijk geërodeerd. Het grondwater infiltreert in de freatische watervoerende laag van de zanden van Brussel, en onderaan botst het op de klei van de formatie van Kortrijk. Daarover stroomt het af in noordwestelijke richting (alle geologische lagen hebben hier immers een flauwe helling in die richting) om uit te treden als bronwater en verder bergaf te sijpelen. Daarbij wordt bodemmateriaal beetje bij beetje meegesleurd en weggevoerd. Uit een combinatie van de tertiair geologische kaart (Figuur 305) en de topografie/hydrografie (Figuur 304) is af te leiden dat het grondwatervoedingsgebied voor het Hallerbos, zeker voor wat de formatie van Brussel betreft, niet groot kan zijn. De lagen hellen zachtjes in noordwestelijke richting en zijn lang het noorden, westen en zuiden begrensd (afgesneden als het ware door eros valleien van respectievelijk de Molenbeek, de Zenne en de Haine. De E19 ligt grofweg op de grens van het infiltratiegebied.

Alleen in het meeste westelijke van de bronbeekjes, de Steenputbeek, is dat erosieproces ook dwars door de klei van Kortrijk gegaan, bovendien ook nog door de daaronder gelegen afzetting, de formatie van Hannut (mineraalrijk zand), tot op het onderliggende Cambriumgesteente. De vallei van de Steenputbeek en verder stroomafwaarts langsheen de Molenbeek en de Zennevallei (ongeveer tot ter hoogte van het dorpscentrum van Lot) is het enige gebied in Vlaanderen waar deze secundair geologische lagen dagzomen (onder het quartaire dek dan wel. Hier en daar langs die beekjes is te zien dat het water effectief over rotsig materiaal loopt. Een vreemd gezicht voor Vlaanderen. Uiteraard zijn die kwartsieten en fylladen de ondergrens van het hydrologische systeem hier.



Figuur 306: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Hallerbos en omgeving.

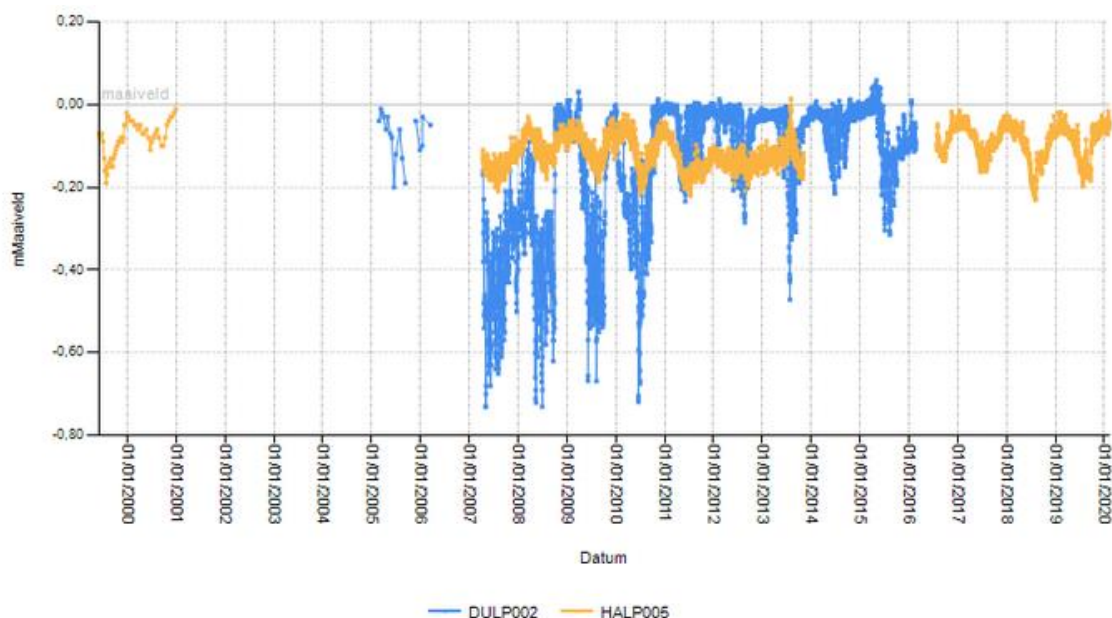


Nagenoeg alle bronwater hier komt dus uit de formatie van Brussel, met uitzondering van de meest stroomafwaarts gelegen delen van de Steenputbeekvallei waar ook bron- en kwelwater uit de formatie van Hannut komt. Dat is eveneens een watervoerend pakket; hier niet freatisch maar gespannen. Uit studies in andere gebieden die gevoed worden vanuit de zanden van Brussel (zie alluviale valleien zoals Dijlevallei, Kastanjebos, Molenbeekvallei, Torfbroek) is duidelijk dat dit watervoerend pakket, hydrologisch gezien een zeer snel systeem is. De tijd tussen het infiltreren van een regendruppel en het terug uittreden onder de vorm van bron of kwelwater is kort (ca. 10 jaar). Het kent een erg hoge hydraulische geleidbaarheid en er passeren dan ook grote volumes water door.

Het geheel is afgedekt met een leemlaag die echter plaatselijk ontbreekt. Op die plaatsen komt het onderliggende zand van Brussel aan de oppervlakte (Figuur 306). In verschillende delen van de bronvalleitjes, waar het topografisch niveauverschil niet zo groot is en/of waar er zeer grote volumes water uittreden, zijn de omstandigheden gunstig voor het opstapelen van veen zoals dat onder meer het geval is in de Rilroheidebeek ter hoogte van het Vlaams reservaat de Duling (Figuur 306). De veenafzettingen zijn met zekerheid groter dan deze die aangegeven zijn op de bodemkaart. Met name in het Vlaams reservaat de Duling, is er nogal wat veen aanwezig waar er op de bodemkaart vochtig tot nat zandleem gekarteerd werd.

9.6.4 Grondwaterdynamiek

Uit de tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de bronvalleitjes in het gebied komt duidelijk naar voor dat de peilen nauwelijks schommelen, zeker niet als er geen drainagewerken gebeuren in de bronvalleitjes. Dat is met name het geval in de Kappittelbeek (tijdreeks van het meetpunt HALP005 in Figuur 307), maar is ook waargenomen in de vallei van de Steenputbeek. In de Rilroheidebeek, ter hoogte van het Vlaams reservaat de Duling schommelde de peilen tot einde 2010 aanzienlijk veel meer. Dat was het gevolg van het onderhouden van een hele reeks drainagegreppels die soms meer dan een meter diep waren dwars door het daar opgestapelde veen. Einde 2010 werden de meeste van die greppels gedempt en het grondwaterregime werd plots veel minder variabel.



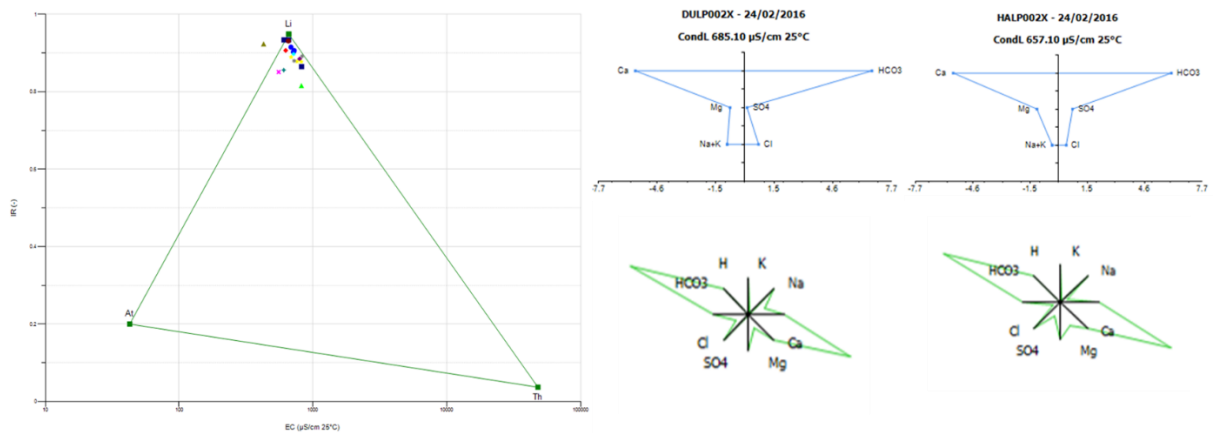
Figuur 307: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld in de Duling (DULP002) en de vallei van de Kapittelbeek in het Hallerbos (HALP005)

9.6.5 Grondwaterchemie

Het uittredende grond- en bronwater is grotendeels afkomstig uit de formatie van Brussel, een uitgesproken mineraalrijke geologisch formatie. Dat is dan ook te zien bijvoorbeeld aan de mediaanwaarde voor de EC₂₅ van ca 700 µS/cm in Tabel 41. Maar ook de concentraties voor calcium en magnesium zijn hoog (in de Vlaamse context). Op een EC/Ir diagram (Figuur 308) levert dat een puntenwolkje op dat compact bij mekaar gedruimd ligt direct rond het lithotrofe referentiepunt, ondanks het korte verblijf van het grondwater in de watervoerende laag. Ook de Stiff- en Maucha-diagrammen zijn perfecte voorbeelden van de vorm (respectievelijk een paddenstoel- en een vleermuisvorm) die overeenstemt met mineraalrijk lithotroof water. Opvallend zijn de uitzonderlijk lage concentraties van ijzer in het grondwater. Dit moet een van de weinig locaties in Vlaanderen zijn waar ijzer nagenoeg ontbreekt in het grondwater.

Tabel 41: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied Hallerbos (incl. Duling) (periode 2000-2016).

# = 20	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	828	8,1	471	3,97	0,076	0,30	0,085	80	50,2	37,1	5,3	149,2	14,81	0,25
90-percen	818	8,1	432	2,45	0,050	0,19	0,041	79	36,9	23,6	2,1	149,0	14,03	0,25
mean	693	7,4	356	0,89	0,026	0,09	0,028	50	26,5	16,3	1,5	124,5	10,73	0,13
10-percen	599	7,1	308	0,02	0,005	0,02	0,010	25	14,2	7,9	0,5	96,9	7,76	0,05
min	427	7,0	233	0,01	0,005	0,02	0,010	3	12,0	6,3	0,3	82,5	5,90	0,05



Figuur 308: EC/IR- (links), Stiff- (rechts boven) & Maucha-diagrammen (rechts onder) voor een aantal freatische grondwaterlocaties in het SBZ-H deelgebied Hallerbos (incl. Duling)

In het grond- en bronwater dat hier uittreedt zitten verhoogde concentraties aan nitraten, nitrieten en orthofosfaten. Het infiltratiegebied wordt hier grotendeels in beslag genomen door bos, de landbouwoppervlakte is nagenoeg verwaarloosbaar, maar er is wel erg veel lint- en verspreide bebouwing langs de interfluvia van de vele bronvalleitjes. Hoewel er recent inspanningen gebeuren om afvalwater te capteren en via rioleringen af te voeren, blijft er nog een vrij aanzienlijke afvalwatervracht verspreid in het gebied lopen, met een belabberde waterkwaliteit tot gevolg.

9.6.6 Oppervlaktewater

De waterkwaliteit van de bronbeekjes is matig. Dat is slechts geweten uit de beperkte staalnamen van bronwater in het gebied. De chemische samenstelling ervan is behandeld onder grondwaterchemie.

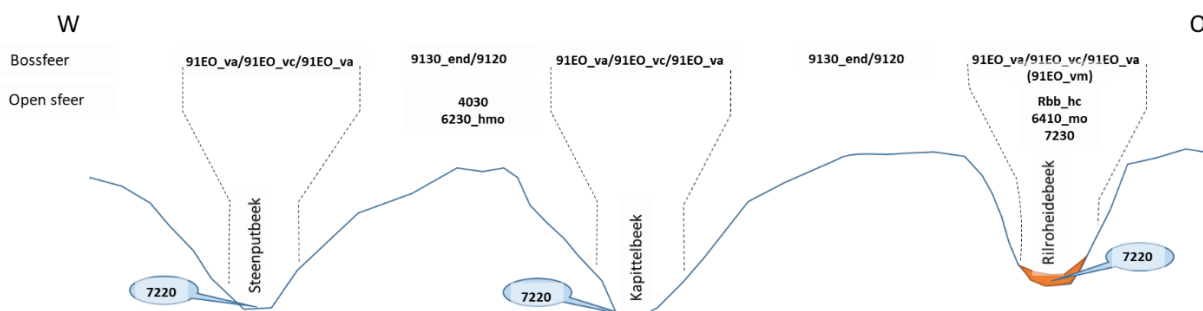


9.6.7 Vegetatiezonering

Belangwekkend hier zijn de kalktufverschijnselen in de bronbeekjes. In dergelijke bronbeekjes komen gespecialiseerde kalktufvegetaties voor, een speciaal habitatype 7220. Deze vegetaties bestaan nagenoeg uitsluitend uit erg lage mossoorten die in het geval van het Hallerbos her en der in plukjes voorkomen. Die plukjes mossen zijn sterk onderhevig aan concurrentie van hogere plantensoorten en algenbloei; beide soortengroepen doen het uiteraard erg goed in nutriëntenrijke omstandigheden. Enkel als nutriëntenconcentraties erg laag zijn, komen er in waterrijke omstandigheden zo goed als geen hogere plantensoorten voor of tred er geen algenbloei op. Specifiek aan kalktufvegetaties (en dus ook het daaraan gekoppelde habitatype 7220), is dat het ontwikkelt op plaatsen waar grondwater niet diffuus (onder de vorm van kwel) maar in zodanig grote hoeveelheden uittreedt dat er aan het oppervlak een met het blote oog vlot zichtbare hoeveelheid water verplaatst wordt. Dat gebeurt op plaatsen waar, zoals hier, tertiair geologische kleilagen met daar bovenop zandafzettingen door de topografie doorsneden worden. In de zandlagen (die bovenop de kleiafzettingen rusten) ontwikkelt zich een volume grondwater, met een grondwatertafel die soms meters hoger ligt dan het kleioppervlak. Waar die laag, door insnijding van rivieren en beken doorsneden wordt, loopt dat grondwater zijdelings weg. Afhankelijk van de omvang van de klei- en zandafzetting, de helling van die lagen en plaats in het landschap waar het doorsnijden van de kleilaag zich bevindt (onderaan een valleiflank of hoger op de valleiflank, zal er meer of minder water uittreden. Zijn de zandlagen die bovenop de kleilaag liggen mineraalrijk, dan zal het uittredende bronwater mineraalrijk zijn. Alleen op die locaties waar het achter de bronlocatie liggende zandpakket een voldoende groot oppervlak beslaat en voldoende dik is, zal het ganse jaar door water afgevoerd worden. Dat is hier zeer uitgesproken het geval.

Voor de ontwikkeling van kalktufvegetaties volgens de definitie van habitatype 7220, is het belangrijk dat de bronnen het ganse jaar door blijven stromen. Bronnen liggen doorgaans in gradiëntrijk terrein, waar de topografische niveaoverschillen op korte afstand doorgaans meerdere meters, en bij voorkeur zelfs een paar tientallen meters bedragen. Dat beperkt het voorkomen ervan voor Vlaanderen tot de zuidrand vanaf het West-Vlaamse Heuvelland, over de Vlaamse Ardennen, het Pajottenland, het Dijleland en Haspengouw. In Nederland is het voorkomen beperkt tot Zuid-Limburg. Het uittredende bronwater vormt in onze streken in die bronbeekjes (nagenoeg zonder uitzondering) een dun waterbalkje van hooguit een paar centimeter dikte. Dat stroomt permanent weg via het bronbeekje de helling af. Dat is van belang omdat op die manier het organische materiaal, dat in dergelijke milieus onvermijdelijk ontstaat, onmiddellijk afgevoerd wordt, evenals fijnere bodempartikeltjes. Dat geeft bronbeekjes hun karakteristiek uiterlijk van kraakheldere, zachtjes kabbelende minibeekjes. Wat achterblijft op de bodem van dergelijke bronbeekjes zijn grotere bodempartikels zoals de grofste zandfractie maar ook grotere korrels en steentjes (grind eigenlijk) en, zoals in de watervoerende laag van de formatie van Brussel zeer uitgesproken het geval is, tot vuistdikke grillig gevormde zandsteenknollen. Die fijne grinden en zandsteenknollen vormen in combinatie met het daar permanent overheen kabbelende, mineraalrijke water én de noodzakelijke beschaduwing door een goed ontwikkelt en gesloten kroondak van doorgaans oude bomen, de ideale standplaats voor de ontwikkeling van mosvegetaties bestaande uit een beperkt aantal erg gespecialiseerde soorten. Beekdikkopmos (*Brachythecium rivulare*), diknerfmos (2 soorten van het geslacht *Cratoneuron*) maar ook folieuze levermossen zoals groot en klein varentjesmos (*Plagiochilla* sp.), lippenmos (*Chiloscyphus* sp.) edm. Al die soorten komen nagenoeg uitsluitend tot volle ontwikkeling op deze standplaats. Het juiste grofkorrelige substraat, permanent stromend, nutriëntenarm mineraalrijk water en beschaduwing zijn cruciaal. In Vlaanderen zijn dergelijke kalktufafzettingen niet echt spectaculair. Het gaat om flinterdunne laagjes kalkafzetting rond takjes en blaadjes van deze mossen of dunnen stukjes dood hout in het bronbeekje. De kalktufafzettingen zijn op geen

enkele manier te vergelijken met de spectaculaire, soms meerdere (tientallen) meter dikke en hoge afzettingen die te vinden zijn in de Gaume (bv. Buzenol in de provincie Luxemburg) of in de Eifel (bv. Niederehe in de Eifel in Duitsland). De punten of kleine streepjes kalktufbronvegetatie liggen ingebed in een matrix van goudveil-essenbos (91EO_vc).



Figuur 309: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een oost-west transect doorheen het SBZ-H deelgebied van het Hallerbos

Waar de impact van de bronnen wat minder speelt, en het grondwater nog niet te diep wegzakt in de zomer, ontwikkelt er beek begeleidend vogelkers-essenbos (91EO_va) in de valleien. Verder buiten het bereik van het freatische grondwater neemt het beukenbos met het “beroemde” voorjaarsaspect van boshyacinten (9130_end) het over. Op plekken waar het leemdek afwezig of veel minder uitgesproken aanwezig is, is de massale voorjaarsflora niet of nauwelijks aanwezig. Daar is het Atlantisch zuurminnend beukenbos (9120) aanwezig. In de open sfeer kan, vnl. op de zandige opduikingen dan op of aan de rand van de plateau’s (waar het leemdek afwezig of afgeschoven is), droge heide (4030) ontwikkelen. Die locaties waren destijds veel meer aanwezig en werden na de tweede wereldoorlog systematisch beplant met naaldbout. Recent werden een aantal van die aanplantingen opnieuw verwijderd en heideachtige vegetatie (dikwijls nog erg ruig) hersteld. Op de iets rijkere, zandlemige plekken zijn her en der fragmenten van vochtig heischraal grasland (6230_hmo) te vinden. Nagenoeg alleen in het smalle valleitje van de Rillroheidebeek heeft er veenaccumulatie van enige betekenis plaatsgevonden. Daar ontwikkelt, als gevolg van de grote hoeveelheden uittredend, erg mineraalrijk grondwater, een mozaïek van dottergrasland (rbbhc), blauwgrasland (6410_mo) en zelfs fragmentjes die doen denken aan alkalisch laagveen (7230). Het is op deze locatie dat door wegvallen van het beheer een paar decennia geleden door geleidelijke verbossing mesotroof elzenbroek (91EO-vm) ontstaan was. Die evolutie is stopgezet en teruggedraaid; Getuige daarvan zijn de “ietwat verloren gelopen pollen” van pluimzegge die eenzaam in het recent herstelde grasland staan.

9.6.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Rioleringswater – Veel puntlozingen van huishoudelijk afvalwater en niet op collector aangesloten plaatselijke rioleringen
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –sterke aanrijking van het grondwater met N- én P-verbindingen als gevolg van de vele puntlozingen, mogelijks ook van het invangen van droge stikstofdepositie in het infiltratiegebied (het Hallerbos zelf)
- iii. Grondwaterwinning - Neen



- iv. Lokale drainage: zeer beperkt, bronbeekjes niet of nauwelijks uitgegraven (of recent gedempt)
- v. Beperken evapotranspiratie – niet relevant hier
- vi. Meetnet: Ja – en operationeel

9.6.9 Relevante referenties

Geen, voor zover bekend.



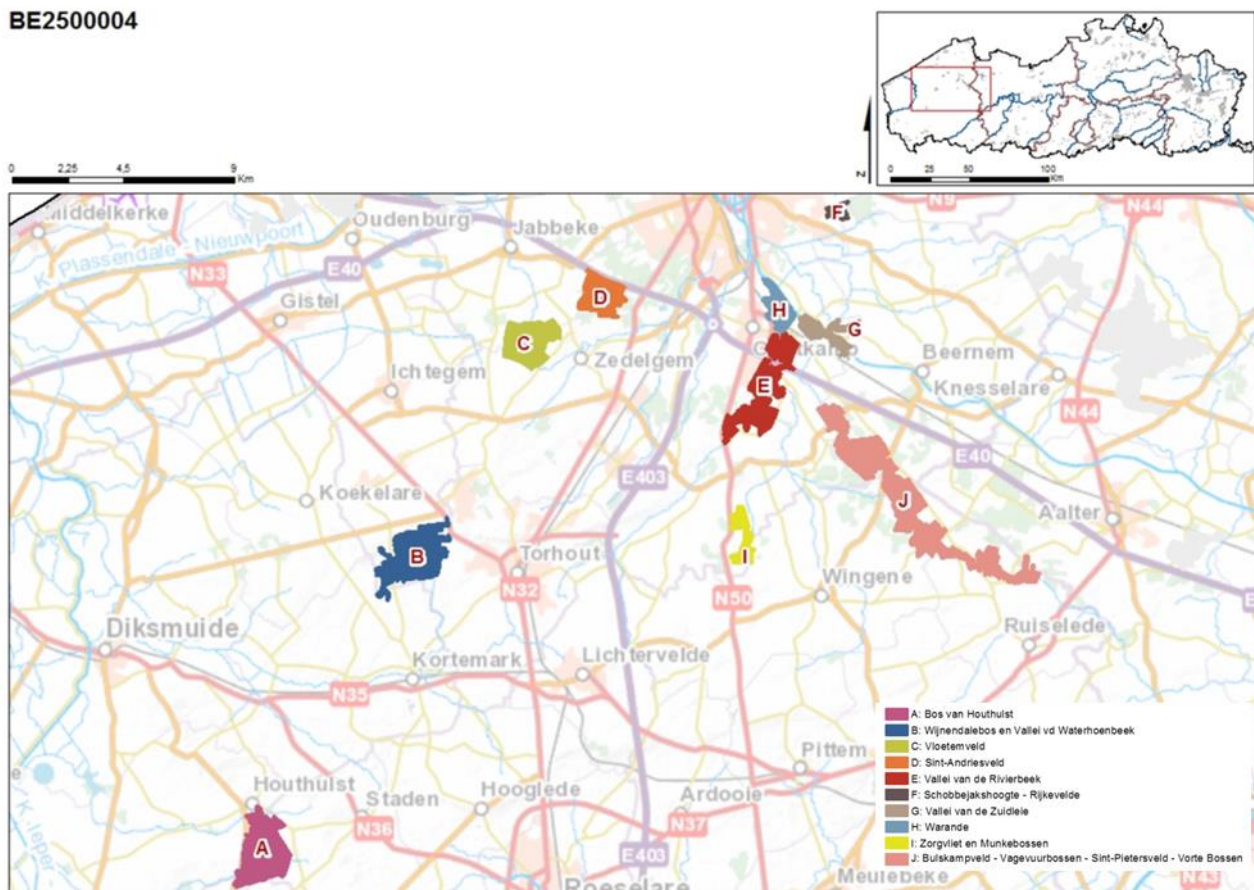
10 ECOHYDROLOGISCH TYPEVOORBEELD “INFILTRATIEGEBIED”

10.1 ST. PIETERSVELD-VAGEVUURBOSSEN-BULSKAMPVELD- BORNEBEEK BE2500004-J

10.1.1 Algemene situering

Dit SBZ-H-deelgebied ligt in de zgn. “Brugse veldzone” ten zuiden van Brugge in West-Vlaanderen. De term veldzone refereert naar de overwegend droge slecht bewerkbare, (voor landbouwdoeleinden) marginale zandgronden van Binnen-Vlaanderen, waar dit gebied deel van uitmaakt.

BE2500004

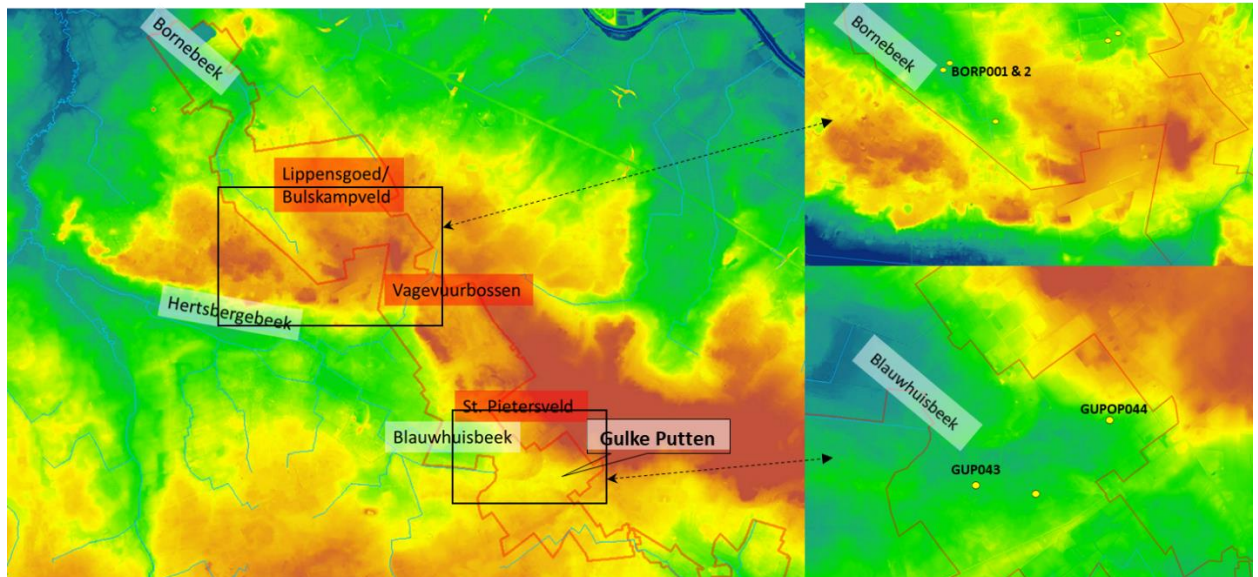


Figuur 310: Algemene situering van het St. Pietersveld-Bulskampveld in het SBZ-H gebied BE2500004

10.1.2 Topografie en hydrografie

Dit SBZ-H-deelgebied ligt op een noordwestwest-zuidoostoost verlopende heuvelrij, die deel uitmaakt van het “cuestalandschap van Binnen-Vlaanderen”. De cuesta waar dit SBZ-H-deelgebied op ligt wordt ook wel de “cuesta van Hertsberge-Aalter” genoemd. Het Lippensgoed/Bulskampveld ligt op de noordwestelijke uitloper, de Vagevuurbossen en het Sint Pietersveld zijn gelegen tegen de zuidwest flank ervan. Deze zuidwestflank is (alle proprieties in

acht genomen) met een helling van ca. 5% de zgn. “steilrand. De noordoostzijde van de cuesta heeft een flauwere helling (ca. 1-2%). Rondom deze cuesta ontspringen tal van kleinere beekjes, waarvan de dalhoofden achterwaarts in de hellingen zijn geërodeerd. In deze dalhoofd-depressies werden destijds (13^e eeuw en later) dikwijls de zgn. veldvijvers aangelegd. Die zijn echter al weer een paar eeuwen uit het landschap verdwenen.



Figuur 311: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied St. Pietersveld-Bulskampveld

Het noordelijk deel van deze SBZ-H deelzone met name het Lippensgoed-Bulskampveld neemt de volledige heuveltop en de zuid, west en noord georiënteerde flanken in beslag (Figuur 311 rechtsboven). De vochtige delen van de natuurgebieden, de Aanwijspotten en het heideveld in het dalhoofd van de Bornebeek situeren zich langs de noord(west)rand van deze heuvelrug. Aan de ‘steile’ zuidwestrand van de cuesta vormen het natuurreservaat de Gulke Putten en een vochtige depressie in de Vagevuurbossen het dalhoofd van twee zijtakken van de Blauwhuisbeek. De kop van de cuesta wordt ingenomen door zeer intensieve landbouw waardoor er doorspoeling van soms enorme hoeveelheden infiltrerende nutriënten (zie paragraaf grondwaterchemie).

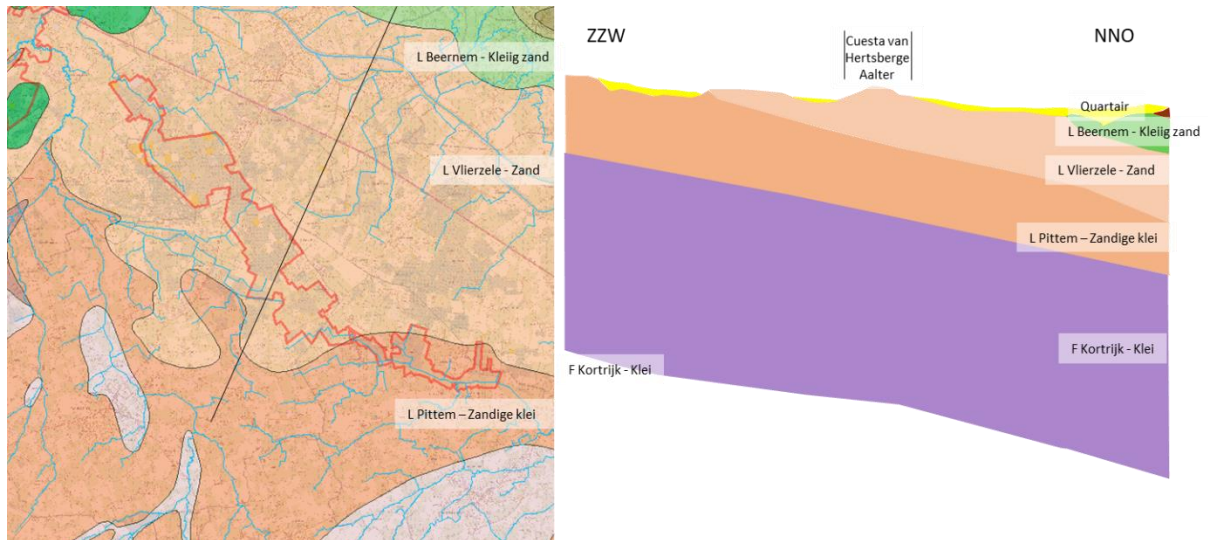
10.1.3 Geohydrologie & bodemtextuur

De bovenste tertiair geologische afzetting bestaat hier uit de formatie van Gentbrugge. Onder de cuesta van Hertsberge-Aalter bestaat die formatie uit twee leden. De jongste en aan het oppervlak gelegen afzetting is met haar (glauconiet houdende) fijne zanden van het lid van Vlierzele. Daaronder zit de zandige kleiafzetting van het lid van Pittem (Figuur 312). Het geohydrologische systeem wordt onderaan begrenst door de klei van de formatie van Kortrijk (vroeger Ieperaanklei genoemd), die nagenoeg als “waterdicht kan beschouwd worden.

In de fijne zanden van het lid van Vlierzele komen onregelmatig kleinere en grotere kleilenzen maar ook wat zandsteenknollen. De volledige heuvelrij van St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld bestaat uit deze zanden van Vlierzele met daarop nog een zandige quartaire laag. In deze regio is het quartaire dek zeer dun tot afwezig (<2m dik).

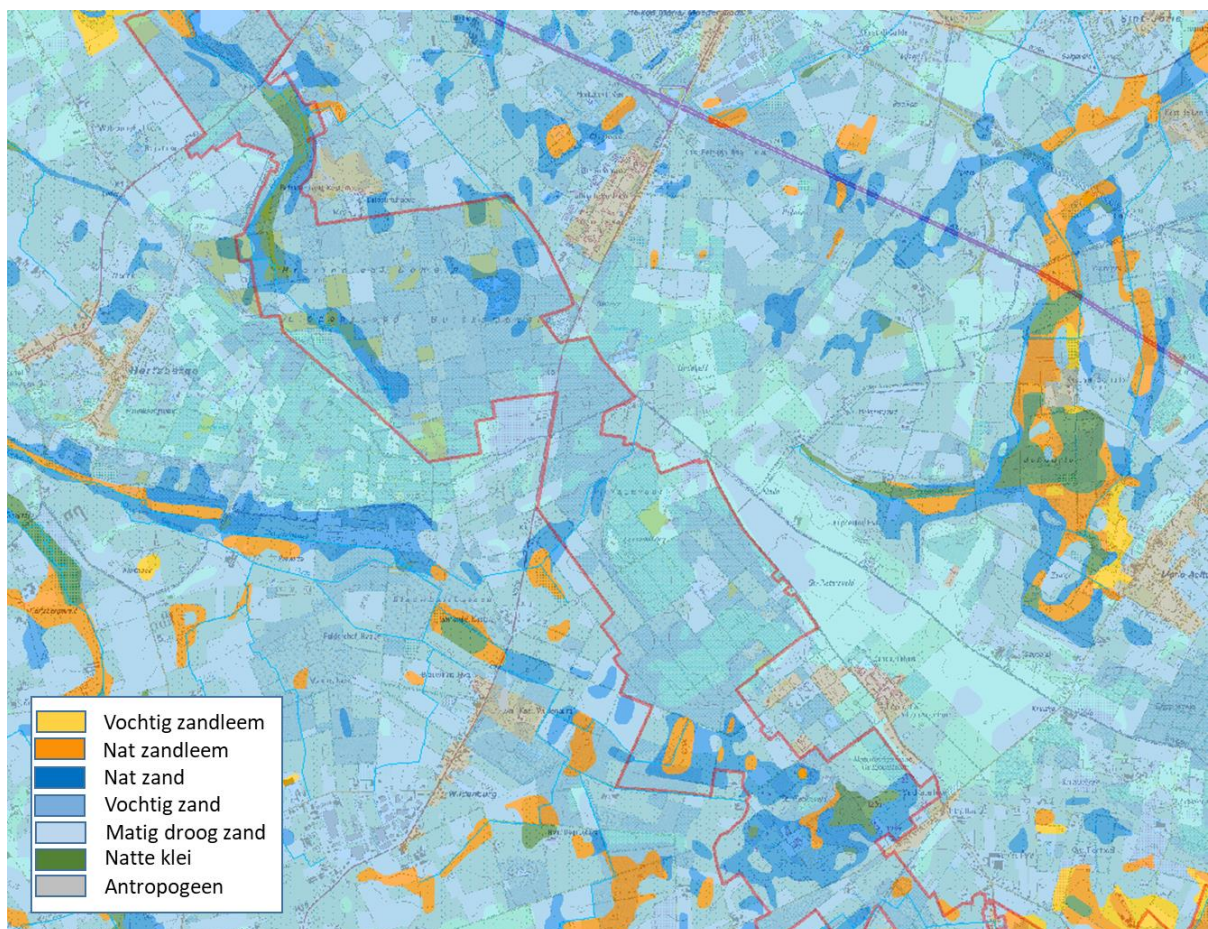
De zanden van Vlierzele heeft een vrij hoge hydraulische geleidbaarheid. Het Lid van Pitte heeft al een gevoelig lagere hydraulische geleidbaarheid dan de zanden van Vlierzele. De zanden van Vlierzele samen met de quartaire dekzanden vormen hier het watervoerend pakket.





Figuur 312: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek en de ruime omgeving

Op de bodemkaart (Figuur 313) is nagenoeg het ganse SBZ-H aangeduid als vochtig tot nat zand, en in de dalhoofden van de beekjes is er sporadisch wat afzetting van zandlemig of kleilig materiaal (zoals in de Bornebeek en de Blauwhuisbeek).

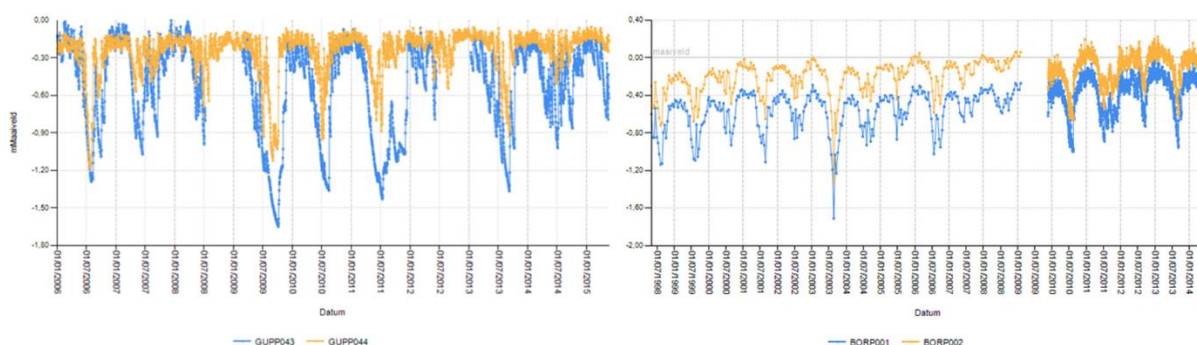


Figuur 313: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek en de ruime omgeving

De belangrijkste vochtige natuurgebieden in deze SBZ-H-deelzone zijn in feite dalhoofdjes van kleine beekjes die ontspringen op de flanken van deze heuvelrij waarlangs het water uit de heuvel wordt afgevoerd.

10.1.4 Grondwaterdynamiek

De grondwatertafelschommelingen in dit SBZ-H-deelgebied zijn vrij groot op jaarbasis. Het gaat hier dan ook om een infiltratiegebied. Peilschommelingen doorheen het jaar van anderhalve meter zijn niet abnormaal en perfect vergelijkbaar met de andere heideterreinen in infiltratiegebieden elders in Vlaanderen (Antwerpen en Limburg). Er is geen sprake van kwel hier, die komt elders, in de valleien rondom de cuesta) aan het oppervlak. In de dalhoofdjes van de beken die in en rond deze cuesta ontspringen snijdt de topografie soms (zeker in het winterhalfjaar) het freatische oppervlak waardoor er daar tijdelijk erg natte zones ontstaan. Dat is met name het geval in de Gulke Putten (peilpunt GUPP044 in Figuur 314 links) in het zgn. perceel 157) maar ook in het zgn. Heideveld langs de Bornebeek (peilpunt BORP002 in Figuur 314 rechts).



Figuur 314: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor het Heideveld in de Bornebeek vallei (links) en de Gulke Putten op het St. Pietersveld (rechts)

Nagenoeg alle terreinen hier werden destijds ontgonnen, dat wil zeggen bos gekapt, omgevormd naar heide, gedraineerd en de overgrote meerderheid werd ook geploegd en omgevormd tot akkers. Hier en daar bleven nog een paar heideperceeltjes gespaard. Vanaf dat ze de status van natuurreservaat kregen werd de detailkontwatering doorgaans niet meer onderhouden waardoor er zich zeer geleidelijk een grondwaterpeilstijging aan het voltrekken is. Dat is met name goed zichtbaar in de tijdreeksen van de grondwaterpeilmetingen in de vallei van de Bornebeek (Figuur 314 rechts) maar ook in de Gulke Putten waar voornamelijk de laagste grondwaterpeilen in de zomer stelselmatig minder diep aan het worden zijn, droge jaren niet te na gesproken.

10.1.5 Grondwaterchemie

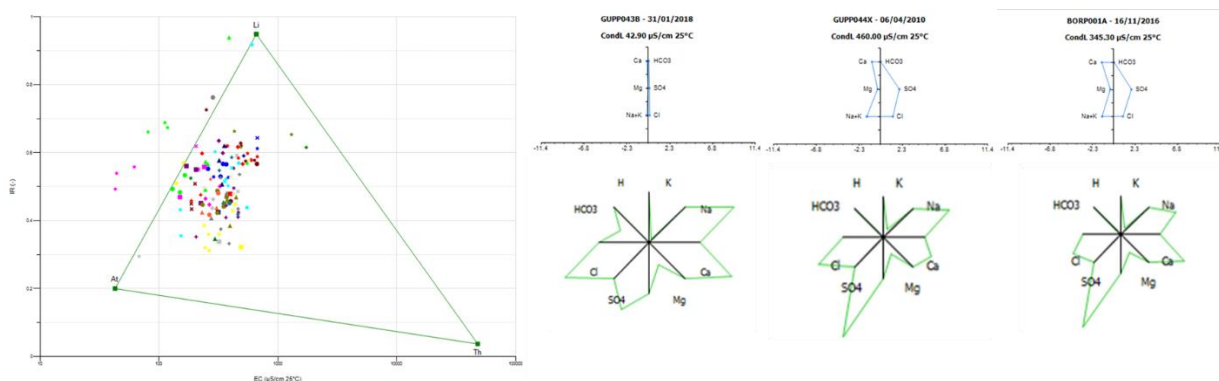
Van nature is het grondwater hier (erg) mineraalarm. Het zou vergelijkbaar moeten zijn met waarden die te vinden zijn in de Antwerpse Kempen. Dat wordt ten dele bevestigd uit de lange smalle vorm van de Stiff-diagrammen in Figuur 315 rechts. De elektrische geleidbaarheidswaarden zijn hier (met een gemiddelde waarde van meer dan $350 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ tot drie keer hoger dan gebieden met een vergelijkbare geohydrologische setting in de Antwerpse Kempen (zie bv. Kalmthoutse heide, Groot en Klein Schietveld). Omwille van de uitermate intensieve landbouwuitbating met de reeds vele decennia aan grote (excessieve) mestgiften, spoelen hier in de ruime regio grote hoeveelheden nutriënten maar ook mineralen uit (Tabel 42) van onder de bouwvoor in akkers die hier grote delen van het natuurlijke infiltratiegebied uitmaken (de volledige kop van de cuesta Hertsberge-Aalter). De excessieve uitspoeling van nitraten naar het grondwater (met waarden van meer dan $30 \text{ mg}/\text{l NO}_3\text{-N}$) blijkt in de loop van

de bemonsterde periode (1992-2018) wat af te nemen, hoewel de situatie nog steeds ver van goed is. Nog steeds worden waarden van ca. 10 mg/l NO₃-N gemeten. Nitriet en ammonium zijn veel minder een probleem en gelukkig treedt er vrij weinig uitspoeling van wateroplosbare fosfaten op.

Tabel 42: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H-deelgebied van het St. Pietersveld, de Vagevuurbossen en Lippensgoed-Bulskampveld (periode 1992-2018)

# = 135	EC25 µS/cm	pH	HCO ₃ mg/l	N-NO ₃ mg/l	N-NO ₂ mg/l	N-NH ₄ mg/l	P-PO ₄ mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	1730	6,7	208	31,00	0,114	11,20	1,250	548	170,0	114,0	51,9	163,0	26,00	43,67
90-percen	529	6,0	34	8,58	0,015	0,34	0,096	123	51,2	30,0	15,0	36,6	13,82	18,82
mean	353	5,1	14	2,43	0,014	0,35	0,053	77	36,9	20,4	7,3	23,3	6,57	5,67
10-percen	162	4,1	1	0,02	0,005	0,01	0,005	30	14,4	9,0	2,0	8,5	2,37	0,08
min	43	3,1	0	0,01	0,005	0,01	0,001	6	2,2	1,3	0,2	1,7	0,44	0,01

De sulfaatconcentraties in het grondwater zijn de laatste jaren ook stilaan aan het afnemen. Excessen van meerdere honderden mg/l SO₄ komen niet meer voor maar toch is de situatie nog steeds niet normaal. Getuige daarvan het “sulfaatbuikje” in de Stiff-diagrammen of het sulfaatpiekje in de Maucha-diagrammen (Figuur 315). Dat betekent dat er nog steeds erg veel nitraten uitspoelen van onder de akkers in het infiltratiegebied. Die nitraten worden over pyriet omgezet naar lachgas maar bij het proces ontstaan sulfaten die uitspoelen. Die zorgen dan voor mineralisatie van organisch materiaal in die gebieden waar het grondwater aan de oppervlakte komt (zoals in de vallei van de Bornebeek of de Gulke Putten



Figuur 315: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied St. Pietersveld, Vagevuurbossen en Bulskampveld-Lippensgoed.

De overgrote meerderheid van de bemonsterde punten ligt aan de rand van het infiltratiegebied (aangezien nagenoeg het volledige SBZ-H-deelgebied aan de rand van het infiltratie gebied ligt). Het hoeft dan ook niet te verbazen dat de puntenwolk op het EC-Ir-diagram (Figuur 315 links) netjes het midden houdt tussen het lithocline en het atmocliene referentiepunt.

10.1.6 Oppervlaktewater

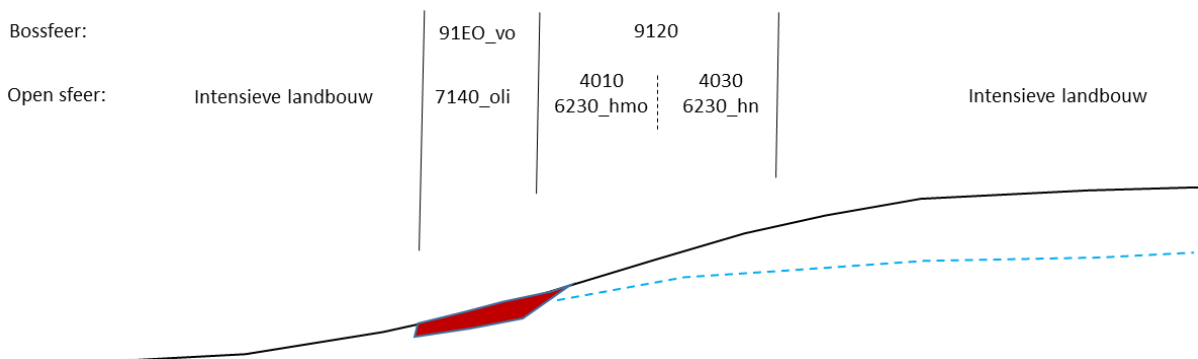
In het gebied komen diverse officiële en lokale waterlopen en drainagesystemen voor waarin (soms zeer sterk) met nutriënten aangerijkt oppervlaktewater wordt afgevoerd. Door achterstallig onderhoud van deze structuren verspreid dit water met slechte kwaliteit zich her en der in natuurterreinen (met name in de Gulke Putten en het heideveld-Bornebeek). De situatie is de laatste jaren echter stilaan aan het verbeteren.



10.1.7 Vegetatiezoning

Omwille van het intensieve landgebruik (intensieve landbouw met tot op vandaag nog grote mestoverschotten) is in deze regio nauwelijks tot geen voorbeeld meer te vinden van locaties waar de natuurlijke vegetatiezoning actueel nog op het terrein waarneembaar is. Er moet dus virtueel samengesteld worden uit beschikbare puntwaarnemingen.

Het heeft er alle schijn van dat die vegetatiezoning in de open sfeer nagenoeg dezelfde is of zou moeten zijn zoals die wordt aangetroffen in de meeste heideterreinen in de Antwerpse of Limburgse Kempen, maar dan wel zeer fragmentair (Figuur 316). Hier zitten ze echter ingesloten tussen intensieve landbouwgebieden, of werden ze bebost met naaldboutaanplantingen. Het gaat dan over droge (4030), vochtige (4010) en venige heide (7140_oli), en her en der ook fragmenten (soms erg goed ontwikkelt) vochtig (6230_hmo) als droog heischraal grasland (6230_hn). Restanten van de effectieve natuurlijke valleivegetaties voor deze heidesystemen (kleine zeggenvetaties (7140_meso), mesotroof elzenbroek 91EO_vm) zijn hier niet meer te vinden. Venige heide was hier een paar decennia niet meer te vinden maar zowel in de Gulke putten als in de vallei van de Bornebeek zijn de grondwaterpeilen de voorbije jaren aan het stijgen en de grondwaterdynamiek aan het afnemen (Figuur 314) waardoor de standplaats als maar beter geschikt wordt door dominantie van veenmossen en dus de ontwikkeling van venige heide ten koste van vochtig heischraal grasland en vochtige heide. Er ontwikkelt als gevolg daarvan ook opnieuw veen op die locaties.



Figuur 316: Schematische weergave van de vegetatiezoning in het SBZ-H-deelgebied St. Pietersveld-Vagevuurbossen-Bulskampveld-Bornebeek

In de bossfeer worden vochtige droge heischrale graslanden en de dito heiden vervangen door Atlantisch zuur beukenbos met hulst. Daar zijn hier, verspreid tussen de grote naaldboutaanplanten nog fragmentjes van te vinden. De venige heide maakt dan plaats voor iet wat hier van ver wat lijkt op oligotroof elzenberkenbroek (bv. in de Gulke Putten) gedomineerd door zachte berk en met veenmostapijten. Echter, de grondwatertafelschommelingen zijn hier nog wat te groot om dit type optimaal te laten ontwikkelen.

10.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – n.v.t.
 - Aanrijking oppervlaktewater in het gebied zijn kleine, niet gecollecteerde lozingspunten aanwezig die op heel veel plaatsen zorgen voor aanrijking met nutriënten
 - Sterk net nutriënten of sulfaten aangerijkt grondwater is hier de regel. Geluk bij een ongeluk is de beperkte orthofosfaatvrucht.

- iii. Grondwaterwinning: neen
- iv. Lokale drainage: já
- v. Beperken evapotranspiratie: Vermoedelijk niet erg relevant hier
- vi. Meetnet: já en operationeel

10.1.9 Relevante referenties

Brouwer E., Weijters M., Van Ballaer B., Moors J. & Backx H. 2010. Rudy van Diggelen Natuurinrichtingsproject Biscopveld. Experten advies prioritair ven- en heideherstel. Studie in opdracht van VLM

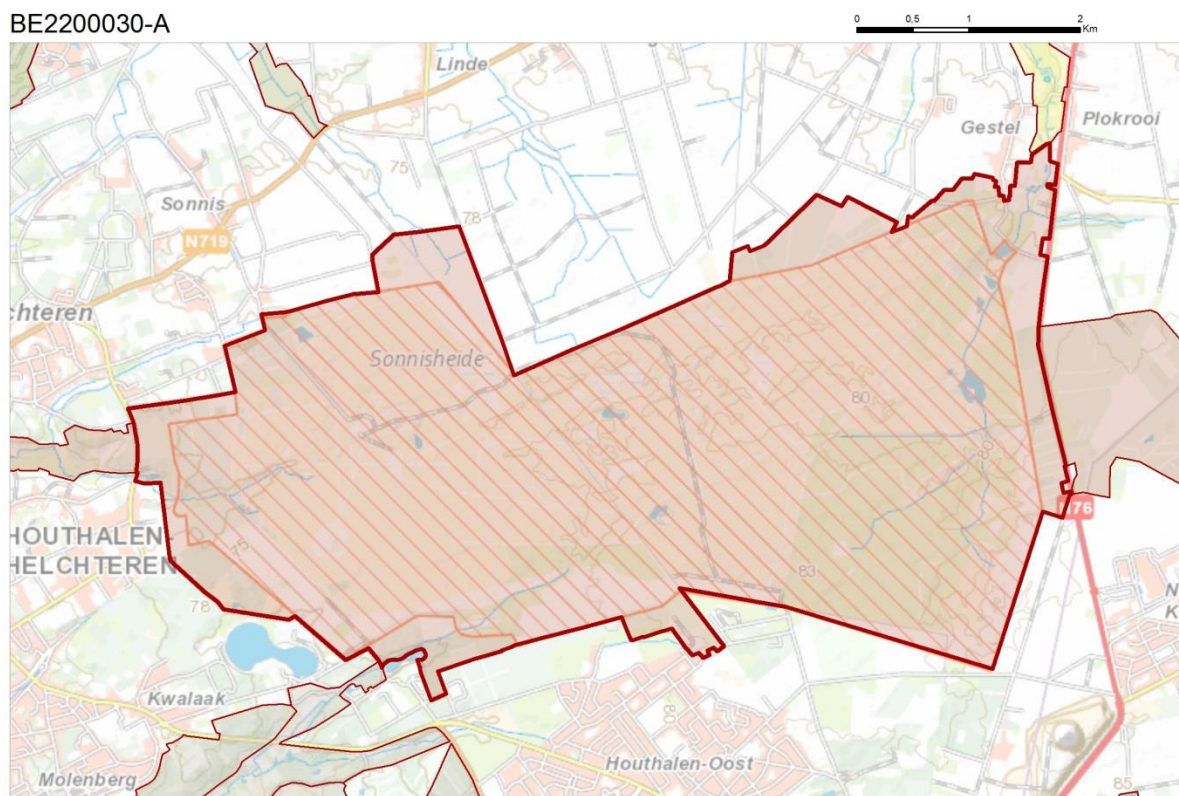
Termote J. 2010. Historisch-geografisch onderzoek naar het voorkomen van de voormalige veldvijvers in het Bulskampveld en de mogelijkheden van herstel in het natuurinrichtingsproject Biscopveld.



10.2 SCHIETVELD VAN HOUTHALEN-HELCHTEREN BE2200030-A

10.2.1 Algemene situering

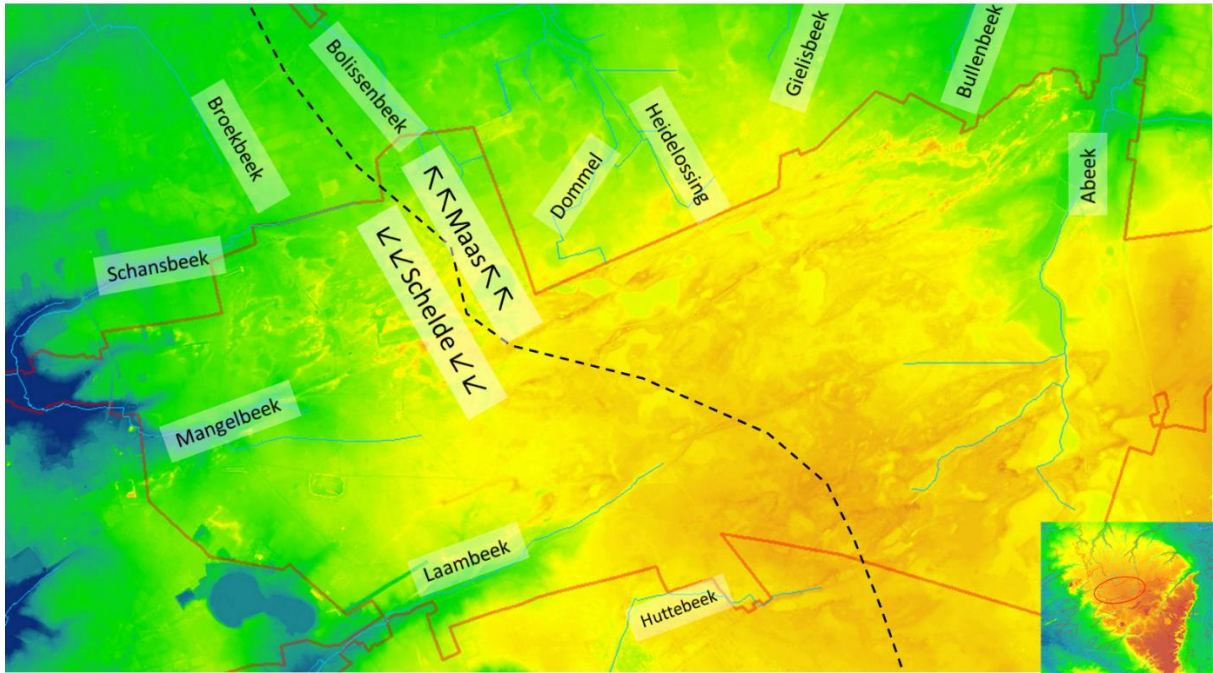
Dit meer dan 2000 ha grote heideterrein ligt centraal in de provincie Limburg midden op het Kempisch plateaugebied. Anders dan de naam die doorgaans voor dit gebied gebruikt wordt doet vermoeden, ligt het op de grens van de 4 gemeenten: Houthalen, Helchteren, Peer en Meeuwen.



Figuur 317: Algemene situering van de deelzone Schietveld van Houthalen-Helchteren (BE2200030 A)

10.2.2 Topografie en hydrografie

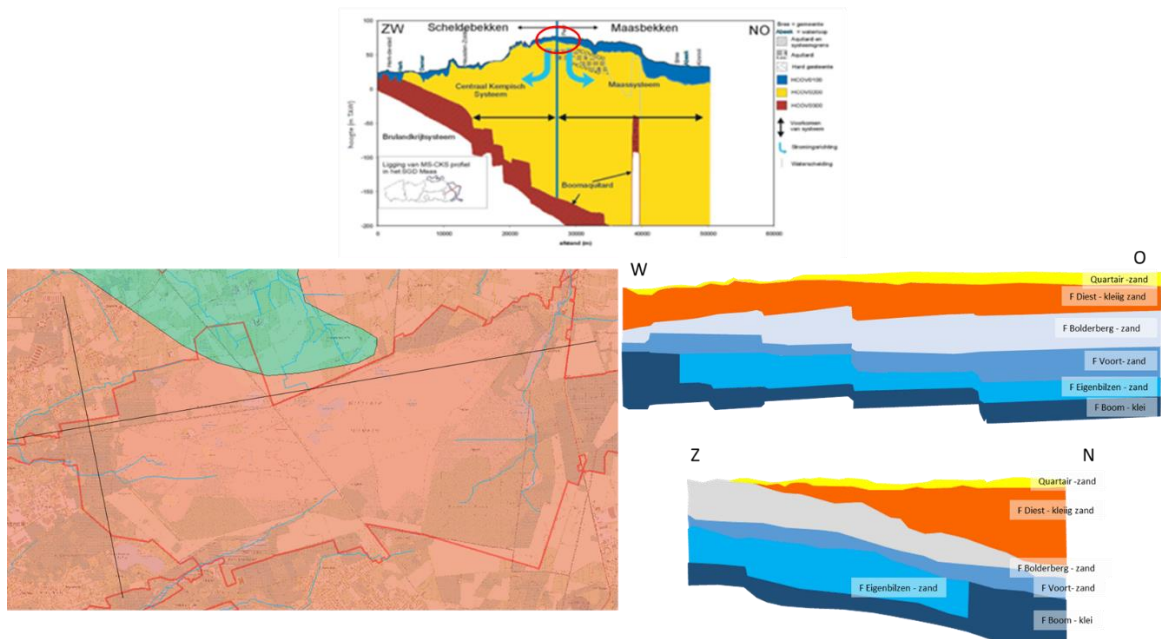
Dit gebied ligt centraal op het Kempisch plateau. Van hieruit vertrekken vanaf een hoogte van ca. 85 m TAW in alle windrichtingen een aantal belangrijke Kempische beken zoals de Huttenbeek, de Laambeek, de Mangelbeek, de Schansbeek en de Broekbeek die deel uitmaken van het Scheldebekken en de Bolisserbeek, de Dommel, de heidelossing, de Gielisbeek, de Bullenbeek en de A-beek die deel uitmaken van het Maasbekken (Figuur 318). De topografie van het gebied vormt in feite een zadel over de grens tussen het bekken van de Maas en het bekken van de Schelde.



Figuur 318: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren met indicatie van waterscheiding tussen het Maas- en Scheldebekken

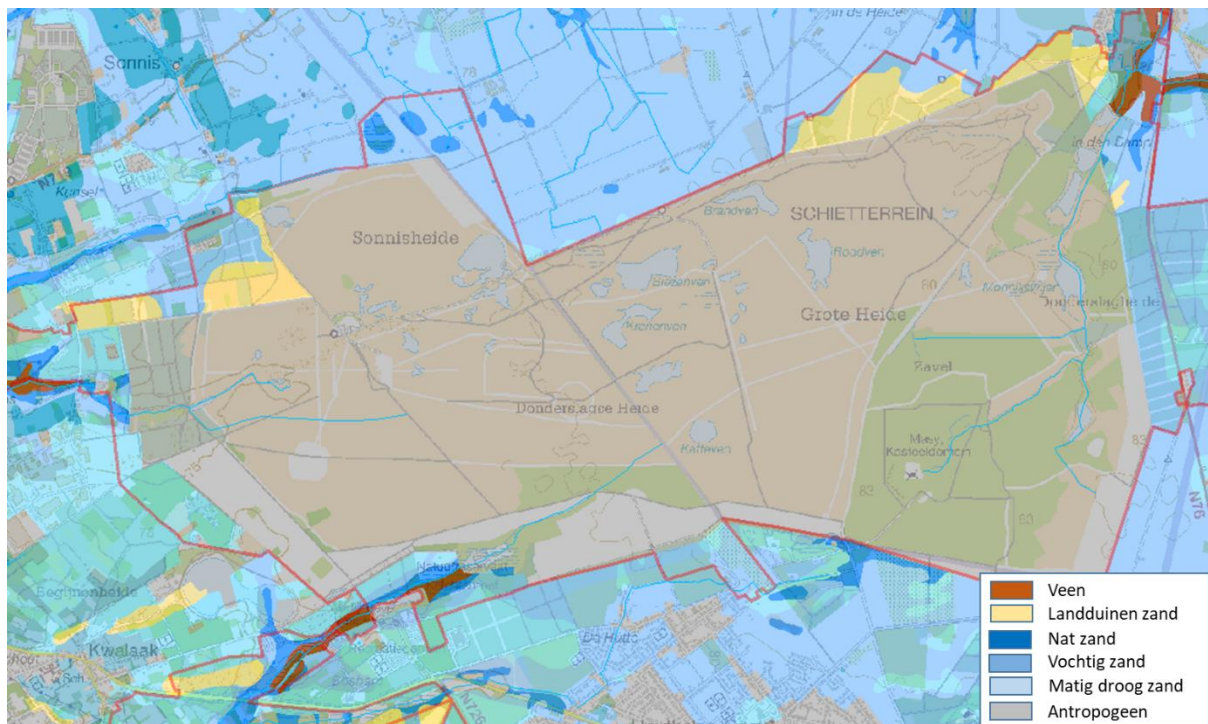
10.2.3 Geohydrologie

Het hydrogeologisch behoort dit gebied dan ook tot twee systemen, te weten het Centraal Kempisch systeem voor het deel dat afwatert naar de Schelde en het Maassysteem voor het deel dat afwatert naar de Maas. Geologisch is er geen onderscheid te maken tussen beide systemen, de tertiair geologische lagen lopen uiteraard continue door over beide systemen. Continue moet in dit geval niet echt letterlijk genomen worden.



Figuur 319: Algemene situering in de belangrijke Vlaamse hydrogeologische systemen (boven), dagzomende geologische lagen, (onder links) met aanduiding van de dwarstransecten (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren

In deze zone van Vlaanderen zijn er nogal wat geologische breuken in de ondergrond, vandaar ook het schokkerige beeld in Figuur 319. Het voornaamste watervoerende pakket bestaat uit de fijne kleiige zanden van Diest. Enkel in het uiterste noorden komen daar nog de kleiige zanden van de formatie van Kasterlee bovenop. Omwille van de fijne kleiig zandige textuur is er sprake van sterke opbolling van het freatische oppervlak en vrij grote seizoenale schommelingen. Onder de zanden van Diest komt nog de afzetting voor van het lid van Genk (Formatie van Bolderberg) bestaande uit zeer fijne zanden. Daaronder zitten de zanden van de formatie van Voort en Eigenbilzen. Onderaan wordt het systeem afgesloten door de klei van de formatie van Boom. Al deze lagen vertonen in meer of mindere mate verticale verschuivingen als gevolg van de vele breuken hier. Of de Boomse klei hier echt een ondergrens vormt is (omwille van de vele breuken/afschuivingen) niet geheel duidelijk, maar er wordt tot nader order wel van uit gegaan.



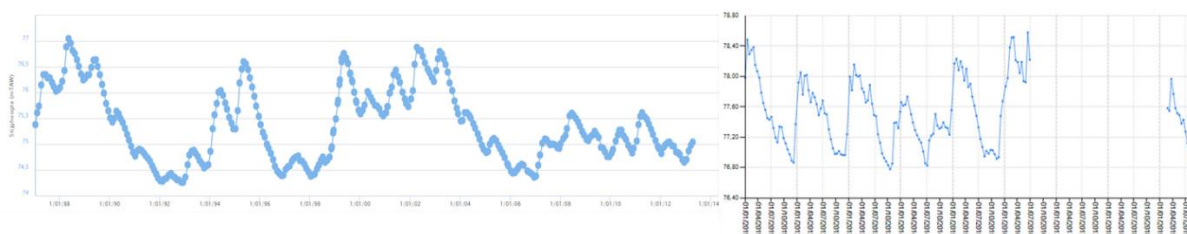
Figuur 320: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Schietveld van Houthalen-Helchteren

In de kleiige zanden van de formatie van Diest en Kasterlee komen niet zelden kleilenzen voor. Die zijn hier echter niet aan mekaar gesloten, waardoor de vennen hier geen hangwatervennen maar freatisch grondwater gevoede vennen zijn. Hun peil en oppervlak “pulseert” mee met de schommelingen in het freatische oppervlak. Hoewel er voor het militaire domein geen bodemgegevens bekend zijn (de Belgische bodemkaart werd opgemaakt in een periode dat dit gebied al militair domein was en dus ontoegankelijk voor de toenmalige karteerders), is het wel duidelijk dat de bodem hier voornamelijk uit vochtig tot nat zand en zandduinformaties bestaat. Enkel in de dalhoofden van de Laam-, Mangel- en Abeek zit er op verschillende plaatsen flink wat veen. In 2011 werd de onderkant van de meeste vennen uitgeboord tot een diepte van 4-5 meter en werd zo goed als nooit (met uitzondering van het Katteven, het Osseven en de Monniksweijer) geen klei aangetroffen. Wel is er op de bodem van de vennen in de meeste gevallen wat kleiig en vooral zeer veel fijn organisch materiaal verzameld waardoor de infiltratie van grondwater hier wat vertraagd verloopt. De hoofdstroomrichting van het grondwater is hier verticaal neerwaarts en omwille van het

kleige karakter van het bovenste deel van het watervoerende pakket, is er een vrij aanzienlijk verschil tussen de winter en de zomerpeilen.

10.2.4 Grondwaterdynamiek

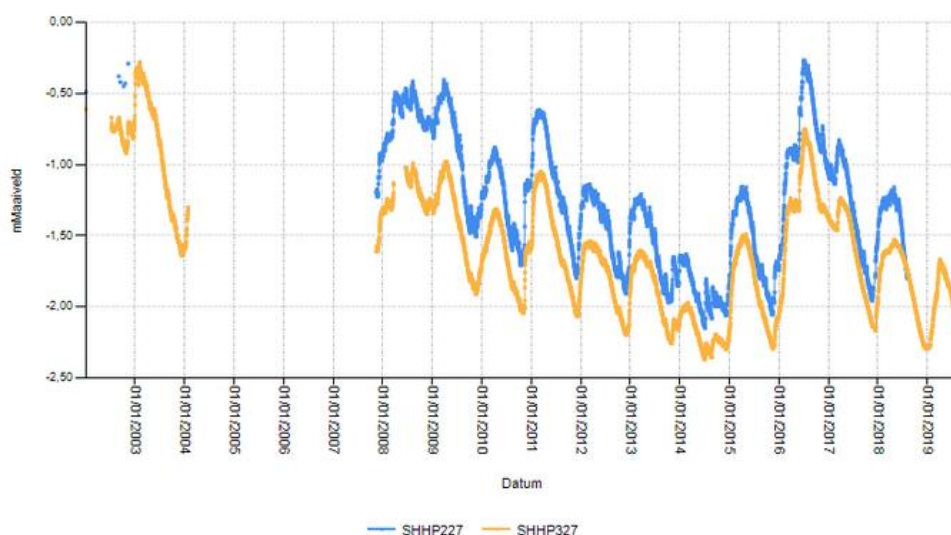
Infiltratiegebieden kennen van nature grote grondwaterfluctuaties (1 tot 1.5 meter) doorheen het jaar maar ook aanzienlijke schommelingen in langjarige (10-12jaar) cycli. In de langjarige tijdreeksen van grondwatertafelschommelingen treden 'natuurlijke' fluctuaties op van bijna 3 meter. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat de laagste grondwaterstand in de zomer van 2008 ca. 80 cm onder het maaiveld zit en in de zomer van 2014 net iets dieper dan 2 meter. (zie bv. Figuur 322). Die langjarige schommelingen kunnen tot twee keer groter zijn dan de seizoenale schommelingen. Een voorbeeld daarvan is te zien in Figuur 321. Tussen 1986 en 2014 werd een meetpunt opgevolgd door de VMM (Figuur 321 links) ca 600 m ten noorden van de noordgrens van het schietveld. Vanaf 2011 werd door het INBO een punt pal op de noordgrens opgevolgd met een filterstelling op vergelijkbare diepte in het quartaire zand (Figuur 321 rechts). Deze tijdreeksen zijn van meetpunten met een filterdiepte van ca. 10 meter onder maaiveld. De erg grote schommelingen in grondwaterstijghoogten/-peilen zijn over het ganse schietveld vergelijkbaar qua grootte.



Figuur 321: Tijdreeksen van grondwaterstijghoogten (in m TAW) van een INBO piëzometer SHHP341 op de noordrand van het Schietveld van Houthalen-Helchteren (rechts) en een VMM piëzometer 7-0134 ca. 600 meter naar het noorden (rechts)

Een belangrijke conclusie uit die tijdreeksen is alvast dat het op het einde van de jaren '80 van de vorige eeuw (Figuur 321 links) en in het begin van deze eeuw aanzienlijk veel natter was dan dat dit de voorbije 15 jaren het geval was. Wat hier de oorzaak van is, is op dit moment nog niet bekend.

Dat de voornaamste stroomrichting van het grondwater neerwaarts is (infiltratie dus), wordt geïllustreerd door de tijdreeksen van grondwaterpeilen in een piëzometerneest in de omgeving van het brongebied van de Mangelbeek in het zuidwesten van het SBZ-H-deelgebied (Figuur 322).



Figuur 322: Tijdreeksen van grondwaterdiepten (m onder mv) voor piëzometernest in het brongebied van de Mangelbeek in het ZW van het Schietveld. (Filterdiepte = ca. 5 m onder mv voor SHHP227 en ca. 10 m onder mv voor SHHP327)

De diepte van de filters verschilt ca. 5 meter en de stijghoogte van de ondiepe piëzometer is systematisch ruim 60 cm hoger dan de stijghoogte van de diepere piëzometer. In dit gebied heeft het aanleggen van een aantal diepe ontwateringsgrachten in het recente verleden zowel op het militair domein als er rond in de landbouwgebieden een grote impact op de grondwaterpeilen en het grondwaterregime gehad. Als gevolg van de aanleg van die diepe ontwateringsgrachten heeft er zich een structurele en regionale daling van het peil in het watervoerende pakket voorgedaan en zijn de fluctuaties doorheen het jaar naar alle waarschijnlijkheid groter geworden. Het herstellen daarvan (opnieuw optrekken van het drainageniveau) is bestudeerd en haalbaar gebleken (Batelaan et al 2013), maar wordt bediscussieerd in een overleg tussen de landbouwsector, de militaire overheid en het ANB (IMDC 2014-2018). Maatregelen voor herstel van de hogere grondwatertafel worden alvast uitgevoerd op het militaire domein.

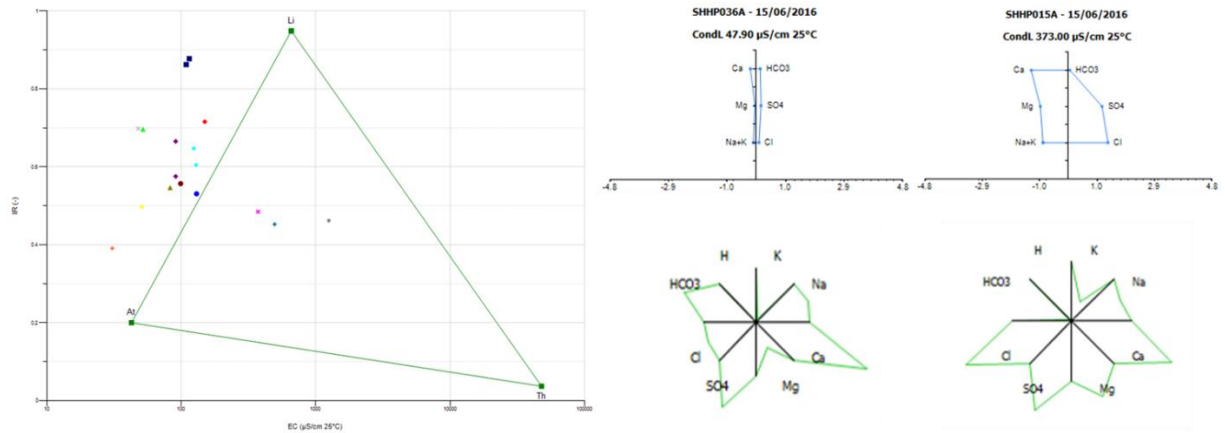
10.2.5 Grondwaterchemie

Het grondwater in dit gebied is van nature uiterst arm aan mineralen. Dat is bijvoorbeeld af te leiden uit de gemiddelde waarde van $<200\mu\text{S}/\text{cm}$ voor de EC_{25} . In de landbouwenclaves langsheen de zuidrand en het landbouwgebied in het noorden is overbemesting dé reden voor soms hoge aanrijking met nutriënten (en via denitrificatie ook sulfaat). Ook hier speelt invang van droge depositie van stikstof in naaldbossen en stamafvloei/infiltratie naar het grondwater een rol.

Tabel 43: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H deelgebied van het Schietveld van Houthalen-Helchteren (periode 2001-2016)

# = 17	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1229	7,8	18	49,02	0,015	0,88	0,270	97	170,0	26,9	132,0	82,6	16,20	11,10
90-percen	417	5,6	8	5,75	0,015	0,45	0,160	65	58,9	17,5	7,8	29,3	13,02	7,61
mean	197	5,0	7	3,70	0,015	0,16	0,054	34	21,4	6,9	9,6	12,9	4,32	2,42
10-percen	48	4,3	2	0,03	0,015	0,03	0,010	9	2,3	2,3	0,7	2,3	0,53	0,03
min	35	3,8	1	0,02	0,015	0,02	0,010	4	2,0	1,4	0,2	0,9	0,31	0,01





Figuur 323: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H-deelgebied van het Schietveld van Houthalen-Helchteren

Veel van de staalnamelocaties die weergegeven zijn in het EC/Ir-diagram in Figuur 323 links zijn afkomstig uit de dalhoofden van de verschillende beekdalen in de rand van het SBZ-H-deelgebied. Vandaar dat de punten het midden houden tussen atmoclien en lithoclien referentiepunt. Ze hebben echter duidelijk nagenoeg allemaal een lage elektrische geleidbaarheid.

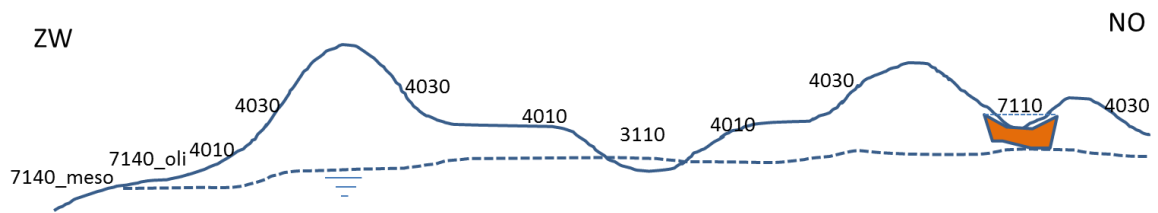
10.2.6 Oppervlaktewater

Niet direct relevant en nagenoeg geen gegevens voor de waterlopen hier.

10.2.7 Vegetatiezoning

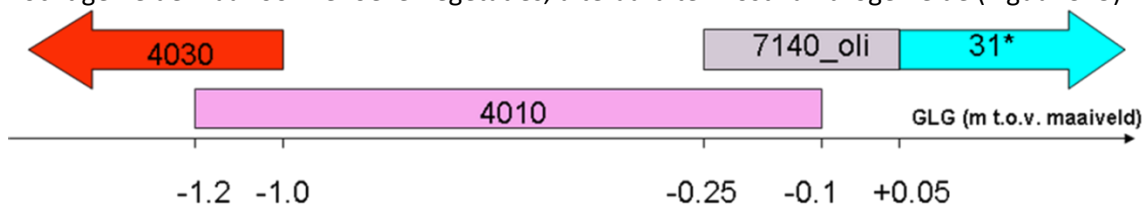
Omwille van de uitgesproken diverse detailtopografie in combinatie met de grote grondwatertafelfluctuaties doorheen het jaar en tussen de verschillende jaren in het gebied, treedt hier een plaatselijk zeer sterke afwisseling op van vnl. vochtige heide (4010) en droge heide (4030) en in beperkte mate ook venoevervegetaties (3110). Die afwisseling zorgt voor een mozaïek van vegetatie-/habitattypen niet alleen in de ruimte maar ook in de tijd. Kleine grondwatertafelfluctuaties treden enkel op in de dalhoofden van beekjes die hier ontspringen. Daar treedt er ook een zonerings op met venige heide (7140_oli), kleine zeggenvegetaties (7140_meso) en gagelstruweel (rbbsm) op zeer korte afstand. Gagelstruweel zit typisch op de grens tussen venige heide (7140_oli) en kleine zeggenvegetaties (7140_meso) en is goed ontwikkeld in de bovenloop van de Laambeekvallei. Het gebied herbergt ook een relictvegetatie die sterk aan hoogveen (7110) doet denken (Figuur 324). Het gaat om een deels drijvende wortelmat in de Monniksweijer (noordoostelijk gelegen ven in het dalhoofd van de Abeek. Hier accumuleert veen in het ven.). Met uitzondering van drie vennen (Katteven, Osseven, Monniksweijer die hangwatersystemen zijn), staan de meeste vennen onder invloed van de (soms sterk fluctuerende) freatische grondwatertafel en kennen dus grote schommelingen in waterpeilen. Het freatische grondwaterpeil stijgt in sommige jaren zodanig dat ook de Monniksweijer beïnvloed wordt door freatisch grondwater (en dan niet langer, tijdelijk, een hangwatersysteem is). Voor de hoogveenachtige vegetatie lijkt dat geen verschil te maken. De vegetatiemat drijft op het grondwater en schommelt mee op en af. Strikt genomen is dit geen hoogveen aangezien het grondwaterafhankelijk is. Mogelijks kan dit op termijn evolueren naar hoogveen, maar dan wel na accumulatie van veel meer veen waardoor er een quasi onafhankelijke watertafel in het veenlichaam kan ontstaan.





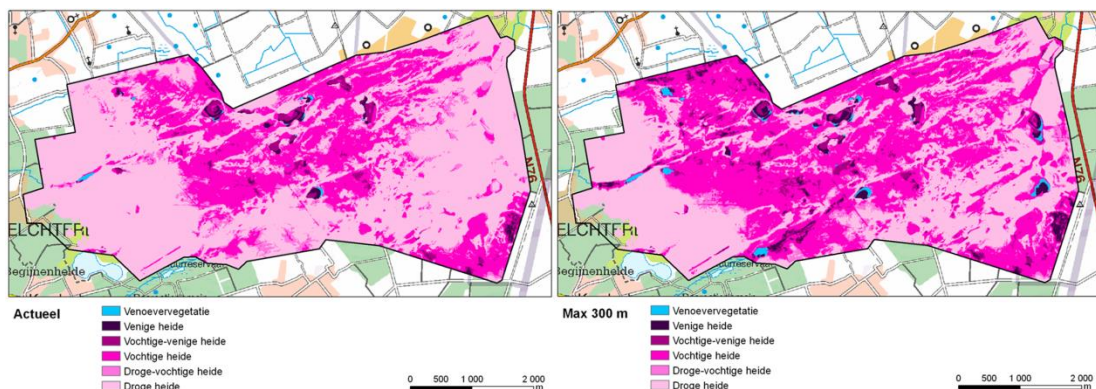
Figuur 324: Schematische weergave van vegetatiezonering in het Schietveld van Houthalen Helchteren

Gebruik maken van tijdsafhankelijke mathematische modelleringstechnieken (een zgn. “transiënt” grondwatermodel), konden er voor elke locatie binnen het Schietveld karakteristieke grondwaterstanden berekend worden. Dat kon zowel voor de actuele (sterk gedraineerde en dus verdroogde) situatie en voor een herstelscenario waarbij alle drainagegrachten binnen en in een zone van 300 meter rondom het militaire domein (dus ook in landbouwgebied) gedempt werden (Batelaan et al 2012). Daaruit kwam duidelijk naar voor dat de structurele vernattingsmaatregelen hier kunnen leiden tot aanzienlijke uitbreiding van vochtige heide maar ook venoevervegetaties, uiteraard ten kost van droge heide (Figuur 325).



Figuur 325: Habitattype-zonering voor een heidesysteem op basis van de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG)

De gemiddelde laagste grondwaterstand blijkt in heidesystemen (naast mineraal- en nutriëntenarm grondwater en een geschikte bodemchemie) immers van doorslaggevend belang te zijn voor het voorkomen van de verschillende heide-habitattypen. Als de GLG voor grote delen van het gebied opschuift in de richting van het maaiveld, worden grote oppervlakten immers ongeschikt voor droge heide, maar wel geschikt voor vochtige heide, enz. Ondanks de wel zeer grote natuurlijke grondwaterafvalfluctuaties is er dus toch een verschuiving in de richting van grondwaterafhankelijke vegetatie-/habitattypen mogelijk. In een zgn. tijdsafhankelijk (transiënt) grondwatermodel was, wordt er immers gerekend met karakteristieke grondwaterstanden (de zgn. Gxg's) berekend op basis van 10 jaar lange (gemodelleerde) tijdreeksen (Figuur 326).



Figuur 326: Gemodelleerd vegetatiebeeld in de open sfeer schietveld Houthalen-Helchteren actueel (links) en na hydrologisch herstel i.e. dempen van drainagegrachten in en in een zone van 300 meter rond het militaire domein (rechts)

10.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – n.v.t.
 - Aanrijking oppervlaktewater n.v.t.
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater – plaatselijk inspoelen van nitraat uit overbemesting vanuit landbouw (vnl. noordelijke zone maar ook in zuiden langs Laambeek)
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: JA- substantieel probleem – maatregelen worden overwogen zowel binnen militair domein als in de randzone – oppervlakte open water mag niet stijgen omwille van militaire overwegingen...
- v. Beperken evapotranspiratie: gewenst? Vermoedelijk niet erg relevant hier
- vi. Meetnet: já en operationeel

10.2.9 Relevante referenties

Batelaan O., El-Rawy M., Schneidewind U, De Becker P. & Herr C. 2012. Doorrekenen van maatregelen voor herstel van vochtige heidevegetaties op het Schietveld van Houthalen-Helchteren via grondwatermodellering Eindrapport. Vrije Universiteit Brussel vakgroep Hydrologie (VUB) & Waterbouwkunde en het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek (INBO).

IMDC 2015. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen-Helchteren. Deelrapport 1

IMDC 2016. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) rapportage t.e.m. T2.

IMDC 2017. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) rapportage T4.

IMDC 2016. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) rapportage T3.

IMDC 2017. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) rapportage T4 & T5.

IMDC 2018. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) rapportage T5 & T6.

IMDC 2018. Monitoring van de gevolgen van de stijging van de grondwatertafel-grondwatereffecten te Houthalen Helchteren. (2014-2017) eindrapportage.

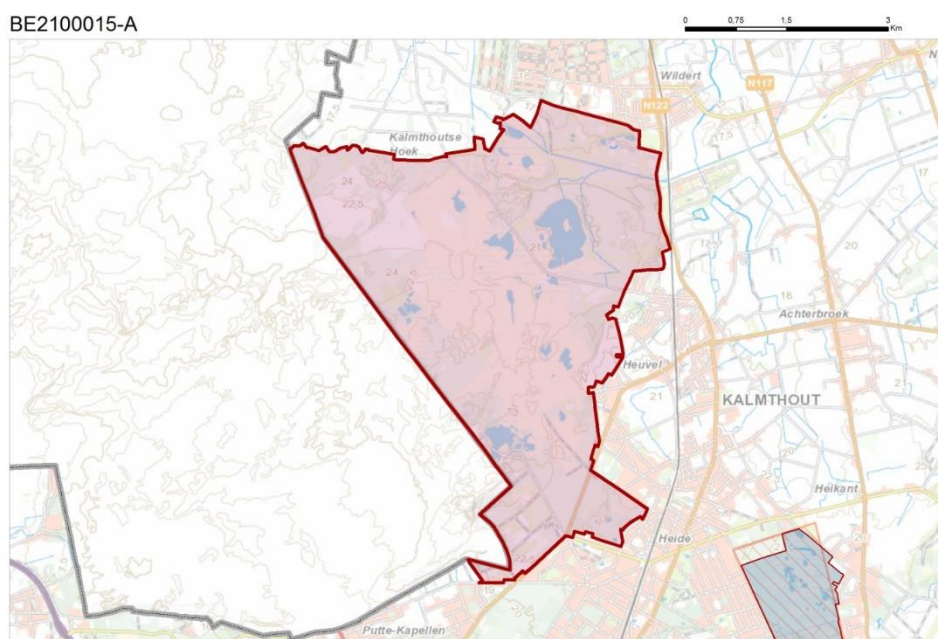
van Wirdum G., de Louw P.G.B., Rozemeijer J.C., van der Aa N.G.F.M., Giesen T. en Geurts M., 2004. Haalbaarheidsstudie inzake natuurbehoud en ontwikkeling in de brongebieden van de westflank van het Kempens Plateau. NITG 03-236-B, TNO, 216 p. p. Utrecht



10.3 KALMTHOUTSE HEIDE BE2100015-A

10.3.1 Algemene situering

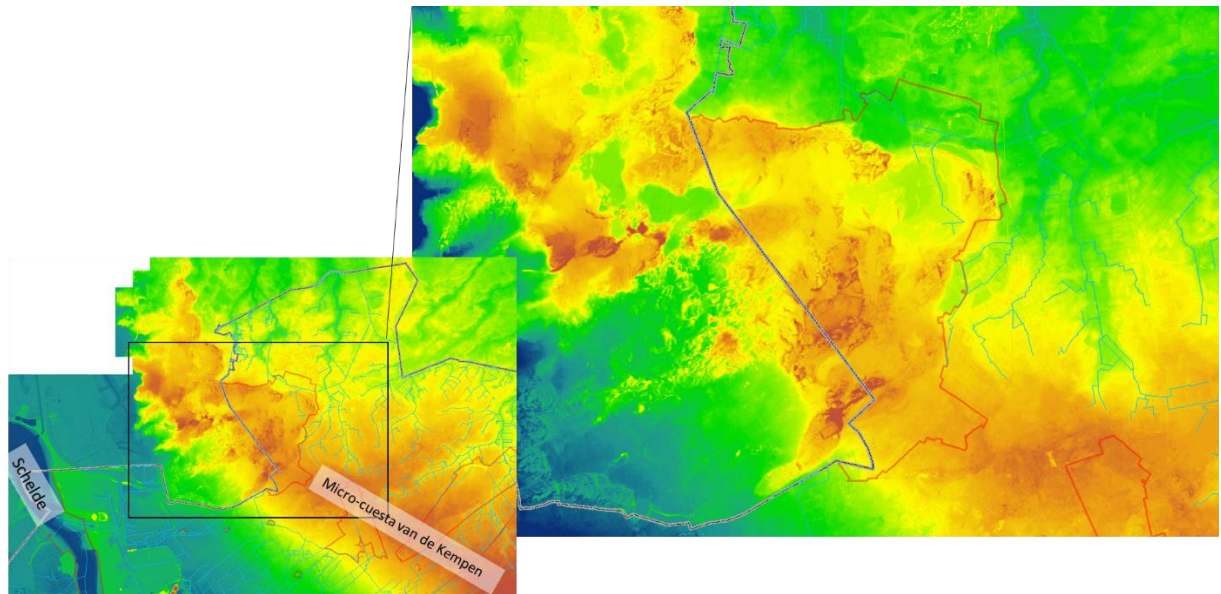
De Kalmthoutse heide ligt in het uiterste noorden van de Provincie Antwerpen in de westelijke van de drie, in Nederland uitstekende 'lobben' aan de noordgrens van België. Hier lopen al enkele decennia initiatieven voor de uitbouw van het landsgrens overschrijdende "Grenspark Kalmthoutse heide". Het is één van de grotere SBZ-H gebieden van het Vlaamse Natura 2000 netwerk dat aan Nederlandse zijde.



Figuur 327: Algemene situering van de Kalmthoutse heide

10.3.2 Topografie en hydrografie

De Kalmthoutse heide ligt net zoals Het Groot en het Klein Schietveld op de zgn. "steilrand" (Figuur 328 en Figuur 337). In Nederland wordt die langgerekte topografische verhevenheid de 'Brabantse Wal' genoemd. Het is in feite een cuesta met de steilste rand richting Scheldevallei en een geleidelijke helling richting Maas (met een maximaal niveauverschil van ca. 25 meter). De cuesta is noordwest-zuidoost georiënteerd en vormt de scheiding tussen de alluviale vlakte van de Schelde en het Kempisch laagland dat hier afwatert in de richting van de noordelijk gelegen Maas. De Kalmthoutse heide ligt met andere woorden pal op de waterscheiding tussen het Maas- en het Scheldebekken (Figuur 329). De meeste waterlopen vertrekken hier in de richting van de Maas, in noordoostelijke richting dus. Het uiterst noordelijke deel van het SBZ-H-deelgebied, pakweg de zone ten noorden van de verbindingsweg, watert af naar de Spillebeek. De ruime zone rond de zgn. Steertse heide watert af naar het westen, via de Grootte Meer (op Nederlands grondgebied) richting Schelde. In het oosten verloopt de drainage richting via de Zwarte Beek (naar de Maas). In het zuiden ten slotte gebeurt de afwatering via de Putse moer naar de 's Hertogendijkse beek (naar de Schelde). Het centrale deel van de Kalmthoutse heide is rijk aan detailtopografie en watert af, afhankelijk van de hoogte van de grondwaterstand, naar een van de verschillende waterlopen die rondom het gebied vertrekken.



Figuur 328: Topografisch overzicht van het SBZ-H-deelgebied van de Kalmthoutse heide en het aansluitende Nederlandse deel

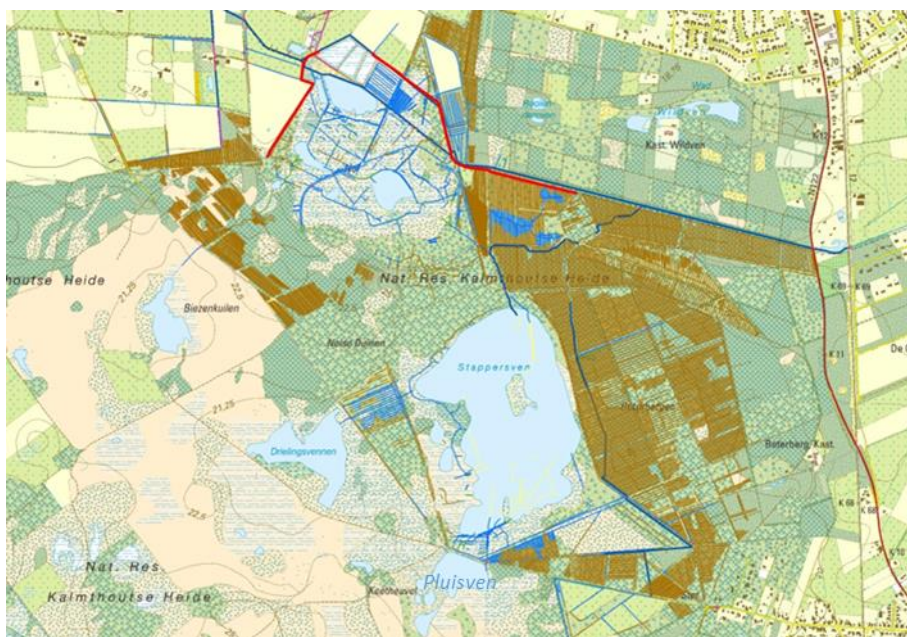


Figuur 329: Hydrografie van de Kalmthoutse heide met benaderende aanduiding van waterscheiding tussen Maas- en Scheldebekken

In het deel dat naar het noorden afwatert liggen onder andere Stappersven samen met Drielingenvan, Biezenkuilen en Pluisven en nog een paar andere kleine vennetjes die nog iets



verder naar het zuiden gelegen zijn. In deze zone is het meest uitgebreide drainagenetwerk te vinden dat er historisch voor zorgde dat het gebied grondig gedraineerd werd en tot op vandaag nog steeds wordt. De erg diep gelegen Rozendaalse vaart en de oude Moervaart zijn een overblijfsels van de intensieve veenontginningen in de 16^e-17^e eeuw en bepalen in zeer sterke mate het freatische grondwaterpeil in het “Maas-deel” van het gebied. Het vennencomplex met de Drielingenvennen, de Biezenkuilen, het Pluisven en het Stappersven, ligt merkelijk (een paar meter) lager dan de zuidelijk en westelijk gelegen heide. Aan de noordzijde is deze vennenzone afgezoomd door een vrij smalle en lage duinenrij, aan de oostzijde door een hogere duinengordel (Boterbergen). Ten noorden van de lage duinenrij ligt, een topografische verdieping (van opnieuw een paar meter) lager, de depressie van de Nol van waaruit water, via de Oude Moervaart (die ook in oostelijke richting is aangesloten op de Rozendaalse vaart) naar de Spillebeek vertrekt.



Figuur 330: Gedetailleerd overzicht van het drainagenetwerk in het noordelijk deel van het SBZ-H-deelgebied van de Kalmthoutse heide. Blauw zijn de hoofdgrachten, bruin zijn de rabattensystemen.

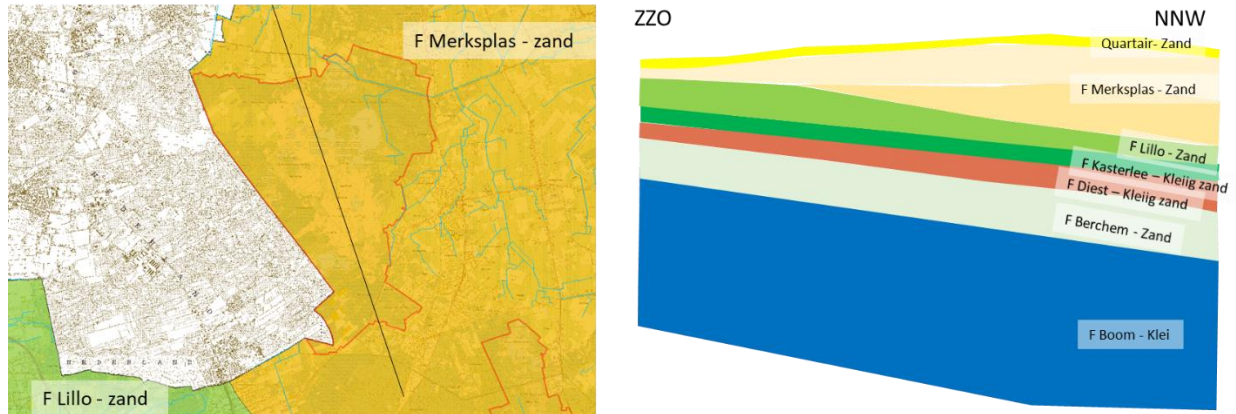
De Venloop, die aan de oostzijde van het Stappersven loopt, werd destijds dwars door die noordelijke (lage) duinengordel gegraven om voor ontwatering te zorgen van de hele zone ten oosten van Stappersven tot en met de Boterbergen maar ook nog ten zuiden van het Stappersven tot tegen de Markgraaf aan de zuidzijde van de verbindingsweg. De drainage is zo efficiënt gebeurd dat ook vandaag nog dit hele gebied veel droger is dan het destijds was; het is de diepe ligging van de Venloop die ervoor zorgt dat het Stappersven vandaag aanzienlijk kleiner in oppervlak en veel minder diep is dan het vroeger was, en dat de “Kleine Stapper” (een lang smal ven ten oosten van Stappersven) volledig drooggelegd werd. De historische grondwaterstanden moeten hier meer dan een meter hoger geweest zijn dan vroeger, anders is bijvoorbeeld de aanleg van het bijzonder dichte en uitgebreide rabattensysteem, dat een heel eind de helling van de Boterbergen oploopt, moeilijk te verklaren. Die tientallen kilometers grachten en greppels werden destijds immers met de hand uitgegraven, en zal alleen te verantwoorden zijn geweest als het echt de moeite waard was. Met de huidige grondwaterpeilen is dat moeilijk voor te stellen. Door het dieper uitgraven van de hoofddrainagegrachten en het doorsteken van de van lage duingordel met de aanleg/veel dieper uitgraven van de Venloop, heeft dit rabattensysteem immers haar functie volledig



verloren. Dat is een evolutie/fenomeen dat zich overigens op heel veel plaatsen in de Antwerpse en Limburgse Kempen heeft afgespeeld.

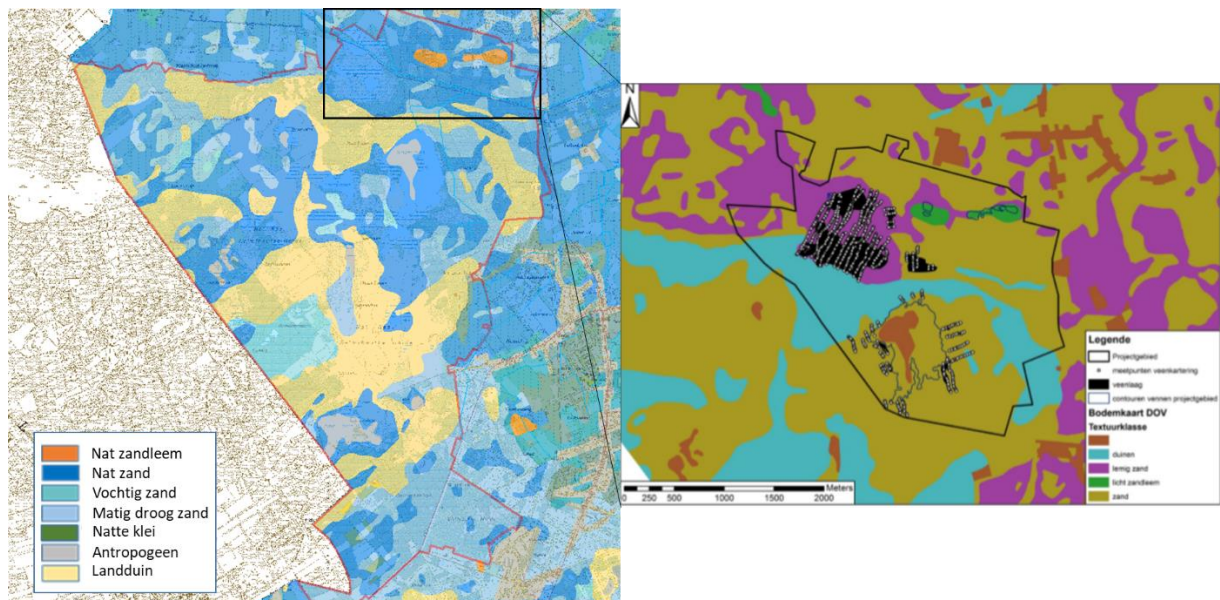
10.3.3 Geohydrologie

De Kalmthoutse heide is volledig gelegen op de Formatie van Merksplas, de jongste tertiair geologische formatie van Vlaanderen (Figuur 331).



Figuur 331: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H gebied van de Kalmthoutse Heide.

Die formatie wordt nog onderverdeeld in afzonderlijke leden. Ze is hoofdzakelijk opgebouwd uit grijs half grof tot grof kwartsrijk zand, met onregelmatig grotere en kleinere kleilagen. Over het algemeen is deze watervoerende laag als zeer mineraalarm te bestempelen. Daaronder liggen de (iets mineraalrijkere) afzettingen van achtereenvolgens de zanden van de formatie van Lillo, de kleiige zanden van de formaties van Kasterlee en Diest en ten slotte nog de zanden van Berchem. Onderaan wordt het geheel hydrologische afgegrensd door de klei van de formatie van Boom. Alle lagen hellen lichtjes naar beneden in noordwestelijke richting.



Figuur 332: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H gebied Kalmthoutse Heide (links) en een detail van de veenkartering (naar Weijters et al 2017) (rechts)

Bovenop dit alles komt nog een (hier vrij dunne) quartaire deklaag die bestaat uit een afwisseling van zand en kleilagen; die kleilagen zijn niet overal aanwezig. Ze is binnen dit

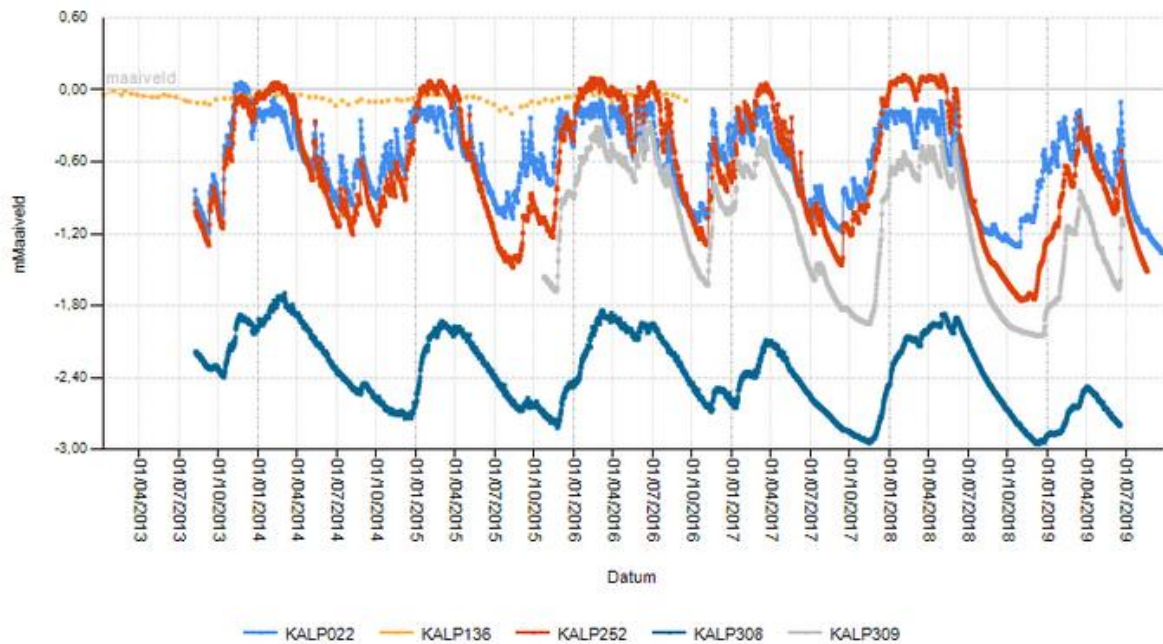
gebied sterk variabel in dikte en discontinu (Van Dyck & Lebbe 1981). De top bestaat nagenoeg uitsluitend uit zanden. Op de Belgische bodemkaart (Figuur 332 links) wordt in het noordoosten ook zandleem aangeduid. Dat is meer dan waarschijnlijk een fout, aangezien daar ter plekke veen werd aangetroffen (Weijters et al 2017). In de Nol, de laagstgelegen depressie van de Kalmthoutse heide, is destijds erg veel veen ontgonnen. Vandaar onder meer de aanleg van de oude Moervaart en de Rozendaalse vaart. Hoewel het op de bodemkaart niet weergegeven is, werd hier bij een gerichte survey in 2017 (Weijters et al 2017) toch nog een veenafzetting tot ruim een meter dikte aangetroffen (Figuur 332 rechts).

Ten westen en ten noordwesten van het gebied liggen belangrijke Nederlandse drinkwaterwinningen (respectievelijk in Ossendregt en Huijbergen). Aan Vlaamse kant zijn er de drinkwaterwinningen van Essen en Kapellen. Daarbovenop komen zowel langs Nederlandse als langs Vlaamse zijde tal van kleinere grondwaterwinningen, voornamelijk in de zomer voor beregeningswater. Het gecombineerde effect van de drinkwaterwinningen (ze onttrekken op jaarbasis meer dan 10 miljoen m³ grondwater uit de ondergrond) en de talrijke kleinere grondwateronttrekkingen voor beregeningswater hebben een enorme impact op het freatische grondwaterpeil dat zich uitstrekt onder nagenoeg het volledige grenspark. Voor de volledigheid moet ook nog het artificieel verlaagde waterpeil in de Scheldepolders ten westen van Ossendregt vermeld worden. Die hebben een impact op het freatische peil aan de oostzijde van het gebied. Waterwinningen, diepe drainage en lage polderpeilen hebben in volgorde van belangrijkheid en gecombineerd een zeer sterke verdrogende impact (Martens & Van Camp 1998, Envico 2000, Haskoning 2007, Weijters et al 2017). Dit gebied werd veelvuldig en langdurig bestudeert om de omvang en impact te kunnen begroten. Er is sprake van een structurele daling van de grondwatertafel met meer dan 2 meter. Er zijn mogelijkheden om dit grotendeel te remediëren.

10.3.4 Grondwaterdynamiek

Karakteristiek voor infiltratiegebieden zijn de grondwatertafelfluctuaties hier over een neerwaartse stroming van het grondwater (infiltratie dus). In grote delen van het gebied speelt de grondwaterdynamiek zich af op grote diepte (>2m onder maaiveld) waardoor er geen sprake is van grondwaterafhankelijke vegetatieontwikkeling (zie tijdreeks KALP308 in Figuur 333). Op sommige plaatsen snijdt de topografie het freatisch oppervlak, waardoor het grondwater boven het maaiveld uitkomt. Dat zijn de vennen (tijdreeks KALP252 in Figuur 333). In dit gebied is er geen sprake van echte hangwatersystemen. Alle vennen (zeker in het Vlaamse deel van het grenspark, voor de westelijk, in Nederland gelegen vennen zou er wel sprake zijn van hangwater) worden gevoed door het freatisch grondwater. Soms zit er wat klei of (minstens) decennia-/(en waarschijnlijk) eeuwenlange opstapeling van organisch materiaal in de venbodem waardoor de fluctuaties wat trager, gedempter verlopen. Maar echte hangwatervennen zijn het niet.

Waar de topografie zeer abrupt verloopt (met name aan de zuidrand van de Nol of aan de oostrand van de Hazegrasduinen) treedt een constante grondwaterstroom uit die aanleiding geeft tot een zeer constante en hoge grondwatertafel, kwel dus (zie tijdreeks KALP136 in Figuur 333).



Figuur 333: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. het maaiveld) in het SBZ-H deelgebied Kalmthoutse heide

In de laagstgelegen delen rond de vennen en andere depressies fluctueert het freatisch oppervlak meer van 1.2 meter op jaarbasis, wat karakteristiek is voor een infiltratiegebied. Waar deze fluctuatie zich in de buurt van het maaiveld voordoet, kan het waterpeil in de winter tot een paar tientallen centimeter onder het maaiveld stijgen (zie bv. tijdreeksen KALP022 en 309 in Figuur 333).

Elders in het grootste deel van het gebied, spelen de grondwatertafel fluctuaties zich af op een grotere diepte (bv de tijdreeks KALP308 in Figuur 333).

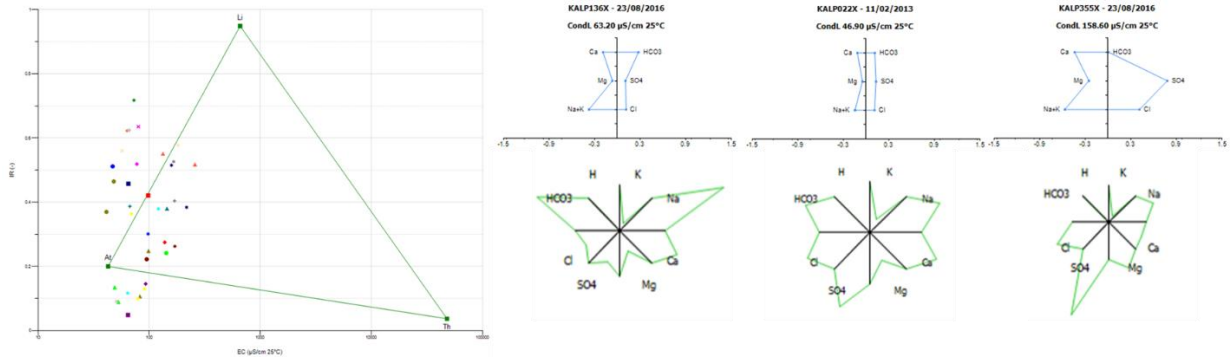
10.3.5 Grondwaterchemie

Het grondwater in dit gebied is uitgesproken mineraalarm en heeft een lage pH. Lokaal zijn lichte verhogingen van nitraat- en orthofosfaatconcentraties een probleem, met name rond de voormalige landbouwenclave van Steertse heide. De nutriëntenconcentraties dalen weliswaar langzamerhand maar uitspoeling zal hier wellicht nog vele decennia meetbaar blijven. Dat is een probleem voor het herstel van een goede waterkwaliteit in de stroomafwaarts gelegen Grote Meer in Nederland. Sulfaatconcentraties zijn naar Vlaamse normen laag.

Tabel 44: Overzicht van de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de Kalmthoutse heide (periode 1999- 2016).

# = 43	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	258	6,2	28	3,34	?	4,92	0,282	74	28,5	17,4	5,9	17,3	6,84	6,50
90-percen	169	5,8	19	2,01	?	1,97	0,046	39	22,2	12,5	3,0	8,5	4,28	4,47
mean	102	5,1	7	0,44	?	0,73	0,042	17	11,5	7,2	1,7	4,0	1,58	1,85
10-percen	50	4,4	1	0,02	?	0,10	0,009	3	5,0	3,0	0,5	0,6	0,40	0,08
min	41	4,3	0	0,01	?	0,04	0,003	1	2,8	1,9	0,2	0,3	0,17	0,03





Figuur 334: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Kalmthoutse heide

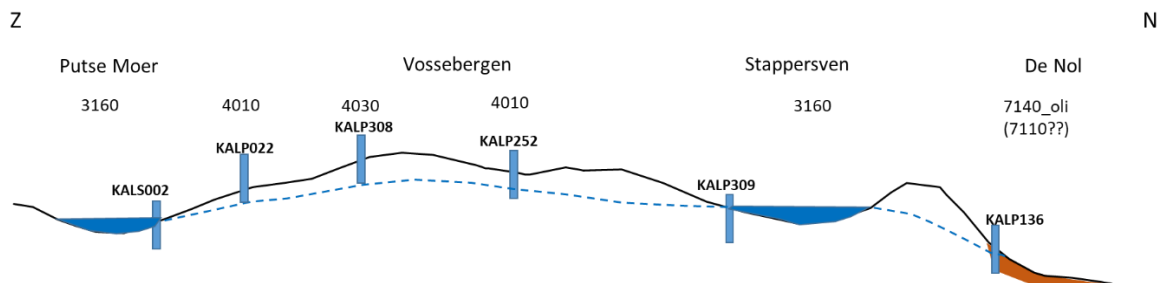
Omwille van het infiltratiekarakter van het grondwater, liggen alle punten uiteraard geconcentreerd in de omgeving van het atmocliene referentiepunt in het EC/Ir-diagram (Figuur 334 links).

10.3.6 Oppervlaktewater

Alle waterlopen vertrekken vanuit de Kalmthoutse heide. Bemesting van gronden binnen het infiltratiegebied is nagenoeg volledig stopgezet. De vele vennen ondervonden tot een paar decennia geleden zeer sterk de impact van verzuring. Een grondige beschrijving van het verzuringsproces en de impact op de biodiversiteit werd gemaakt voor de Biezenkuilen (Denys 1992 en 1996). De belangrijkste oorzaken van die verzuring zijn momenteel weg, waardoor herstel van normale waterchemie langzamerhand op gang begint te komen.

10.3.7 Vegetatiezoning

Veruit het grootste aandeel van het gebied wordt ingenomen door droge heide (4030), omdat het freatische grondwater zich (soms tot vele) meters onder het maaiveld bevindt. Waar het grondwater dicht tegen het maaiveld zit maar op jaarbasis nog flink fluctueert, is er sprake van ontwikkeling van vochtige heide (4010). De overgang van droge naar vochtige heide is, gezien de vrij geleidelijke topografische verschillen, eveneens geleidelijk en in vele schakeringen (Figuur 335). Er ontstaan dikwijls rijkgeschakeerde mozaïeken waarbinnen het moeilijk is om de vegetatie aan één van de twee heidetypen toe te wijzen. Bovendien zijn er natuurlijke fluctuaties in het grondwaterregime doorheen de jaren waardoor de standplaats soms een tijdje niet meer geschikt is voor de ontwikkeling van vochtige heide en aan paar jaar later weer wel.



Figuur 335: Schematische weergave van de vegetatiezoning (in de open sfeer) voor Kalmthoutse heide

Op de weinige locaties waar er hier sprake is van kwel, zijn er ideale omstandigheden voor de ontwikkeling van venige heide. Daar zijn soms nog resten van veenafzettingen te vinden. De omstandigheden zijn hier ook goed voor nieuwe ontwikkeling van veen, al moet dan het soms

uitgebreide drainagenetwerk worden aangepakt. Aangezien hier in het verleden ook hoogveen (7110) moet hebben voorgekomen, zijn dat de locaties waar aan herstel van dit type kan worden gedaan. Herstel daarvan zal altijd moeten lopen via het herstel van venige heide (7140_oli). Venige heide is in de zuidrand van de Nol (noordrand van de lange duinengordel) nog vrij mooi ontwikkeld te vinden.

De vennen zijn hier van nature erg zuur en vrij mineraalarm, dystroof dus. Hoewel er in het gebied melding zijn van oeverkruid en waterlobelia, is het duurzaam voorkomen van vegetaties van deze soorten (zonder menselijke beïnvloeding zoals bekalken) niet erg waarschijnlijk gezien het wel erg mineraalarme karakter van de ondergrond hier. Hun voorkomen hier lijkt eerder te beschouwen als botanisch curiosum.

10.3.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – n.v.t.
 - Aanrijking oppervlaktewater n.v.t. (historisch wel in de Steertse Heide)
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater – plaatselijk inspelen van nitraat uit overbemesting vanuit voormalige landbouwenclave (Steertse Heide en aangerijkte plas in de Nol)
- iii. Grondwaterwinning: Ja – vormt hier een substantieel en dominant probleem, vnl. de Nederlandse drinkwaterwinning van Huijbergen en in mindere mate de Vlaamse winning van Essen (Nol)
- iv. Lokale drainage: JA- substantieel probleem – hoofdzakelijk in de omgeving van Stappersven en de Nol. Hier zijn maatregelen in onderzoek
- v. Beperken evapotranspiratie: gewenst? Zou kunnen een bijdrage spelen in en rond de vochtige heidedelen
- vi. Meetnet: já en operationeel

10.3.9 Relevante referenties

De Blust G. 1981 Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van “de Kalmthoutse heide” en de omliggende landbouwgronden deel: Ecologische studie. Universitaire Instelling Antwerpen, Departement Biologie.

de Koning J. 2003. Waterkwaliteit vennen Grenspark De Zoom-Kalmthoutse heide. Stageverslag

Delissen B. 2004. Grensoverschrijdend water. Monitoringsplan voor oppervlakte- en grondwater in het grenspark de Zoom-Kalmthoutse heide Stageverslag

Delissen B. 2007. Water balancerend op de grens. Waterbalans van het Grenspark De Zoom-Kalmthoutse Heide. Afstudeerwerk Aquatische eco-technologie Hogeschool Zeeland.

Denys L. 1992. Historische limnologie van de “Biezenkuilen” te Kalmthout in relatie tot het experimenteel uitbaggeren als maatregel ter herstel van de natuurwaarden van vennen. Universiteit Antwerpen.

Denys L. 1996. Algemeen historisch referentiekader t.b.v. natuurontwikkelingsprojecten in stilstaande zoete waters: samenstelling van diatomeeëngemeenschappen in Vlaanderen voor



de tweede wereldoorlog als ecologisch referentiekader voor stilstaande zoete water. Deel II: enkele gevalstudies Universiteit Antwerpen

De Ploey J. 1961. Morfologie en Quartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen. Acta Geogr. Lovan. I, 126 p.

Envico 2000. Ecohydrologisch onderzoek van de Kalmthoutse Heide – rapport.

Hartman R. & Verplancke H. 1981. Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van “de Kalmthoutse heide” en de omliggende landbouwgronden. Deel: bodemkundige studie. Intercommunale Grondbeleid en expansie.

Haskoning 2003. Hoogveenvorming

Hendrickx A & Denys L. 2001. Eindrapport onderzoekopdracht ‘Diatomeeënanalyse Turnhouts Vennengebied’ Universiteit Antwerpen (RUCA)

Martens K. & Van Camp M. 1998. Inventarisatie en kritische evaluatie van de uitgevoerde hydrologische studies over de Kalmthoutse heide Universiteit Gent in opdracht van AMINAL-afdeling Water

Ryckx E. 2014. Project-MER Watertransportleiding vanaf de Oude Moervaart naar de Groote Meer – Kennisgeving/Ontwerp Mer. Studiebureau Royal Haskoning in opdracht van Evides

Soresma 2003. Waterbeheerstudie Grenspark De Zoom-Kalmthoutse Heide – Rapport.

Traets J. 1956. De vegetatie van het Kalmthoutse reservaat. Calmpthoutania I: 1-43.

Vandekerckhove W. 2007. Grenspark grondwaterberekeningen: Grondwatermodel. Toetsing en scenario’s Studiebureau Haskoning.

Van Dyck E & Lebbe L. 1981. Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van “de Kalmthoutse heide” en de omliggende landbouwgronden. Deel: Hydrogeologische studie. Tekst & Aanhangsels

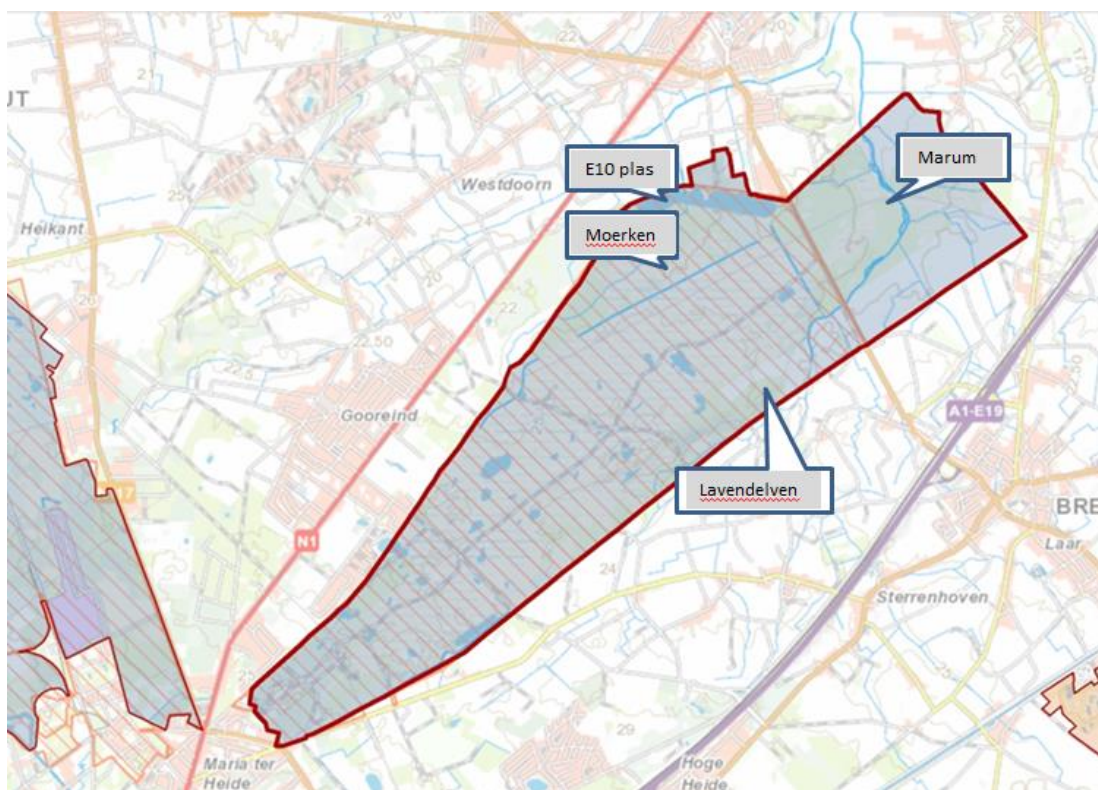
Weijters M., Bobbink R., De Becker P., De Dobbelaer T. & Ghysels G. 2017. Ecohydrologische studie LIFE+ Helvex. B-Ware, INBO en VUB in opdracht van Natuurpunt vzw.



10.4 GROOT SCHIETVELD BE2100016-B

10.4.1 Algemene situering

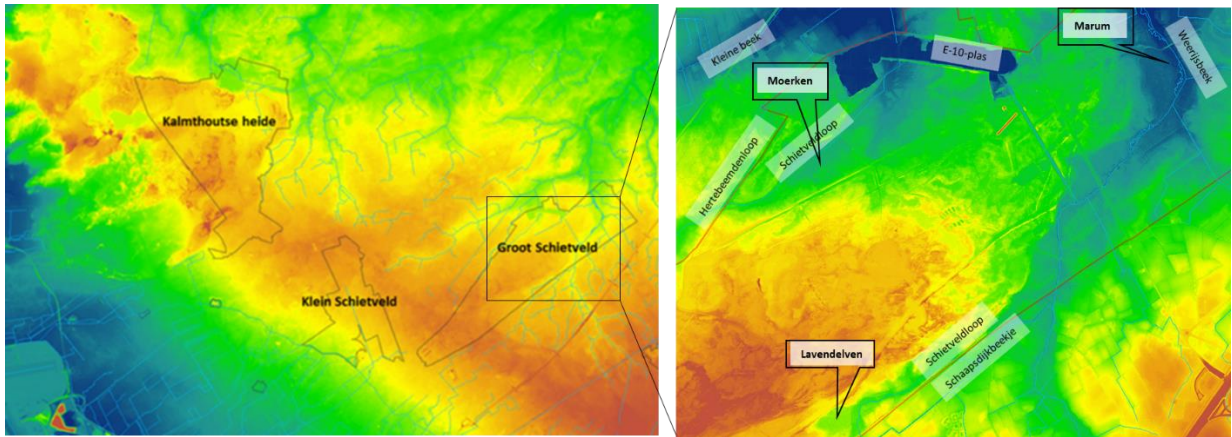
Het Groot Schietveld is grotendeels militair domein. Het situeert zich op ruim 10 kilometer ten noordoosten van de stad Antwerpen en is hoofdzakelijk gelegen op grondgebied Brecht en deels ook op Brasschaat (zuiden) en Wuustwezel (noorden)



Figuur 336: Situering van de SBZ-H-deelzone Groot Schietveld BE2400016-B

10.4.2 Topografie en hydrografie

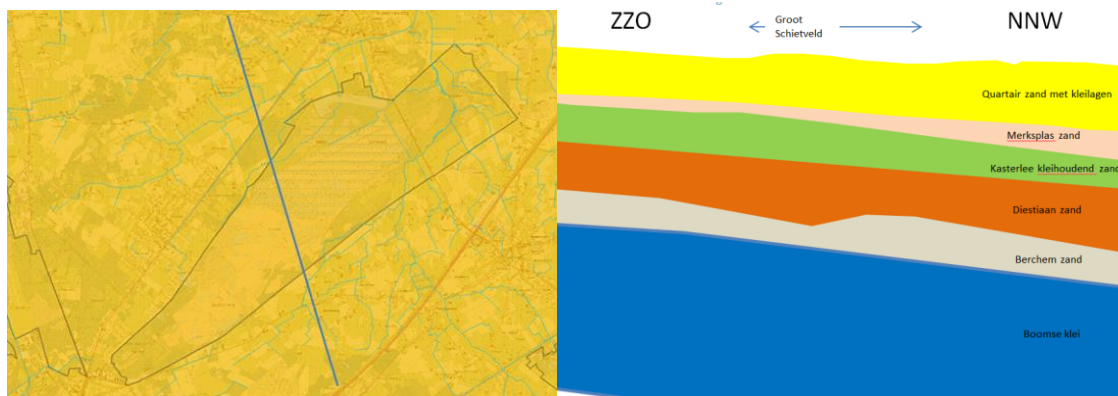
Het Groot Schietveld ligt, net zoals de Kalmthoutse heide en het Klein Schietveld op de zgn. steilrand (Figuur 337), in Nederland ook 'Brabantse Wal' genoemd. Het is in feite een heuvelrij (met een maximaal niveauverschil van ca. 25 meter) die noordwest-zuidoost georiënteerd is en die de scheiding vormt tussen de alluviale vlakke van de Schelde en het Kempisch laagland. Het Groot Schietveld ligt op de noordoost georiënteerde flank van die heuvelrij. De zuidoost georiënteerde flank vormt (met veel goede wil) een steilrand. De noordoost georiënteerde flank is veel geleidelijker. Het Groot Schietveld ligt over de gehele gradiënt, vertrekkende vanuit de vallei van de Schelde over de steile cuesta en langs de geleidelijke helling neerwaarts ver in het Kempische laagland richting noordoosten. Die geleidelijke helling richting noordoosten wordt aan de noordwestzijde van het SBZ-H-deelgebied ingesneden door de vallei van de Kleine beek en haar grotendeels artificieel aangelegde zijloopjes. Langs de noordrand van het Schietveld is dat de Hertenbeemdenloop, met een zijloop die Schietveldloop genoemd wordt en die een depressie van het Moerken draineert. Aan de oost- en de zuidoostzijde loopt de Weerijbeek met tal van zijbeekjes en gegraven drainagelooptjes. Langs de zuidoostrand loopt het Schaapsdijkbeekje (een zijbeekje van de Weerijbeek). Daar takt op haar beurt weer een gegraven drainagekanaaltje, ook hier Schietveldloop genaamd op aan die de depressie van het "Lavendelven" ontwaterd.



Figuur 337: Algemene (links) en gedetailleerde (rechts) topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Groot Schietveld

10.4.3 Geohydrologie

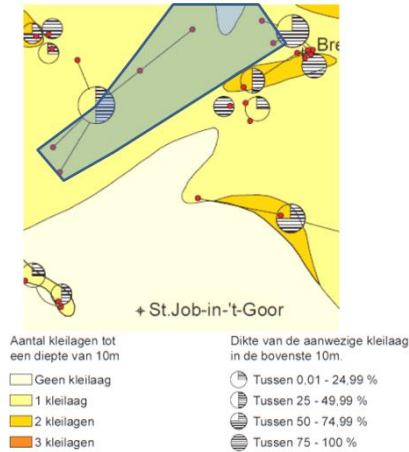
De quartaire deklaag bereikt hier een dikte van 30-40 meter (Figuur 338). Die laag is op haar beurt gelaagd.



Figuur 338: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de dwarsdoorsnede (rechts) ter hoogte van het SBZ-H deelgebied van het Groot Schietveld

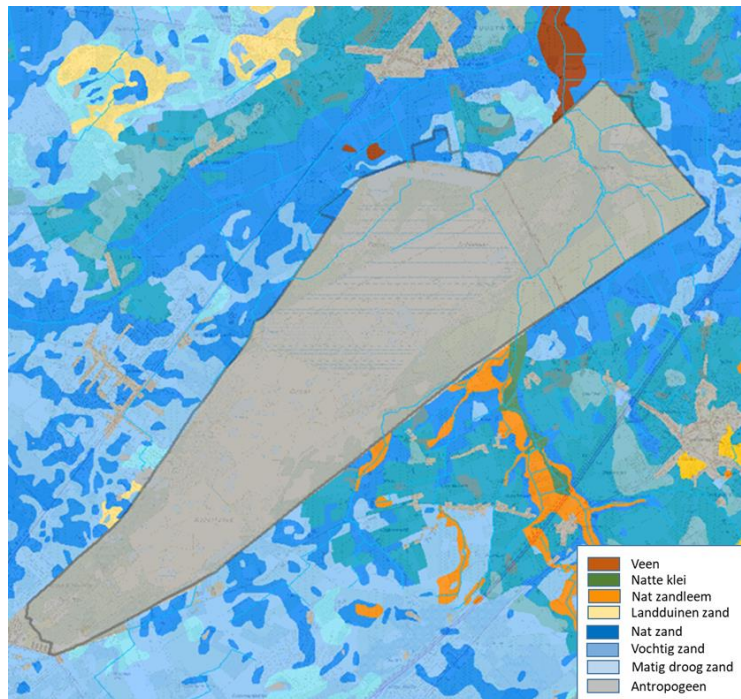
Bovenaan is die grofzandig maar op een diepte van een paar meter ligt er een dikke kleilaag, die luistert naar de naam klei van de Kempen. Het is die kleilaag die een vijftal kilometer naar het oosten werd/wordt ontgonnen in de kleiputten langs het kanaal van Dessel naar Schoten op het grondgebied van Brecht-St. Lenaerts (natuureservaten Bonte Klepper & Volharding). Uit de gegevens van de quartair geologische kaart blijkt die laag vrij uitgestrekt en continu te zijn (Figuur 339), althans verder naar het oosten. Aan de randen van die afzetting, ter hoogte van de cuesta, is geweten dat die kleilaag niet meer continue is. Uit gedetailleerde boorgegevens uit de ruime omgeving rond de Kalmthoutse heide bijvoorbeeld, is gebleken dat er nogal wat gaten in die soms dikke kleilaag zitten. Ze is dus niet overal continu, waardoor het grondwatersysteem hier naar alle waarschijnlijkheid complexer is dan op het eerste zicht mag aangenomen worden. Lokale hangwater-deelsysteempjes' zijn niet ongewoon maar zeker in het zuidwesten van het Schietveld bestaat er meer dan onzekerheid over het continue karakter van de klei van de Kempen. Zowel ten noorden als te zuiden van het Schietveld zitten er zones waarin de kleilaag nagenoeg afwezig lijkt te zijn (Bogemans 2005)(zie Figuur 339). Verder weg van de cuesta, meer naar het noordoosten is de kleilaag wel continue en dik. Het uitgraven van de zgn. E10-plas bijvoorbeeld (E10 is de oude benaming voor de autostrade E19, het zand uit de plas werd gebruikt om de negatieve grondbalans van de autostrade bij aanleg

te compenseren) heeft ervoor gezorgd dat deze quartaire kleilaag over de ganse oppervlakte van de plas weggegraven werd waardoor het quasi-artesisch grondwater uit de onderliggende quartair en tertiair geologische watervoerende lagen onder druk naar de oppervlakte kon ontsnappen. Vandaar dat de plas nagenoeg permanent 'overloopt'. Onder het dikke quartair zit een afzetting van de zanden van Merksplas. Deze zanden worden verder in de diepte gevolgd door de kleiige zanden van de formatie van Kasterlee en Diest. Het hydrologische systeem wordt hier, zoals op zo veel plaatsen in de Kempen, onderaan afgesloten door de Boomse klei (Figuur 338).



Figuur 339: Dikte van de kleilaag (lagen) in de omgeving van het Groot Schietveld (naar Bogemans 2005) met indicatieve ligging van het SBZ-H deelgebied weergegeven op de figuur

Voor het Groot Schietveld zijn er geen gegevens bekend in de Belgische bodemkaart omdat het gebied ten tijde van de opmaak ervan reeds militair domein en voor de karteerders ontoegankelijk was (Figuur 340)



Figuur 340: Detail uit de Belgische Bodemkaart voor het Groot Schietveld en omgeving.

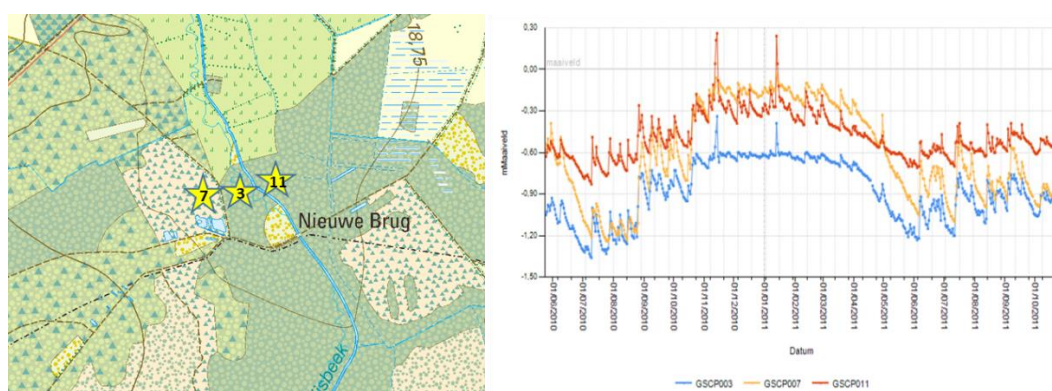


Het heeft er echter wel alle schijn van dat het overgrote deel van het gebied wordt ingenomen door vochtige en natte zandgronden, landduinen. In het Moerken, het Lavendelven en het Marum is er met stellige zekerheid veen aanwezig. Dat kon op het terrein worden vastgesteld. Langs de Weerijbeek is er ook klei aan het oppervlak, een verderzetting van wat er in het zuiden, net buiten het militaire domein gevonden werd. In de zijvalleitjes van de Weerijbeek, zoals bijvoorbeeld de Schaapsdijkbeek zit er ook vochtig zandleem aan het oppervlak.

Voor het gebied is er, voor zover ons bekend, geen regionaal grondwatermodel gemaakt, enkel een grondwatermodel om de impact van de drinkwaterwinning van Brasschaat (in het zuiden), satellietwinning van Brecht (in het noorden) en de extra satellietwinning aan de E10-plas na te gaan. De drinkwaterwinning van Brasschaat doorloopt momenteel een hervergunningsprocedure. Aan de noordzijde van deze SBZ-H-deelzone is sinds 1976 een drinkwaterwinning actief (maximaal vergund debiet 10.000 m³/dag die een aanzienlijke pompkegel onder het noorden van deze SBZ-H-zone heeft en daarbij aangetoond voor aanzienlijke verdroging zorgt, met name in het Marum (ten noordoosten van de N133 Brecht-Wuustwezel in de vallei van de Weerijbeek en de omliggende gronden).

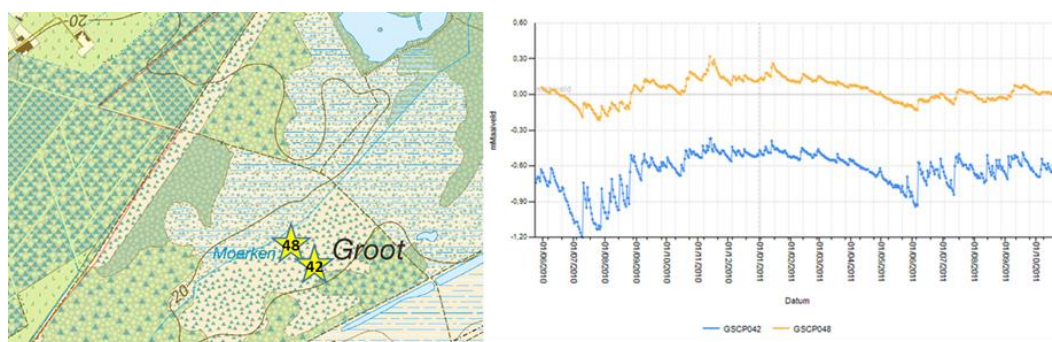
10.4.4 Grondwaterdynamiek

In het Marum zakken de peilen in de vallei van de Weerijbeek gedurende de zomer weg tot tussen de 70 en de 130 cm onder maaiveld. Het gaat hier om een venige vallei waardoor het veenpakket elk jaar droogvalt en mineraliseert (Figuur 341). Daardoor komen grote hoeveelheden nutriënten vrij, met verrijking van de vegetatie tot gevolg.



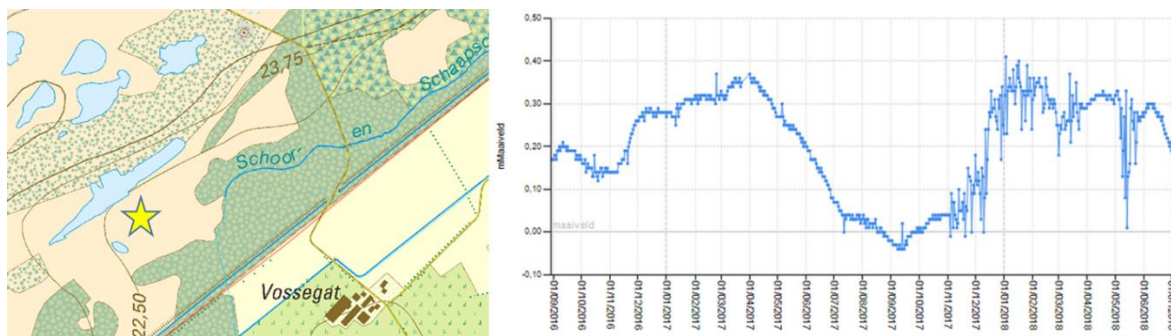
Figuur 341: Tijdsreeksen voor grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor een dwarsraai op de Weerijbeek in het Marum.

Dwars door het Moerken liep tot voor een paar decennia het water van de Hertenbeemdenloop.



Figuur 342: Tijdsreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in het Moerken.

Het water was sterk aangerijkt met nutriënten, omdat er veel drainagewater van intensief landbouwgebied door afgevoerd werd/wordt. Dat water werd omgeleid en de Schietveldloop, die vroeger regelmatig onderhouden werd, zorgde voor verdroging. Overmatige drainage in combinatie met verdroging als gevolg van de drinkwaterwinning in het Marum werd geremedieerd door de Schietveldloop, die er dwars doorheen het Moerken loopt, op te stuwen. Daarbij werd geen rekening gehouden met het verval van de Schietveldloop, waardoor enkel ter hoogte van de stuw en het deel van het grachttraject direct stroomopwaarts daarvan het gewenste hoge en stabiele grondwaterpeil wordt bereikt om opnieuw venige heide te laten ontwikkelen (Figuur 342) met kleine grondwaterafschommelingen op jaarbasis en peilen rond (wat boven tot wat onder) het maaiveld.



Figuur 343: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) in de omgeving van het Lavendelven

Ook in de omgeving van het Lavendelven (aan de zuidrand van het gebied zijn de peilen opgetrokken door het dempen van een aantal drainagegrachten die afwateren naar het Schaapsdijkbeekje en de Weerijsbeek. Daar hebben de maatregelen grotendeels de beoogde effecten gesorteerd (Figuur 343).

10.4.5 Grondwaterchemie

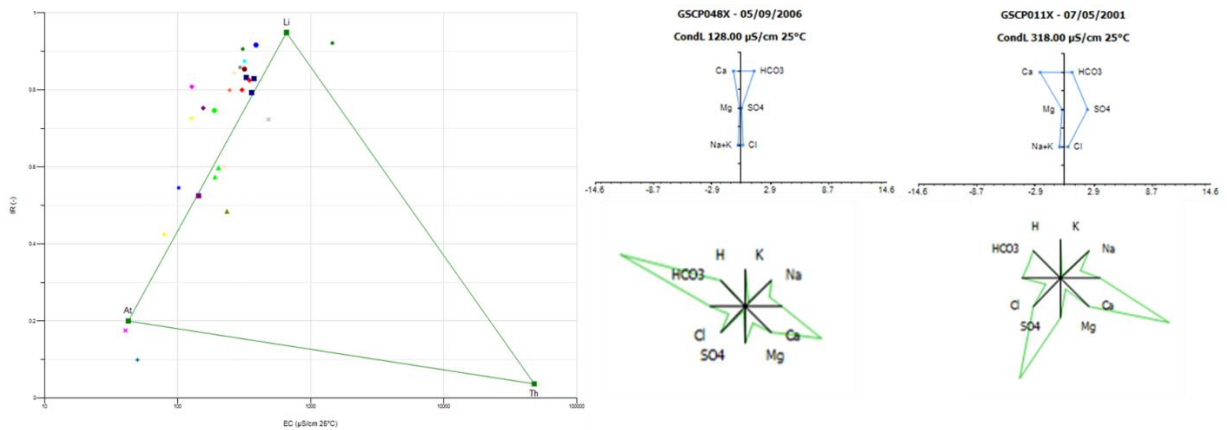
Van nature is het grondwater hier uitermate mineraalarm. De quartaire zanden zijn hier immers zeer mineraalarm. Toch zijn hier bv. hoge elektrische geleidbaarheden (EC₂₅) van het grondwater te meten (Tabel 45); de gemiddelde waarde van 285 µS/cm komt ongeveer overeen met het maximumwaarde van 300 µS/cm dat te verwachten is in heidesystemen. Naast zouten wordt er in het grondwater (geen exorbitante maar toch) verhoogde nitraat- en ook nitrietconcentraties gemeten.

Tabel 45: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Groot Schietveld (periode 2001-2015).

# = 27	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1455	7,5	181	3,36	0,015	0,73	0,800	700	39,9	21,0	26,5	213,0	15,00	67,00
90-percen	380	6,9	115	0,33	0,015	0,56	0,275	109	24,9	12,2	5,6	56,6	3,52	12,14
mean	284	5,8	50	0,23	0,007	0,28	0,114	77	14,5	9,2	4,2	34,9	2,64	7,57
10-percen	93	4,7	3	0,05	0,005	0,09	0,010	10	5,3	4,0	1,2	2,8	1,07	0,99
min	41	4,1	1	0,02	0,005	0,04	0,010	3	2,0	2,9	1,0	0,3	0,32	0,25

Omdat er zowel grondwaterstalen uit beekdalen (Weerijsbeek & Kleine Beek) als van op het tussenliggende interfluvium, is er flink wat spreiding van de staalnamepunten op het EC/Ir-diagram (Figuur 344).





Figuur 344: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Groot Schietveld (GSCP048 = Moerken, GSCP011 Marum)

De sulfaatconcentraties zijn (soms extreem, zie waarde van 700 mg/l in Tabel 45) verhoogd. Dat is het resultaat van denitrificatieprocessen in grondwater. Helaas zijn hier ook de orthofosfaat concentraties verhoogd. De aanwezigheid van fosfaat- én stikstofverbindingen in het grondwater zorgen voor verhoogde productie van de vegetatie waardoor de schrale vegetatietypen (vochtige en droge heide, venige heide, mesotrofe elzenbroeken, ...) verruigen. De situatie lijkt de laatste jaren een ietsje te verbeteren.

10.4.6 Oppervlaktewater

Het water van de Weerijbeek en de Kleine beek zijn beide belast met nutriënten. Beide waterlopen (respectievelijk aan de zuid- en noordzijde van het gebied) voeren drainagewater af uit intensief bewerkte (i.e. bemeste) landbouwgronden. Dat oppervlaktewater werd/wordt gebruikt om verdroging als gevolg van drinkwaterwinning en drainage tegen te gaan. Dat is bv. gebeurt bij het opstuwen van Schietveldloop om verdroging als gevolg van grondwaterwinning in Moerken te remediëren. Omwille van de aanrijking met nutriënten en sulfaten zorgt dat water voor stijgende productie van de vegetaties waardoor bijvoorbeeld in de venige heide van het Moerken steeds meer riet en grote lisdodde begint te domineren, ...). Bovendien zorgen de verhoogde sulfaatconcentraties voor een verhoogde afbraak van organisch materiaal (dus ook van het veen), ook daar waar die al erg hoog is als gevolg van de sterke grondwaterstandsval door drinkwaterwinning.

De Weerijbeek werd in de jaren 70-80 van vorige eeuw rechtgetrokken en werd als gevolg daarvan sterk drainerend. Rond 2002-4 werden een aantal meanders opnieuw ingeschakeld in de loop van de rivier, maar de rechtgetrokken loop werd behouden, o.m. om bij piekafvoer geen overstromingen te krijgen met een slechte kwaliteit oppervlaktewater binnen het natuurgebied. Het sterk drainerende effect werd daarbij slechts ten dele weggewerkt. Het veen blijft nog steeds veraarden.

10.4.7 Vegetatiezoning

Qua vegetatiezoning is de situatie hier erg goed vergelijkbaar met deze van de Kempische beekdalen en infiltratiegebieden zoals die in de rest van de Antwerpse en de Limburgse Kempen te vinden zijn (zie bv. het Schietveld van Houthalen-Helchteren, Kalmthout, ...). Alleen is er hier sprake van sterke verdroging onder invloed van een drinkwaterwinning, grondige drainage rond en deels ook in het gebied. De situatie wordt bovendien nog verergerd door de instroom van nutriënten (N én P!).



Helaas zijn er op de bodemkaart van België voor dit gebied geen gegevens weergegeven (Figuur 340). Uit de gegevens van de naastliggende terreinen wordt duidelijk dat het aannemelijk is dat er binnen het Groot Schietveld ook in de Weerijbeekvallei grote veenafzettingen moeten aanwezig zijn (geweest?). Dat kon op terrein ook worden vastgesteld in het Marum, evenals in het Moerken (noordzijde) en het Lavendelven (zuidzijde). In het Moerken kon de gewenste beperkte grondwaterdynamiek wel hersteld worden maar daar kwamen tot voor kort en mogelijks vandaag nog steeds nutriënten toegestroomd via het grondwater waardoor riet en Grote Lisdodde in de deels herstelde venige heide (7140_oli) blijven groeien. Her en der ontwikkelen zich hier ook kleine vlekjes oligotroof elzen-berkenbroek (91EO_vo) als vervanggemeenschap in de bossfeer voor de venige heide.

In het Lavendelven zijn de maatregelen beter gelukt, omdat daar geen toestroming gebeurt van nutriënten via het grondwater. Op de bodemkaart is te zien dat in de Vallei van de Weerijbeek en haar zijloopjes net ten zuiden van het Schietveld ook zandleem voorkomt. Dat is meer dan waarschijnlijk de reden waarom langs de venoever van het herstelde Lavendelven en begeleidende waterpartijtjes toch oeverkruidgemeenschappen ontwikkelen (3130_aom)

In het Marum kon het gewenste grondwaterregime nog niet bereikt worden ondanks een reeks milderende maatregelen (hermeandering van de beek met optrekken van het drainageniveau) in het verleden. De negatieve effecten van de grondwaterwinning blijven hier dominant. Dit is een Kempisch beekdal waarin geohydrologisch gezien kwel zou moeten optreden. De situatie is hier, omwille van de grondwaterwinning maar ook omwille van de vroegere rechttrekking van de Weerijbeek verdroogt. Van nature kunnen hier kleine zeggenvegetaties (7140_meso) in de open sfeer en mesotroof elzenbroekbos (91EO-vm) in bossfeer verwacht worden. Omwille van de actuele verdroging, hebben die vegetatietypen plaats moeten maken voor een vegetatie die wat weg heeft van dottergrasland (rbbhc) en voor een of andere verruigde broekbosvariant.

Op het interfluvium tussen de kleine beek en de Weerijbeek, het schietveld met de doelenzone) komt nagenoeg vlak dekkend een mozaïek van vochtige (4010) en droge heide (4030) voor.

10.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: bij het hermeanderen van de Weerijbeek in het Marum werd de oude rechtgetrokken loop behouden om piekafvoeren te kunnen afvoeren en zo geen meegevoerde nutriënten in het gebied te laten terecht komen. Dat doel is slechts ten dele gehaald
 - Vervuild oppervlaktewater: nagenoeg alle waterlopen in en rond het gebied draineren landbouwwater weg waarin soms erg hoge concentraties zitten aan nutriënten (zowel N al P-verbindingen). Dat water wordt soms gebruikt om verdroging mee te remediëren, waardoor het grondwaterregime wel kan hersteld worden maar waardoor er wel nutriënten in de natte vegetaties binnendringen (o.a. Moerken)
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater – nitraat, nitriet en orthofosfaat worden gemeten in het freatisch grondwater. Het gaat over niet al te hoge concentraties maar in dergelijke nutriëntenarme systemen heeft dat opvallend negatieve effecten.
- iii. Grondwaterwinning: ja – een grote drinkwaterwinning met sterk verdrogende effecten in Marum, mogelijks ook in het zuiden als gevolg van de winning van Brasschaat.

////////////////////////////////////

- iv. Lokale drainage: Ja, nagenoeg overal in en rond het gebied, deels al geremedieerd met succes (bv. Lavendelven)
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: já maar niet operationeel

10.4.9 Relevante referenties

Bogemans F. 2005. Toelichting bij de quartair geologische kaart. Kaartblad 2-8 Meerle-Turnhout.

Envico 1998. Hydrogeologische studie voor een mogelijke inplanting van een satellietwinning aan de plas E19.

Envico 2001. Milieueffectrapport voor de hermeandering van de Kleine Aa of Weerijbeek t.h.v. het Groot Schietveld, Kamp van Brasschaat.

Envico 2002. Nota Waterkwaliteit Groot Schietveld, Brasschaat.

Envico 2007. MER: Waterwinning Brasschaat-Satellietwinning Plas E10.

Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel I: Een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

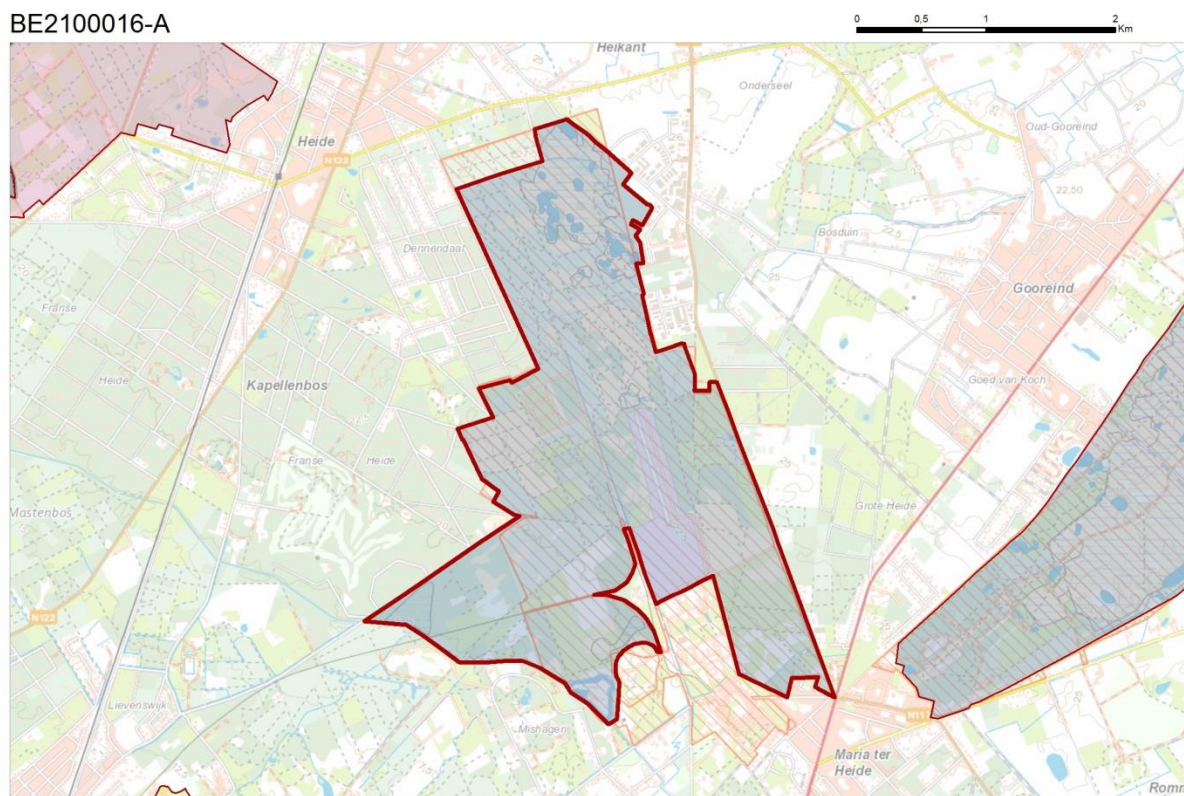
Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel II: Toepassing van het standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen op het Groot Schietveld, Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel



10.5 KLEIN SCHIETVELD BE2100016-A

10.5.1 Algemene situering

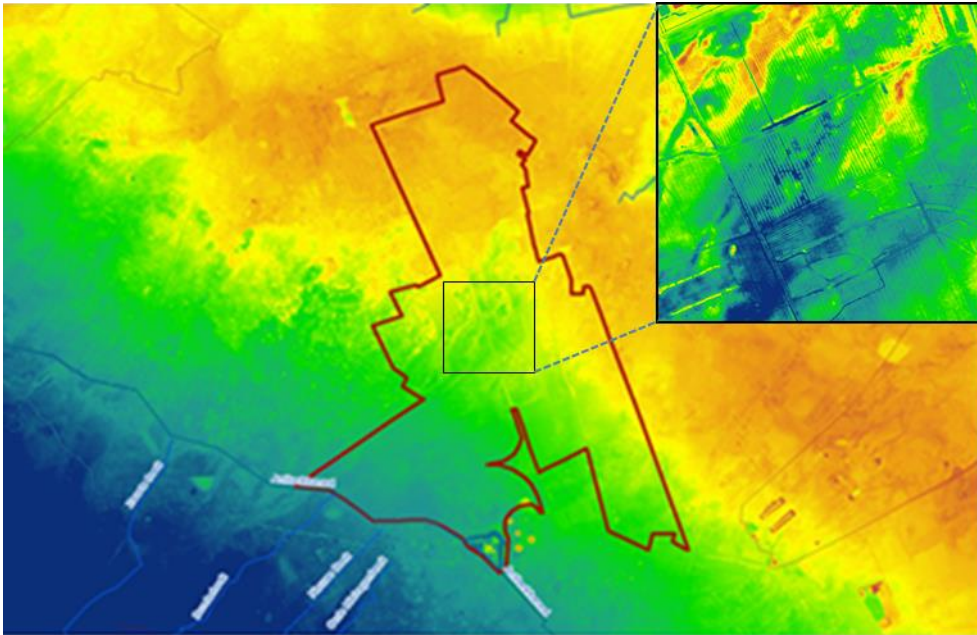
Het Klein Schietveld is grotendeels militair domein. Het situeert zich op een goede 14 km ten noordoosten van de Stad Antwerpen is hoofdzakelijk gelegen op grondgebied Kapellen en Brasschaat en een klein (noordelijk stukje op grondgebied van Kalmthout). Het wordt doorgaans in één adem genoemd met het oostelijk gelegen Groot Schietveld. De landschappelijke kenmerken verschillen echter nogal.



Figuur 345: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Klein Schietveld

10.5.2 Topografie en hydrografie

Het Klein Schietveld ligt, net zoals de Kalmthoutse heide en het Groot Schietveld op de zgn. steilrand (Figuur 346 links), in Nederland ook 'Brabantse Wal' genoemd. Het is in feite een heuvelrij (met een maximaal niveauverschil van ca. 25 meter) die noordwest-zuidoost georiënteerd is en die de scheiding vormt tussen de alluviale vlakte van de Schelde en het Kempisch laagland dat in noordelijke richting via Nederland afwatert naar de Maas. Het Klein Schietveld ligt op de zuidwest georiënteerde 'steile' flank van die heuvelrij, (met veel goede wil) de steilrand dus richting alluviale vlakte van de Schelde.

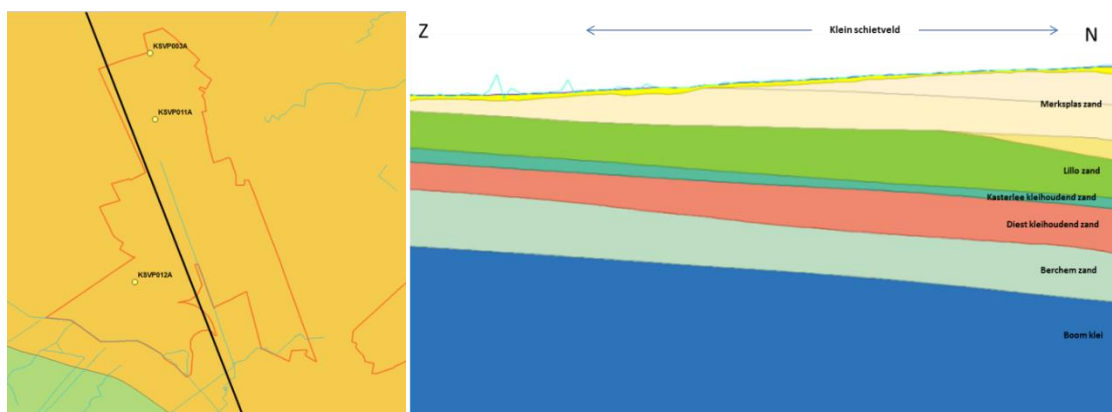


Figuur 346: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Klein Schietveld en ingezoomd op detailbegreppeling (rechts)

In het gebied komen geen (echte) beken voor, het is een infiltratiegebied met her een der amfiteatervormige depressies waaruit freatisch grondwater weg gedraineerd wordt via een zeer dicht netwerk van greppels (rabatten) aangesloten op een centrale drainagegracht (Figuur 346). Aan de zuidwestrand wordt het gebied begrensd door de 'antitankgracht' aangelegd ongeveer aan de voet van de zgn. steilrand.

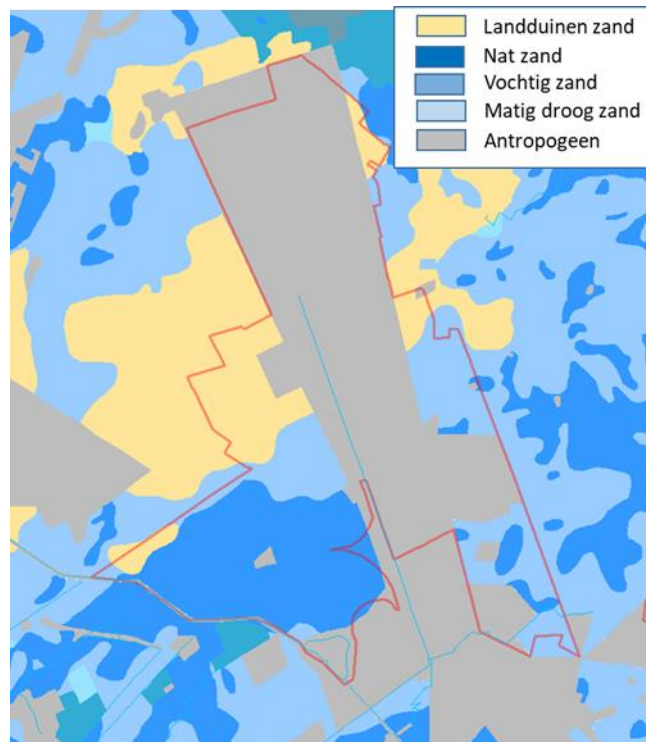
10.5.3 Geohydrologie

Voor het gebied is geen regionaal grondwatermodel gemaakt. De ondergrond bestaat volledig uit zanden van de formatie van Merksplas, met daaronder Lillo zand gevolgd door de oudere kleiige zandafzettingen van Kasterlee en Diest. Alle lagen hellen flauw in noordelijke richting af. Daarbovenop ligt een dun quartair dek. De klei van de Kempen, die onder het Groot Schietveld en de Kalmthoutse heide in het quartaire dek aanwezig is en een belangrijke rol speelt, is hier naar alle waarschijnlijkheid afwezig.



Figuur 347: Tertiair geologische afzettingen onder het Klein Schietveld. Links bovenaanzicht met aanduiding van de ligging van het dwarstransect (rechts)

Meer dan waarschijnlijk spelen alleen het quartair dek en de zanden van de formatie van Merksplas een belangrijke rol in de geohydrologie, maar maken ook de zanden van de formatie van Lillo, de kleiige zanden van de formaties van Kasterlee en Diest en de zanden van de formatie van Berchem maken deel uit van het samengestelde watervoerende pakket dat onderaan wordt begrensd door de formatie van Boom (Klei). Het quartaire dek en de formatie van Merksplas zijn in regel (zeer) mineraalarme zanden, maar in de formatie van Merksplas komen wel regelmatig kleilaagjes voor.



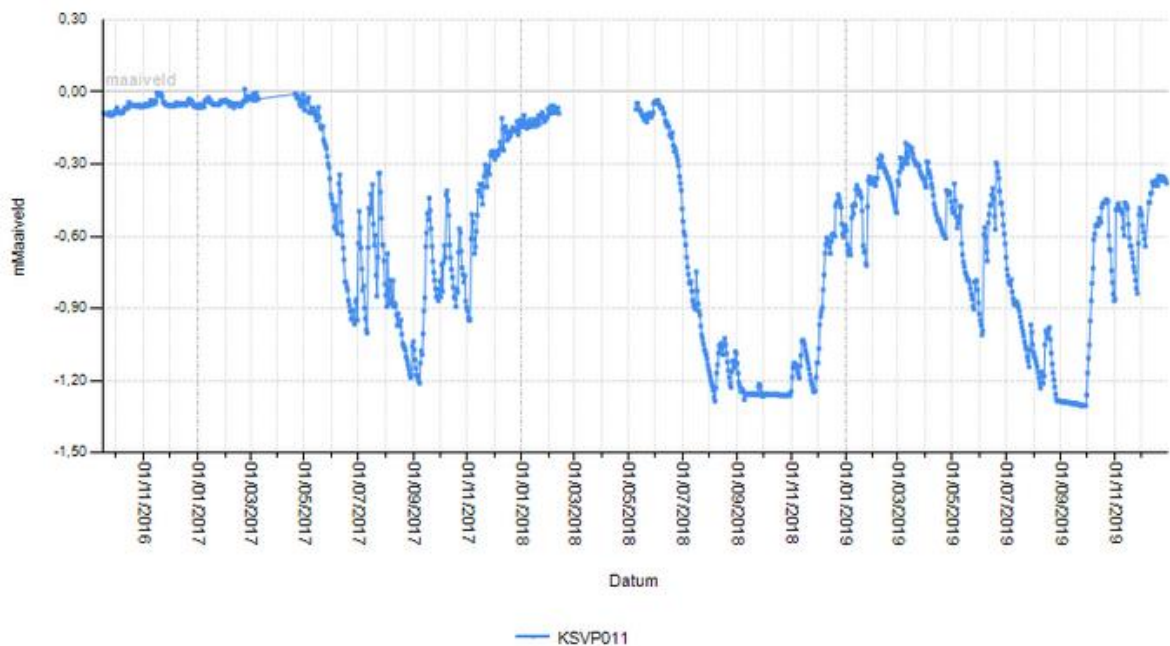
Figuur 348: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Klein Schietveld.

Hoewel, zoals voor de meeste militaire domeinen er geen bodemgegevens verzameld werden ten tijde van de opmaak van de bodemkaart, kan uit de Figuur 348 wel afgeleid worden dat de bodem nagenoeg volledig zal bestaan uit nat tot vochtig zand en duinmassieven. Hier en daar (vnl. in het zuidwesten) zijn er kleine venige afzettingen te vinden die niet op de bodemkaart zijn weergegeven.

10.5.4 Grondwaterdynamiek

De grondwaterwinning van Kapellen heeft een pompkegel waar een belangrijk deel van dit SBZ-gebied in ligt (evenals het zuidelijk deel van de Kalmthoutse heide) waardoor er dus een verdrogend effect optreedt. Los daarvan zijn de natuurlijke grondwaterfluctuaties op jaarbasis aanzienlijk in dit terrein (Figuur 349). Dat heeft alles te maken met het feit dat dit een infiltratiegebied is en dus de totale afwezigheid van kwel. Evapotranspiratie-verliezen worden dus niet aangevuld door toestromend grondwater. Grondwatertafelfluctuaties in de orde van grootte van 1-1.3 meter zijn hier aan de orde. Mogelijks kunnen die getemperd worden door het ongedaan maken van een deel van het drainagenetwerk.





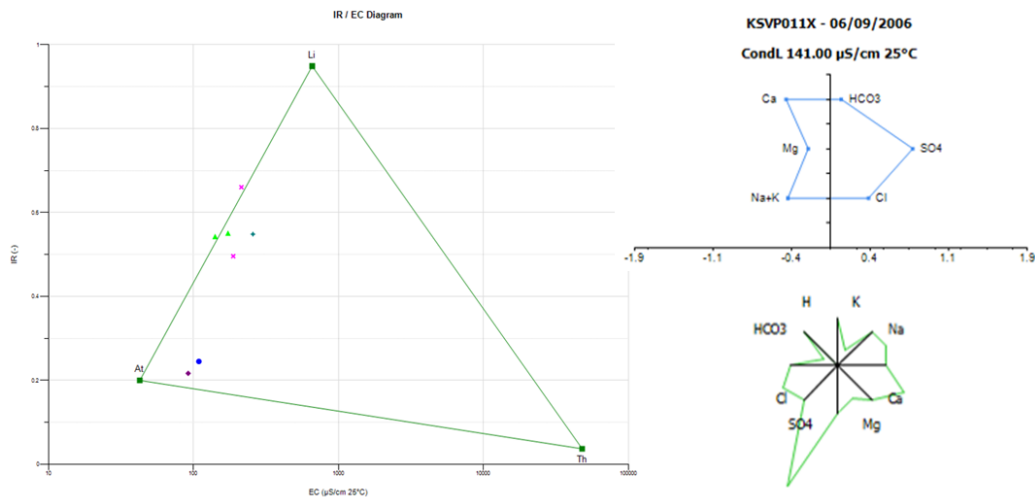
Figuur 349: Tijdreeks voor freatisch grondwaterpeil in het SBZ-H-deelgebied Klein Schietveld

10.5.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is in dit gebied in regel (zeer) mineraalarm. Dat wordt ook bevestigd in Tabel 46. Er moet aangestipt worden dat voor dit gebied enkel analyseresultaten bekend zijn van meer dan 10 jaar oud (2006). De gemiddelde en zelfs de maximale waarden voor de EC25 zijn <math><260 \mu\text{S/cm}</math>. Dat heeft alles te maken met de mineralogie van de formatie van Merksplas. Dat is vergelijkbaar (een ietsje rijker) met de situatie in Kalmthout. Ook voor wat nutriënten betreft, gaat het hier om (naar Vlaamse maatstaven) vrij weinig aangerijkt grondwater. Toch zijn er zones met lichte aanrijking van orthofosfaat, nitriet en nitraat, wat wijst op instroom van landbouw- en of huishoudelijk afvalwater via grondwater. Ook sulfaatconcentraties zijn soms verhoogd, mogelijks als gevolg van denitrificatie van ingevangen atmosferische depositie.

Tabel 46: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het SBZ-H-deelgebied van het Klein Schietveld (periode 2006).

# = 7	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	$\mu\text{S/cm}$	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	257	5,4	6	0,40	0,018	0,30	0,039	91	13,1	12,4	7,2	11,0	10,00	12,80
90-percen	231	5,4	6	0,30	0,010	0,29	0,022	80	12,9	9,2	6,1	9,8	9,21	12,62
mean	168	5,0	6	0,16	0,007	0,20	0,012	51	11,5	6,2	4,2	6,7	4,44	6,88
10-percen	102	4,6	6	0,05	0,005	0,10	0,001	23	9,9	3,6	2,8	1,8	0,49	1,08
min	92	4,5	6	0,05	0,005	0,10	0,001	15	9,8	3,4	2,1	1,8	0,25	0,25



Figuur 350: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Klein Schietveld

10.5.6 Oppervlaktewater

Niet relevant hier

10.5.7 Vegetatiezoner

Net zoals voor Kalmthout bestaat de vegetatiezoner hier uit een mix van droge (4030) en vochtige (4010) heide op de hoogste terreingedeelten, hier en daar overgaand in venige heide (7140_oli) aan de rand van en in de amfiteatervormige depressies (als ze door detailbegreppeling niet ontwaterd zijn of waar de begreppeling recent weggehaald werd). Dat zijn de locaties waar bijvoorbeeld éénarig wollegras zich goed herstelt. Lager op de helling zijn er vochtige heischrale graslanden/veldrusgraslanden (6230_hmo/6410_ve) te vinden.

10.5.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: n.v.t.
 - Grondwater – geen gegevens bekend
- iii. Grondwaterwinning: Ja – belangrijke drinkwaterwinning ten zuidwesten van deze zone (drinkwaterproductie Kapellen)
- iv. Lokale drainage: doorheen het gebied liggen (langen) nogal wat drainagegrachten. Recent zijn in het noorden maar ook in het westen werken uitgevoerd waarbij grachten gedempt zijn met sterke verhoging van het freatisch peil tot gevolg
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, beperkt en recent operationeel (INBO-ANB)

10.5.9 Relevante referenties

Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielentheide. Deel I: Een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.



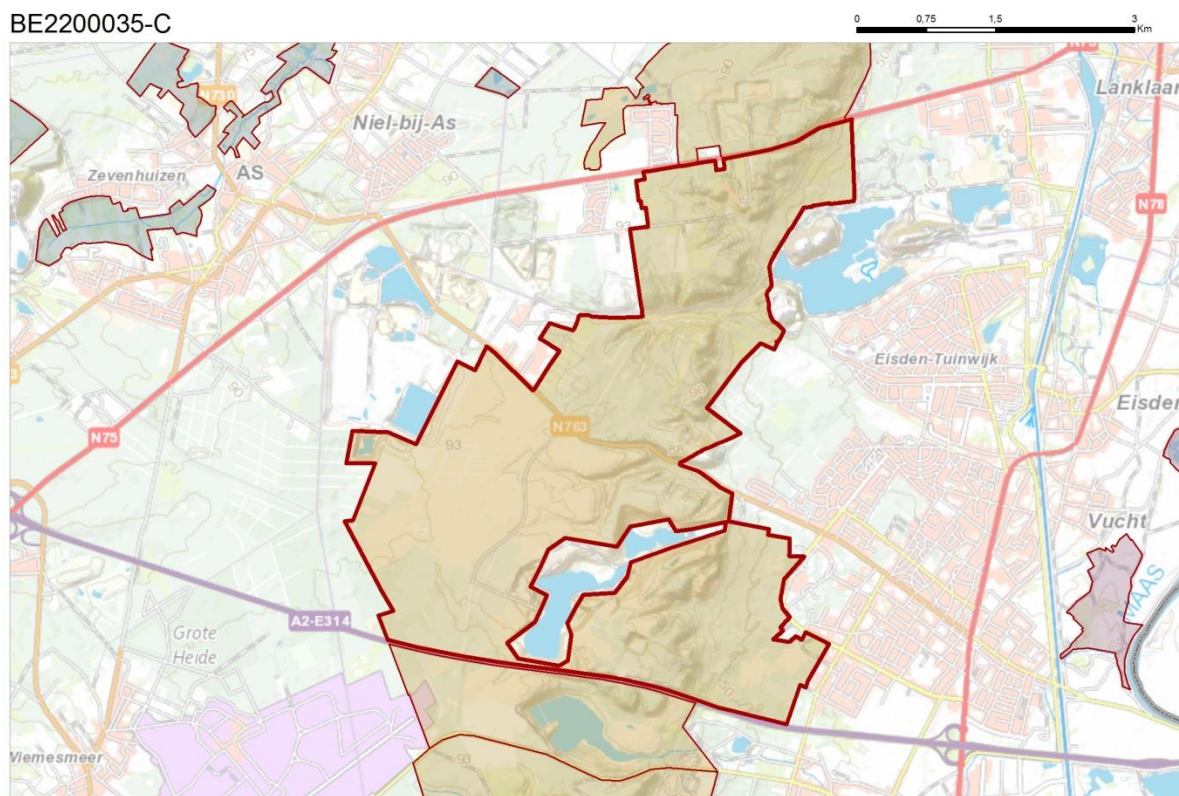
Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel II: Toepassing van het standaardprotocol voor hertelbeheer van natte heide en vennen op het Groot Schietveld, Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel



10.6 MECHELSE HEIDE BE2200035-C

10.6.1 Algemene situering

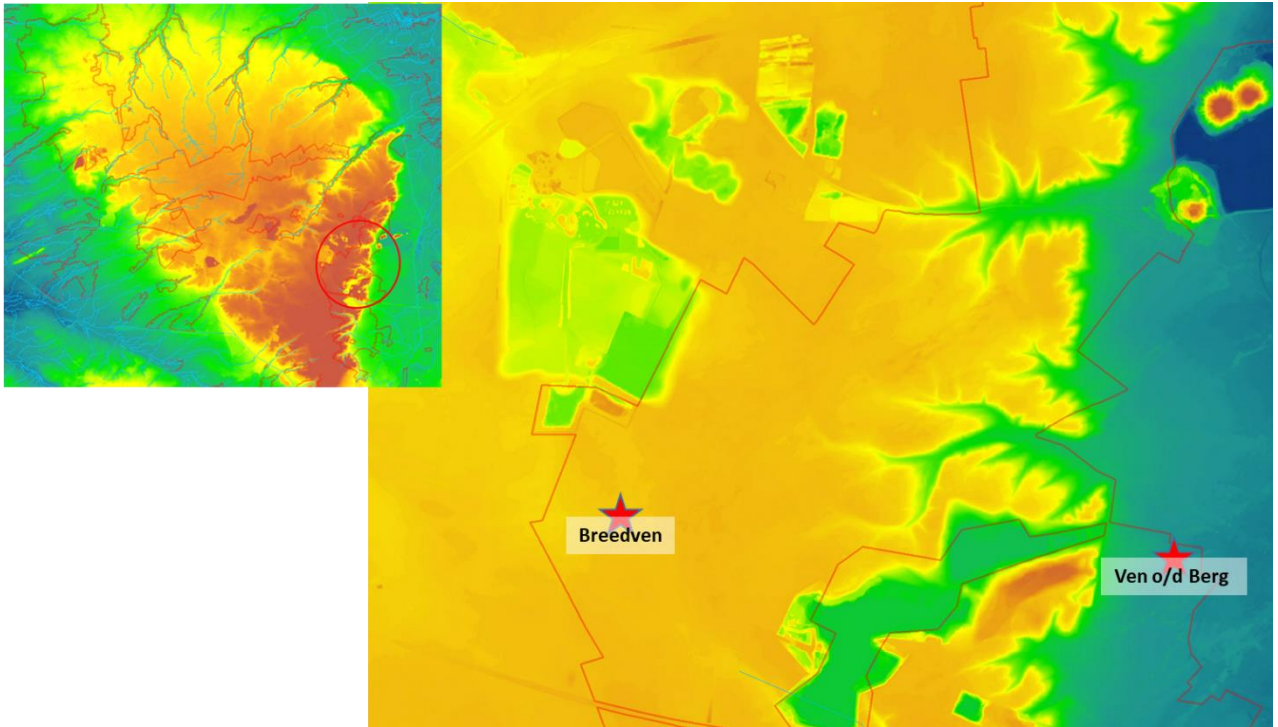
De Mechelse heide is gelegen aan de oostzijde van het Kempisch plateau, deels op het plateau en deels op de oostflank richting Maasvallei. In het noorden wordt dit SBZ-H-deelgebied begrensd door de E314 en in het zuiden door de rijksweg N75 Genk-Lanklaar. Het SBZ-H-deelgebied ligt op het grondgebied van de gemeenten Maasmechelen, Lanklaar en Eisdén.



Figuur 351: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Mechelse heide

10.6.2 Topografie en hydrografie

Het SBZ-H-deelgebied van de Mechelse heide ligt letterlijk op de oostelijke rand van het Kempisch plateau, net daar waar dat met ca. 93 meter TAW nagenoeg zijn hoogste niveau boven de zeespiegel bereikt. In de detailtopografie (Figuur 352) trekken de hoekige anomalieën in topografie de aandacht. In dit gebied wordt er op grote schaal zand en grind gedolven, wat kraters in het landschap achterlaat. De oostelijke steilrand van het plateau is sterk gekarteld als gevolg van millennia-oude erosiegeulen. Er lopen nagenoeg nooit permanente beken in. Uiterst rechts bovenaan in de figuur zijn de mijnterrils van Eisdén (het oostelijk mijnbekken) te herkennen.



Figuur 352: Detailtopografie van het SBZ-H-deelgebied Mechelse Heide met situering van het Breedven en het Ven Onder Den Berg.

10.6.3 Geohydrologie

In de ondergrond is vooral het Mioceen (jong tertiaire) witte zand van de Formatie van Bolderberg van belang (Figuur 353). Plaatselijk bekend als de zanden van Opgrimbie, wordt deze tientallen meter dikke afzetting van witte zanden ontgonnen in de groeves Salamander en Sibelco, respectievelijk aan de noord- en de westgrens van deze SBZ-H-deelzone.

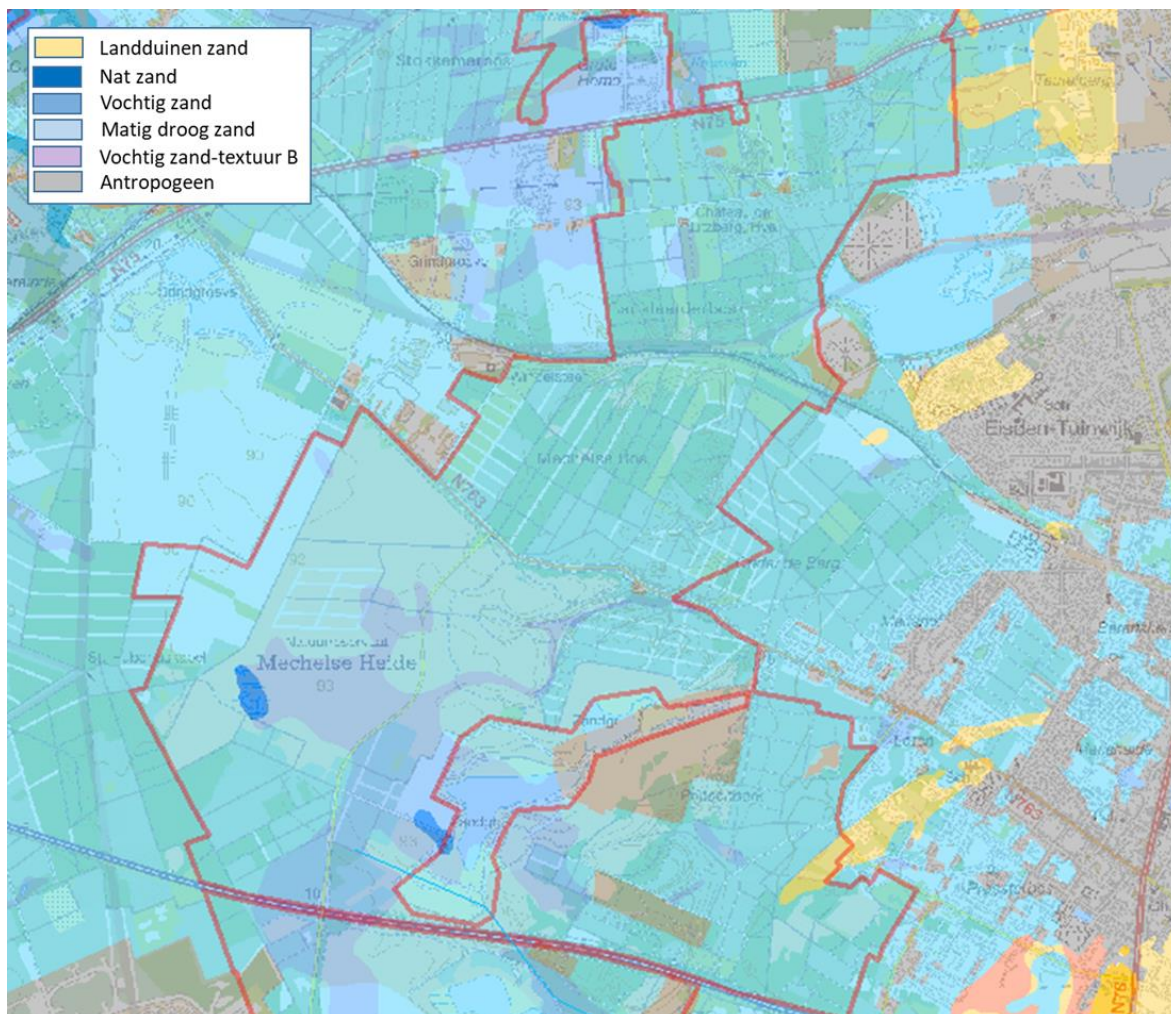


Figuur 353: Overzicht van de tertiaire geologie in de omgeving van de Mechelse Heide bovenaanzicht met aanduiding locatie dwarsdoorsnede (links) en dwarsdoorsnede (rechts).

Deze afzetting is aanzienlijk ouder van oorsprong dan de zanden van Mol en ze zijn ook minder zuiver. Onder de zanden van Bolderberg zitten nog de zanden van de formatie van Voort en Eigenbilzen. Onderaan wordt het systeem begrenst door de Boomse klei.

Gedurende de laatste honderdduizenden jaren van de geologische geschiedenis (periode van de ijstijden) verplaatste de Maas zich, en werden er enorme hoeveelheden sediment afgezet in een grote waaivormige puinkegel, zowel door de Maas als door de Rijn. En dat boven op de zanden van Bolderberg. Waar beide rivieren vroeger samenkwamen ter hoogte van Aken gingen ze nu elk hun eigen weg, de Maas boog af naar het noorden en het noordwesten. In dat proces werd het Kempisch plateau gevormd als een puinkegel van riviersediment. De afzetting

bestaat hier uit tot 15 m zand met grind en klei-/leemlagen. Die afzettingen hebben een kriskrasgelaagdheid die worden toegeschreven aan puinwaaierafzetting typisch voor een verwilderde rivier, met regelmatig verspringende loop. De klei-/leemafzettingen vormen samen met ijzer en mangaanafzettingen waterdichte lagen. Die zijn verantwoordelijk voor hangwatersystemen.



Figuur 354: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SQBZ-H-Deelgebied Mechelse heide

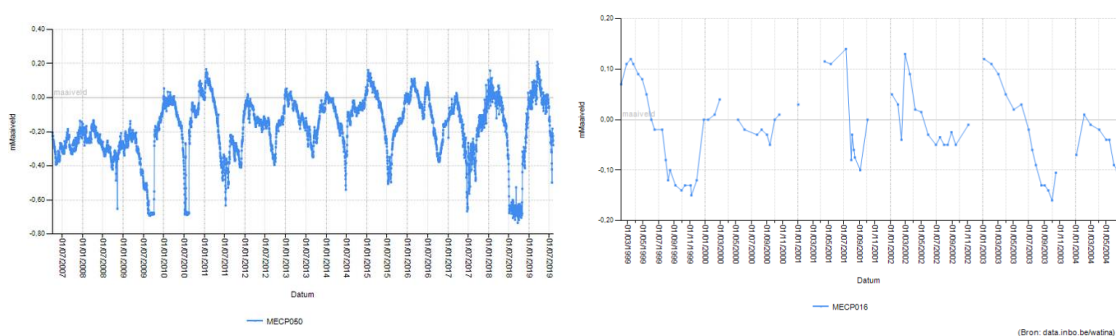
Over het algemeen is dit een (erg) droge SBZ-H-deelzone, met hoofdzakelijk grondwateronafhankelijke vegetaties. Omwille van de quartaire Maasafzettingen zijn er beperkte zones met hangwatersystemen waarvan het grondwaterpeil plaatselijk tot boven het maaiveld uitkomt (bv. het Breedven en het Ven onder den Berg). Deze situatie is wat vergelijkbaar met deze op de wat meer noordelijk gelegen SBZ-H-deelzone 'vennen van Ophoven'. Verder zijn er grotere oppervlakten waar het hangwater dieper onder het maaiveld zit; getuige daarvan de soms meerdere hectaren grote vlekken vochtige heide midden in een matrix van droge heide (zie verder).

10.6.4 Grondwaterdynamiek

Het grondwaterpeil in de zanden van de Formatie van Bolderberg (de voornaamst tertiair geologische watervoerende laag zie (Figuur 353) staat, ter hoogte van de kop van het Kempisch plateau, ruim 30 meter diep onder maaiveld en speelt dus geen rol in het hydrologisch functioneren van de Mechelse heide, althans niet voor de plateaugedeelten



waarop het gros van dit SBZ-H-deelgebied op gelegen is. Grondwater dat in de wortelzone van de vegetatie kan komen is hier uitsluitend te verklaren door het voorkomen van hangwatersystemen. Een eerste indicatie daarvoor wordt gegeven in de bodemkaart (Figuur 354) waarop een ruime zone van vochtig zand met een textuur B horizont te zien is omringd door een groot gebied met matig droog zand. De hangwatersystemen waarin het freatische grondwater tot boven maaiveld uitkomt zijn beperkt tot een oppervlakte van enkele hectaren en kennen een vrij constant grondwaterpeil. Dat suggereert een (ondergrondse) bodemlaag die voor water ondoordringbaar is. Het ondergrondse ondoordringbare oppervlak moet naar alle waarschijnlijkheid veel uitgestrekter zijn dan de aan de oppervlakte waarneembare zone met grondwaterafhankelijke vegetaties. Immers, heidevegetatie en in nog veel grotere mate bossen verbruiken flink wat grondwater bij de evapotranspiratie. Mochten dit in oppervlakte kleine systeempjes zijn, dan zouden de grondwatertafelschommelingen aanzienlijk zijn (in de orde van grootte van 1-1.5 m). De vegetatie zou dan, zeker in de droogste perioden van de zomer, het volledige volume hangwater opgebruiken. Dat is hier niet het geval, noch voor het Breedven, noch voor het Ven onder de Berg.



Figuur 355: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen voor de hangwaterzone van het Breedven (links) en het ven onder den Berg (rechts)

In Figuur 355 zijn links de peilschommelingen in het Breedven en rechts die van het Van Onder Den berg weergegeven. De grondwatertafelschommelingen in de hangwaterzone op het plateau (Breedven, MECP050) bedraagt ca. 50 cm in normale en bijna 1 meter in droge jaren. Bij het Ven onder den Berg (MECP016) zijn de schommelingen nog veel kleiner (ca. 20 cm). De ondoordringbare laag onder het Breedven werd destijds in beeld gebracht (De Becker 2006) en bleek uit drie 'verdiepen' te bestaan, waarvan het hoogste verdiep het eigenlijke Breedven bevat, het ietsje lagere verdiep ligt wat verder naar het noordwesten en bevat een 'ven' dat nagenoeg altijd droog staat en ten slotte is er nog een dieper gelegen ondoordringbare laag nog verder naar het noordwesten (tegen de Sibelco-groeven aan waar het hangwater nooit in de buurt van het maaiveld komt). Een tijd lang liep er een discussie over de mogelijke negatieve impact van de Sibelcogroeven op de overlevingskansen van dit hangwaterven. Dat bleek echter niet direct het geval te zijn (De Becker 2006).

Hoe de exacte hangwatersituatie bij het Ven Onder Den berg in mekaar zit is op vandaag nog niet opgeklaard. Het gebied ligt onderaan de oostelijke flank (steilrand) van het Kempisch plateau en kent een zeer constant grondwaterregime.

10.6.5 Grondwaterchemie

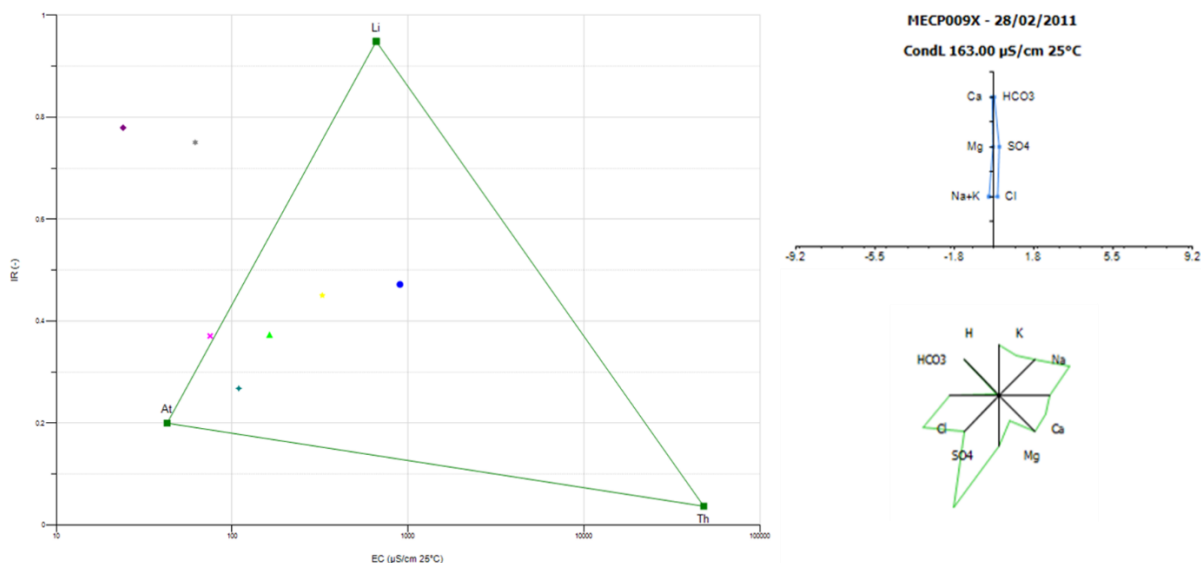
Hoewel hier van nature (extreem) mineraalarm grondwater zou verwacht worden, blijkt dat niet uit de (weliswaar beperkte set van betrouwbare) analyseresultaten van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Tabel 47. Hieruit blijkt dat het grondwater hier (nagenoeg allemaal hangwater dus) niet altijd mineraalarm en zuur is maar regelmatig aangerijkt lijkt te zijn met natrium, kalium, chloride, sulfaat, en af en toe een beetje



orthofosfaat-aanrijking. Gelukkig is er nauwelijks sprake van nitriet- en nitraataanrijking. Ook de ammoniumconcentraties zijn niet verhoogd.

Tabel 47: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater van de Mechelse heide (periode 1999-2011).

# = 13	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	898	8,0	540	0,97	0,015	2,60	0,150	170	14,0	250,0	5,8	13,0	2,80	18,00
90-percen	554	7,8	418	0,69	0,015	2,13	0,100	136	11,0	196,0	3,2	5,0	1,67	11,56
mean	237	6,2	124	0,22	0,015	0,88	0,080	46	6,6	58,6	1,9	3,9	1,06	4,26
10-percen	47	4,9	3	0,02	0,015	0,03	0,019	1	2,6	1,7	0,4	2,1	0,55	0,88
min	24	3,6	1	0,02	0,015	0,00	0,015	1	1,4	1,1	0,1	1,9	0,54	0,11



Figuur 356: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Mechelse heide.

Die afwijkende chemische samenstelling van het grondwater wordt eveneens weerspiegelt in het EC/IR-diagram in Figuur 356. Normaal mag verwacht worden dat voor dit gebied de puntenwolk met analyseresultaten in de omgeving van het atmosferische referentiepunt zou liggen. De afwijkingen daarvan zijn hier echter talrijk. Dat wordt eveneens bevestigd door de Stiff- en Maucha-diagrammen voor grondwater in het Breedven. Daarin vallen de sulfaat-, natrium-, kalium- en chloridepiekjes op. Wat de oorsprong van deze verontreiniging is, is hoegenaamd niet duidelijk. Er is bijvoorbeeld geweten dat vlak bij het Breedven destijds een historische herberg zou hebben gestaan, die echter al enkele decennia verdwenen is. De (weliswaar lichte) sulfaataanrijking is naar alle waarschijnlijkheid afkomstig van het invangen van (droge) atmosferische stikstofdepositie in de naaldhoutbestanden in de directe omgeving. Het proces van stamafvloei van de stikstof, denitrificatie over pyriet met vrijstelling van sulfaat, is hier de vermoedelijke oorzaak.

10.6.6 Oppervlaktewater

Niet relevant hier

10.6.7 Vegetatiezonering

Het grootste deel van de oppervlakte wordt hier ingenomen door droge heide (4030) met hier en daar wat vlekken vochtige heide (4010), op plaatsen waar het hangwater tot in de omgeving van het maaiveld komt. Op de zeldzame locaties waar er een kleine deuk in de



maaiveldtopografie zit net waar er een hangwatertafel vlak onder het maaiveld zit, zijn vennen te vinden die altijd een vegetatie bevatten met nogal wat hoogveensoorten zoals kleine veenbes en lavendelheide. Het Breedven en nog een ander klein vennetje op ca. 800 meter naar het oosten kennen en grondwaterfluctuaties doorheen het jaar van 30-40 cm; Hierdoor ontstaan er wel veenmostapigten maar ze vallen ook regelmatig droog. Daardoor komt echte venige heide (7140_oli) hier niet/net wel tot ontwikkeling. Omdat de schommelingen van het grondwaterpeil groter zijn dan wat optimaal is voor de ontwikkeling van venige heide, ontwikkelt dit type zich hier niet echt. Het doorheen de tijd geaccumuleerde veenlaagje verdroogt regelmatig waardoor een deel ervan mineraliseert. Vergrassing met pijpenstro en verruiging met Pitrus is hier dan ook acuut aan de orde.

Het meer oostelijk en onderaan het plateau gelegen Ven Onder Den Berg daarentegen, kent een grondwaterfluctuatie van ca. 20 cm en is nagenoeg helemaal verland met een aaneengesloten veenmostapigt waarin alle hoogveen-veenmossoorten aanwezig zijn (*Sphagnum magellanicum*, *S. pulchrum*, *S. capillifolium*, *S. papulosum*, ...) maar ook veenpluis, lavendelheide, kleine veenbes, veenbies en zelfs slijkzegge (de enige resterende Vlaamse groeiplaats). Hoewel het grondwater(hangwater)peil 20 cm fluctueert op jaarbasis, fluctueert het grotendeels drijvende tapijt met verlandingsvegetaties waarin alle bovenvermelde planten en veenmossoorten mee op en af. Hierdoor is vanuit het perspectief van de vegetatie een standplaats ontstaan met een uitermate constante grondwatertafel. Dat zorgt voor een optimale groei van de veenmostapigt waardoor er vleksgewijs sprake is van beginnende hoogveenontwikkeling (7110). In Vlaanderen is dit de enige locatie waar dit zonder enige twijfel het geval is.

10.6.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t. hoewel de uitbreidende zandgroeven rond het gebied grote zorg baren omdat de omvang van de hangwatersystemen niet goed in beeld zijn gebracht (geldt met name voor Ven Onder Den Berg)
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: n.v.t.
 - Grondwater – er worden licht verhoogde N-concentraties (nitriet en nitraat) gemeten, maar ook sulfaat en met name water orthofosfaat. De stikstofverbindingen moeten meer dan waarschijnlijk afkomstig zijn van atmosferische depositie en in tweede orde van landbouwgebruik in de onmiddellijke omgeving van de heide, de oorsprong van de wateroplosbare fosfaatverbindingen is onduidelijk.
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: geen bekommernis, wel het mogelijks aantasten van de hangwatersystemen als gevolg van uitbreidende zandwinningen in de directe omgeving.
- v. Beperken evapotranspiratie: van belang zijn in de hangwatersystemen van het Breedven en omgeving
- vi. Meetnet: Ja, en maar niet echt operationeel

10.6.9 Relevante referenties

Envico 2000. Vegetatiekartering van het Breedven en het Ven Onder De Berg – een ecohydrologische analyserapport.



De Becker P 2005. Hydrologie Vlaams reservaat Mechelse Heide - deel Ven Onder De Berg. Advies van het Instituut voor Natuurbehoud IN.A.2005.24.

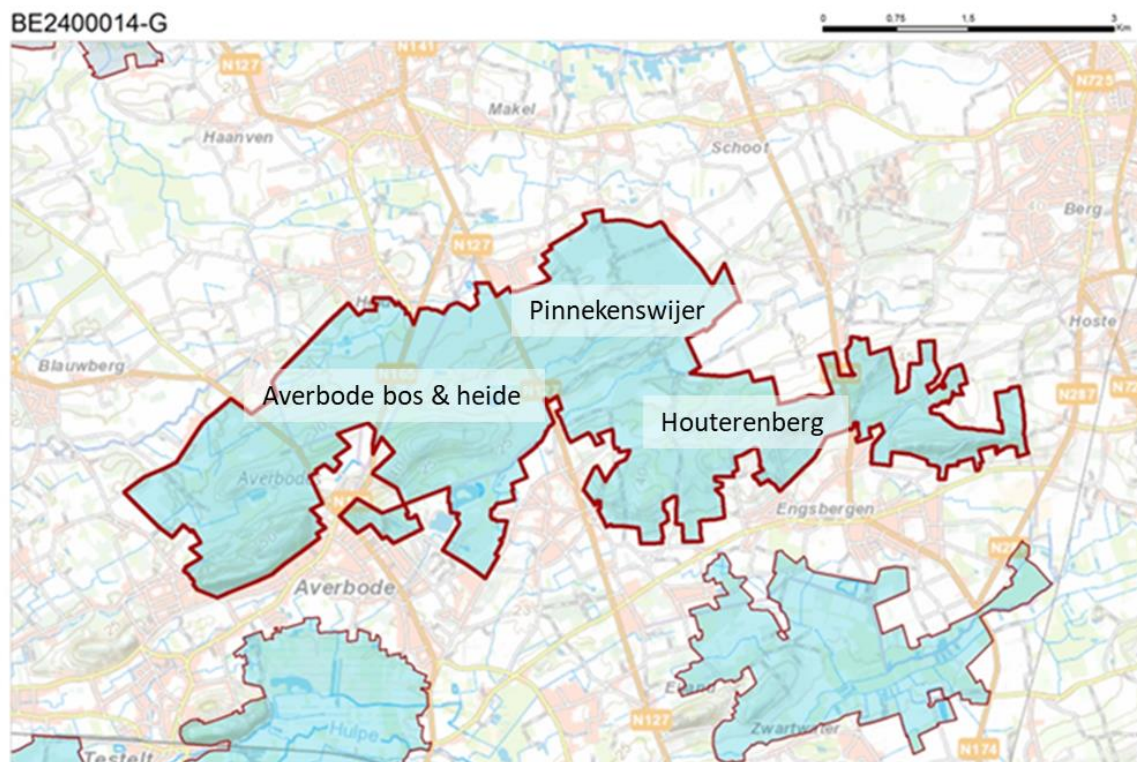
De Becker P. 2006. Hydrologie van het Breedven en voorstel tot preventieve beschermingsmaatregelen t.g.v. ontginning aan de noordwestrand. Advies van het Instituut voor Natuur- & BosOnderzoek INBO.A.2006.83.



10.7 AVERBODE BOS & HEIDE, PINNEKENSWIJER & HOUTERENBERG BE2400014-G

10.7.1 Algemene situering

Het gebied is gelegen op de grens van de provincies Antwerpen, Limburg en Vlaams-Brabant. Dit is een hoofdzakelijk een infiltratiegebied gelegen te midden van het fossiele Diestiaanheuvel-zandbankenlandschap karakteristiek voor de Zuiderkempens/Hageland. Het is omgeven door de Dorpen Averbode, Okselaar, Schoot, Veerle en Blauwberg. Averbode bos & heide is een privaat natuurreservaat beheerd door Natuurpunt beheer vzw en Houterenberg-Pinnekenswijer is een Vlaams natuurreservaat beheerd door het ANB. De beide natuurreservaten vormen samen één landschappelijk en ecohydrologisch geheel.



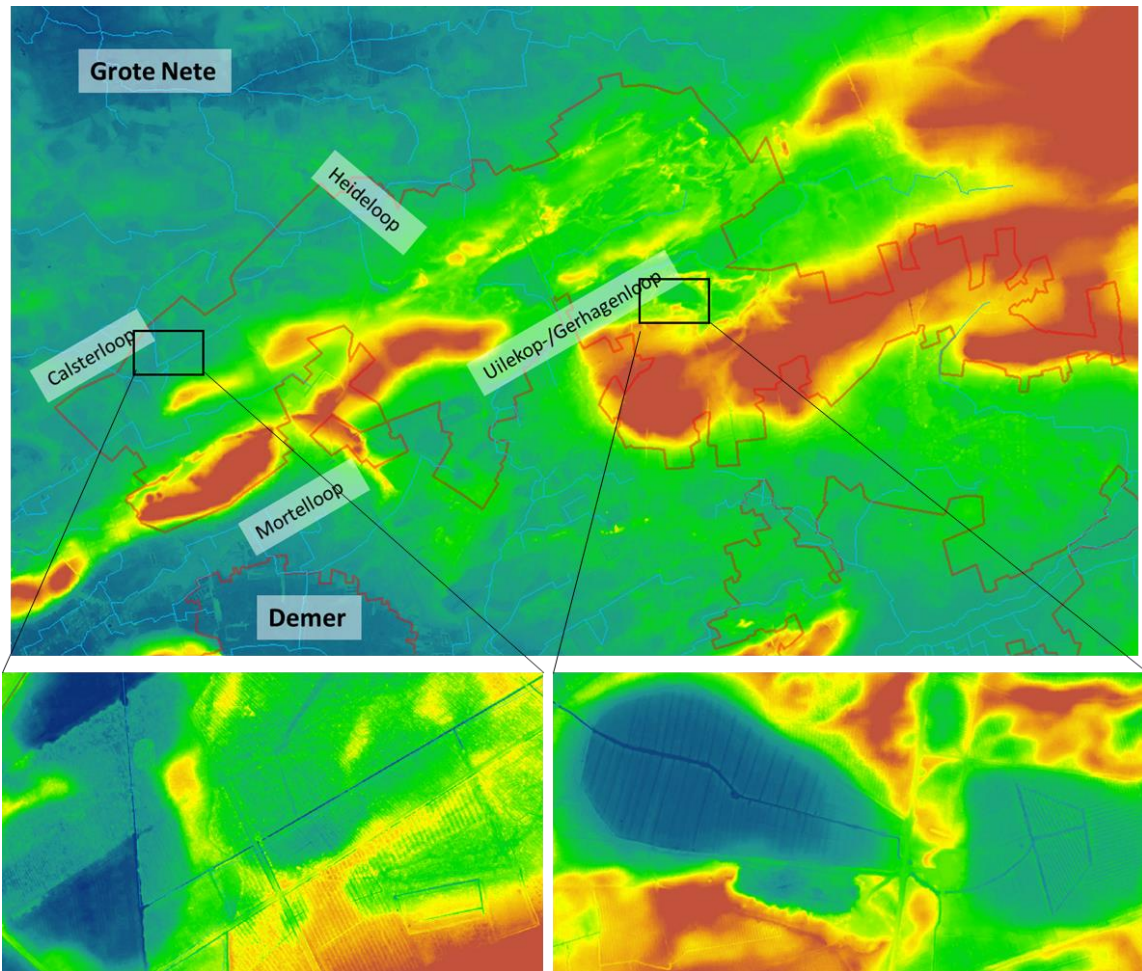
Figuur 357: Algemene situering van de SBZ-H-deelzone Averbode bos en heide, Pinnekenstrijer & Houterenberg.

10.7.2 Topografie en hydrografie

Dit SBZ-H-deelgebied vormt een infiltratiegebied op het interfluvium tussen de vallei van de Grote Nete in het noorden en de Demervallei in het zuiden (Figuur 358). Bovenop dat interfluvium liggen de karakteristieke zuidwest west - noordoost oost georiënteerde Diestiaanheuvels, een oostelijke uitloper van het gefossiliseerde Miocene zandbankenlandschap, karakteristiek voor het Hageland-Zuiderkempens. Het interfluvium zelf ligt op een hoogte van een 30 meter TAW. De Diestiaanheuvels bereiken een hoogte van maximaal 50 meter. De valleien van de Grote Nete en de Demer liggen op een hoogte van (slechts) 10-20 meter TAW. Tussen en rond die heuvels liggen grotere depressies waarin geen echte beekdalen liggen maar wel door de mens gegraven drainagegrachten die hier het toponiem "loop" krijgen. Net ten noorden van dit SBZ-H-deelgebied ligt de Heide loop die



ontwatert in de richting van de vallei van de Grote Nete, in het noordwesten ontspringt de Calsterloop die verder naar het westen ook de Langdonken ontwatert om dan naar het noorden af te buigen eveneens richting Grote Nete. Centraal doorheen het gebied werd destijds de Uilekoploop gegraven die verder naar het oosten de Gerhagenloop genoemd wordt maar eigenlijk hetzelfde drainagekanaal is. In het zuidwesten ten slotte werd nog de Mortelloop gegraven. Beide laatste lopen draineren zuidwaarts richting Demervallei. Het gebied is erg rijk aan detailtopografie.



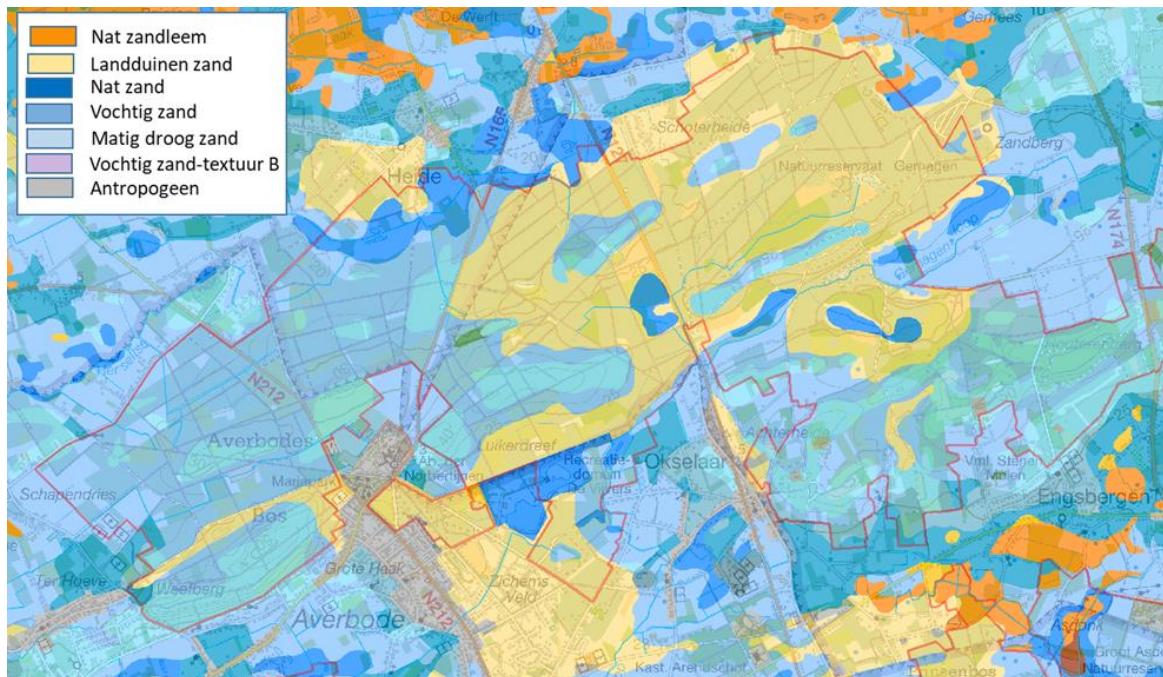
Figuur 358: Detailtopografie voor het SBZ-H-deelgebied van Averbode bos en heide, Gerhagen en Houterenberg met onderaan details van het begreppelingspatroon in de vochtige depressies en vennen.

Die detailtopografische niveauverschillen zijn in hoofdzaak het gevolg van het voorkomen van uitgestrekte stuifvlaktes en -duinen (zie Figuur 359) die ontstaan zijn als gevolg van ontbossingen en overexploitatie (onder impuls van abdijen, hier de abdij van Averbode) in de 13^e eeuw (Bayens 1960). Stuifduinen impliceert ook uitgestoven depressies en natte laagten. Daarin komt het freatische grondwater tot tegen (of boven) het maaiveld.

Bij de volgehouden pogingen om het natte gebied droog te maken om aan landbouw te kunnen doen, werden de laagten en hun ruime omgeving destijds zeer intensief begreppeld (Figuur 358). Die rabattensystemen werden later gestaag in de tijd door steeds diepere, en steeds langere grachtensystemen aangesloten op de gegraven hoofddrainagegrachten, de “lopen” waarbij niet zelden dwars door duinenrijen moest gegraven worden. Dat is op te maken uit vergelijking van de verschillende topografische kaarten sinds de kaarten van de



Ferraris (1777). Voor Averbode bos en heide gebeurde dat veelal richting de Herseltse loop (verderop ook Calsterloop genoemd). In de omgeving van Houterenberg-Pinnekenswijer gebeurde dat richting Gerhagenloop en verder naar het zuiden richting Uilenkoploop. Dat proces liep door tot in het recente verleden en wordt sinds een aantal jaren teruggedraaid. In het kader van natuurinrichting werden al tal van drainagegrachten verondiept of gewoon gedempt.



Figuur 359: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Averbode bos en heide, Pinnekenswijer en Houterenberg

10.7.3 Geohydrologie

Geohydrologisch zit het gebied éénvoudig in mekaar. Tertiair geologisch gaat het om één dik watervoerend pakket, met name de kleiige zanden van de formatie van Diest. Sporadisch zitten daar grotere en kleinere kleilaagjes in. Belangrijk is dat die geen continue lagen vormen. Bij de aanleg van de het drainagesysteem door de mens, werd dat geleidelijk uitgestreker en dieper. Daardoor werd grondwaterpeil in het volledige 'infiltratiegebied' weg gedraineerd waardoor het regionale freatische peil gevoelig daalde.

De kleiige zanden van de formatie van Diest zijn onderaan niet perfect afgedicht door de Boomse klei, waardoor deze laag hier niet de onderkant van het hydrologische systeem vormt. Net zoals in de zuidelijk gelegen Vallei van de Drie Beken zit er een gat in die Boomse kleilaag. Eigenlijk is dit een uitloper van een langgerekte paleo-geul die tijdens het Mioceen dwars door de Boomse klei en onderliggende lagen geërodeerd is (zie ook de gebiedsbeschrijving voor de vallei van de Drie Beken). De onderliggende zandiger lagen (formatie van St. Huibrechts Hern en Brussel) spelen, omwille van die erosiegeul dus ook een rol in de hydrologie. De basis van het hydrogeologische systeem is hier dan ook de klei van de formatie van Kortrijk (het vroegere Ieperiaan). Aangezien het hier om een infiltratiegebied gaat waar neerwaartse grondwaterbewegingen optreden, speelt menging met grondwater vanuit de onderliggende mineraalrijkere zandige formaties van Brussel geen rol van betekenis aan de oppervlakte. In de zuidelijker gelegen vallei van de Drie Beken, een Kempisch beekdal, is dat omwille van het optreden van kwel (opwaartse grondwaterstroming) wel het geval



Figuur 360: Dagzomende tertiair geologische laag (links) met aanduiding van de liggen van het dwarstransect (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van Averbode bos en heide en ruime omgeving

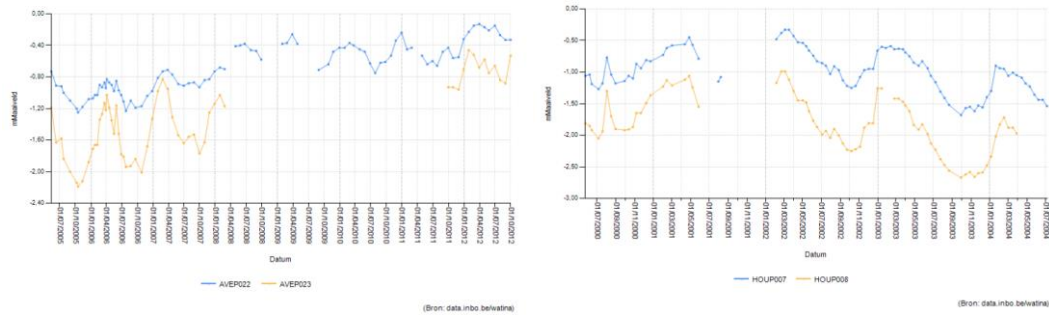
Aangezien het hier om een infiltratiegebied gaat heeft het dus geen zin om een grondwatervoedingsgebied af te bakenen. Dit gebied 'is' een grondwatervoedingsgebied voor omliggende depressies waarin de Uilenkop-/Gerhagenloop, de Heidelberg, de Calsterloop en de Mortelloop gevraagd werden. Voor wat de Heidelberg, de Calsterloop en de Mortelloop betreft, gaat het hier dus om het dalhoofd (zie besprekingen bij Kempische beekdalen), voor de Uilekop-/Gerhagenloop gaat het om de zone net stroomafwaarts van het dalhoofd (overgang naar de middenloop). Hier is wel toestroom van grondwater.

Tot voor 15 jaar was er op het grondgebied van Tessenderlo een drinkwaterwinning actief in de zanden van de formatie van Diest (max vergund jaardebiet 1.1 miljoen m³). De pompkegel die veroorzaakt werd door deze waterwinning moet een belangrijke impact gehad hebben op de Gerhagenloop in de Pinnekenwijer en Houterenberg. Die winning ligt intussen stil.

10.7.4 Grondwaterdynamiek

Er ligt een groot aantal depressies waar de topografie de freatische grondwatertafel (althans het historisch peil) snijdt. Daardoor zijn er door freatisch grondwater gevoede vennen ontstaan. Die 'vennen' hebben een permanent dan wel tijdelijk karakter afhankelijk van de diepte van de depressie. Hun oppervlakte neemt toe of af als gevolg van de fluctuatie van het regionale grondwaterpeil. Doorheen de tijd accumuleert in de waterpartijen organisch materiaal en fijner sediment waardoor de venbodem langzamerhand wat minder permeabel wordt. Dat zorgt soms voor vertraagde fluctuaties van het venpeil. Daardoor krijgen de vennen langzamerhand wat meer kenmerken van "hangwater"-systemen, maar niet 'pur sang'. Door het impermeabeler worden van de venbodem reageert het vertraagd op de regionale grondwaterfluctuaties. Regenwater infiltreert wat trager waardoor het hoge peil van de vennen wat langer gehandhaafd blijft na een regenbui. In het winterhalfjaar stijgt het freatische grondwater soms tot flink boven deze impermeabele venbodems, waardoor het ven weer helemaal mee fluctueert met het freatische grondwater. Als in de lente het peil weer onder de venbodem zakt, reageert het van opnieuw als een semi-hangwatersysteem. Dit systeem

Karakteristiek voor een infiltratiegebied (geen kwel dus) zijn de vrij grote grondwatertafelschommelingen op jaarbasis op de meeste locaties in het gebied. Enkel waar sprake is van plaatselijke kleilensjes (bv AVEP022) zijn de schommelingen beperkter. Anders doen zich fluctuaties voor van meer dan een meter. Opvallen in de tijdreeksen van Averbode (links in Figuur 361) is de stijging van het freatische peil in de periode 2008-2010 wanneer er grachten verondiept werden. Dat heeft alles te maken met de uitvoering van een natuurinrichtingsproject.



Figuur 361: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen voor Averbode bos & heide (links) en Houterenberg-Pinnekenswijer (rechts)

10.7.5 Grondwaterchemie

In overeenstemming met wat kan verwacht worden op basis van de geohydrologie gaat het hier over mineraalarm grondwater met een lage EC₂₅ waarde (gemiddelde waarde < 300µS/cm). Enkel de stalen die aangerijkt zijn met nutriënten of andere ionen, hebben een hogere EC₂₅.

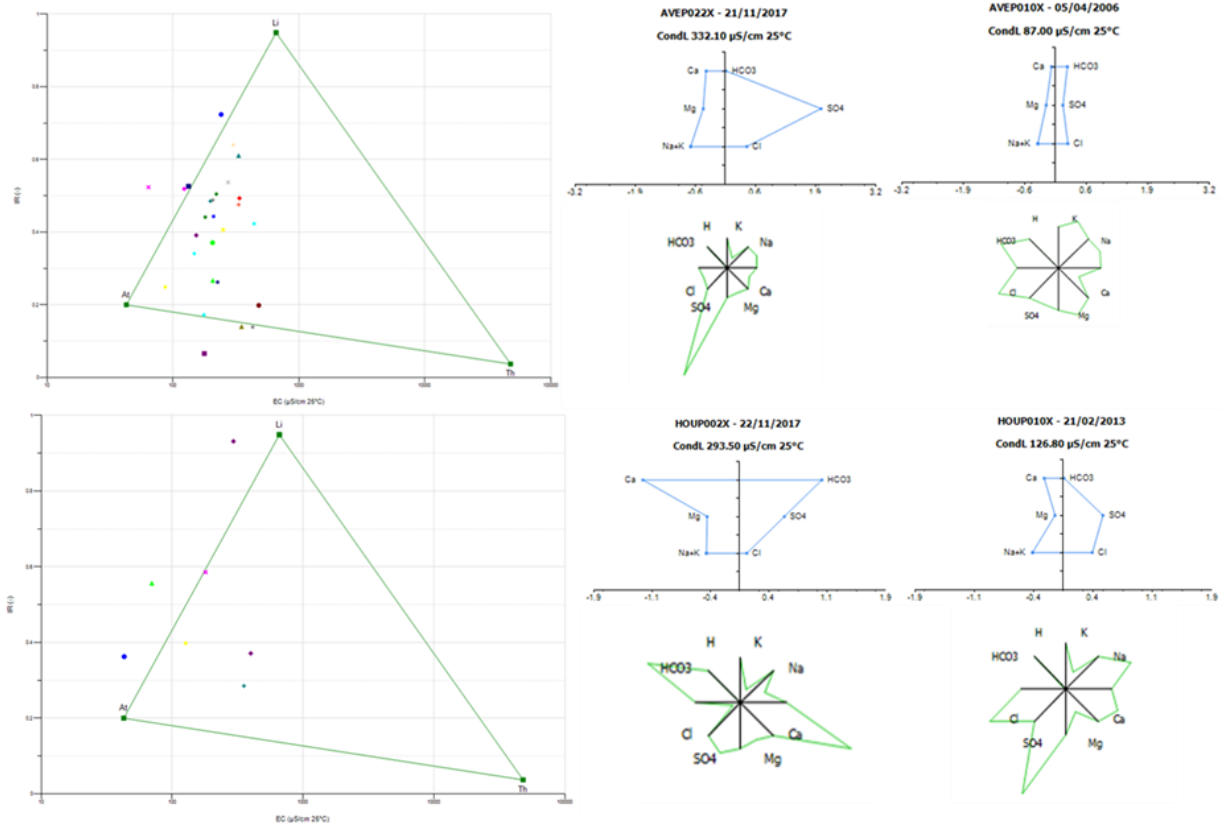
De aanrijking met nutriënten blijkt zowel stikstof- als fosforverbindingen te betreffen. In beide deelgebieden is er bovendien plaatselijk sprake van sterk verhoogde sulfaatconcentraties. Uitzonderlijk is er eens een keertje geen “sulfaatbuikje” te zien op de Stiff- en Maucha-diagrammen (Figuur 362) wat wijst op invang van atmosferische N-depositie, stamafvloeï en infiltratie onder de vorm van nitraat, denitrificatie in de ondergrond waarbij sulfaat vrijgesteld wordt.

Waar de vervuiling met orthofosfaten, ammonium en natrium en Chloride vandaan komt is niet meteen duidelijk maar het is in nagenoeg het ganse gebied terug te vinden. Meer dan waarschijnlijk is infiltratie van huishoudelijk afvalwater (eventueel via overloop van septische putten of rechtstreekse lozingen en overbemesting op een beperkt aantal landbouwpercelen hier de oorzaak van. De situatie lijkt recent stilaan te verbeteren.

Tabel 48: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in het SBZ-H deelgebied Averbode bos & heide (periode 2006-2017 boven) en Houterenberg-Pinnekenswijer (periode 2000-2017 onder) afzonderlijk

AVE# = 27	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	480	6,5	63	18,23	0,015	3,80	0,078	103	115,0	43,2	26,4	20,7	14,60	38,22
90 percen	382	6,1	30	3,46	0,015	0,70	0,046	89	54,0	39,2	19,5	18,2	8,87	15,89
mean	240	4,8	15	1,70	0,012	0,56	0,024	49	27,0	15,6	9,4	9,1	5,01	9,05
10-percen	129	4,0	3	0,20	0,011	0,20	0,005	14	9,9	5,6	3,4	1,9	1,34	1,45
min	64	3,6	1	0,06	0,011	0,10	0,005	6	3,3	3,8	2,6	1,5	0,60	0,05

HOU# = 14	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	398	6,6	96	13,12	0,028	8,02	0,046	90	49,8	23,0	12,0	24,9	7,90	58,82
90 percen	371	6,4	71	6,49	0,024	6,51	0,046	87	41,2	22,2	9,6	18,3	6,86	30,16
mean	209	5,3	19	2,02	0,018	2,42	0,021	46	20,3	12,1	6,3	9,9	3,93	10,93
10-percen	59	4,5	0	0,02	0,015	0,04	0,005	21	3,1	4,2	3,0	2,3	1,12	0,44
min	43	4,4	0	0,01	0,015	0,04	0,005	8	2,6	2,8	2,6	0,8	0,48	0,44



Figuur 362: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Averbode bos & heide (boven) en Houterenberg-Pinnekenwijer (onder).

10.7.6 Oppervlaktewater

Geen info – vermoedelijk niet echt relevant – wel wat info over de venwaterkwaliteit

10.7.7 Vegetatiezoning

Zoals bij vergelijkbare infiltratiegebieden elders in de Kempen (Tienkamp, Beverlo, Houthalen-Helchteren, ...) ontwikkelt zich in de open sfeer een mix van droge (4030) en vochtige heide (4010), op de voormalige stuifduinen is dat psammofiele heide (2310). In de oeverzone van de vennen op het plateau ontwikkelen oeverkruidgemeenschappen (3130_aom). Het feit dat die hier voorkomen heeft naar alle waarschijnlijkheid te maken met het kleiige karakter van de zanden die hier aanwezig zijn, waardoor er van nature wat meer mineralen in de venbodem beschikbaar zijn.

10.7.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: door historische aanleg van diepe en uitgebreide grachtensystemen (in de voorbije eeuwen!) werd het volledige gebied sterk verdroogd, de volledige freatische grondwatertafel van nagenoeg het volledige “plateaugebied” werd sterk verlaagd.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: geen gegevens beschikbaar maar vermoedelijk niet belangrijk



- Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat (deel Averbode) en ook orthofosfaat (deel Houterenberg) via grondwater is aanzienlijk, ook de sulfaatconcentraties zijn (soms zeer) hoog sporadisch in de gehele SBZ-H-deelzone
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: door uitgebreid en (tot voor kort) goed onderhouden drainagenetwerk dringt verdroging hier overal door.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel voor Averbode (maar onregelmatig opgemeten door vrijwilligers) en gestopt voor Houterenberg-Pinnekenswijer

10.7.9 Relevante referenties

Baeyens L. 1960. Bodemkaart van België, verklarende tekst bij het kaartblad Tessenderlo 61 W. IWONL.

Haskoning 2003. Ecohydrologisch onderzoek van Pinnekenswijer

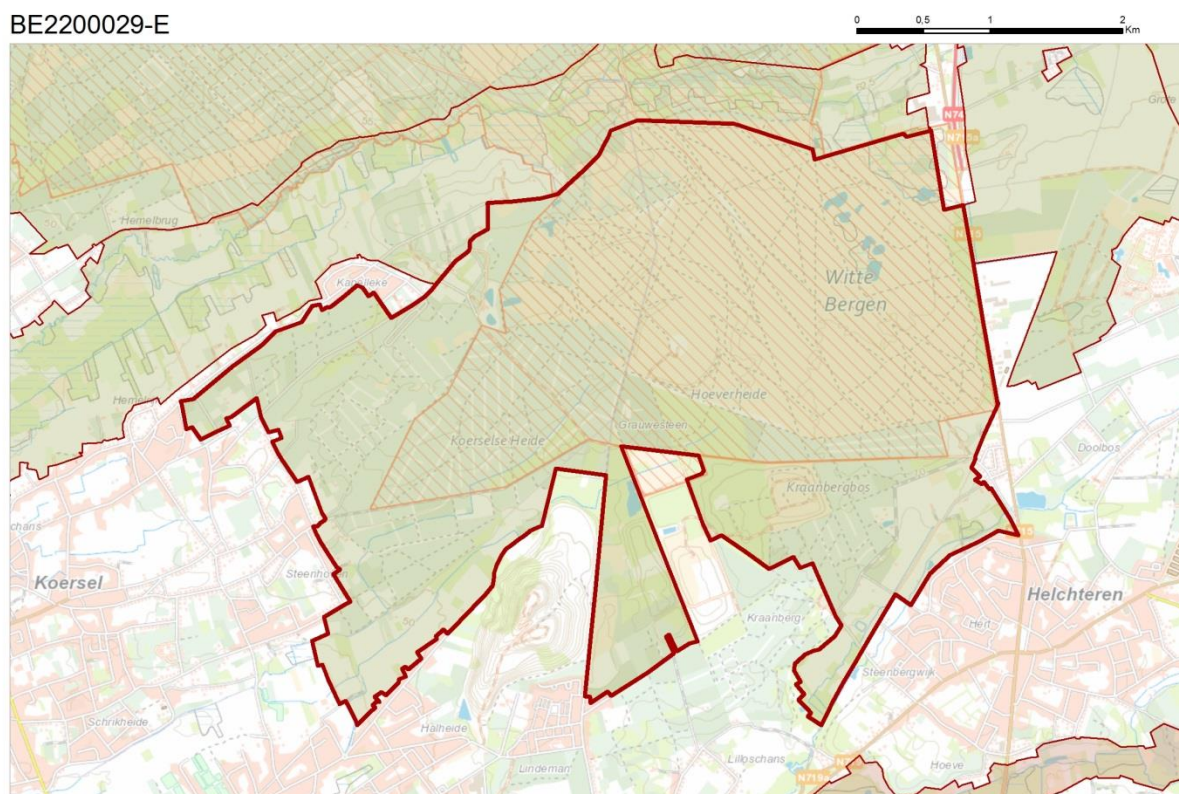
Libbrecht D., Degezelle T., Ruyschaert S. & Baert G. 2015. Ecohydrologische studie Averbode bos en heide

VLM 2006. Haalbaarheidsstudie NIP Averbode bos en heide

10.8 HOEVERHEIDE-ACHTER DE WITTE BERGEN BE2200029-E

10.8.1 Algemene situering

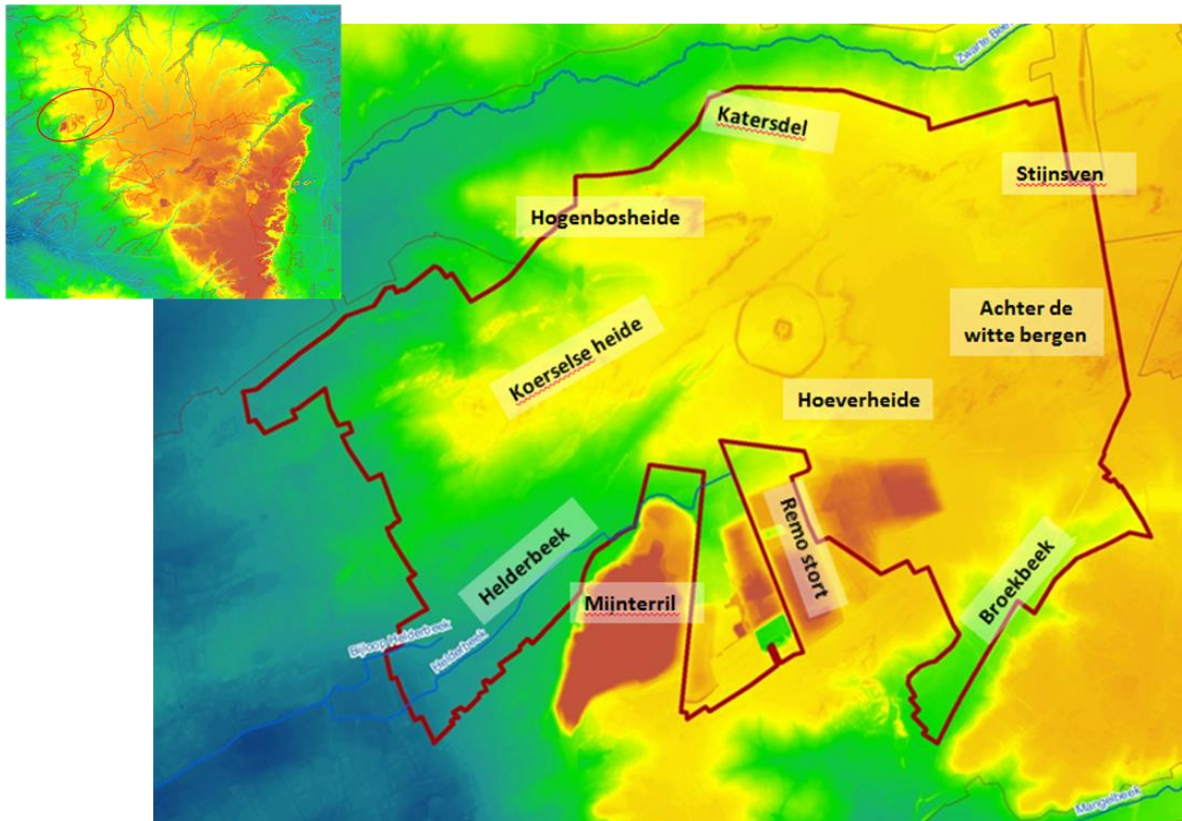
Deze SBZ-H-deelzone beslaat het zuidelijke deel van het kamp van Beverlo. Het is een infiltratiegebied gelegen net ten zuiden van de vallei van de Zwarte Beek. Het bestaat hoofdzakelijk uit open heideterrein met landduinen en vennen. De westrand bestaat uit naalduinplantingen met een ouderdom van enkele decennia. Aan de zuidrand van deze zone ligt een Grote mijnterril en een stort voor industrieel afval (Remo). Deze SBZ-H-deelzone ligt ten dele in het zgn. westelijke mijnverzakkingsgebied.



Figuur 363: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied Hoeverheide-Achter de Witte Bergen

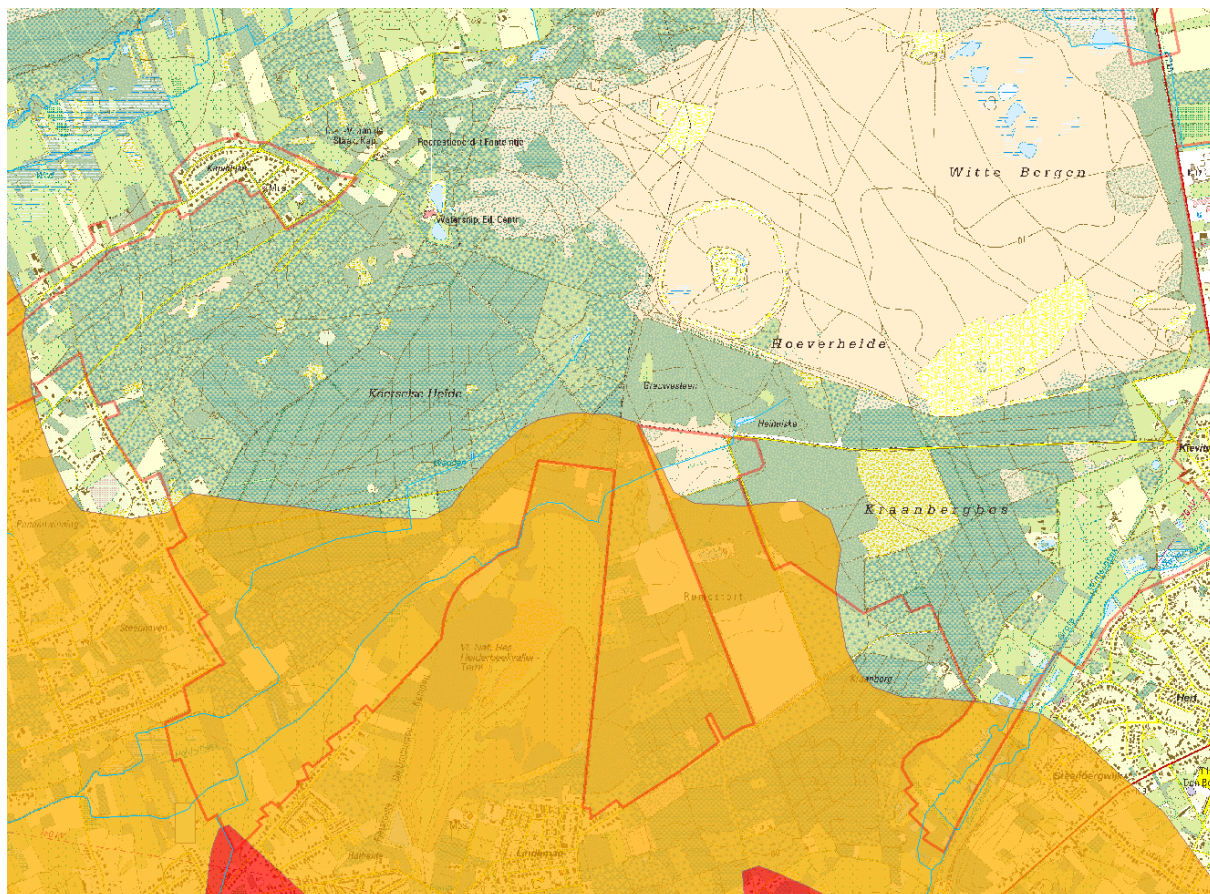
10.8.2 Topografie en hydrografie

De westrand van het Kempisch plateau is hier sterk gekarteld ingesneden door verschillende waterlopen die eruit wegstromen. De noordrand van deze SBZ-H-deelzone wordt gevormd door de vallei van de Zwarte beek met een zuidelijk zijloopje; 'Katersdel'.



Figuur 364: Detailtopografie van de SBZ-H deelzone Hoeverheide en Achter de Witte bergen

Nog verder naar het zuiden is er de Helderbeek die met twee takken ontspringt in het gebied en aan de zuidostrand is dat de Broekbeek. Het plateau zelf, t.t.z. 'Hoeverheide', 'Achter de witte bergen' en de 'Koerselse heide' wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van tal van vennen. Het freatische waterpeil stijgt hier immers tot tegen het (en plaatselijk boven het uitgestoven) maaiveld. Om het terrein te ontwateren werden er destijds vele tieltallen kilometers grachten en greppels en plaatselijk ook rabattensystemen gegraven. Door het graven van die talrijke drainagestructuren was men er in geslaagd om het regionale grondwaterpeil merkbaar te laten dalen zodat de grote natte oppervlakken aanzienlijk droger werden en het gebied beschikbaar kwam voor landbouw. Er zijn onder meer aanzienlijke oppervlakten van de Hoeverheide lange tijd in gebruik geweest als hooilanden (hooi voor paarden). Deze SBZ-H-deelzone ligt in het zgn. westelijke mijnverzakkingsgebied. Als gevolg van het delven van steenkool en naderhand het stopzetten ervan, vinden er tot op vandaag nog ondergrondse 'zettingen' plaats. Het gevolg daarvan is dat de topografie, en dus ook de hydrografie tot op vandaag nog steeds wijzigt (daalt). Een indicatieve situering van het deel van de SBZ-H deelzone dat hierdoor beïnvloed wordt is te vinden in Figuur 365.

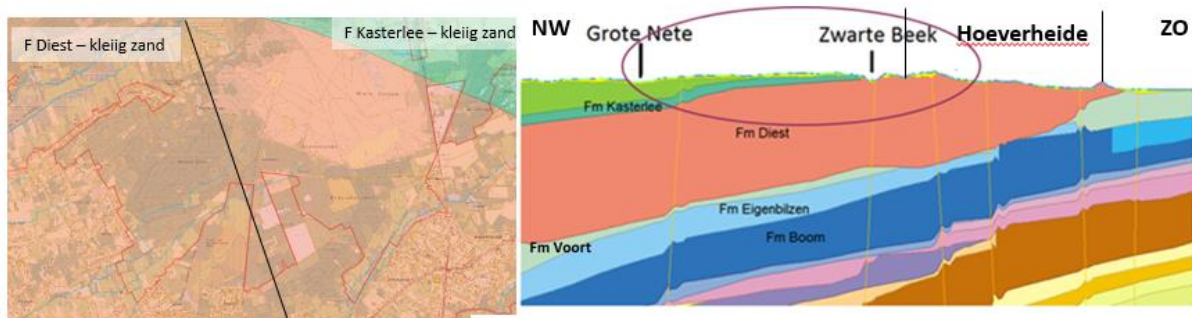


Figuur 365: Indicatieve ligging van het mijnverzakkingsgebied (geel) aan de zuidrand van de SBZ-H-deelzone Hoeverheide-Achter de Witte Bergen

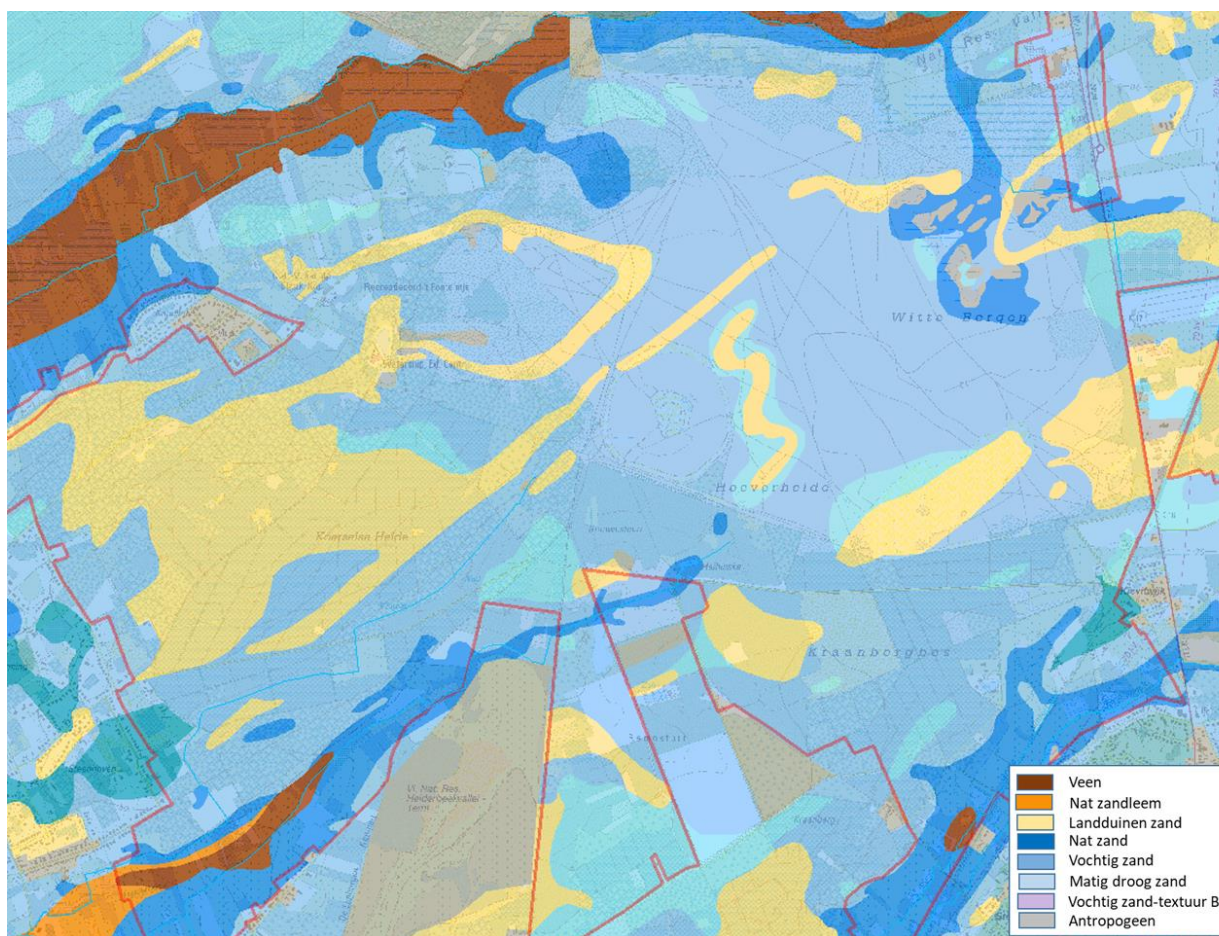
De beide takken van de Helderbeek zijn systematisch rechtgetrokken en grondig verdiept vanaf het dalhoofd tot ver buiten de SBZ-H-deelzone. Bovendien ligt het volledige beekdal in mijnverzakkingsgebied. Dat heeft voor gevolg dat het volledige beekdal van de Helderbeek zeer sterk verdroogd is, waarbij de veenafzettingen daar mineraliseren.

10.8.3 Geohydrologie

Geohydrologisch is deze SBZ-H-deelzone eenvoudig. De enige tertiair geologische laag die hier van belang is, bestaat uit de kleiige zanden van de formatie van Diest. Dit watervoerende pakket is vrij traag omwille van de vrij lage hydraulische geleidbaarheid. Grondwaterverblijftijden van meer dan 100 jaar zijn hier de regel. Er zitten nog wat dunnere tertiair geologische afzettingen onder (de zanden van de formaties van Voort en Eigenbilzen) maar die zitten hier op grote diepte en spelen geen rol van betekenis. Onderaan wordt het hydrologische systeem begrensd door de Boomse klei./ Opvallend zijn de hier talrijke geologische breuken die ter hoogte van dit gebied niet of nauwelijks een effect hebben op het functioneren van het hydrologische systeem. Het noordelijke deel van deze zone fungeert als infiltratiegebied voor grondwater dat in de vallei van de Zwarte beek aan de oppervlakte komt, de rest van dit plateau is (zie ook ecohydrologische gebiedsbeschrijving voor de vallei van de Zwarte Beek) infiltratiegebied voor grondwater dat door de Helderbeek wordt weg gedraineerd. De Broekbeek ontvangt haar (grond-)water hoofdzakelijk vanuit infiltratiegebieden buiten deze SBZ-H-deelzone.



Figuur 366: Dagzomende tertiair geologische afzettingen onder Hoeverheide-Achter de Witte bergen (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts)



Figuur 367: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied Hoeverheide – Achter de Witte Bergen

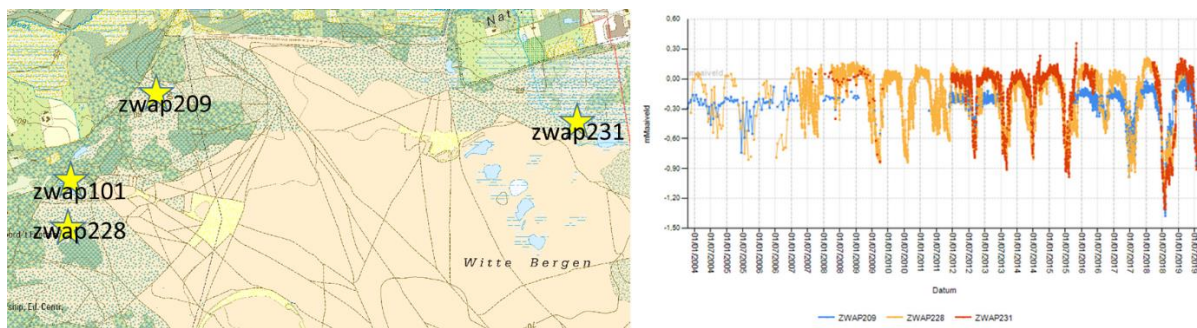
In dit gebied is de quataire deklaag dun of nagenoeg afwezig. De bodem bestaat nagenoeg volledig uit nat tot vochtig zand, waarvan grote delen met een textuur-B-horizont. De grote stuifduinmassieven zijn droger. Enkel aan de Helderbeek komt wat zandleem voor; veenafzettingen zijn hier normaal en dik (zie bv. gebiedsbeschrijving vallei van de Zwarte Beek).

10.8.4 Grondwaterdynamiek

Karakteristiek voor infiltratiegebieden zijn de grote schommelingen van het freatische peil doorheen het jaar en ook (weliswaar minder uitgesproken) tussen de verschillende jaren. Dat



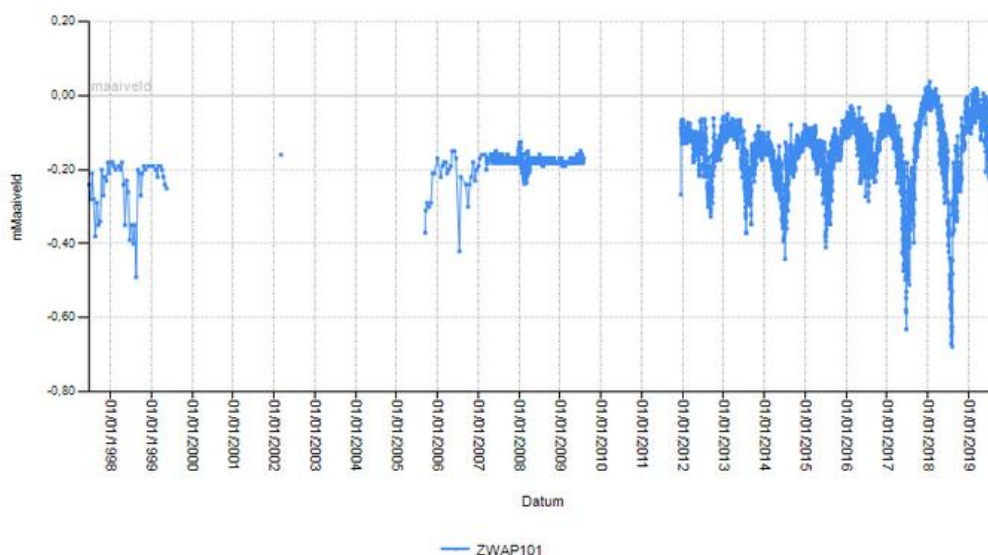
wordt treffend geïllustreerd aan de hand van de lange tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen op Hoeverheide-Achter de Witte Bergen (Figuur 368). In die tijdreeksen is ook duidelijk te zien dat de winterpeilen in dit gebied geleidelijk hoger komen te liggen doorheen de jaren. Dat heeft alles te maken met het stelselmatig dempen van grachten in dat gebied. Het drainageniveau wordt verhoogd, dus de 'overloop' komt hoger te liggen waardoor de winterpeilen stijgen.



Figuur 368: Tijdreeksen voor freatische grondwaterpeilmetingen voor de SBZ-H deelzone van Hoeverheide-Achter de Witte Bergen

De voorbije 10-15 jaar zijn bij maai- en plagwerkzaamheden in het gebied systematisch alle gevonden grachten en greppels gedicht. Dat heeft gezorgd voor een herstel van de hogere grondwaterstand in nagenoeg het hele gebied.

Aan de rand van het plateau, hier geïllustreerd door de tijdreeks in meetlocatie ZWAP101 aan de rand van het zgn. Bosven, zijn de peilen constanter doorheen het jaar en doorheen de meetperiode.



Figuur 369: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen in de rand van het Bosven (locatie zie Figuur 369)

Dit ven is gelegen aan de rand van de linker-(zuidelijke) flank van het dal van de Zwarte Beek, waar de topografie het freatisch oppervlak snijdt en waar wat kleinere kleilagen op de ondergrond zitten. Daardoor heeft dit ven, als enige in het hele gebied wat schijnhangwaterkarakteristieken. Dat is ook de reden waarom er hier veen opstapelt (dat overigens niet op de bodemkaart werd weergegeven). Ook hier zijn de winterpeilen doorheen de jaren met een 20-tal centimeter gestegen door het weghalen van drainagesystemen maar ook door het

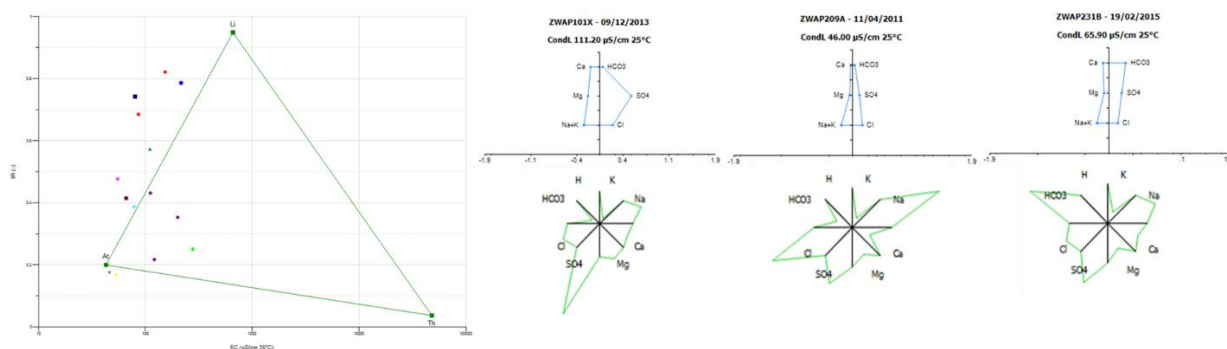
optrekken van het grondwaterpeil in het ganse achterliggende infiltratiegebied van Hoeverheide.

10.8.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier afkomstig uit het mineraalarme watervoerende pakket bestaande uitzanden de kleiige zanden van de formatie van Diest en de dunne quartaire dekzanden. In het infiltratiegebied (bovenop het plateau dus) speelt neerslagwater een grote rol. Dit is één van de gebieden in Vlaanderen met de laagste EC₂₅ met een gemiddelde waarde van < 150µS/cm (Tabel 49). Dat valt duidelijk op in het overzicht van de chemische samenstelling van het grondwater voor dit gebied op basis van metingen over een periode tussen 2000-2015. Het grondwater is uitgesproken mineraalarm hier (erg lage EC₂₅, bicarbonaat en calcium, ...) concentraties). Toch is er hier nog sprake van aanrijking met nutriënten via grondwater, maar dat is incidenteel en zeer gelokaliseerd in het uiterste zuidoosten van dit gebied, vermoedelijk als gevolg van instromend infiltratiewater van onder intensief bemeste landbouwpercelen aan de rand van het gebied. Ook van verhoogde sulfaatgehalten als gevolg van denitrificatie is hier nauwelijks sprake, hoewel de sulfaatpiekjes (zie Stiff- en Maucha-diagrammen in Figuur 370) nagenoeg overal aanwezig zijn en blijven. Naar alle waarschijnlijkheid is dat het gevolg van invangen van droge stikstofdepositie in de naaldhoutbestanden in de omgeving.

Tabel 49: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone Hoeverheide-Achter de Witte Bergen (Periode 2000-2015).

# = 14	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	277	6,6	113	3,41	0,015	1,24	0,200	52	35,0	18,8	4,0	24,6	4,41	10,80
90-percen	212	5,9	14	0,15	0,015	0,66	0,025	49	19,6	13,2	2,9	8,3	4,30	9,48
mean	123	5,1	13	0,31	0,013	0,28	0,029	22	9,6	6,7	1,9	5,4	2,28	3,95
10-percen	56	4,4	1	0,02	0,006	0,04	0,012	5	3,5	3,3	1,0	1,2	0,77	0,16
min	46	3,8	1	0,02	0,005	0,02	0,010	1	3,4	3,2	0,7	0,6	0,60	0,05



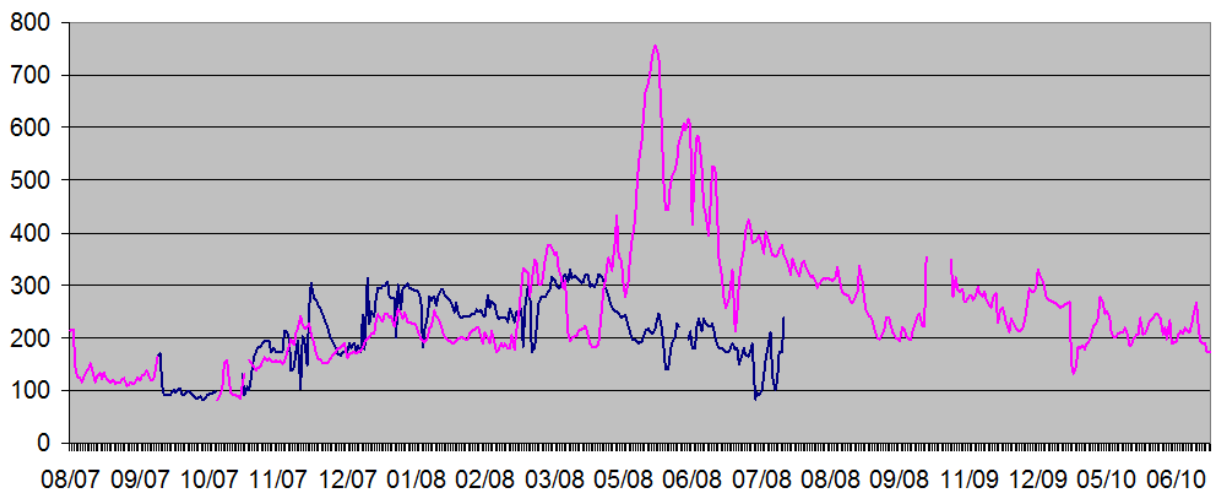
Figuur 370: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Hoeverheide – Achter de Witte Bergen.

10.8.6 Oppervlaktewater

Enkel voor het instromende water in het Stijnsven (vanuit het zeer zwaar overbemeste landbouwgebied aan de oostzijde van de N715) zijn (onvolledige) gegevens bekend. Tot voor vijf jaar stroomde dat oppervlaktewater door het Stijnsven dat overloopt via een waterloopje in noordelijke richting naar de Zwarte Beek. In de zomer was er nauwelijks sprake van instroom (omwille van min of meer natuurlijke peilfluctuaties in het brongebied), waarbij het gesedimenteerde organisch materiaal mineraliseerde en nutriënten opnieuw en massaal vrijkwamen. Dat leidde tot verregaande hypertrofiëring van het water en zuurstofloosheid van het ven. Het instromende water vertoont verhoogde geleidbaarheidswaarden die soms boven de 300 µS/cm uitstijgen. Verrassend genoeg blijkt de geleidbaarheid van het uitstromende



water na het afkoppelen van de beek in maart 2008 nog steeds zeer hoog op te lopen door interne eutrofiëring in het ven.



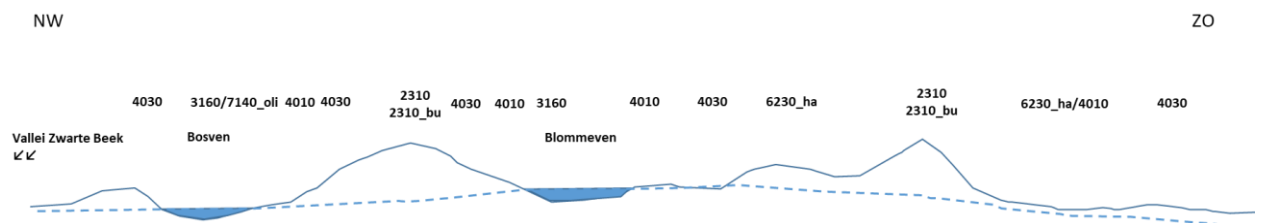
Figuur 371: Tijdreeks van elektrische geleidbaarheid (EC₂₅) van het oppervlaktewater dat het Stijnsven instroomt (donkerblauw) en uitstroomt (paars).

Om de instroom van grote hoeveelheden nutriënten te stoppen wordt het toestromende oppervlaktewater (vnl. in het winterhalfjaar) omgeleid (met pompen) naar de Zwarte Beek vanaf 2011. Als gevolg daarvan zijn er grotere grondwatertafelschommelingen en verdroging in de omgeving van het Stijnsven (hoofdzakelijk gedurende het zomerhalfjaar) met mineralisatie van het aanwezige veen tot gevolg, maar er is gekozen voor de minste van beide kwaden. Er is van uitgegaan dat dit een tijdelijke situatie is... Omdat de instroom van nutriënten van het ven gestopt is, werd het aansluitend geschoond.

Voor andere waterlopen is het eventuele transport van nutriënten hier naar alle waarschijnlijkheid minder relevant aangezien er geen infiltratie gebeurt vanuit de waterloop naar het gebied noch overstromingen optreden.

10.8.7 Vegetatiezonering

Dit gebied is het Kempische heidegebied bij uitstek waar zowat alle vegetatietypen die in heideterreinen kunnen voorkomen mooi gezoned en bij herhaling aan bod komen. Het gebied is dan ook rijk aan originele microtopografie waarin her en der wel pogingen zijn geweest om terreingedeelten in cultuur te brengen, maar voor Vlaanderen is dit veruit het mooiste voorbeeld van wat heideterreinen zoal te bieden hebben, zeker in combinatie met een quasi ongestoorde overgang naar een Kempisch beekdal (zie gebiedsbeschrijving: de vallei van de Zwarte Beek).



Figuur 372: Schematische vegetatiezonering voor het SBZ-)H-deelgebied Hoeverheide-Achter de Witte Bergen



De vennen hier zijn van nature dystrofe vennen (3160). Die vallen op door de afwezigheid van veel karakteristieke soorten en ook de afwezigheid van oeverkruidvegetaties en alle mogelijke andere oeversoorten, op Snavelzegge na. Een enkele keer, als er toevallig een kleilaagje dagzoomt, zoals dat bijvoorbeeld voor het Stijnsven in het oosten van dit gebied het geval is, kan er eens qua vegetatie een veel soortenrijker oligo-/mesotroof ventype met oeverkruidgemeenschappen (3130_aom) tot ontwikkeling komen. Alle vennen en grondwaterafhankelijke vegetaties zijn hier freatisch grondwaterafhankelijk. Het gaat hier met stellige zekerheid niet om hangwatersystemen.

In de marge van vennen (i.c. het Bosven) aan de rand van het plateau, op de overgang naar de vallei van de Zwarte beek, is het venpeil wat constanter (zie hoger) waardoor er fraaie venige heide kan ontwikkelen waarin naast de karakteristieke veenmossoorten (*Sphagnum magelanicum*, *S. rubellum*, ...) ook kleine veenbes, lavendelheide, Veenpluis, éénarig wollegras, beenbreek en tal van andere veensoorten ontwikkelen.

Daarrond situeert zich een gordel vochtige heide (4010) gevolgd door droge heide (4030) als het grondwater nog wat dieper onder het maaiveld zit. Op de voormalige landduinmassieven ontwikkelt zich psammofiele heide (2310) met niet zelden nog vrij aanzienlijk stuifzandplekken waarop her en der de ijle buntgrasvegetaties (2310_bu) ontwikkelt. De vele militaire oefeningen maar ook het op verschraling gerichte beheer is daar niet vreemd aan. In een zone centraal in het gebied werd destijds gepoogd om de heide wat vruchtbaarder te maken. Vermoedelijk werd hier meermaals geploegd en mogelijks ook wat bemest waardoor er in de vochtige en droge heide regelmatig vrij grote oppervlakten Struisgrasland (6230_ha) aangetroffen worden.

10.8.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- vii. Structurele ingrepen: omwille van mijnverzakking is hoofdzakelijk de bovenstroom van de Helderbeekvallei (beide takken) hier structureel verdroogd.
- viii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: enkel fragmentaire gegevens beschikbaar voor instromend oppervlaktewater voor Stijnsven. Wordt (tijdelijk?) omgeleid aan de N715 naar de Zwarte beek
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat en een beetje orthofosfaat is zeer beperkt en erg lokaal (aan de uiterste zuidostrand van het gebied). Ook de sulfaatconcentraties zijn zeer laag
- ix. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- x. Lokale drainage: Tot voor 15 jaar was er een uitgebreid drainagenetwerk aanwezig op en aan de rand van het plateau. Dat wordt sinds 15 jaar systematisch gedempt met stijgende grondwaterpeilen als gevolg. Enkel de vallei van de helderbeek wordt nog zeer diep gedraineerd bovenop het verdrogende effect van de mijnverzakking...
- xi. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- xii. Meetnet: Ja, en operationeel

10.8.9 Relevante referenties

Bobbink R., de Goeij S., Vogels J. & Verbeek P. 2006. Wetenschappelijke onderbouwing van de beheergerichte maatregelen in het gebied Hoeverheide (Kamp van Beverlo).

De Becker P. 2004. Ecohydrologische inschatting van de depressies in de Koerselse Heide natuurinrichtingsproject vallei van de Zwarte Beek. Advies van het Instituut voor natuurbehoud IN-A2004-134.

////////////////////////////////////

Mennen V., Van Look W. & Burny J. 2013. Koersel. Van Neusenbergh tot Spiekelspade. Het historisch landschap in het licht van de plaatsnamen. Natuurpunt.

Milbau A., Herr C. & De Becker P. 2016. Standplaatsvereisten en potenties voor habitatherstel van heischrale graslanden in het SBZ-gebied "Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden" (BE2200029). Rapport van het Instituut voor Natuur en Bos Onderzoek INBO.R.2016.11609788.

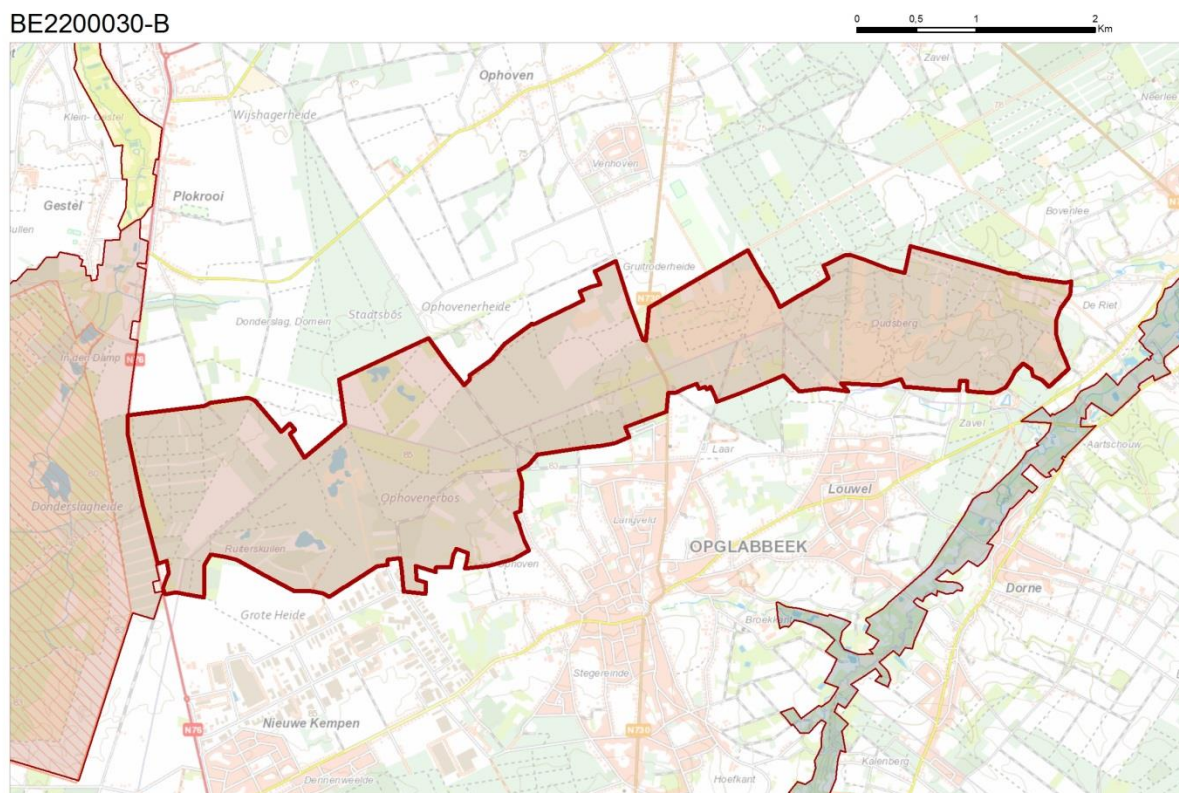
Packet J., Denys L. & De Becker P. 2006. Advies betreffende mogelijkheden voor het herstel van een zwak gebufferd ven op het militair domein Kamp Beverlo te Houthalen-Helchteren. Advies van het Instituut voor Natuur en Bos Onderzoek (INBO.A.2006.226).



10.9 VENNEN VAN OPHOVEN (RUITERSKUILEN) BE2200030-B

10.9.1 Algemene situering

De vennen van Ophoven of de zgn. Ruiterskuilen vormen een klein deel van de SBZ-H-deelzone BE2200030B. De eigenlijke vennenzone is gelegen tussen het schietveld van Houthalen Helchteren in het westen en de N730 van Opglabbeek naar Gruitrode in het Oosten. In het westen maar ook in de noordrand van dit gebied wordt een grote zand-/grindwinning gepland.

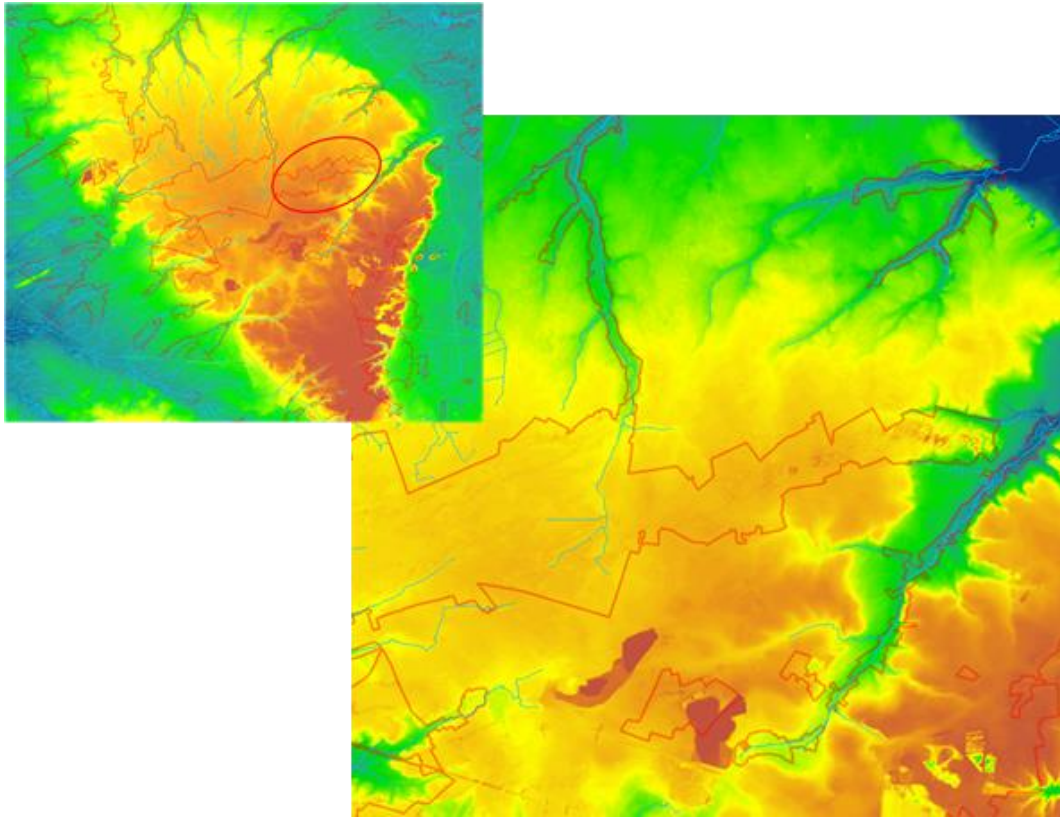


Figuur 373: Algemene situering van de SBZ-H deelzone vennen en van Ophoven-Ruiterskuilen

10.9.2 Topografie en hydrografie

Deze deelzone is gelegen op de hogere delen van het Kempisch plateau (80-85 m TAW). Het strekt zich uit tussen het brongebied van de Aabeek op het schietveld van Houthalen Helchteren en de vallei van de Bosbeek. De venzone zelf situeert zich in het westelijk deel van deze deelzone;

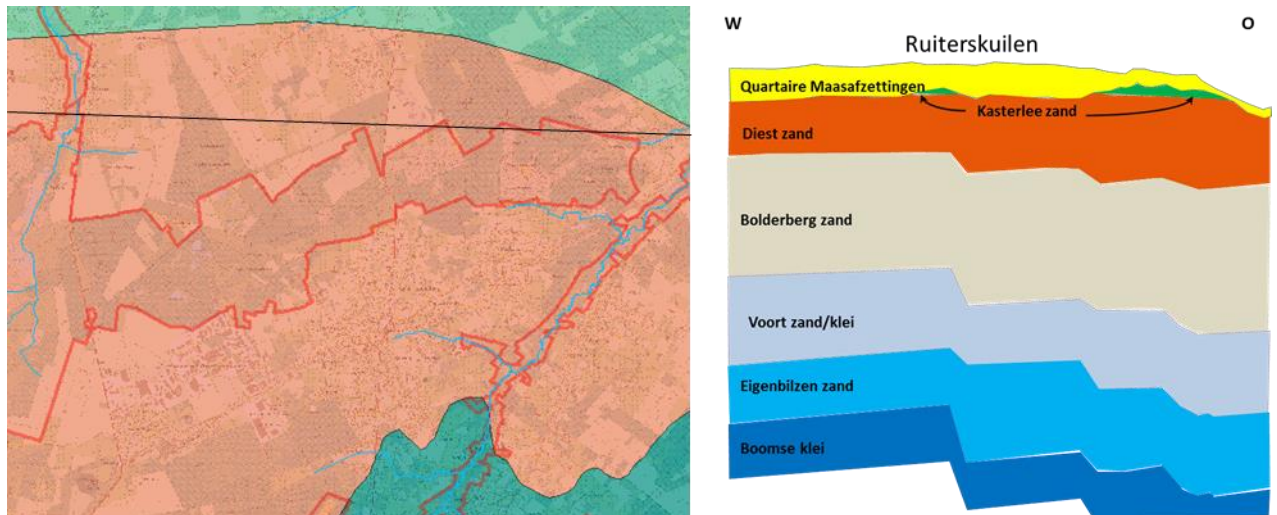
De vennen zijn vrije wateroppervlakken die geen bovengrondse afvoer kennen, het eventuele surplus water wordt met andere woorden niet afgevoerd via beekjes of grachten, het verdwijnt in de ondergrond (zie verder)



Figuur 374: Detailtopografie in de ruime omgeving (links) en ingezoomd op de deelzone vennen van Ophoven-Ruiterskuilen

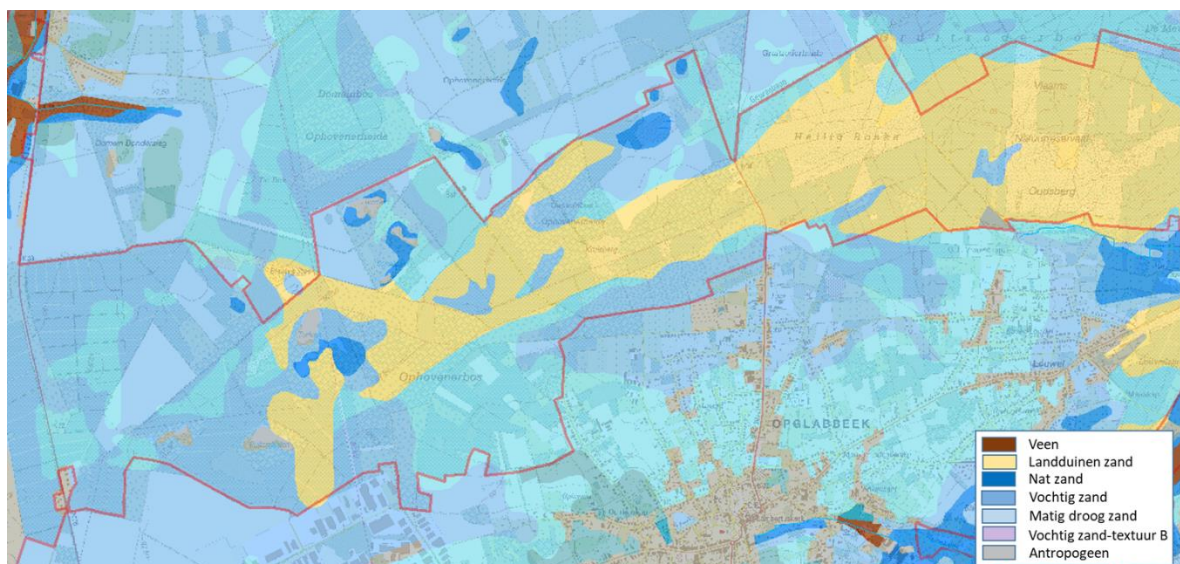
10.9.3 Geohydrologie

Over het algemeen is dit een (erg) droge SBZ-H-deelzone, met hoofdzakelijk grondwateronafhankelijke vegetaties. Het freatische grondwater staat hier immers veelal meerdere meters diep onder het maaiveld. Omwille van de dikke quartaire Maasafzettingen zijn er beperkte zones met hangwatersystemen waarvan het systeem tot boven het maaiveld reikt. De geohydrologische situatie is wat vergelijkbaar met deze op de wat meer zuidelijk gelegen Mechelse heide. Gedurende de laatste honderdduizenden jaren van de geologische geschiedenis (periode van de ijstijden) verplaatste de Maas zich, en werden er enorme hoeveelheden sediment afgezet in een grote waaiervormige puinkegel, zowel door de Maas als door de Rijn. Dat gebeurde boven op de zanden Diest en Kasterlee. Waar beide rivieren vroeger samenkwamen ter hoogte van Aken en naar het noordwesten liepen, gingen ze elk hun eigen weg, de Maas boog af naar het Noorden en begon verder noordwaarts pas naar het noordwesten te stromen. In dat proces werd het Kempisch plateau gevormd als een puinkegel van quartair riviersediment.



Figuur 375: Overzicht van de dagzomende tertiaire geologische lagen (links) met aanduiding van de locatie van de dwarsdoorsnede (rechts) in de omgeving van het SBZ-H-deelgebied de vennen van Ophoven

De afzetting bestaat hier uit een tot 15 m dik zandpakket met grind en klei-/leemlenzen.



Figuur 376: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied vennen van Ophoven

De bodem in het gebied bestaat voor 100% uit zandig. Het gaat om een groot landduinenmassief waarin een paar groepen van vennen zijn uitgestoven. Die afzettingen zijn fluviaal en eveneens zandig (met grind). Die rivierafzettingen hebben een kriskrasgelaagdheid die worden toegeschreven aan waaivormige puinafzettingen typisch voor een verwilderde rivier met regelmatig verspringende loop. De klei-/leemafzettingen vormen samen met ijzer- en mangaanafzettingen her en der waterdichte lagen van beperkte omvang. Die zijn verantwoordelijk voor het hangwatersysteem van de vennen die hier voorkomen. Hier zijn de grenzen tussen nat en droog erg scherp. Er zit geen tussenzone met vochtige heide. Er is recent aangetoond dat, anders dan intuïtief zou verwacht worden, het voedingsgebied van de vennen zeer klein is (Elsen et al 2017). De schommelingen van de venpeilen doorheen het jaar en over de jaren heen is zeer beperkt. Daarom zou kunnen verondersteld worden dat er een ruime zone moet zijn van waaruit het water ondergronds naar de vennen toestroomt. Dat blijkt niet het geval te zijn. De venoppervlakte stemt nagenoeg perfect overeen met het "ven-

voedingsgebied”. De ondoordringbare klei/leem/ijzer- & mangaanoxide laagjes liggen concaaf en die “kuipjes” worden nagenoeg uitsluitend gevuld met neerslagwater. Eenmaal de kuip vol loopt het surplus aan neerslagwater weg over de ondergrondse “kuiprand”. Hoe snel deze ondergrondse “kuipen” overlopen en hoe veel de venpeilen schommelen wordt naar alle waarschijnlijkheid bepaald door de vorm van de rand van de “kuip” en het quartaire materiaal dat direct rond de vennen ligt (al dan niet gemengd met nog wat leem, organisch materiaal edm. Op die manier heeft elk ven hier zijn eigen ietwat verschillend peilregime.

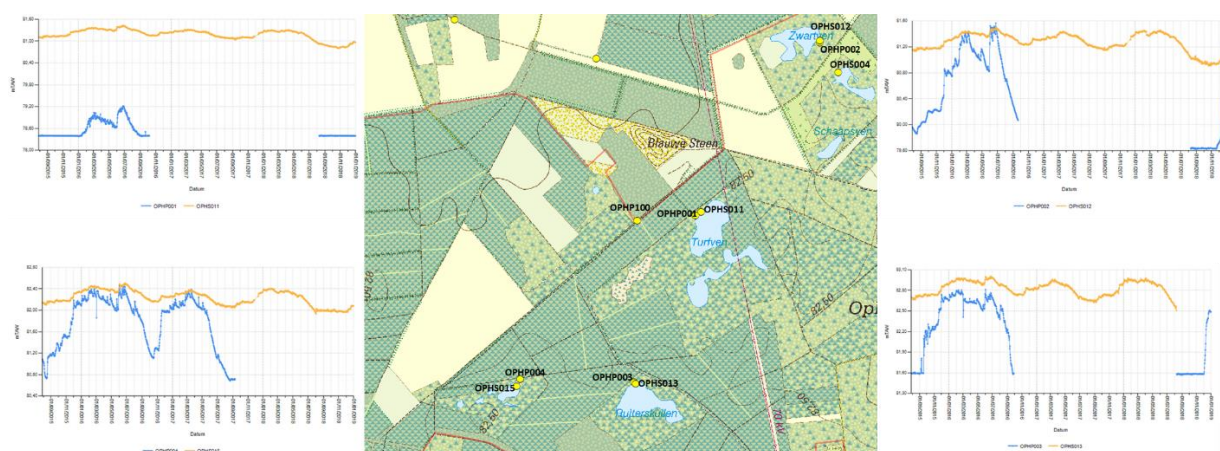
De diepere ondergrond bestaat uit de opeenvolging van kleiige zanden van Kasterlee (hier grotendeels weg geërodeerd met enkele een paar resterende eilandjes), de kleiige zanden van Diest, de zanden van Bolderberg, Voort en Eigenbilzen, gevolgd door de Boomse klei. Er zijn heel wat breuken te zien die aanleiding hebben gegeven tot de vorming van de maasslenk. Maar eigenlijk is de diepere ondergrond irrelevant voor het functioneren van het systeem van vennen. Die zijn te beschouwen als een min of meer toevallige collectie van “hangende vijvertjes”.

10.9.4 Grondwaterdynamiek

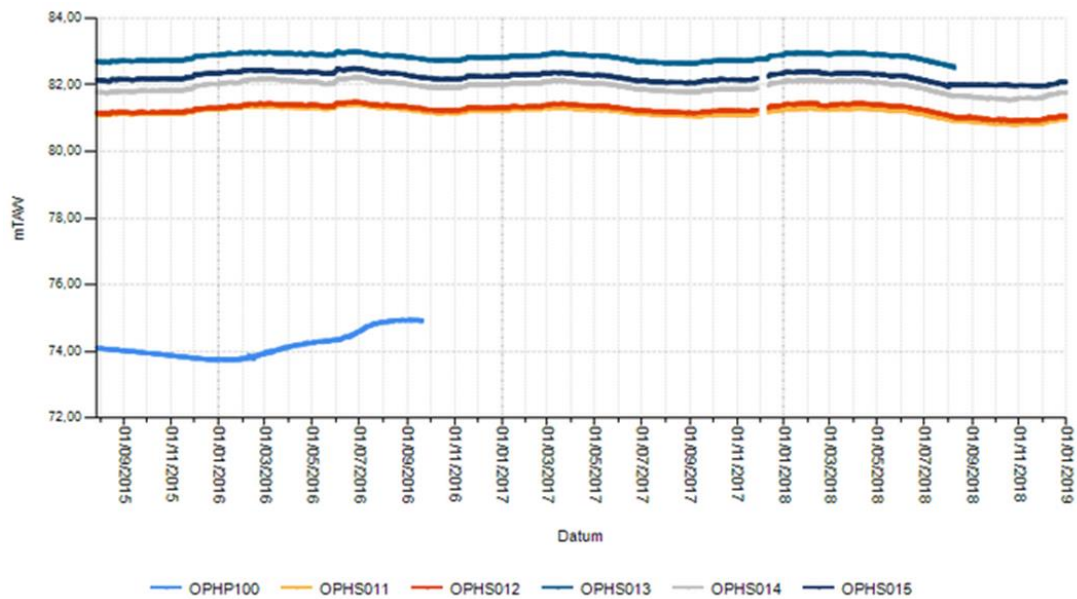
Het grondwaterpeil in de directe omgeving van de verschillende vennen heeft nauwelijks tot geen verband met het venpeil. Dat wordt geïllustreerd in Figuur 377. Hier staat er een peilschaal (OPHS*) voor het meten van oppervlaktewaterpeilen een paar meter uit de oever in vier vennen en telkens op een paar meter afstand maar op de oever een piëzometer (OPHP*) voor het meten van grondwaterpeilen. Het grondwaterpeil staat in het grootste deel van het jaar flink dieper dan het venpeil. Wat in beeld gebracht wordt is het peil van het infiltrerende freatische grondwater.

De gemiddelde waterpeilen van de vennen zijn erg uiteenlopend (Figuur 378). Het hoogste gemiddelde peil wordt gemeten in de Ruiterskuil oost (OPHS13 ~ 82.80 m TAW). Ruiterskuil west staat gemiddeld maar consequent een halve meter lager (OPHS16 ~ 82.30 m TAW). Het peil van het Schaapsven (OPHS14 ~ 82.00 m TAW) staat nog eens 30 cm lager en ten slotte de peilen van het Zwartven helemaal in het noorden (OPHS12 ~ 81.30m TAW) en het Turfven centraal in het gebied (OPHS11 ~ 81.25m TAW) staan nagenoeg gelijk maar beide staan ruim 70 centimeter lager dan het Schaapsven. De stijghoogte van het freatische grondwater direct onder de vennen (OPHP100 ~ 74.40m TAW) staat een kleine 7 meter dieper.

Een betere illustratie van een echt hangwatersysteem is is moeilijk te vinden.



Figuur 377: Locatie hydrologische meetpunten en tijdreeksen van waterpeil (in m. TAW) in ven (OPHS) gecombineerd met grondwaterpeil net naast ven (OPHP) voor vier vennen in de SBZ-H deelzone Vennen van Ophoven-Ruiterskuilen.



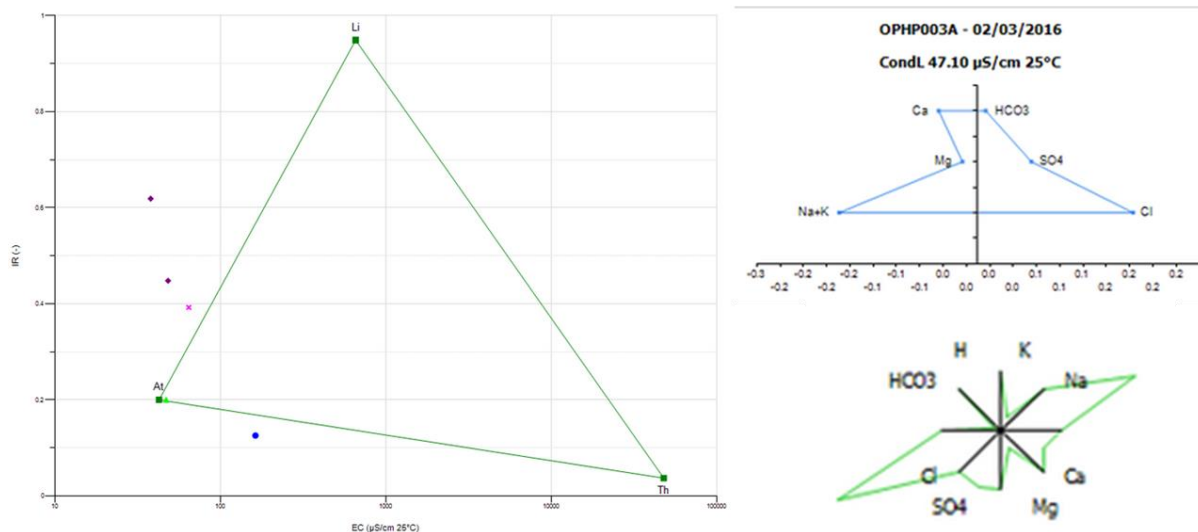
Figuur 378: Tijdsreeksen van venpeilen en het freatische grondwater (in m TAW) in de SBZ-H deelzone vennen van Ophoven Ruiterskuilen (OPHS = peilschaal in ven, OPHP = piëzometer grondwater)

10.9.5 Grondwaterchemie

Aangezien het grondwater in de directe omgeving van de vennen afkomstig is van infiltrerend surplus-water van de vennen (gemengd met direct infiltrerend neerslagwater) zijn er (op ijzer na) nauwelijks mineralen in te meten.

Tabel 50: Samenvattende statistieken voor het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone vennen van Ophoven-Ruiterskuilen (periode: 2016).

#5	EC25	pHF	HCO3	P-PO4	N-NO2	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	163	5,1	10	0,015	0,049	0,10	0,15	7	9,7	5,7	1,1	2,9	0,67	10,42
90-percentiel	124	5,0	8	0,015	0,035	0,07	0,10	7	9,0	5,2	1,1	2,7	0,64	9,07
mean	72	4,5	3	0,015	0,022	0,03	0,05	5	6,2	3,9	0,9	1,8	0,45	4,19
10-percentiel	42	3,9	1	0,015	0,015	0,01	0,02	2	3,1	2,8	0,7	0,9	0,24	1,09
min	38	3,5	1	0,015	0,015	0,01	0,02	1	2,6	2,8	0,6	0,8	0,23	1,04



Figuur 379: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagram van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Vennen van Ophoven

Ook de nutriëntenconcentraties behoren tot de laagste die in Vlaanderen gemeten worden. Geen nutriëntenproblemen hier dus. Merkwaardig is de overmaat aan Natrium en chloride in dat uit de Stiff- en Maucha-diagrammen blijkt. Er is niet direct een verklaring te vinden voor dit fenomeen.

10.9.6 Oppervlaktewater

Niet relevant hier

10.9.7 Vegetatiezoning

Er is niet veel sprake van vegetatiezoning hier. Het gebied wordt in regel bedekt met vrij soortenarme naaldhoutaanplanten of loofbossen waarin doorgaans een zeer groot aandeel aan exoten (i.c. Amerikaanse vogelkers en eik) groeit. Sporadisch is er eens een vlek zuurminnende eikenbossen (9190) ontwikkelt. In de overgrote meerderheid van de gevallen gaat het over grondwateronafhankelijke vegetatie-/habitattypen zowel in de bossfeer als in de heidesfeer. Daar gaat het over droge heide (4030) of struisgraslanden (6230_ha). De enkele vennen worden gekenmerkt door vegetaties van dystrofe wateren (uiterst mineraalarm, niet gebufferd (3160)). Een paar ven vegetaties beginnen in de randzone wat venige heidevegetaties te vertonen (7140_oli) wat niet verwonderlijk is gezien het wel erg constante waterpeilen. Zeer sporadisch komen er wat kleine plekjes vochtige heide (4010) voor.

10.9.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: n.v.t.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat via grondwater is marginaal, orthofosfaat is nul en ook de sulfaatconcentraties zijn zeer laag
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: n.v.t. want hangwatersysteem
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

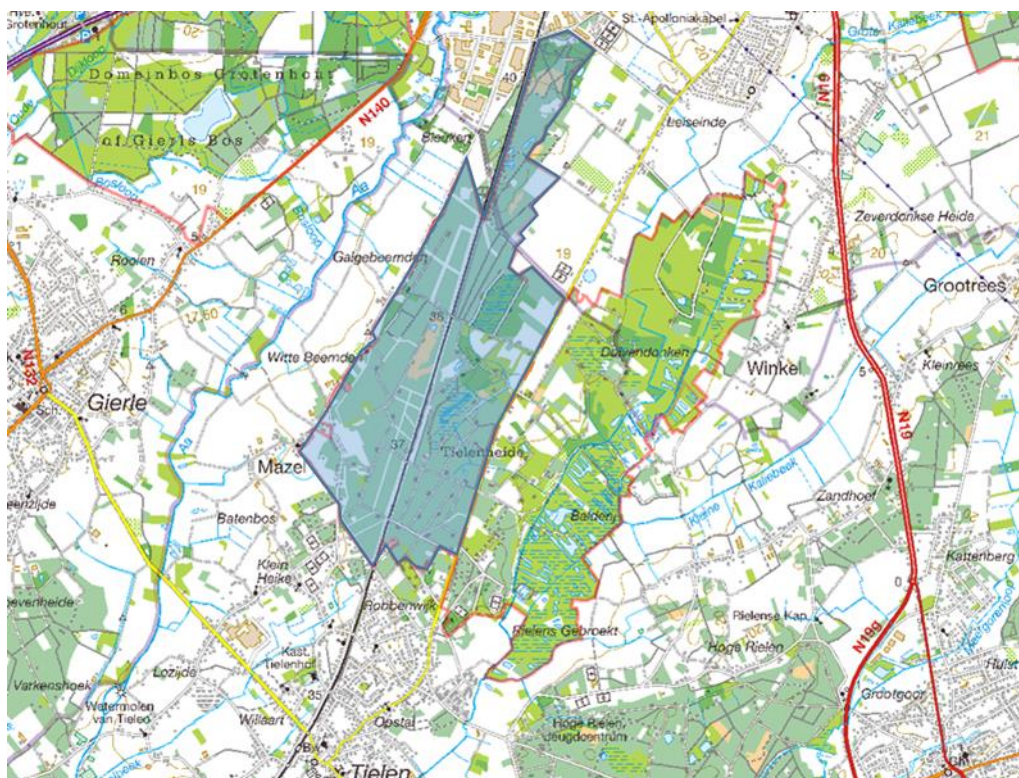
10.9.9 Relevante referenties

Elsen F., Rens M., Voet E. 2017. Bodemonderzoek 'Vennencomplex Ruiterskuilen, Turfven, Zwartven, Schaapsven, Opglabbeek' Eindrapport. Bodemkundige Dienst van België

10.10 TIELENHEIDE BE2100017-K

10.10.1 Algemene situering

Tielenheide is gelegen in het noorden van de provincie Antwerpen, ten zuiden van Turnhout, ten oosten van Gierle, ten noorden van Tielen en ten noordwesten van Kasterlee, in de zgn. Turnhoutse Kempen.



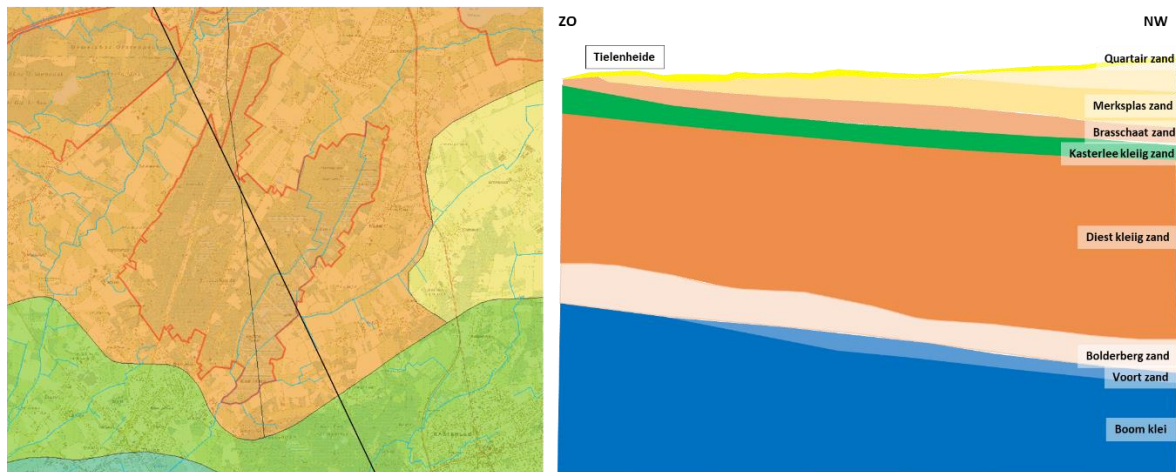
Figuur 380: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Tienenheide

Het SBZ-H-deelgebied Tienenheide bestaat eigenlijk uit het zgn. Tielenkamp (militair domein) dat beheerd wordt door het ANB en de noordelijk gelegen appendix die eigendom is van en ook beheerd wordt door het ANB. Het militaire domein werd na de tweede wereldoorlog in gebruik genomen, er waren dan ook tot voor ca. 15 jaar niet of nauwelijks gegevens voor bekend.

10.10.2 Topografie en hydrografie

Tielenheide ligt in feite op een interfluvium tussen de intensief in cultuur gebrachte vallei van de Aa in het westen en de nog heel natuurlijke vallei van de Caliebeek in het oosten. Beide beekdalen ontspringen in de zuidrand van de zogenaamde micro-cuesta van de Kempen (cfr. De Ploey 1961), die in feite een waterscheiding vormt tussen de naar het noorden stromende Mark (Maasbekken) en de zuidelijk gelegen Kleine Nete (Scheldebekken). Langsheen die zuidrand van de micro-cuesta van de Kempen liggen naburig nog de SBZ-H deelgebieden van Grotenhoutbos, de Visbeekvallei, de Tikkebroeken en de Liereman (Figuur 381 links). Een nauwkeuriger blik op de detailtopografie van Tienenheide zelf leert dat die zeer uitgesproken is (Figuur 381 rechts), met duidelijke depressies en duinenmassiefjes.

Bij het in gebruik nemen als militair domein werd dit gebied zeer grondig en diep ontwaterd. Alle vennen werden verbonden met een diepe drainagegracht, die vervolgens op een paar



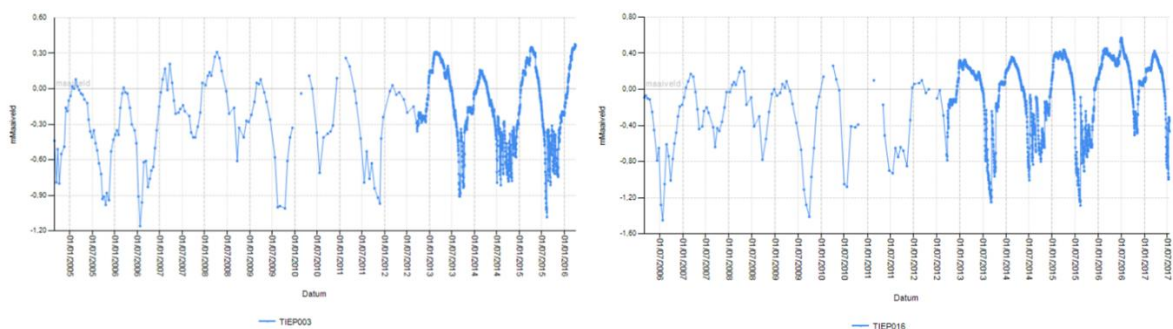
Figuur 383: Overzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen in de omgeving van het Tielenkamp (links) met situering van de dwarsdoorsnede rechts.

Het gaat hier om een infiltratiegebied waarbij het water dat hier infiltreert in de valleien van de Aa en de Grote Caliebeek terug aan de oppervlakte komt. Uiteraard zit er ook een (erg flauwe) helling in het terrein van NNO naar ZZW waardoor er ook een (veel kleinere) grondwaterstroomcomponent in ZZW richting loopt.

Hoewel er voor het gebied geen bodemkaart bestaat (het was als in gebruik als militair domein ten tijde van de opmaak van de Belgische bodemkaart), mag aangenomen worden (en is geweten uit terreinobservaties) dat het hier overal en zonder uitzondering zandig is.

10.10.4 Grondwaterdynamiek

Net voor dat de herstelwerken in het gebied zouden beginnen werd er een peilbuisennetwerk geïnstalleerd en opgevolgd. Er is dus in het beste geval 2 jaar gemeten voorafgaand aan het dempen van de grachten in de zomer van 2007 (



Figuur 384: Tijdreeksen voor grondwaterpeilmetingen voor de SBZ-H-deelzone Tielenheide

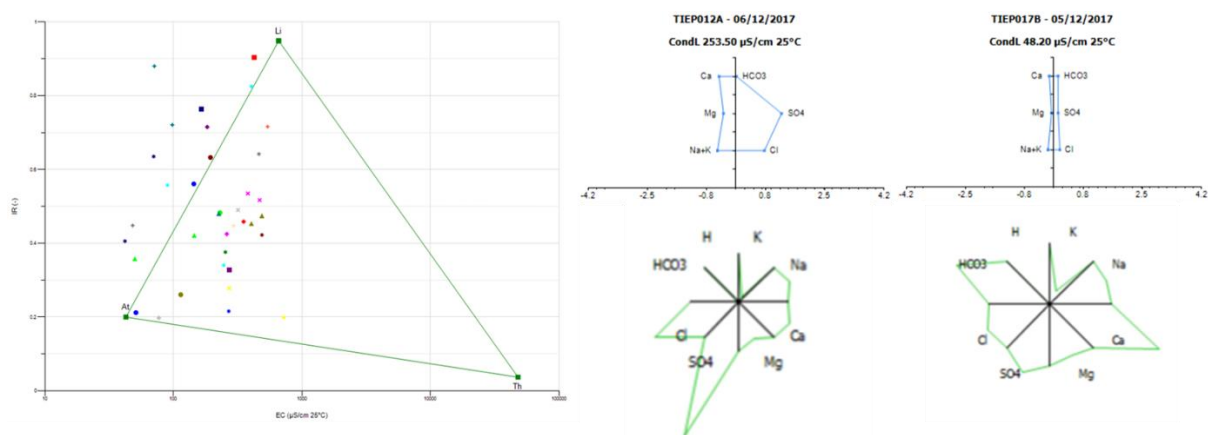
Het dempen of verondiepen van een aantal hoofdgrachten en uitstromen van de vennen, heeft een duidelijke stijging van het grondwaterpeil veroorzaakt. Met name de hoogste peilen in het winterhalfjaar zijn hier sterk gestegen. Het is om die reden dat de vennen terug ontstaan zijn. De piezigheid van de tijdreeksen van grondwaterpeilen (Figuur 384) in het gebied, vooral in de zomer, wijst op de sterke invloed van neerslagwater op de (zomer) peilen. In de winter is de impact kleiner, meer dan waarschijnlijk omdat het systeem dan overvol zit en het neerslagwater gewoon via het ontwateringsnetwerk wegloopt. De peilen blijven doorheen het jaar flink schommelen (zowel voor de werken als erna). Dat is karakteristiek voor de infiltratie-karakter van het gebied.

10.10.5 Grondwaterchemie

De zanden van Brasschaat en Merksplas zijn uitermate mineraalarm. Dat wordt mooi geïllustreerd in de puntenwolk op het EC-IR diagram (Figuur 385) die zich links van en in de referentiedriehoek bevindt. De lage gemiddelde geleidbaarheid (Tabel 51) is daar eveneens een illustratie van. EC25 waarden van maximaal 250-350µS/cm zijn perfect normaal voor heidesystemen. Toch zitten er hier een aantal locaties flink boven deze waarden.

Tabel 51: Samenvattende statistieken voor het freatische grondwater in de SBZ-H deelzone Tielendeide (periode 2005-2017).

# = 36	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	722	7,0	220	0,28	0,075	2,79	0,133	187	150,0	53,6	70,3	73,2	15,43	75,66
90-percen	478	6,3	115	0,09	0,015	1,50	0,016	124	43,4	21,6	7,1	36,2	8,28	34,06
mean	259	5,3	33	0,06	0,012	0,54	0,018	53	25,2	12,4	4,9	15,7	4,32	14,24
10-percen	61	4,4	1	0,03	0,005	0,07	0,010	5	5,8	3,5	0,8	2,4	0,89	0,47
min	42	3,7	1	0,01	0,005	0,02	0,010	1	2,1	3,0	0,2	1,6	0,25	0,22



Figuur 385: EC/IR- (links), Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Tielendeide.

Mat name het meetpunt TIEP012, aan de noordrand van het militaire domein op de grens met een vrij zwaar bemest tijdelijk grasland/maïsakker heeft verhoogde sulfaat, orthofosfaat en ammoniumwaarden. Nagenoeg alle andere punten in het gebied hebben lage concentraties voor nutriënten en zelfs ook voor sulfaat. De grondwaterkwaliteit voor dit gebied behoort tot de betere van de regio.

10.10.6 Oppervlaktewater

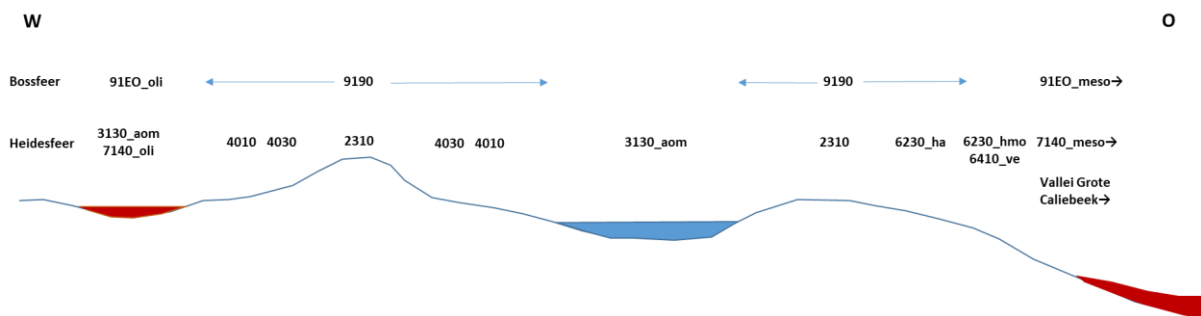
Geen recente metingen beschikbaar. De Gorengracht, die zowel het noordelijk gelegen landbouwgebied ontwaterd en door de vennen Galgenoor en Vlakgoor passeert, stelt nog blijvende problemen. Hier wordt het met nutriënten aangerijkte drainagewater afgevoerd en zorgt in de herstelde vennen voor langzame opstapeling van nutriënten. Een oplossing hiervoor is meer dan gewenst.

10.10.7 Vegetatiezonering

De vegetatiezonering is hier volledig gelijklopend met die van de andere infiltratiegebieden elders in de Kempen, van Kalmthout in het westen tot het Schietveld van Houthalen-Helchteren in het oosten.

De basis wordt gevormd door droge zandige terreinen waarop droge heide (4030) ontwikkelt. Waar het maaiveld dichters in de buurt van het freatische oppervlak komt, gaat droge heide

geleidelijk over in vochtige Atlantische heide (4010). Als de topografie het freatisch oppervlak snijdt, zijn er vennen te vinden. Omwille van de vrij (maar niet uiterst) mineraalarme omstandigheden hier, zijn dat hier vennen met oeverkruidgemeenschappen (3130_aom). Het zijn deze vennen die in het verleden volledig drooggelegd werden en die recent weer hersteld zijn. Het venpeil fluctueert mee met het freatische peil. Dat betekent dat het venoppervlak flink kan variëren en dus ook omvang van de oeverzone. Dat is een perfect natuurlijk fenomeen. Het grondwater infiltreert hier immers. Als die vennen lang genoeg ongemoeid gelaten worden, ontstaat er geleidelijk een minder permeabele venbodem. Organisch materiaal stapelt dan op, en er wordt ook fijn organisch materiaal de bodem in getransporteerd samen met het gestaag infiltrerende grondwater. Op die manier kunnen de schommelingen in het venpeil geleidelijk aan meer en meer gedempt worden. Als het organisch materiaal, dat zich langzaam in het ven opstapelt, het watervolume helemaal gaat vervangen (veenvorming) dan kan de venvegetatie plaats maken voor zuur laagveen (7140_oli). Dat ontwikkelt veelal vanuit de rand van het ven naar het midden, maar kan ook als drijvende eilanden (doorgans via samenklittend waterveenmos) ontstaan. Dat bijvoorbeeld het geval aan de westkant van de spoorlijn die het gebied doorkruist in het "Klein Goor". In de recent herstelde vennen zal dit waarschijnlijk de eerste decennia nog niet het geval zijn.



Figuur 386: Schematische weergave van de vegetatiezonering in een W-O transect dwars doorheen de Tielensheide

De landduinmassiefjes die nog bewaard gebleven zijn, en die recent opnieuw bevrijd werden van hun dek van naaldhoutaanplantingen, geraken opnieuw begroeid met psammofiele heide (2310).

Op de overgang naar de naastliggende valleien (hier enkel aan de oostzijde op de overgang naar de vallei van de Grote Caliebeek) zijn struisgraslanden en dicht bij de grondwatertafel ook vochtige heischrale/veldrusgraslanden (6230_hmo/6410_ve) te vinden. In de ondergrond (maar dicht tegen het maaiveld) worden hier nauwelijks kleiafzettingen gevonden. De kans op ontwikkelen van heischrale graslanden is hier dan ook bijzonder klein. Nog verder richting vallei, snijdt de topografie de grondwatertafel en treedt er ook kwel op (het onder de heide infiltrerende grondwater komt hier terug aan de oppervlakte). Hier zijn de grondwatertafelschommelingen veel gedempter waardoor er veen kan ontwikkelen en is er, omwille van de kwel ook aanvoer van wat meer mineralen. Hier zijn dan kleine zeggenvegetaties te vinden (7140_meso).

In de bossfeer is de vegetatiezonering een stuk eenvoudiger. Bosontwikkeling op de droge en vochtige terreinen leidt tot eiken-berkenbossen (9190). In onze regio is dat een secundaire bosvegetatie (ontstaan uit verbossende heide). Naar alle waarschijnlijkheid leidt dit op de lange termijn opnieuw naar eiken-beukenbossen (9120) maar in dit SBZ-H-deelgebied zijn daar geen restanten meer van te vinden. De verlande vennen met venige heide evolueren op termijn door naar oligotroof elzen-berkenbroeken (91EO_oli) die gedomineerd worden door Zachte berk en veenmostapijten.



10.10.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: tot 2007 was het gebied zeer grondig ontwaterd waardoor de grondwatertafel in nagenoeg het hele SBZ-H-deelgebied structureel verdroogd was. Dit is grotendeels verleden tijd, maar verdere optimalisatie is nog mogelijk.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: enkel vanuit het intensieve landbouwgebied aan de noordgrens van het militaire domein stroomt er nog met nutriënten belast landbouwdrainagewater het natuurgebied binnen. Het is een probleem van beperkte omvang, maar legt een blijvende hypotheek op de IHD's in de grondwaterafhankelijke sfeer
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten via grondwater is marginaal, orthofosfaat is nul en ook de sulfaatconcentraties zijn zeer laag en evolueren verder in de gunstige zin
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: was erg belangrijk tot 2007. De belangrijkste verdroging is geremedieerd, maar er is nog ruimte voor optimalisering
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

10.10.9 Relevante referenties

De Becker P. 2010: Advies betreffende de mogelijkheden voor een eventuele herinrichting/omleiding van de 'Gorengracht' in functie van het herstel van voedselarme venecosystemen op het Tielenkamp (Tielen – Provincie Antwerpen). INBO A.2010.112. Instituut voornatuur- en bosonderzoek, Brussel.

De Becker P. 2010. Advies betreffende de herinrichting van de Gorengracht op het militair domein Tielenkamp. INBO.A.2010.128. Instituut voornatuur- en bosonderzoek, Brussel.

De Ploey J. 1961. Morfologie en quartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen: Acta Geographica Lovaniensia, 1, 130p.

Foncke K., Vandenbroucke T., Van Poucke L & Van Der Schoor L. 2017. Ecohydrologische studie van de Vallei van de Grote Caliebeek en militair domein Tielen. Rapport Antea Group besteknr. ANB-ANT-14-025. Antea Belgium.

Jansen A. 2018. Ecohydrologisch en landschaps-ecologisch advies Tielenkamp en Bosreservaat Sevendonk. Stichting Bargerveen, Nijmegen, NI.

Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel I: Een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel II: Toepassing van het standaardprotocol voor hertelbeheer van natte heide en vennen op het Groot Schietveld, Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel



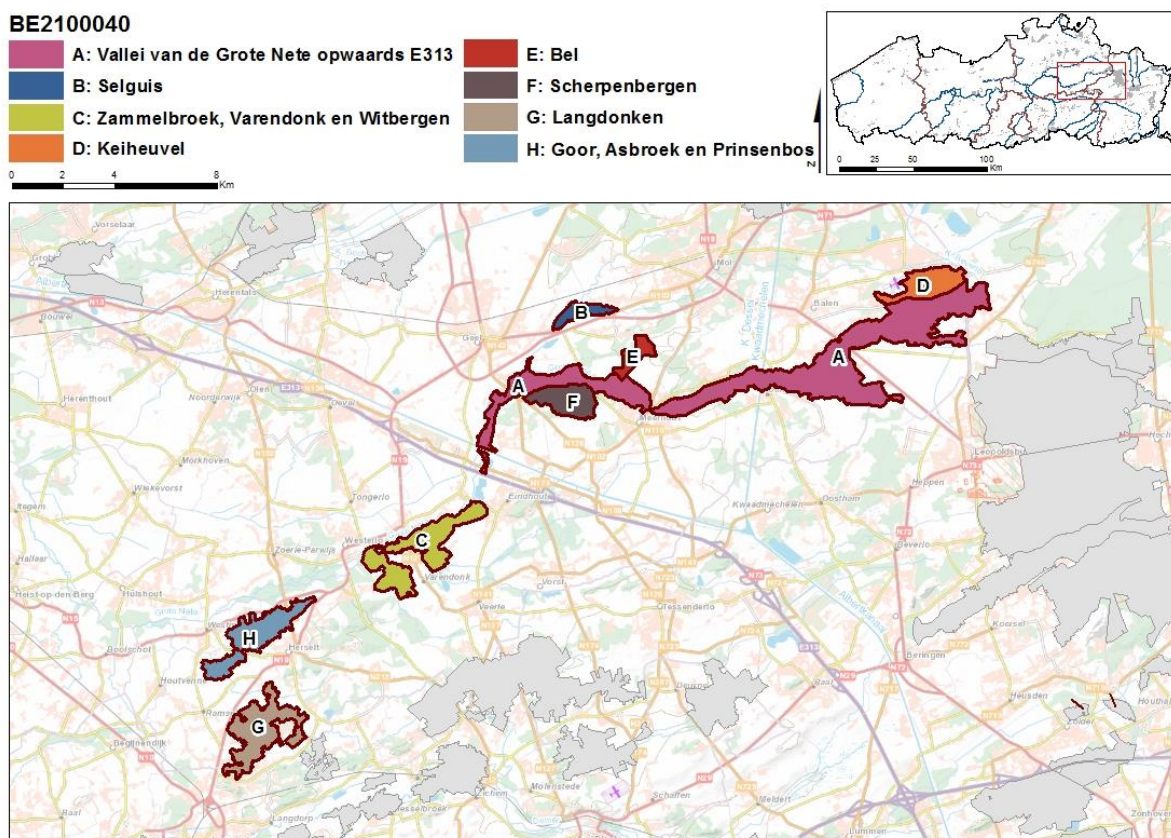
11 ECOHYDROLOGISCH TYPEVOORBEELD "SPECIALLEKES"

11.1 DE LANGDONKEN BE2100040-G

11.1.1 Algemene situering

De Langdonken is een privaat natuurreservaat van de terrein beherende vereniging Natuurpunt vzw. Het is gelegen in het SBZ-H-deelgebied in de Zuiderkempen op de grens van de provincies Antwerpen en Vlaams-Brabant. Op het grondgebied van de gemeenten Ramsel, Herselt en Langdorp-Aarschot.

Het maakt deel uit van een groter SBZ-H-gebied Bovenloop van de Grote Nete

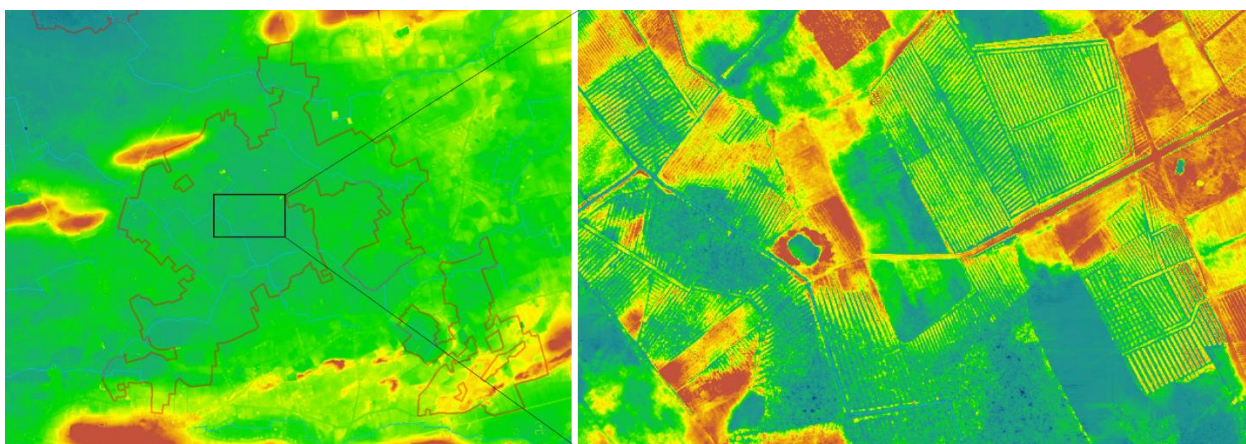


Figuur 387: Situering van Langdonken (G) in het SBZ-gebied bovenloop van de Groter Nete

Net zoals in tal van gebieden in de Kempen en het Hageland kwamen in dit gebied in de periode na WO II langzaam meer en meer percelen braak te liggen. Ze werden beplant met alle mogelijke exotische boomsoorten (Amerikaanse eik, Amerikaanse vogelkers, Drents krentenboompje, Corsicaanse den, ...) en/of er werden steeds meer (semipermanent bewoonde) weekendverblijven met "visputjes". De voorbije jaren is er echter werk gemaakt van het verwijderen van de exoten en het opruimen van tal van weekendverblijven.

11.1.2 Topografie & hydrografie

Hoewel het gebied deel uitmaakt van het SBZ-H-gebied bovenloop van de Grote Nete, heeft het hydrologisch slechts een geringe connectie met deze rivier. Het landschap van de Langdonken bestaat uit een depressie gelegen tussen de Noordwestelijke uitlopers van het 'fossiele zandbankenlandschap' van Diestiaanheuveld van het Hageland. Het gebied ligt letterlijk op de overgang van het Hageland en de Kempen. De basistopografie is, net zoals voor een hele reeks andere Hagelandse natuurgebieden (bv; Walenbos, Dunbergbroek, ...), niet gevormd door de erosieve kracht van rivieren, maar het is een achter gebleven zandbankenlandschap zoals dat nu nog moet te zien zijn onder het zeeoppervlak in de Noordzee. De zandbanken hier zijn achtergebleven toen de "Diestiaanzee" zich 5.4 miljoen jaar geleden terugtrok.



Figuur 388: Detailtopografie (links) en detail van het rabattensysteem in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van de Langdonken

Het gaat hier niet om een 'klassieke' vallei of beekdal, maar om een ingesloten laagte (of beter een aantal kleinere laagten) met nogal wat detailtopografie (zie Figuur 388). De term 'donken' in de naam van het natuurgebied, verwijst naar rivierduinen die in de geologische tijd veel later (tijdens de ijstijden) ontstaan zijn. In ieder geval waren/zijn de depressies moeilijk te ontwateren. Tussen de Diestiaanheuvelds liggen er laagten langs waar het water destijds al moet zijn weggelopen in de richting van de Nete. Langs die laagten zijn er een paar kleine ontwateringssloten gegraven zoals de Peerdsloop, de Raamdonkse beek en de Calsterloop. Dat zijn geen echte rivieren of beken, er zit geen brondebiet op, ze voeren enkele grondwater af als dat in de winter zijn hoogste peil bereikt. Als die er niet waren, ontstonden er elk jaar grote plassen in die depressies, die langzaam (deels) verdwenen in de loop van het voorjaar en zomer, om in het najaar opnieuw te ontstaan bij het stijgen van de grondwaterpeilen als de evapotranspiratie wegvalt of vermindert. Via die sloten, en dan voornamelijk via de Peerdsloop ontwatert het gebied naar de noordelijker gelegen vallei van de Grote Nete. Enkel bij extreme overstromingspieken treedt er 'reflux' op vanuit de Grote Nete. Dat het gebied destijds erg nat moet zijn geweest, is te zien aan het uitgebreide netwerk van "rabatten" die de voorbije eeuwen werden aangelegd. Die situeren zich in geïsoleerde depressies rond de donken (zie Figuur 388 rechts). Door het uitgraven van grachten waardoor er tussenliggende ruggen of rabatten werden opgestapeld, was ten minste een deel van het terrein gedurende een langere periode per jaar 'bewerkbaar'.

Deze vorm van ontwatering had slechts een beperkt effect; het water kon immers niet dieper gedraineerd worden dan het peil van de grachten en beken waar deze rabattensystemen op aangesloten werden. Veel van die rabattensystemen blijken, na gedetailleerde kartering zelfs niet eens aangesloten te zijn op grotere grachten en beken. In het geval van geïsoleerde

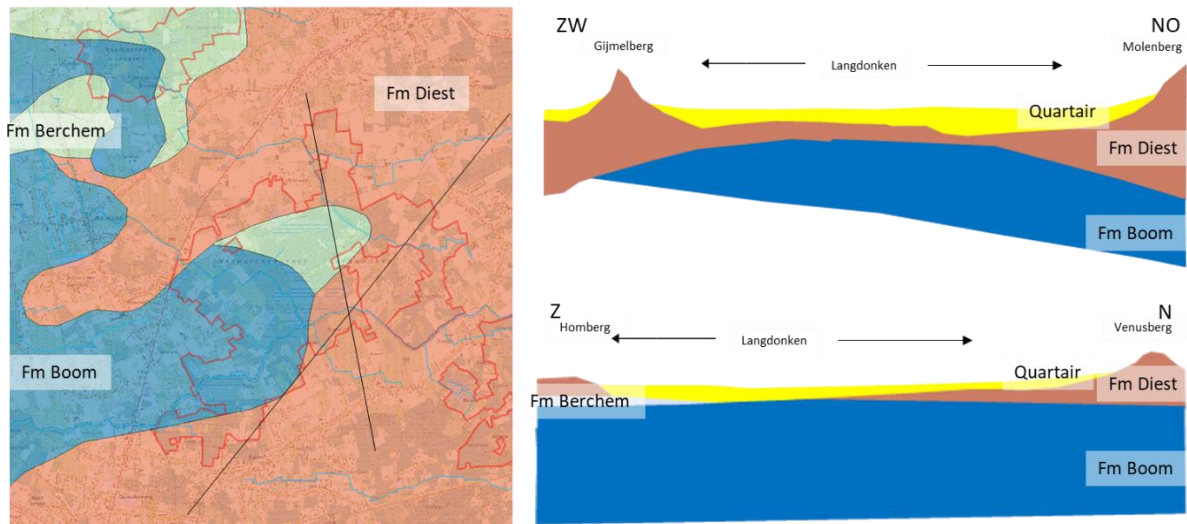
depressies, zoals hier, was de inspanning in veel gevallen te groot om dat te (kunnen) realiseren. Dat werk gebeurde, zoals overal in de Kempen met beperkte middelen (c.q. kruitwag en spade). Toen veel later (na de tweede wereldoorlog) grote middelen beschikbaar kwamen (gemechaniseerde kranen, bulldozers, rupsvoertuigen edm.), werden de rivieren van beneden uit in stroomopwaartse richting rechtgetrokken, verbreed en verdiept en konden beken en grachten ook verdiept, verbreed en verlengd worden. Het resultaat was een plots en algehele daling van de grondwatertafel dikwijls binnen de termijn van één decennium. Al die rabattensystemen met hun honderden kilometers aan geduldig gegraven grachtjes lagen er plotseling nutteloos bij. Ze staken nu het ganse jaar door boven het grondwaterpeil uit en belemmerden zelfs de (nieuw) 'normale' landbouwpraktijken. In een groot aantal Kempische gebieden werden de rabatten weg-“genivelleerd”, hier is dat niet gebeurt (Figuur 389).



Figuur 389: Detailkartering rabattensysteem en belangrijkste waterlopen in het SBZ-H deelgebied van de Langdonken

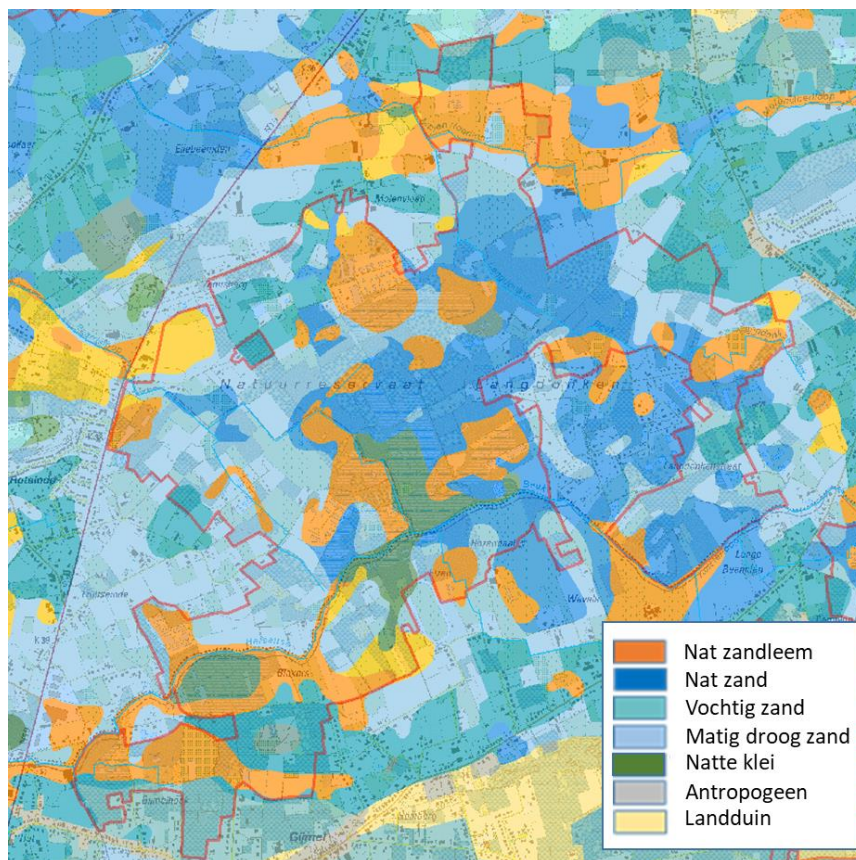
11.1.3 Geohydrologie

Het SBZ-H deelgebied van de Langdonken ligt pal boven een naar het oosten gerichte inham in de tertiair geologische afzetting van de kleiige zanden van de formatie van Diest (Figuur 390). In het gebied komt deels ook een dunne afzetting voor met zanden van de formatie van Berchem, die hier haar meest zuidelijke verspreiding bereikt.



Figuur 390: Overzicht van de dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsneden (rechts) in de omgeving van het SBZ-H deelgebied van de Langdonken

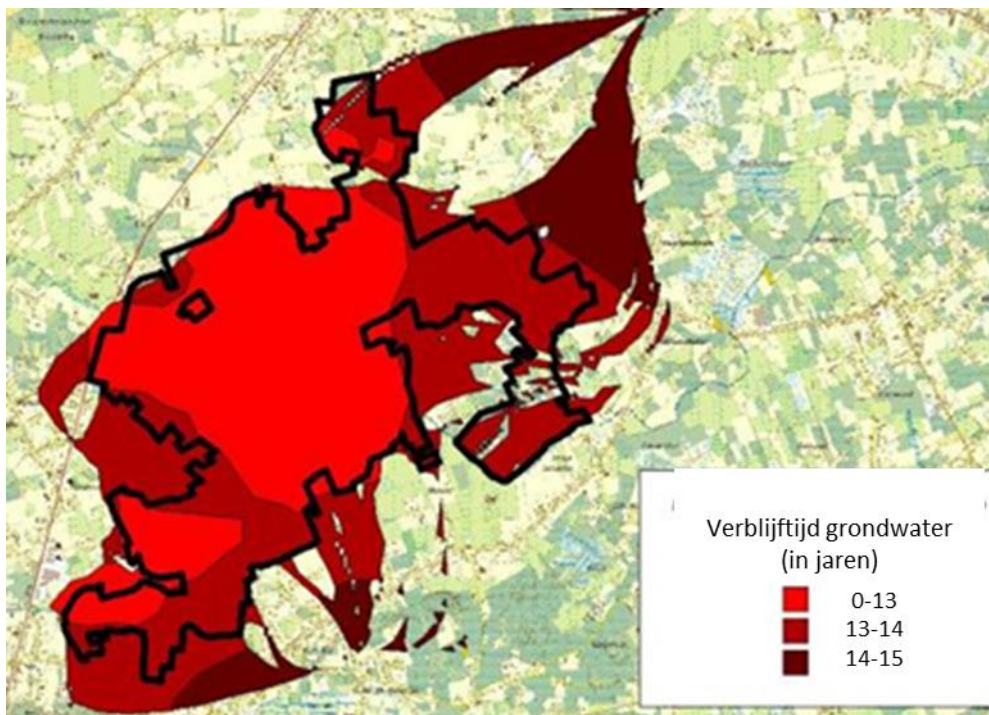
Het geheel wordt onderaan hydrologisch afgesloten door de klei van de formatie van Boom. De afzettingen van Diest en Berchem vormen samen met de quartaire deklaag (die hier maximaal een dikte van ca. 5 meter bereiken) één watervoerende laag. Die hellen lichtjes af naar het noorden (Figuur 390).



Figuur 391: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van de Langdonken

De quartaire deklaag bestaan voornamelijk uit zanden, maar aan het oppervlak (Figuur 391) wordt er naast nat zand ook natte zandleem en klei aangetroffen. Hoewel er in de natste delen van de depressies hier en daar veen aan te treffen is, wordt dat op de bodemkaart niet weergegeven.

Het gaat hier om een ‘naar Vlaamse normen’ zeer snel hydrologisch systeem. Daarmee wordt bedoeld dat de verblijftijd van het grondwater (i.e. tijd tussen het infiltreren van hemelwater en het terug uittreden onder de vorm van kwel) erg kort is (tussen 0-15 jaar). Bovendien gaat het om erg kleine grondwatervoedingsgebieden (De Becker et al 2007). Vereenvoudigd kan gesteld worden dat in het gebied alleen grondwater aanwezig is dat ter plaatse valt, een beperkte toestroom vanuit de Molenberg in het noorden en vanuit de Homberg in het zuiden niet te na gesproken.

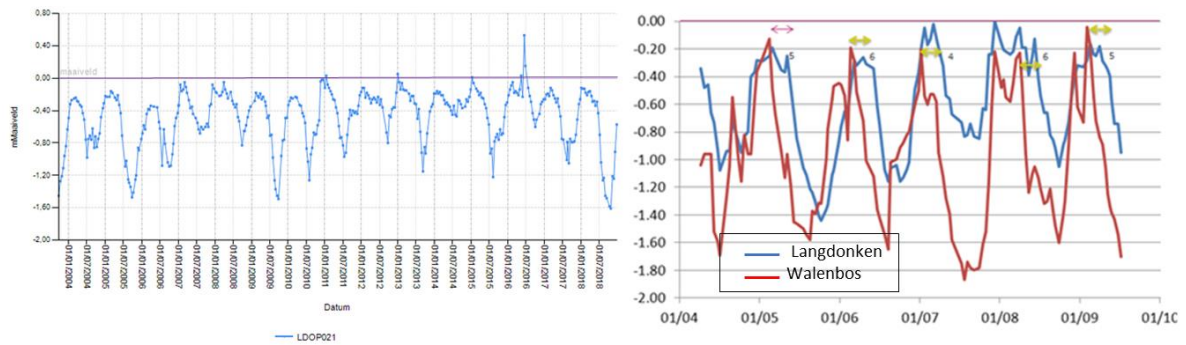


Figuur 392: Overzicht van het gemodelleerde grondwater voedingsgebied en een indicatie van de verblijftijden in en rond de Langdonken (naar De Becker et al. 2007).

11.1.4 Grondwaterdynamiek

Uit de vorm van de tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de Langdonken (Figuur 393 links) valt af te leiden dat er niet of nauwelijks sprake is van kwel. De fluctuaties op jaarbasis zijn vrij uitgesproken (orde van grootte van anderhalve meter) wat betekent dat evapotranspiratie niet gecompenseerd wordt door toestromend grondwater.

Op het eerste zicht lijkt hier verder niets ‘speciaal’ aan de hand, maar vergelijking van de tijdreeksen voor de Langdonken met die van een naburig SBZ-gebied (bv. Walenbos) leert dat de hoogste grondwaterstanden hier nagenoeg elk jaar later bereikt worden en flink langer (4-6 maanden) aanhouden dan in het Walenbos. De hoogste peilen treden hier niet op in de winter, maar in het voorjaar wat afwijkend is van de situatie op de meeste plaatsen in Vlaanderen (Figuur 393 rechts).



Figuur 393: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) centraal in het SBZ-H deelgebied de Langdonken (links) en vergelijking een tijdreeks uit het SBZ-H deelgebied Walenbos (rechts)

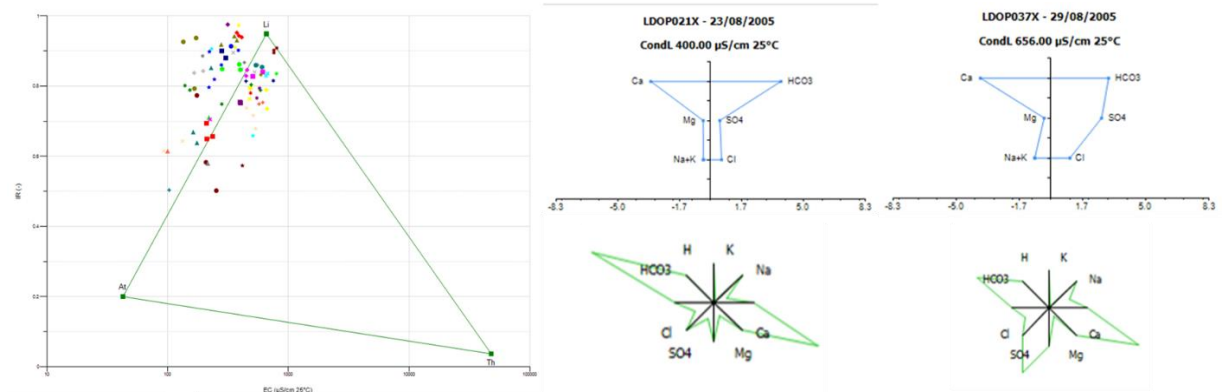
De exacte reden daarvoor is niet helemaal duidelijk. De kleiige zanden in de ondergrond en de afwezigheid van kwel hebben er zeker mee te maken. In de maanden januari-februari worden de hoogste peilen bereikt. In de diepste depressies blijft dan water staan tot diep in het voorjaar, dikwijls zelfs tot einde mei).

11.1.5 Grondwaterchemie

Het grondwater is hier ietwat mineraalrijk (Tabel 52- EC₂₅ mediaanwaarde ca. 380 µS/cm) wat in overeenstemming is met de verwachtingen op basis van de geohydrologie (formatie van Diest). Ondanks de vrij korte verblijftijd van 10-15 jaar zitten nagenoeg alle staalnamelocaties in een compacte puntenwolk in de omgeving van het lithotrofe referentiepunt op het EC/Ir-diagram (Figuur 394). Hier is dus geen sprake van stagnerend regenwater.

Tabel 52: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater van de Langdonken (periode 1990-2018).

# = 85	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	801	7,6	509	1,10	0,075	7,32	0,440	172	53,0	27,3	12,8	157,0	13,80	103,00
90 percent	637	7,1	263	0,10	0,015	1,38	0,222	95	39,4	17,8	6,2	81,8	7,72	57,16
mean	387	6,5	160	0,08	0,009	0,68	0,062	54	20,4	10,1	2,6	53,4	4,62	26,10
10-percent	166	6,1	40	0,05	0,005	0,10	0,010	22	6,5	3,1	0,5	15,9	2,19	0,61
min	93	5,2	6	0,01	0,005	0,04	0,005	2	2,2	1,5	0,5	5,8	1,28	0,23



Figuur 394: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied de Langdonken

Het is vrij uitzonderlijk als er ergens in het gebied geen nitraat in het grondwater wordt gemeten. Het gaat niet om hoge waarden, maar het feit dat de concentraties nagenoeg altijd



groter zijn dan de bepaalbaarheidsgrens voor nitraat, betekent dat aanrijking met nutriënten hier een wijdverspreid probleem is. Het gaat daarbij niet om echt hoge concentraties (gemiddelde waarde van slecht 0.08 mg N/l), maar in bepaalde zones van het gebied worden systematisch verhoogde concentratie gemeten van zowel nitraat, nitriet, ammonium als orthofosfaat. Sinds het begin van de meetperiode (1990) lijkt de situatie lichtjes aan de beterhand, maar de aanwezigheid van nutriënten in het grondwater lijkt hier een hardnekkig probleem. De aanwezigheid van vele weekendverblijfsplaatsen waarvan de overgrote meerderheid niet aangesloten is op riolering noch een individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater (IBA) hebben, houdt daar verband mee. Daarnaast zijn er ook zones (rond voormalige stortplaatsen voor huishoudelijk afval en bouwmaterialen) waar verhoogde sulfaat- en chlorideconcentraties worden gemeten.

11.1.6 Oppervlaktewater

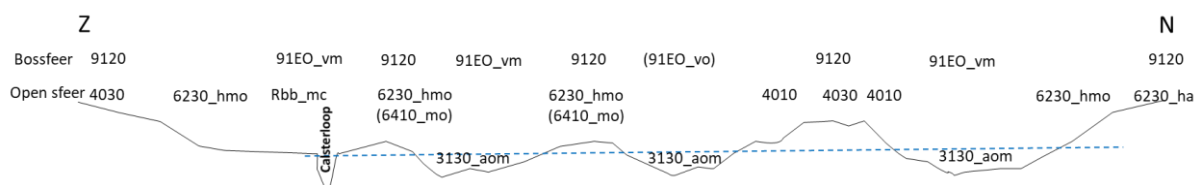
Er zijn geen systematische gegevens van de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. Nochtans waren er destijds (jaren 90 van vorige eeuw) zowat overal in de grachten en greppels van het gebied duidelijke sporen van kleinschalige lozings van huishoudelijk afvalwater te zien. Met het stelselmatig teruglopen van het aantal van WE-verblijven in dit gebied, lijkt de situatie aan de beterhand, maar echter nog niet volledig opgelost.

11.1.7 Vegetatiezonering

Wat dit gebied speciaal maakt is het veel later bereiken van de hoogste grondwaterstand doorheen het jaar (er zijn nog een aantal naburige locaties met een vergelijkbaar hydrologisch regime in de Zuiderkempens). De hoogste grondwaterstand wordt hier maanden later bereikt dan in de meeste andere grondwater beïnvloede gebieden in Vlaanderen. Dat heeft tot gevolg dat de grondwaterpeilen ook pas later beginnen te dalen. In het voorjaar, waar in andere gebieden de grondwaterstand al flink aan het dalen is, gebeurt het niet zelden dat de peilen hier nog lichtjes stijgen. Dat heeft erg grote gevolgen voor de vegetatie-ontwikkeling. Als het vegetatieseizoen al begonnen is staan de terreindepressies hier nog een tijdlang (soms een paar maanden) tot meer dan een halve meter onder water. Dat heeft als gevolg dat grassen in de meeste gevallen afsterven waardoor grote gaten in het vegetatiedek ontstaan. Pioniersoorten van vochtige milieus krijgen op die manier duurzaam een kans om zich hier te vestigen en langdurig (meerdere decennia) te overleven. In de meeste terreinen waar de grondwaterstand boven maaiveld uitstijgt, zakken de peilen niet zo diep weg, zeker niet als er sprake is van kwel. Door het feit dat er hier nauwelijks kwel optreedt, zakken de grondwaterpeilen erg diep weg in de zomer. Dat maakt de standplaats ongeschikt voor de meeste grote zeggensoorten en riet. Daardoor blijft de vegetatie, zelfs in ruige toestand vrij laag; Natuurlijk wordt dat nog een handje geholpen door het vrij mineraalarme karakter van het grondwater. Negatief hier is de (gelukkig nog eerder bescheiden) nutriëntenaanrijking doorheen het ganse gebied. Als de depressies laat in het voorjaar droog beginnen te vallen ontstaan Dat zijn ideale omstandigheden voor de ontwikkeling van pioniervegetaties van droogvallende milieus in "gebufferde wateren". Hier komt een soortenlijstje voor waarvan de meeste soorten nagenoeg doorheen gans West-Europa uiterst zeldzaam geworden zijn: grote waterweegbree, drijvende waterweegbree, moerasweegbree, ondergedoken moerasscherm, naaldwaterbies, veelstengelige waterbies, gewone waterbies, diverse soorten waterpest, mannagrass, moerashertshooi, knolrus, oeverkruid, waterpostelein, drijvende en duizendknoopfonteinkruid, drijvende egelskop, grote waterranonkel. In dit soort van omstandigheden kan dit type van vegetaties meer dan waarschijnlijk op een duurzame manier in stand gehouden worden.



Direct rond die droogvallende depressies zijn de omstandigheden gunstig voor de ontwikkeling van vochtige (4010) en droge heide (4030) en vochtige heischrale graslanden (6230_hmo) waarvan de beste locaties zich lijken te ontwikkelen naar blauwgrasland (6410_mo). Dit is één van de enige locaties in Vlaanderen waar Spaanse ruiter nog (spontaan) voorkomt. Als de bodem een tikje te rijk is voor droge heide, ontwikkelen zich hier struisgraslanden (6230_ha). Voor glanshavergraslanden is de bodemtextuur hier niet zwaar (i.e. niet lemig of kleiig) genoeg.



Figuur 395: Schematische vegetatiezonering in de open en bossfeer voor het SBZ-H deelgebied van de Langdonken (de blauwe stippellijn is grondwaterstand laat in het voorjaar)

Enkel op de natste locaties (doorgaans in de omgeving van de Calsterloop) in het zuiden van het gebied, zijn er plaatsen die in de zomer nat genoeg blijven om zich te ontwikkelen naar grote zeggevegetaties (rbbmc). In de bossfeer worden de vochtige heide, heischrale graslanden en natte depressies vervangen door mesotroof elzenbroek (91EO_vm). Echter, de grondwatertafel fluctueert hier veel (van nature) te sterk om een optimale ontwikkeling van dit type toe te laten. Enkel langsheen de Calsterloop, waar grote zeggevegetaties dichtgroeien, ontstaan via wilgenstruwelen fraai ontwikkelde voorbeelden van dit habitatype (91EO_vm). Een enkele keer, waar het grondwater wat mineraalarm is, ontstaat een klein vlekje broekbos dat wat wegheeft van mesotroof elzenberkenbroek (91EO_vo), maar ook voor de goede ontwikkeling van dit type fluctueert de grondwatertafel hier (van nature) te sterk. Op de drogere terreingedeelten ontwikkelt het Atlantisch zuurminnend beukenbos (9120) als is heir veel geode wil nodig om dat te herkennen. Er werd hier immers bijzonder dicht en algemeen ingeplant met exotische, snelgroeiende boomsoorten.

11.1.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: niet van toepassing
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen – nutriëntenvrachten beperken reflux vanuit Grote Nete
 - Rioleringswater – collecteren, rioleren & ontkoppelen van hemelwater!
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater –bemesting landbouwgronden en influx via beerputten (veel weekendverblijven die niet aangesloten zijn en zullen worden op rioleringen en collectoren. Het gaat hier om heel veel plaatselijk kleine problemen.
- iii. Grondwaterwinning - Neen
- iv. Lokale drainage JA- beperkt - drainerende invloed beperkt maar afbakening SBZ-H-deelgebied is hier een manifest probleem bij vernatting. De erg grillige vorm van de afbakening heeft nauwelijks een verband met het hydrologische systeem, waardoor 'collateral damage' bij optrekken van drainageniveau 's onvermijdelijk 'burenproblemen' zullen veroorzaken
- v. Beperken evapotranspiratie - gewenst?
- vi. Meetnet historisch ja – nu operationeel

11.1.9 Relevante referenties

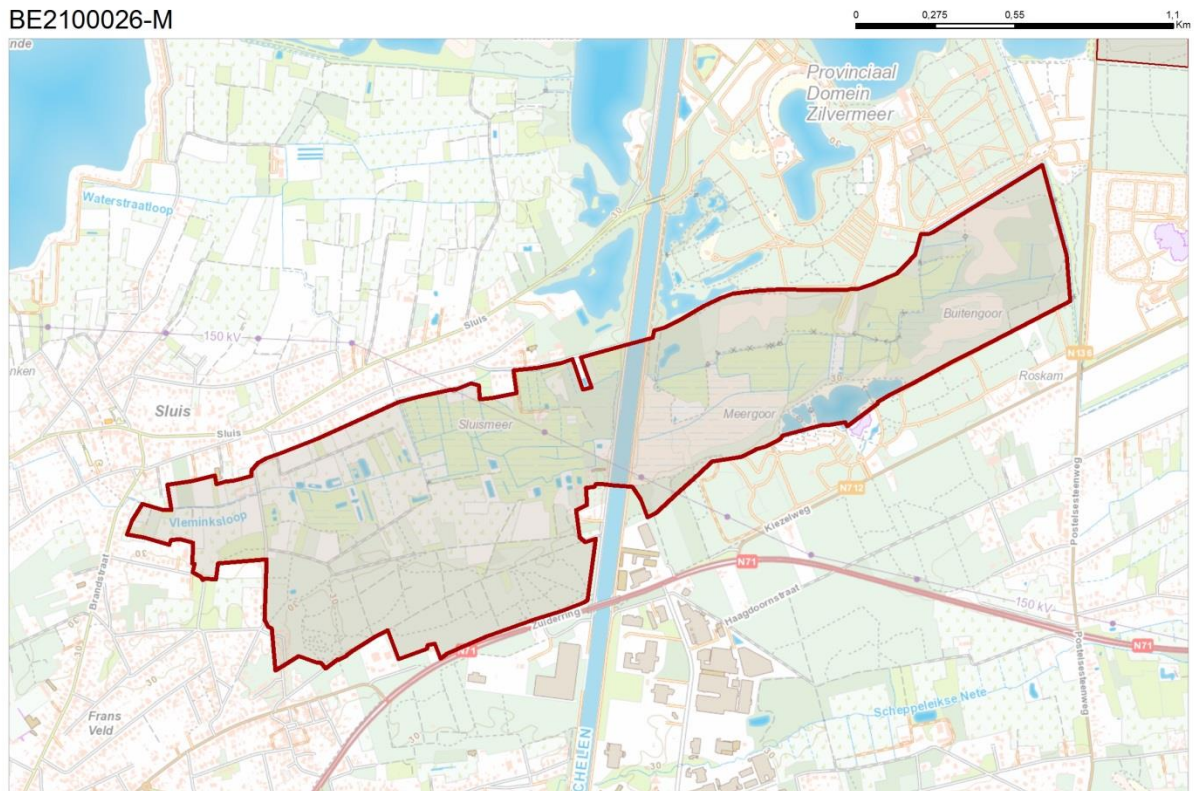
De Becker P., Denys L., Packet J., Batelaan O. & Mertens W. 2007 Ecohydrologische studie LIFE Zuiderkempen (Hulshout, Herselt & Aarschot) in het kader van het Life natuurproject “herstel van basenrijke moeras- en heide-ecosystemen” in de Zuiderkempen – eindrapport. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek INBO. R.2006.41



11.2 BUITENGOOR-MEERGOOR-SLUISMEER 2100026-M

11.2.1 Algemene situering

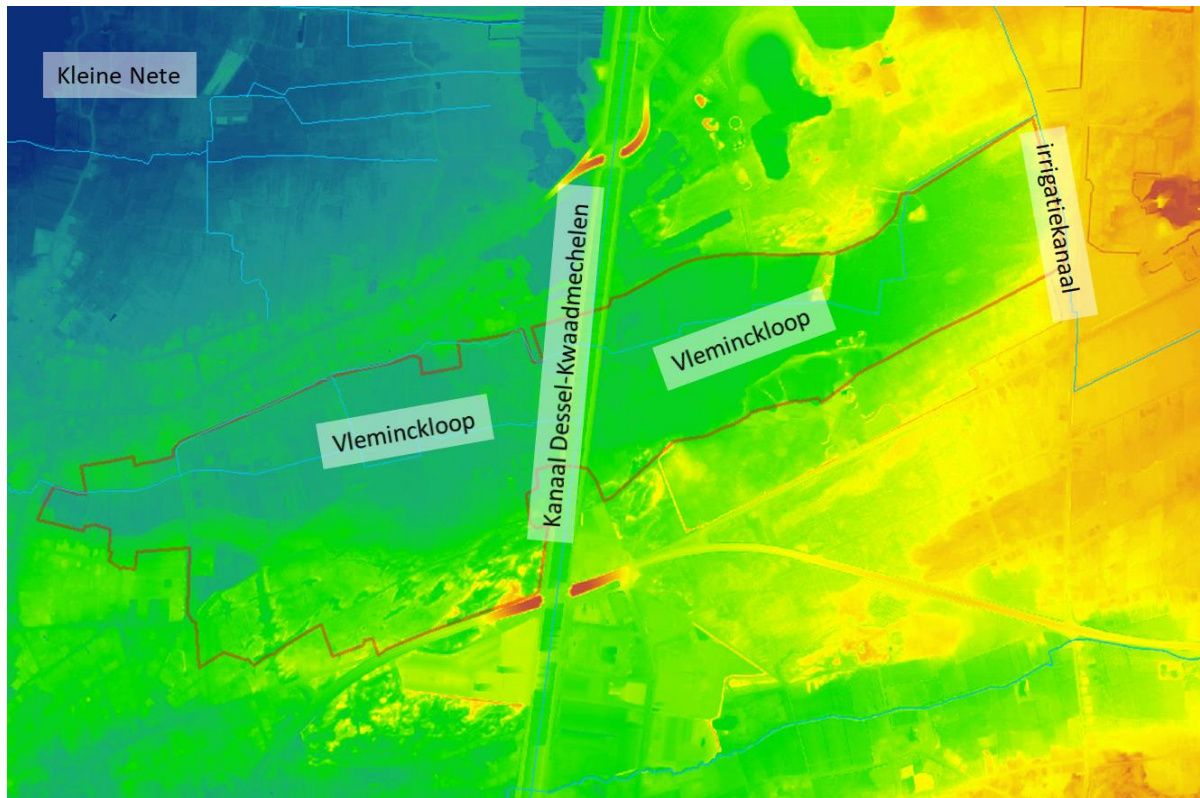
Het Buitengoor-Meergoor-Sluismeer is gelegen op grondgebied Mol, is ingesloten tussen allerlei recreatie infrastructuur (provinciaal domein zilvermeer, camping zilverstrand en bungalowpark van Mol Rauw. Het deel Sluismeer is afgesneden van Buitengoor-Meergoor door het kanaal Dessel Kwaadmechelen, tussen het Buitengoor en Meergoor ligt dwars door de vallei en oud stort van bouwmateriala en huishoudelijk afval. Aan de oostzijde wordt het gebied begrensd door de N136 Balen-Postel



Figuur 396: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Buitengoor-Meergoor-Sluismeer

11.2.2 Topografie en Hydrografie

Het gebied is gelegen op de westelijke flank van de noordelijke uitloper van het Kempisch plateau. Het is eigenlijk een dalhoofd en begin van de bovenloop van een kempisch beekdal, met name dat van de Vleminckloop. Ten noorden en ten westen van deze SBZ-H-deelzone zijn grote zandwinningsplassen, ten zuiden werden een aantal kleine recreatieplasjes aangelegd. Naar alle waarschijnlijkheid is de Vleminckloop hier een door de mens gegraven ontwateringsgracht in een (gelukkig niet erg geslaagde) poging om deze erg natte depressie voor landbouw geschikt te maken. Deze 'loop' sluit verder naar het noorden aan bij de Kleine Nete.



Figuur 397: Topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor-Sluismeer en de belangrijkste waterlopen

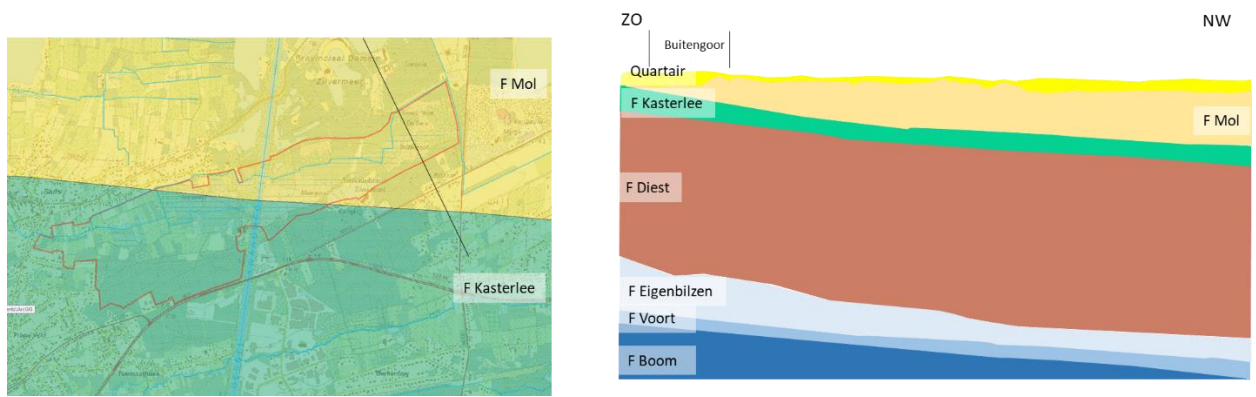
Aan de oostrand van de deelzone stroomt een voormalig irrigatiekanaaltje dat kanaalwater naar deze omgeving brengt waar destijds de voedselarme terreinen mee werden bevoeid.

11.2.3 Geohydrologie

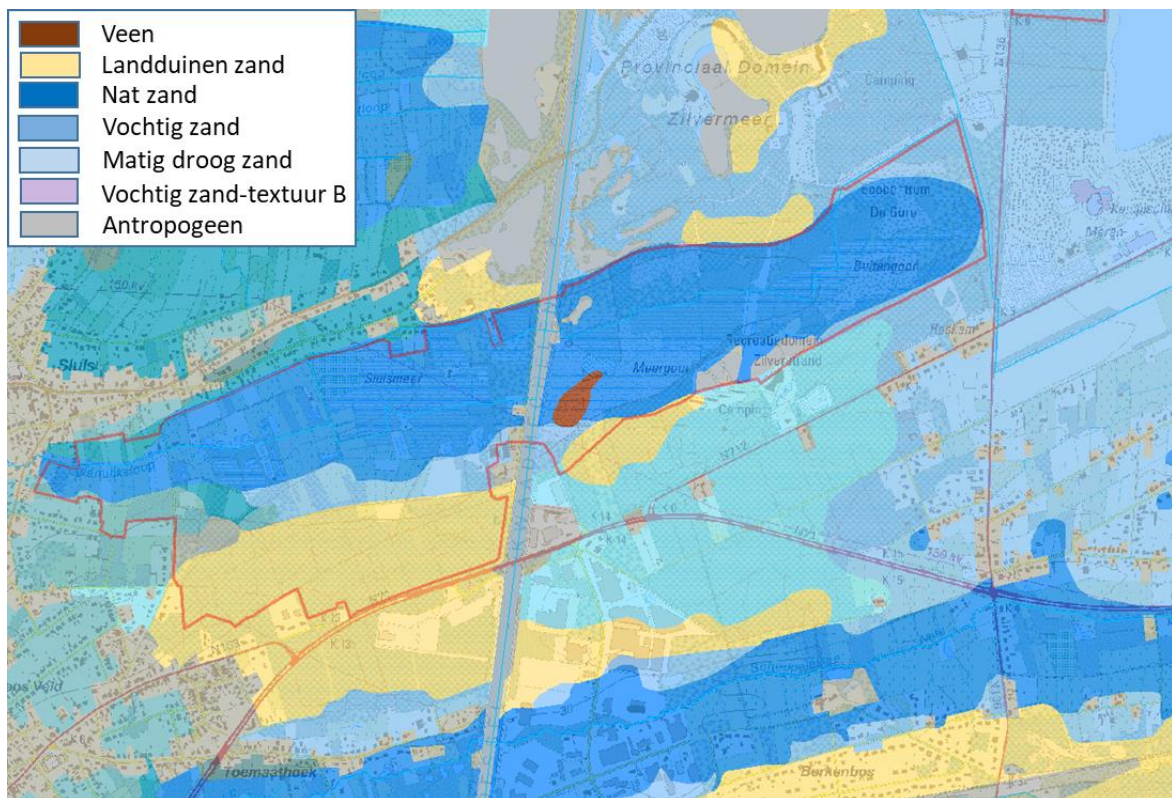
Het bovenste en best doorlatende laag bestaat hier uit de grofkorrelige, witte kwartzanden van de Formatie van Mol (en hier meer specifiek het lid van Donk). Daaronder zitten de kleiige zanden van Kasterlee en Diest, gevolgd door de zanden van Voort en Eigenbilzen. Al deze lagen samen zijn vormen één groot watervoerend pakket, een onderdeel van wat het 'centraal kempisch systeem' genoemd wordt. Op grote diepte (hier al gauw 190 meter) zit klei van de formatie van Boom die het hydrologische systeem onderaan begrenst (Figuur 398). De zanden van Mol zijn bijzonder zuivere zanden met nauwelijks bijmenging van organisch materiaal, leem of klei. Ze zijn zeer goed hydraulisch geleidend ($K_h \sim ca. 10m/dag$) en zijn bijzonder mineraalarm, zowat de mineraalarmste sedimenten van Vlaanderen. Door de specifieke ligging van de deelzone net aan de zuidrand van de afzettingen van de zanden van Mol is de dikte van de uiterst mineraalarme watervoerende laag hier erg beperkt (< 10m). Dat is meer dan waarschijnlijk meteen de reden waarom het gebied niet op de schop werd genomen maar verklaard ook waarom er in het Buitengoor toch (soms zeer) ijzerrijk grondwater wordt aangetroffen. Meer dan waarschijnlijk is dat afkomstig vanuit de onderliggende geologische afzettingen van de formaties van Kasterlee & Diest.

Het geheel wordt hier afgedekt door een dun quartair zanddek. Op de bodemkaart zijn hier hoofdzakelijk zandgronden te vinden, variërend van matig droog tot nat en belangrijke landduinformaties. Tevens is er een kleine veenafzetting weergegeven die in realiteit een pak omvangrijker is en een groot deel van het Buitengoor bedekt, als is de afzetting hier niet erg dik.





Figuur 398: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met situering van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor en omgeving



Figuur 399: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Buitengoor-Meergoor en omgeving

De algemene grondwaterstroming in deze regio is van zuidoost naar noordwest. Door de aanleg van de noordelijker grote zandwinningsplassen, zijn er grote happen weggegraven uit het watervoerend pakket. In die plassen staat het grondwater uiteraard waterpas, waardoor er een getrappt hydrologisch systeem is ontstaan. Deze SBZ-H-deelzone is midden in dit 'getrappt' systeem gelegen. Voor het gebied is er geen regionaal hydrologisch model beschikbaar.

Wat deze deelzone speciaal maakt (en niet gewoon tot een klassiek Kempisch beekdal gerekend wordt), is de aanwezigheid van een irrigatiekanaal dat tot op vandaag nog steeds Maaswater transporteert. Een groot deel van de Kempische kanalen (Albertkanaal, kanaal Dessel-Kwaadmechelen, ...) wordt op peil gehouden door actieve aanvoer van Maaswater dat van die rivier wordt afgetapt ter hoogte van Luik (Herstal). De Maas vindt haar oorsprong in de

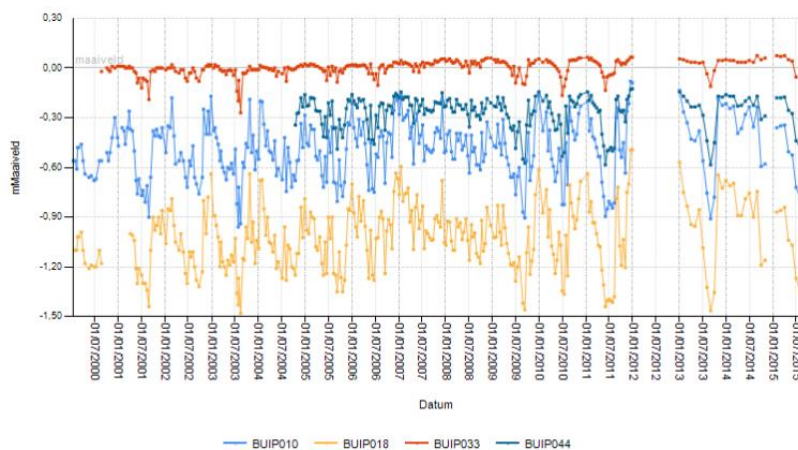


Champagnestreek in het noorden van Frankrijk waar het grondwater mineraalrijk is. Weliswaar wordt het “allochtone” mineraalrijke Noord-Franse Maaswater verdund door mineraalarm water uit de Ardense rivieren, maar de mineraleninhoud is flink veel hoger dan het mineraalarme, nagenoeg mineraallose “autochtone” grondwater uit de zanden van Mol. Dat Maaswater werd op tal van plaatsen in de Kempen afgetapt van de kanalen om graslanden mee te bevoeien. Het bracht op eenvoudige wijze mineralen in een uiterst mineraalarme omgeving en zorgde zo voor een ‘boost’ in de grasproductie. Tot op vandaag is dat nog steeds het geval, niet meer om de “productie-boost”, maar hoofdzakelijk om vijvers mee te vullen.

11.2.4 Grondwaterdynamiek

Hoewel het gebied op de bodemkaart (Figuur 399) grotendeels aangeduid staat als vochtig tot nat zand (met uitzondering van een stukje landduin in het zuidwesten) is er in het Buitengoer en Meergoor toch een vrij grote oppervlakte veen aangetroffen tussen de 40-70 cm dikte. Dat wijst op een zeer constante grondwatertafel dicht in de buurt van het maaiveld. Dat is helemaal in overeenstemming met andere Kempische beekdalhoofden. Helemaal stroomopwaarts in het dalhoofd is er een zone waar de peilen gedurende vele (natte) jaren gelijk met het maaiveld kunnen staan, maar in andere (droge) jaren kunnen de peilen soms tientallen centimeters diep wegzakken. De natte perioden zijn optimaal voor veenvorming, de droge perioden uiteraard niet. Daar worden dunne veenafzettingen gevonden. Dat is een perfect normaal fenomeen in de (topografische) bovenrand van een dalhoofd. Topografisch gezien boven die zone zitten de grondwaterpeilen uiteraard dieper.

Verder stroomafwaarts in deze depressie komt de aanrijking met mineraalrijk irrigatiewater aan het oppervlak (zie Figuur 401 & Figuur 403). Dat heeft geen enkele betekenisvolle repercussie op de grondwaterdynamiek. Of er nu aanrijking is met mineralen of niet, de grondwatertafel is hier bijzonder constant en gelijk met het maaiveld (BUIP033 en BUIP044 in Figuur 400). Nog verder stroomafwaarts zakken de peilen een ietsje dieper weg elke zomer.



Figuur 400: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m t.o.v. maaiveld) voor het Buitengoer (locatie meetpunten zie Figuur 403)

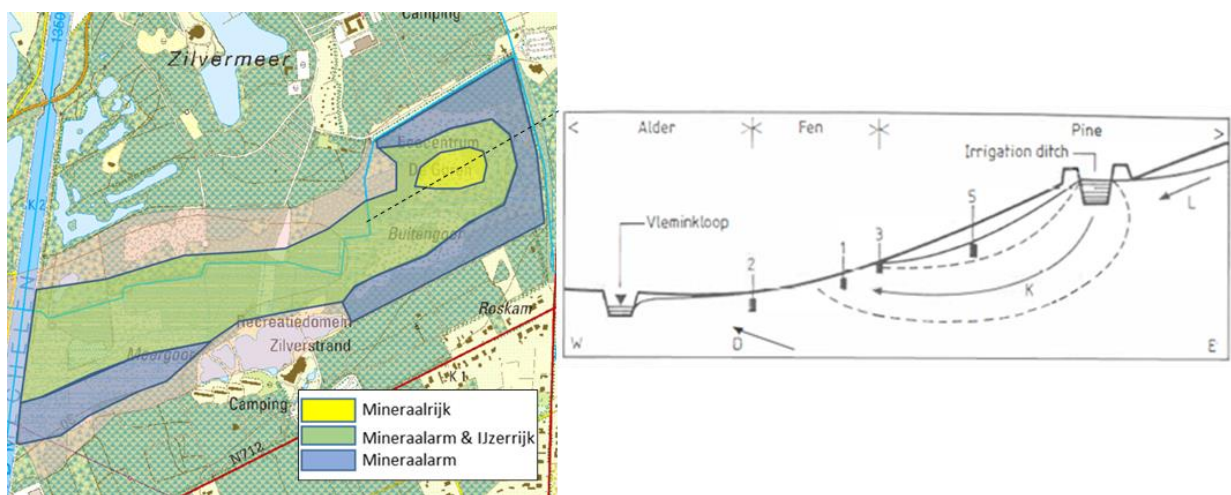
11.2.5 Grondwaterchemie

In het Buitengoer zijn op basis van de hydrochemie drie types grondwater aan te treffen: i. een uitermate mineraalarm type, ii. Een ijzerrijk maar overigens vrij mineraalarm grondwatertype en iii. Een mineraalrijk grondwater (zie Figuur 401)..

Het type i. (paars in de Figuur 401) kan als 'normaal' kan beschouwd worden voor grondwater afkomstig uit de zanden van de formatie van Mol. Als er geen mineralen in de matrix zitten, kan het grondwater er ook geen opnemen, hoe lang het ook in de matrix verblijft).

Het type ii. (groen in de Figuur 401) is het met ijzer aangerijkte grondwater dat vermoedelijk in contact heeft gestaan met de ondiep liggende watervoerende laag met de klei(glaucaniet-)rijke zanden van Kasterlee.

Totaal aberrant eigenlijk, en dus de reden waarom dit gebied zo uitzonderlijk is, is het voorkomen van type iii. Grondwater dat niet verklaarbaar is op basis van de mineralogie van de watervoerende tertiair geologische lagen en dus moet afkomstig zijn van irrigierend Maaswater, aangevoerd via het voormalige irrigatiekanaaltje.



Figuur 401: Schematisering van de drie hydrochemische grondwatertypes in het Buitengoor-Meergoor in bovenaanzicht (links) met indicatie van de ligging van de dwarsdoorsnede (uit Boeye et al 1994) (rechts).

Op vele tientallen plaatsen in de Kempen werd vroeger kanaalwater (en dus Maaswater) gebruikt om te irrigeren. Op tal van plaatsen lopend die irrigatiekanaaltjes er vandaag nog altijd. Nochtans zijn deze hydrochemische aberraties zeer zeldzaam. Ze zijn bijvoorbeeld te vinden in het Hageven in Neerpelt of het Goorken in Arendonk. Het water uit de actueel nog bestaande irrigatiekanaaltjes infiltreert heel dikwijls, maar het chemische effect wordt in de meeste gevallen 'weg verdund' in een spreekwoordelijke zee van autochtoon en mineraalarm water. Enkel in zeer uitzonderlijke gevallen zoals hier in het Buitengoor, infiltreert het allochtone water net in het dalhoofd op een paar tientallen meter van de zone waar autochtoon uiterst mineraalarm grondwater van nature uitreed, net in een watervoerend pakket met zeer grote hydraulische geleidbaarheid waardoor zeer grote hoeveelheden infiltrerend Maaswater in vrij kleine hoeveelheden uittredend autochtoon mineraalarm zorgen voor een "voor planten merkbare" aanrijking, in die mate zelfs dat soorten die hier van nature helemaal niet thuishoren, toch volop groeien en levensvatbare populaties uitbouwen.

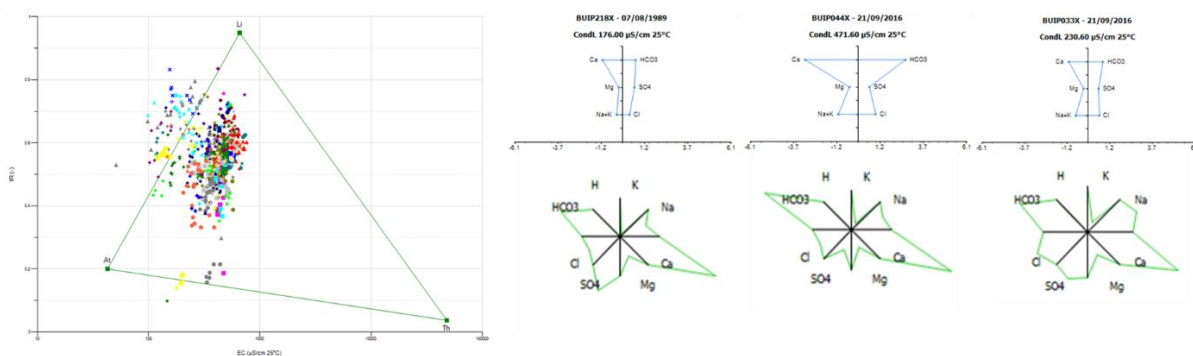
Toch zijn er actueel nog sporadisch hoge nutriëntengehalten te meten in het grondwater. De verhoogde nitraatconcentraties zijn meer dan waarschijnlijk toe te schrijven aan het invangen van droge atmosferische depositie door de naaldhoutbestanden die dominant zijn rond heel dit gebied; Via 'stemflow' komt stikstof (i.c. nitraat-)rijk water in het grondwater terecht dat quasi ogenblikkelijk terug uittreedt onder de vorm van kwel. Er is nauwelijks denitrificatie omwille van de quasi afwezigheid van pyriet in de zanden van Mol. Dat fenomeen is meetbaar in en rond het Buitengoor.

Verhoogde sulfaatgehalten zijn meetbaar in het grondwater stroomafwaarts van het voormalige stort tussen het Buitengoor en het Meergoor maar ook in het grondwater van het Meergoor waar denitrificatie via pyriet (dat in de zanden van Kasterlee wel aanwezig is) meer dan waarschijnlijk wel een rol speelt in het “verwijderen” van nitraten

Ook orthofosfaten zijn beperkt meetbaar in het gebied; dat is toe te schrijven aan het diffuus inspoelen van huishoudelijk afvalwater vanuit de omliggende recreatieve infrastructuur. Dat het van huishoudelijk afvalwater afkomstig is valt ook toe te schrijven aan het meten van nitriet op die locaties.

Tabel 53: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het grondwater in het Buitengoor (periode 1986-2016).

# = 790	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	758	8,2	213	12,99	0,800	21,00	0,890	293	107,0	57,3	18,4	90,5	18,03	38,22
90-percen	588	7,0	154	1,21	0,027	0,76	0,048	90	73,4	43,7	6,0	60,6	7,66	5,05
mean	414	6,1	73	0,39	0,012	0,50	0,029	61	49,9	29,7	3,7	36,4	5,29	1,79
10-percen	200	4,8	7	0,00	0,002	0,00	0,003	33	17,9	11,3	1,2	12,5	2,57	0,02
min	51	3,4	0	0,00	0,002	0,00	0,001	1	4,7	2,1	0,0	1,8	0,29	0,00



Figuur 402: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Buitengoor

11.2.6 Oppervlaktewater

Behalve de aanvoer van mineraalrijk Maaswater via de voormalige irrigatiekanaaltjes aan de oostrand van dit gebied, is oppervlaktewater en de mogelijks negatieve effecten ervan op de habitatontwikkeling hier geen belangrijk probleem.

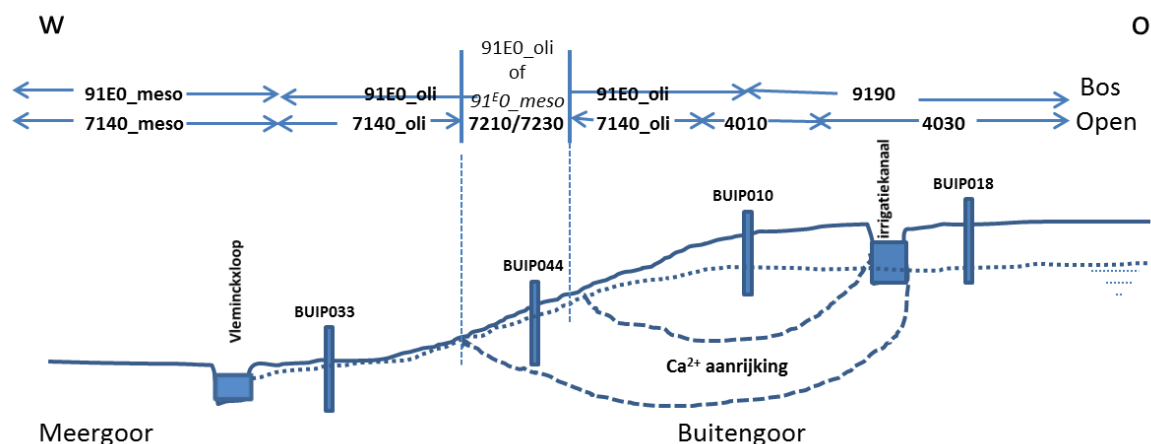
11.2.7 Vegetatiezoner

Tot op grote hoogte is de vegetatiezoner in dit gebied dus volledig in overeenstemming met wat in andere, goed ontwikkelde kempische beekdalen wordt aangetroffen en dat zowel in de open sfeer als in de bossfeer. Op een schematische doorsnede in de lengterichting van het beekdal van droog in het oosten naar nat in het westen (Figuur 403) is een klassieke vegetatiezoner te vinden van droge heide (4030), over vochtige (4010) en venige heide (7140_oli) naar kleine zeggenvegetaties (7140_meso). Voor de bossfeer geeft dat de klassieke overgang van Eikenberkenbos (9190) over oligotroof elzenberkenbroek (91EO_vo) naar mesotroof elzenberkenbroek (91EO_vm). Het is zeer de vraag of er in de bossfeer iets zou te merken zijn van de aanwezigheid van mineraalrijk grondwater in een zone waar mineraalarm grondwater voorkomt. Meer dan waarschijnlijk zou het oligotrofe elzenberkenbroek hier dan ‘even’ plaats maken voor mesotroof elzenbroek, maar echt zeker is dat niet.

Als gevolg van het mengen met mineraalrijk irrigatiewater duiken in een welbepaald deel (zie Figuur 401 & Figuur 403) van de zone die van nature geschikt is voor venige heide ook



“botanische curiosa” op onder de vorm van plantensoorten van kalkmoerassen, de zgn. Caricion davallianae-soorten zoals o.a. breed wollegras, moeraszoutgras, galigaan en sterregoudmos. Hier wijzigt het habitattype van kleine zeggevegetaties dus naar kalkmoeras (7210) en alkalisch laagveen (7230).



Figuur 403: Schematische vegetatiezonering voor het Buitengoor-Meergoor

11.2.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: sporadisch een klein beetje van huishoudelijk afvalwater vanuit de recreatieve infrastructuur aan de noord- en de zuidzijde van het gebied en lekwater van een stort op de (noord)grens tussen het Buiten- en het Meergoor
 - Met nutriënten aangerijkt grondwater – nitraat afkomstig van invangen van droge N-depositie vanuit de omliggende naaldhoutbestanden. Dat wordt via ‘stemflow’ geïnfiltreerd en exfiltreert onmiddellijk in de kwelzone
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: Neen
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: JA en operationeel

11.2.9 Relevante referenties

Boeye D & Vanhaesebroeck B. 1983. Het Buitengoor te Mol. Eindwerk UAntwerpen

Boeye D 1992. Hydrologie, hydrochemie en ecologie van een grondwaterafhankelijk veen. Ph D thesis UAntwerpen

Boeye D., Clement L. & Verheyen R.F. 1994. Hydrochemical variation in a groundwater fed discharge fen. Wetlands. Vol. 14. No. 2. June 1994. pp. 122-133. The Society of Wetland Scientists.

Boeye D; Van Haesebroeck B; Delbaere B; Hens M & Verheyen R. 1996. A local rich fen fed by calcareous seepage from artificial river water infiltration system. Vegetatio 126: 51-58.

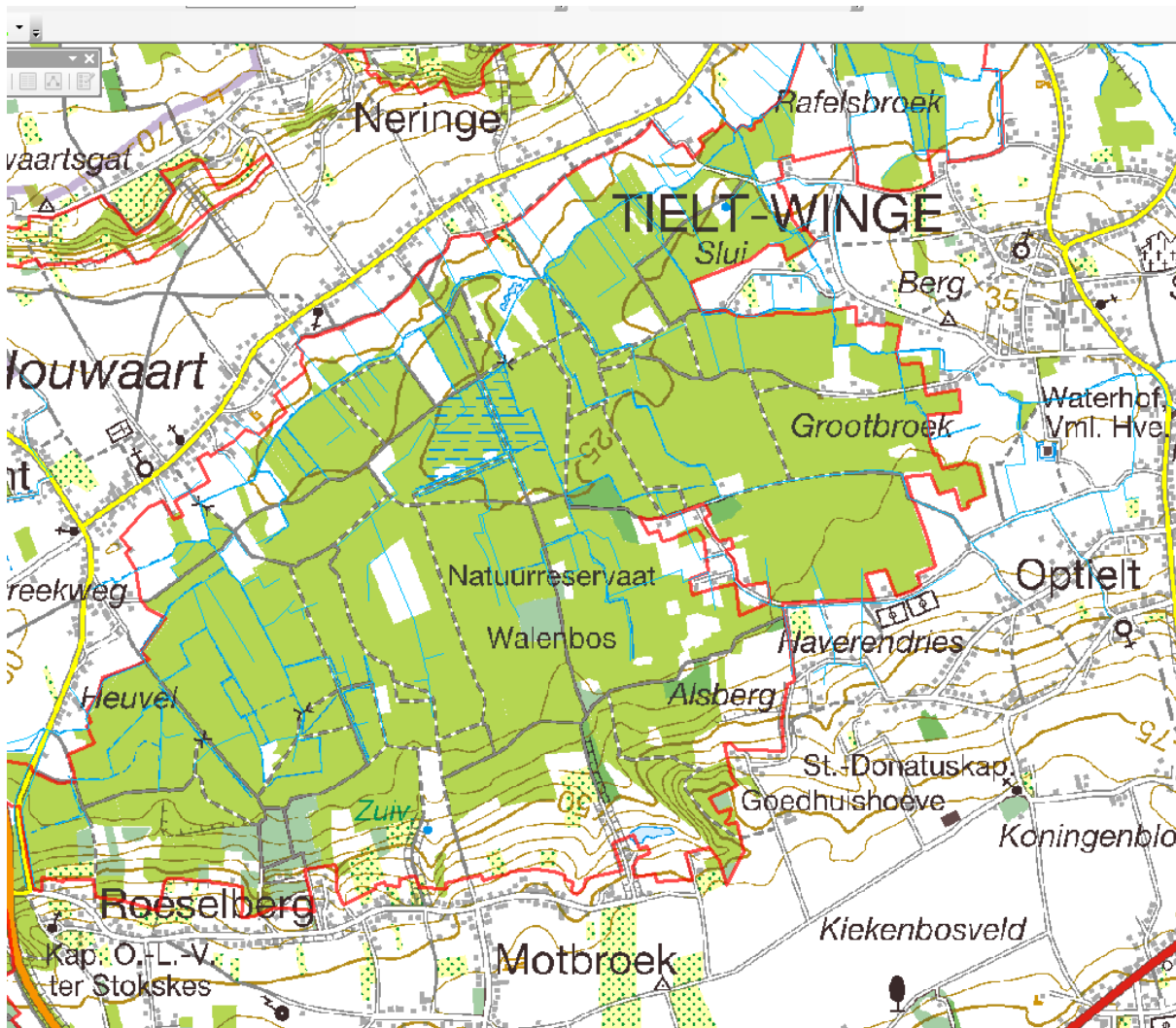
Delbaere B. 1990. Studie naar de invloed van de topografie op de watersamenstelling en de soortensamenstelling in het Buitengoor (Mol/België) UIAntwerpen



11.3 HET WALENBOS BE2400012-E

11.3.1 Algemene situering

Het Walenbos is gesitueerd centraal in het Hageland op grondgebied van de gemeente Tielt-Winge op ca. 8 km ten ZZO van Aarschot.



Figuur 404: Algemene situering van de deelzone Walenbos

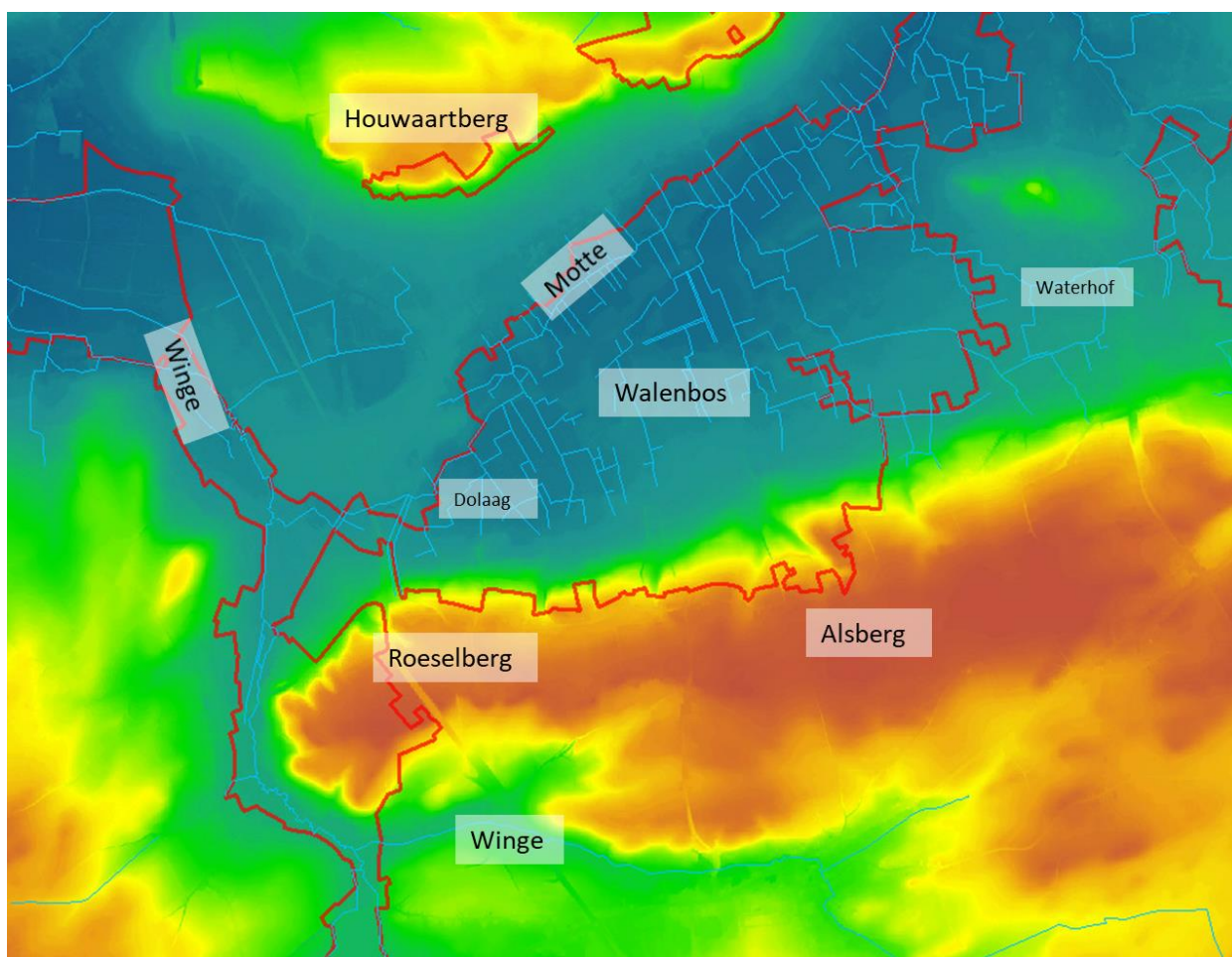
Anders dan de naam doet vermoeden is slechts een heel beperkt deel van een paar tientallen hectaren van die 'bos' ook effectief oud bos. 95% van de oppervlakte is jong (>100j) tot erg jong (>40 j) bos. Tot in het begin van vorige eeuw was nagenoeg de hele oppervlakte in landbouwgebruik.

11.3.2 Topografie en Hydrografie

Het gebied ligt tegen de noordflank van een Hagelandse ijzerzandsteenheuvel (de Roeselberg-Alsberg) ten zuiden van de Houwaartse berg. De "vallei" waar het gebied in ligt, is niet gevormd door het (piep-)kleine beekje de "Brede Motte", maar is een geologisch artefact van de Diestiaanzee (40 miljoen jaar geleden) en is in feite ontstaan als een dal tussen twee toenmalige en intussen dus "fossiele" zandbanken van de ondiepe Diestiaanzee die een kustlijn had die een eind verder naar het zuiden lag. Sindsdien is het zeeniveau gedaald en het

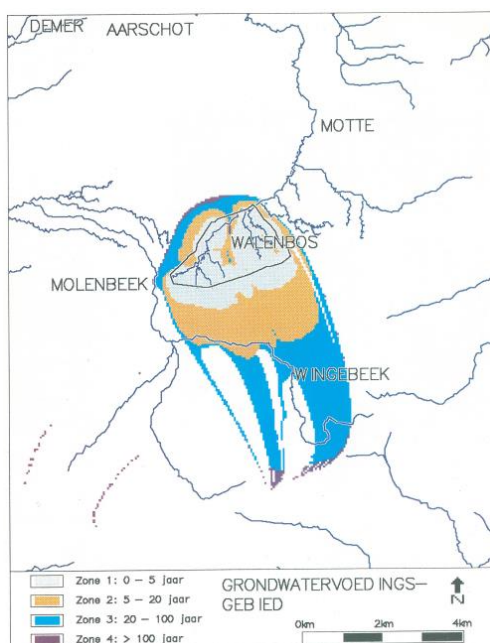
landschap in deze contreien gestegen, waardoor het zandbankenlandschap is komen droog te liggen en is gefossiliseerd.

Aan de voet van de zuidelijke zandbankenrij van de Roeselberg-Alsberg treden erg grote hoeveelheden grondwater uit. Omdat die enorme waterhoeveelheden zorgden voor het ontstaan van moerassen in dit gebied, heeft men destijds vele honderden kilometers grachten en greppels gegraven om het water af te voeren, zodat het gebied geschikt kon gemaakt worden voor landbouw. Ondanks al die inspanningen is dat geschikt maken slechts ten dele gelukt. In een tijdspanne van een paar decennia na de tweede wereldoorlog, is het gebied dan, perceelsgewijs, grotendeels verlaten. Wel werd de grote meerderheid van de vele honderden kadastrale percelen ingeplant met allerlei productiebboomsoorten (populier, Corsicaanse den, Douglas, Sitkaspar, zomereik, ...), in een laatste poging om hier nog wat "productie" uit te halen. Daartoe werd tot halverwege de jaren 90 van de vorige eeuw het hoofdgrachtenstelsel nog (grondig) onderhouden door de Watering Winge & Motte.

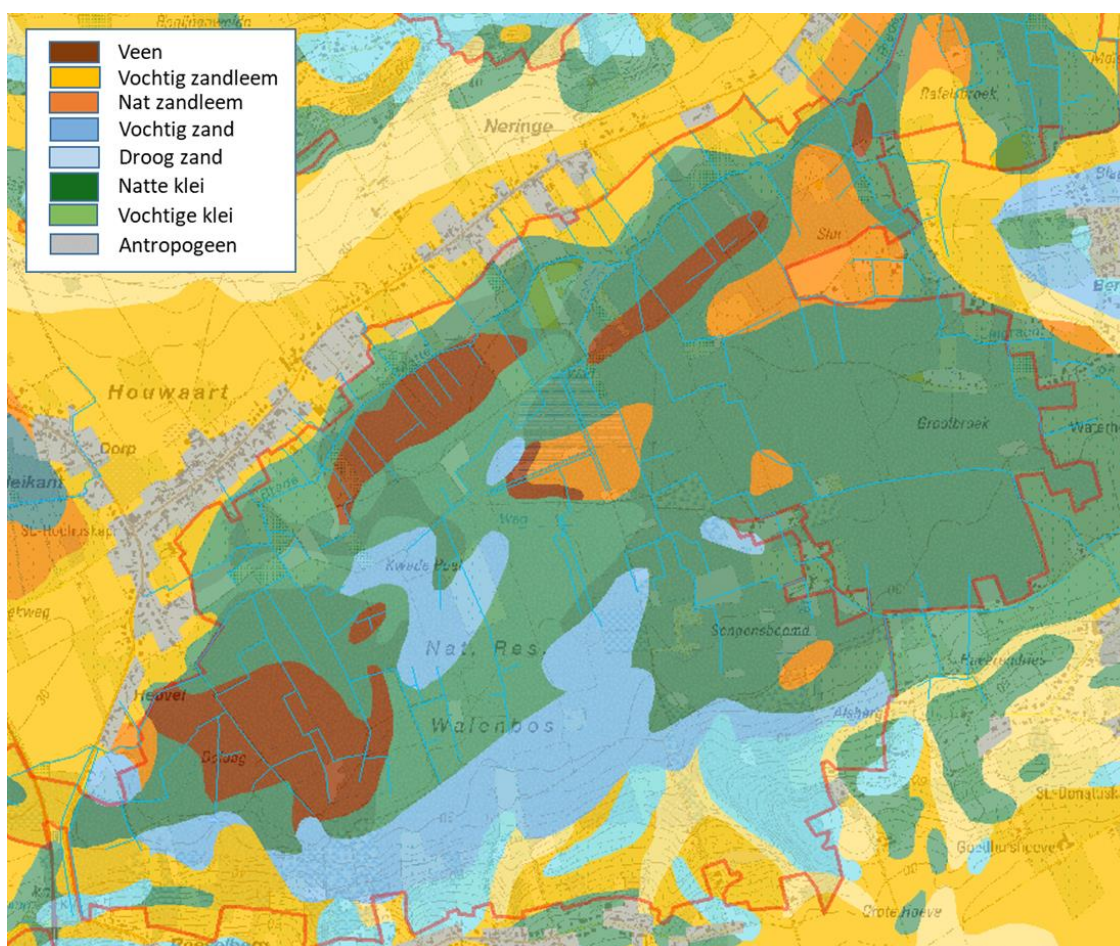


Figuur 405: Topografische situering van het SBZ-H-deelgebied van het Walenbos en omgeving

Ook daar kwam daar een einde aan. Sindsdien is het grachtenstelsel zeer snel terug dichtgeslibd. De grote hoeveelheden uittredend ijzerrijk, koel en niet met nutriënten aangerijkt grondwater, zorgt voor de massale groei van bacteriekolonies bestaande uit *Gallionella ferruginea*. Dat zijn ijzeroxiderende micro-organismen met een karakteristieke roestkleur die het uitzicht hebben van "watten"-pluizen en zo massaal groeien in het winterhalfjaar dat ze zorgen voor het aaneenkitten van bladeren en takken waardoor greppels



Figuur 407: Grondwatervoedingsgebied van het Walenbos (uit: Batelaan et al. 1993)

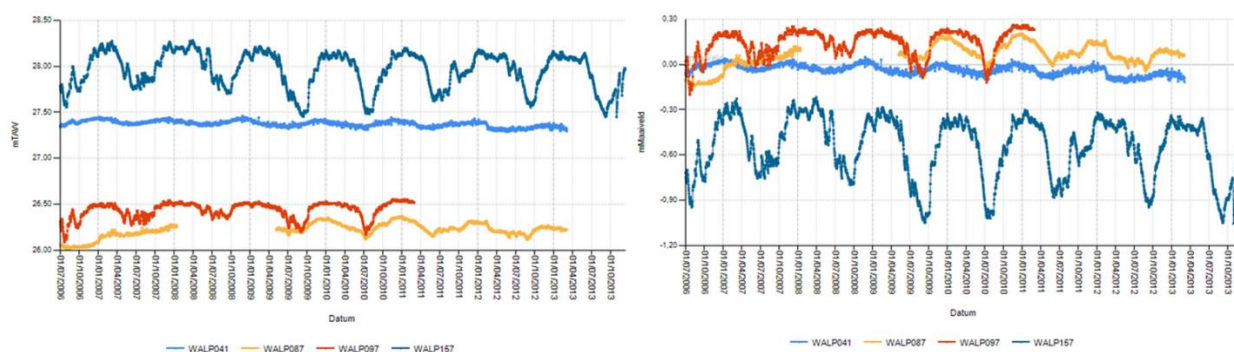


Figuur 408: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van het Walenbos en omgeving.

De bodem bestaat hier grotendeels uit klei en in mindere mate zandleem en zand (Figuur 408). In de natste depressies zijn er nog veenafzettingen te vinden die hier de laatste decennia opnieuw aan het accumuleren zijn. Op het terrein waren tot in de jaren 80 van vorige eeuw nog sporen te vinden veenafgravingen, naast het feit dat grote delen van het veen gemineraliseerd zijn als gevolg van de lang aangehouden ontwateringspogingen.

11.3.4 Grondwaterdynamiek

Binnen dit gebied is er een zeer grote variatie in grondwaterpeilregimes op vrij korte afstand. Op de valleiflank zit het freatische grondwaterpeil meer dan een halve meter onder maaiveld en zijn de peilfluctuaties doorheen het jaar groot (bv WALP157 in Figuur 409). Een ietsje verder naar het noorden en topografisch wat lager op de helling zit het grondwater vlak tegen het maaiveld en fluctueert het nog nauwelijks. Dit is een intensieve kwelzone (WALP041). Steeds verder naar het noorden, begint het grondwater steeds meer te fluctueren naarmate de afstand tot de voet van de valleiflank toeneemt. Omwille van het niet meer onderhouden van het drainagesysteem is het gebied steeds natter en staat het voor een steeds langer deel van het jaar onder water (WALP087 en WALP097).



Figuur 409: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in het Walenbos (locatie meetpunten zie Figuur 412). Links de stijghoogten en rechts de peilen in meter t.o.v. het maaiveld.

11.3.5 Grondwaterchemie

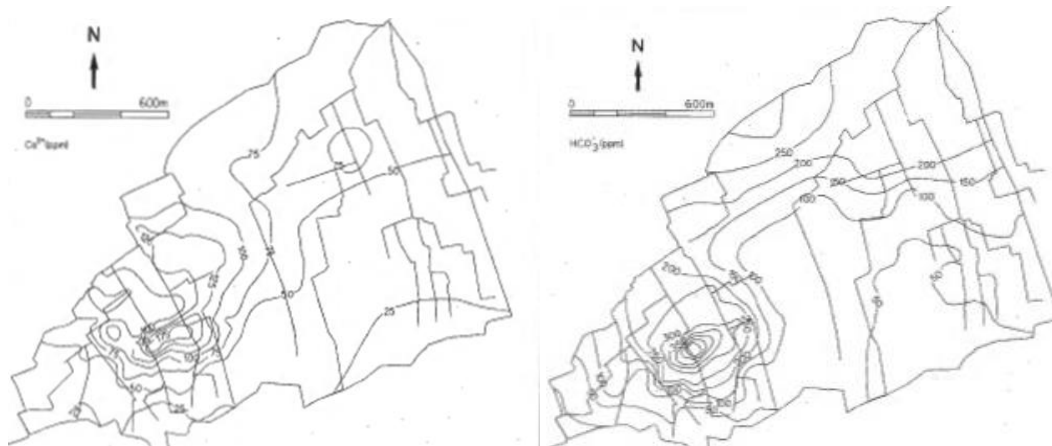
Gezien de oorsprong van het grondwater uit twee mineralogisch zeer sterk verschillende watervoerende lagen is er in het gebied een heel ruime hydrochemische gradiënt terug te vinden. De grootste hoeveelheid grondwater is afkomstig uit het bovenste watervoerende pakket, met name de eerder mineraalarme zanden van de formatie van Diest. De daaronder gelegen watervoerende laag bestaat, zoals gezegd in feite uit drie onderscheiden zandafzettingen. De eerste en bovenste is de formatie van St. Huibrechts Hern (met een mineraloge samenstelling die sterk lijkt op deze van de formatie van Diest). In het midden zijn dat de zeer mineraalrijke zanden van de formatie Brussel en onderaan de opnieuw vrij mineraal arme zanden van de formatie van Tielt. Langsheen de zuidrand, aan de voet van de valleiflank, komt uitsluitend (vrij) mineraalarm Diestiaanwater aan het oppervlak (zie bv. WALP041 in Figuur 411).

Tabel 54: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in het Walenbos (periode 1990-2017).

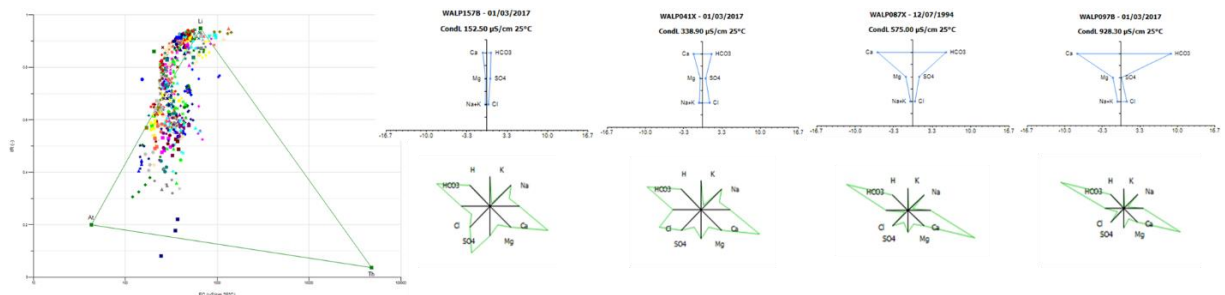
# = 651	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	1420	8,3	775	21,70	0,070	23,50	1,000	625	112,0	34,0	12,9	335,0	26,00	50,00
90-percen	560	7,4	284	0,34	0,020	0,26	0,050	96	50,0	18,0	4,0	91,0	12,30	16,00
mean	379	6,5	130	0,39	0,010	0,18	0,024	47	28,3	11,5	2,6	51,6	7,03	5,80
10-percen	230	5,6	14	0,01	0,005	0,01	0,005	11	12,0	7,5	1,2	20,0	3,40	0,07
min	120	3,6	1	0,01	0,005	0,00	0,005	1	6,2	4,8	0,2	2,0	0,80	0,01



Het is qua samenstelling vergelijkbaar met het kwelwater in de Kempische beekdalen die op en rond het Kempisch plateau ontspringen (Zwarte beek, Bosbeek, Roosterbeek, Laambeek, ...). Vandaar dat het vegetatiebeeld hier wat Kempisch aandoet (zie verder). Verder naar het noorden (in de Dolaag bijvoorbeeld) stijgt de calcium en bicarbonaatconcentratie enorm (Figuur 410) om nog verder naar het noorden weer wat af te nemen.



Figuur 410: Concentratie van Calcium (links) en bicarbonaat (rechts) in het freatische grondwater in het Walenbos (uit Huybrechts & De Becker 1994)



Figuur 411: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Walenbos

Die hydrochemische gradiënt wordt fraai geïllustreerd in de Maucha- en Stiff-diagrammen in Figuur 411. Ook de lange boog op het EC/Ir diagram illustreert de volcontinue overgang van eerder atmoclien (Diestiaanwater tegen de voet van de valleiflank) over intermediair naar uitgesproken lithoclien (Brusseliaanwater in het centrum van de Dolaag en in Waterhof) grondwater. Weinig gebieden in Vlaanderen vertonen een dergelijke volledige gradiënt op zo een korte afstand.

Ten tijde van de INBO ecohydrologische studie (1990-1994) werden enorm hoge sulfaatconcentraties gemeten. Waarden van meer dan 600 mg SO_4^{2-} /l waren ook toen uitzonderlijk, maar meer dan 200 mg/l kwam toen in bepaalde zones van het bos voor. Dat was het gevolg van denitrificatie van uitgespoeld nitraat in het infiltratiegebied, waar excessieve bemesting van akkers frequent aan de orde was. Het resultaat van denitrificatie van nitraat in de pyrietrijke zanden van Diest met vrijstelling van zeer hoge concentraties sulfaat en de nodige mineralisatie van veen in het bos, dat toen een erg geruderaliseerde indruk gaf. De laatste jaren zijn die concentraties weer gedaald naar min of meer normale waarden (20-50 mg/l). Nutriënten in het grondwater waren en zijn nog steeds (letterlijk) een marginaal probleem. Slechts op een paar locaties aan de rand van huizengroepen spoelt, ten zuiden van



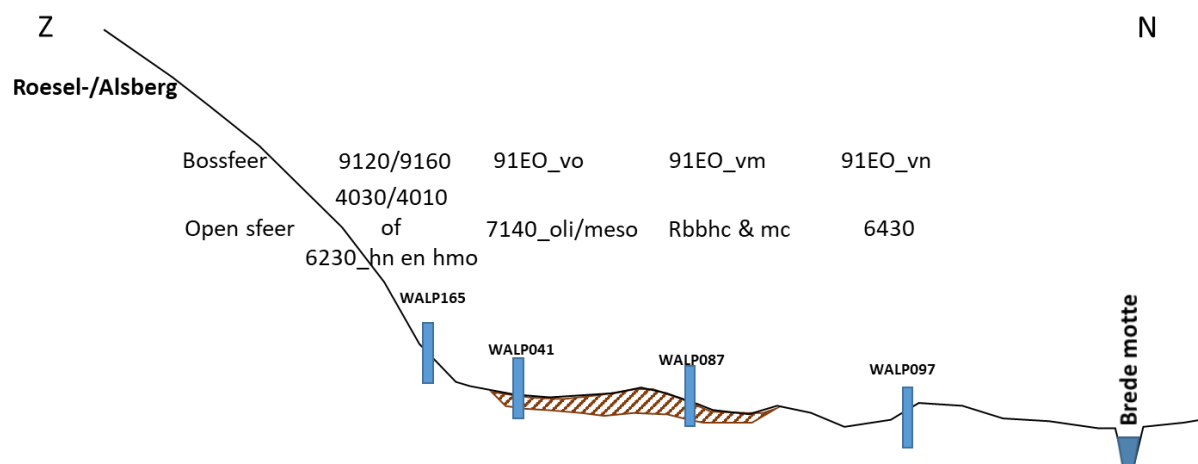
de kwelzones vrij onverdund huishoudelijk afvalwater het gebied in, waar het verdund wordt met grote hoeveelheden uittredend grondwater van goede kwaliteit. Dat is ook af te leiden uit de Tabel 54 waarin de 90-percentielwaarden voor zowel nitriet, nitraat ammonium als orthofosfaat zeer laag zijn.

11.3.6 Oppervlaktewater

Gezien de overdominantie van het uittredende grondwater en het zeer kleine beekje aan de noordgrens van het gebied, ontstaan er zo goed als nooit piekafvoeren, en dus geen overstromingen en geen problemen met oppervlaktewater(kwaliteit)

11.3.7 Vegetatiezoning

Op de noordflank van de Roeselberg/Alsberg komt, afhankelijk van de ouderdom van het bos zuurminnend eikenbeukenbos (9120) voor dan wel Eikenbeukenbos (9160), soms van het type Milio-Fagetum. Eenmaal afgezak tot in de (eerst) mineraalarme kwelzone zijn fraai ontwikkelde oligotrofe elzen-berkenbroeken (91EO_vo) te vinden. Hier zijn soms hectaren grote veenmostapijten te vinden gedomineerd door *Sphagnum palustre*, *S. fimbriatum*, *S. fallax* en *S. flexuosum*. Normaal gesproken zou men hier veenpakketten mogen verwachten. Deze zijn echter weggegraven in het verleden en de resten zijn sterk veraard. De laatste decennia vindt er echter weer opbouw plaats. Ietwat verder naar het noorden (met toenemende invloed van het kalkrijke Brusseliaanwater) gaan die langzaam over in mesotrofe (91EO_vm) tot eutrofe elzenbroeken (91EO_vn) met elementen van kalkmoeras (met soorten als gekleurd fonteinkruid en moeraszoutgras). In de open sfeer wordt dat onderaan de valleiflank droge (4030) tot vochtige heide (4010) of droog (6230_hn) en vochtig heischraal grasland (6230_hmo). Iets verder in de vallei zijn dat opeenvolgend (en afhankelijk van de plaats in de hydrochemische gradiënt) venige heide (7140_oli) of kleine zeggenvegetaties (7140_meso), dottergrasland (rbbhc) en indien de standplaats grote delen van het jaar onder water blijft staan ook grote zeggenvegetaties (rbbmc).



Figuur 412: Schematische vegetatiezoning voor het Walenbos

11.3.8 PAS-relevante hydrologische problemen

- i. Structurele ingrepen: n.v.t.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: sporadisch een klein beetje van huishoudelijk afvalwater maar niet erg betekenisvol



- Met nutriënten aangerijkt grondwater – was een groot probleem (sulfaat) in de jaren 90 van vorige eeuw maar blijkt te zijn opgelost, verder nauwelijks inspoeling van nutriënten
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: JA- was uitermate belangrijk maar vandaag erg beperkt!
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: JA en operationeel maar beperkt

11.3.9 Relevante referenties

Batelaan O., De Smedt F., Huybrechts W. & De Becker P., 1993. Ecohydrologische analyse van een natuurgebied met behulp van hydrogeologische systeemmodellering en geografische informatieverwerking. *Water*, 71: 117-127

De Becker P. & Huybrechts W. 1997. Het Walenbos, ecohydrologische atlas. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, 97/03.

Huybrechts W. & De Becker P. 1994 Dynamische en chemische. Kenmerken van ondiep grondwater in kwelsystemen: Het Walenbos. Instituut voor Natuurbehoud.

De Smedt F. & Batelaan O. 1992 Simulatie van de grondwaterstroming in het gebied rond Walenbos. VUB-Dienst Hydrologie

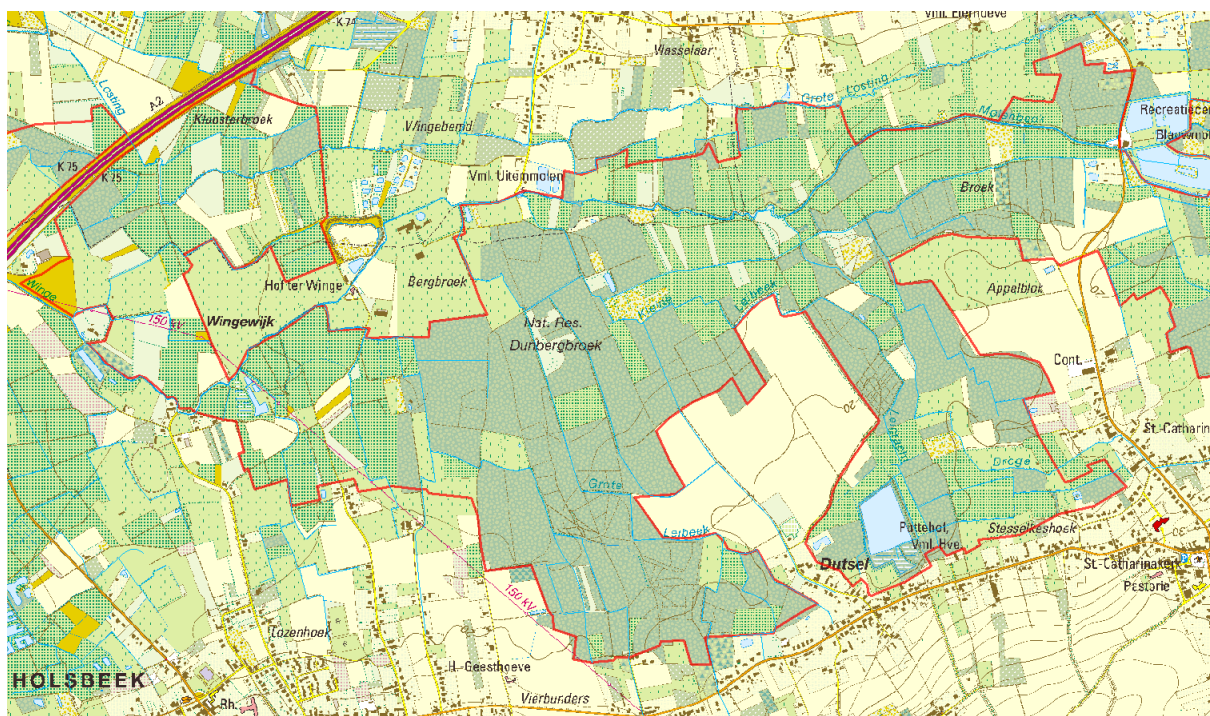
Van Looy K., Saey F. & Hermy M., 1994. Het Walenbos, ontwerpbeheersplan van het staatsnatuurreservaat Rapport, RUGent: 117 pp.



11.4 DUNBERGBROEK BE240012-D

11.4.1 Algemene situering

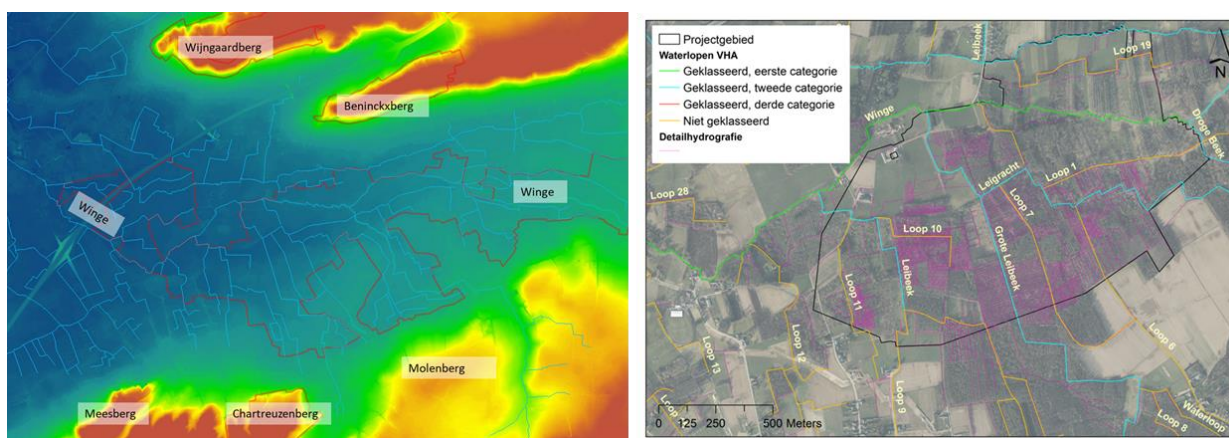
Dunbergbroek maakt deel uit van het SBZ-H-deelgebied “Valleien van de Winge en de Motte met valleihellingen (BE240012)”. Het is gelegen net ten zuiden van de E314 tussen Holsbeek/Kortrijk-Dutsel en Aarschot.



Figuur 413: Algemene situering van het SBZ—H-deelgebied Dunbergbroek

11.4.2 Topografie en Hydrografie

Dunbergbroek ligt in de hier ca. 3 km brede Wingevallei, op de NW-grens van het karakteristieke noord Hagelandse landschap met oostwest georiënteerde heuvelruggen en – dalen. De “vallei” is eigenlijk een brede depressie die wordt geflankeerd door Diestiaanheuvels Beninksberg en Wijngaardberg in het noorden en de Spielberg in het zuiden.



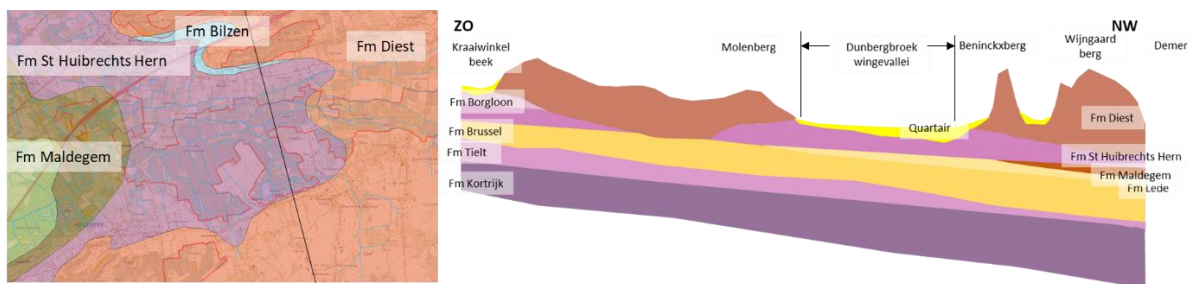
Figuur 414: Algemene topografie in de ruime omgeving van (links) en de belangrijkste waterlopen en detailbegreppeling (rechts uit Van Ballaert et al. 2017) in Dunbergbroek

Het is geen vallei die ontstaan is door erosie van het landschap door het kleine riviertje de Winge. Het is daarentegen een landschap van 'fossiele' zandbanken van de Diestiaanzee ca. 5 miljoen jaar geleden. Vandaar de relatief grote hoogteverschillen tot wel 70 m. Verder vertoont dit gebied alle kenmerken van een alluviale vallei met veel kwel.

De Winge is al van voor de 18^e eeuw kunstmatig in noordelijke richting verlegd uit het diepste deel van de vallei om watermolens mee te kunnen aandrijven. De depressie bestaat uit een vrij complexe detailtopografie waarin tal van drainagekanalen en bijkomende detailbegreppeling werd aangelegd in een poging om het gebied in cultuur te brengen.

11.4.3 Geohydrologie

Dunbergbroek ligt net in een inham van de tertiair geologische afzetting van de formatie van Diest (Figuur 415 links). Op de dwarsdoorsnede van zuidoost naar noordwest is duidelijk te zien dat hier net voor de afzetting van de kleiige zanden van de formatie van Diest, hier een vrij grote geul moet hebben gelegen die later met die zanden van Diest is opgevuld. De kleien van de formaties van Bilzen en Boom, die meer naar het oosten algemeen voorkomen, zijn hier nagenoeg volledig weggeërodeerd, op een klein fragmentje in het noorden van het gebied na. Omwille van de afwezigheid van die kleilaag, is hier sprake van één enkel watervoerend pakket bestaande uit tal van zandige formaties. Onder de kleiige zanden van de formatie van Diest zitten de (eveneens) kleiige zanden van de formatie van St. Huibrechts Hern gevolgd (in de diepte) met mineraalrijke zanden van de formaties van Lede en Brussel en ten slotte de minder mineraalrijke zanden van de formatie van Tielt. Het hydrologische systeem wordt hier onderaan afgesloten door klei van de formatie van Kortrijk.



Figuur 415: Dagzomende tertiaire formaties (links) met indicatie van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van Dunbergbroek.

Het gros van het hier aangevoerde grondwater is afkomstig uit de formatie van St. Huibrechts Hern. Die formatie bestaat uit erg fijne, kleiige zanden (met een hydraulische geleidbaarheid van slechts 5m/dag).

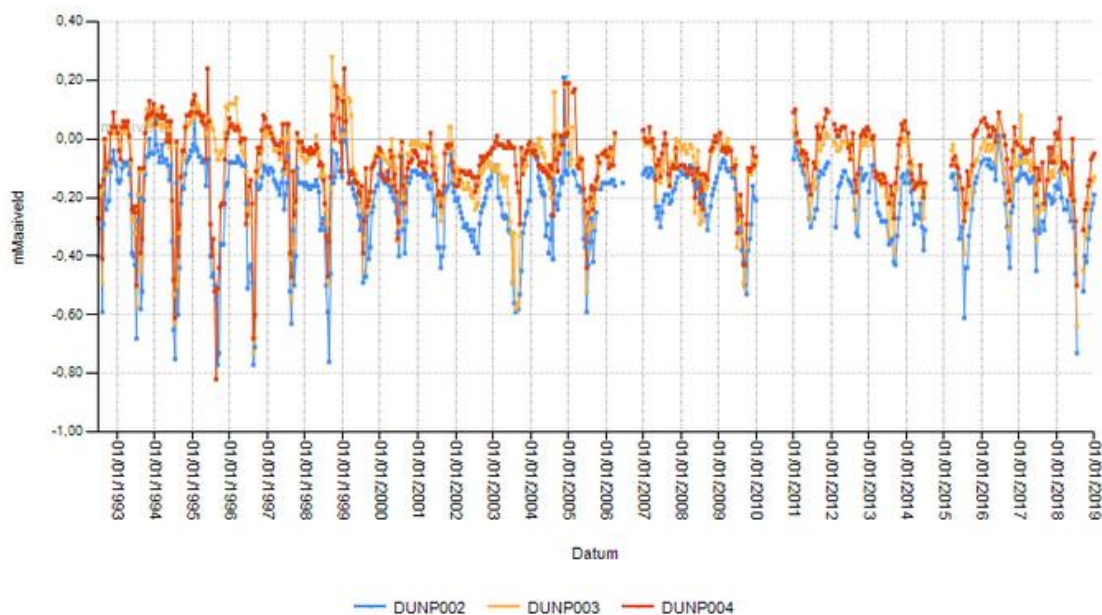
11.4.4 Grondwaterdynamiek

Centraal in het gebied wordt al een paar decennia grondwaterpeilen gemeten (

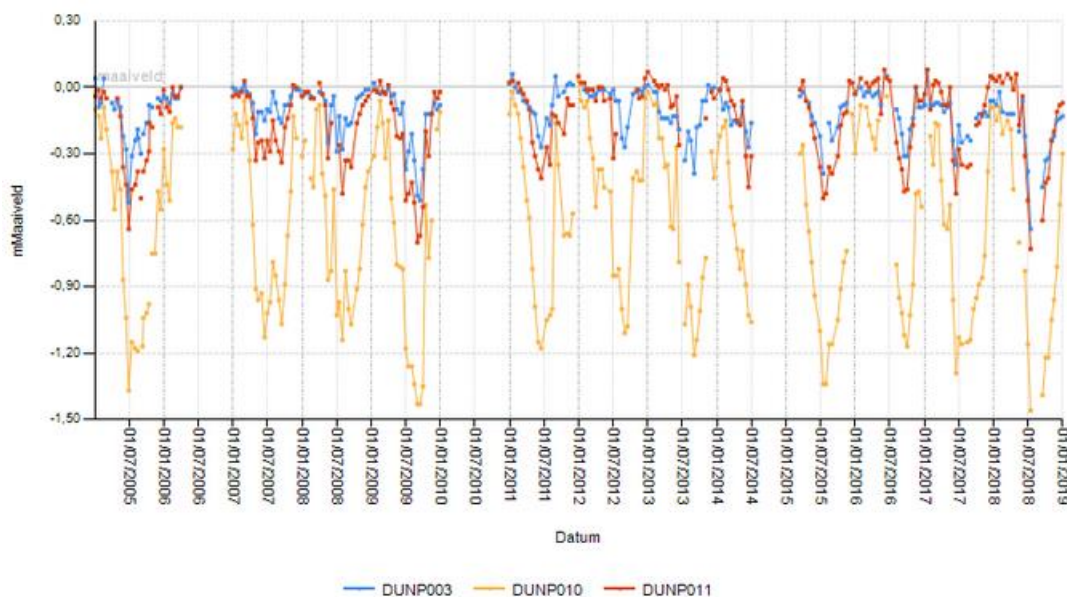
Figuur 416). Daaruit komt duidelijk naar voor dat de amplitude (schommeling op jaarbasis) van het grondwaterregime aan het afnemen is. Dat is toe te schrijven aan het minder rigoureuze onderhouden van het drainagenetwerk sinds halverwege de jaren 90 van vorige eeuw. Begin van de jaren 90 stonden de winterpeilen nog boven maaiveld, om als gevolg van de ruimingen te zakken tot net onder het maaiveld. De zomerpeilen daalden in die periode nagenoeg jaarlijks tot 70-80 cm onder maaiveld (

Figuur 416). Vanaf halverwege de jaren 90 werden de grachten niet meer systematisch uitgediept bij elke ruiming, maar kwam kruidruimen in zwang. Het gevolg daarvan is dat het bodempeil van de (destijds) te diep geruimde grachten, geleidelijk aan ondieper wordt, en de

zomerpeilen stelselmatig minder diep wegzakken. In 2011 is er voor het eerst bever in het gebied terecht gekomen, waardoor de winterpeilen (als gevolg van dammenbouw) weer boven maaiveld uitstijgen.



Figuur 416: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen centraal in Dunbergbroek (diepte t.o.v. maaiveld).



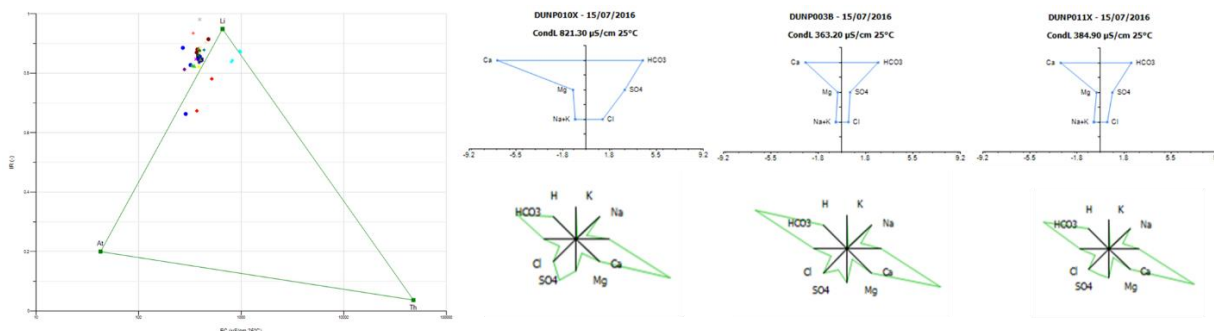
Figuur 417: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen in een Z-N transect (zie Figuur 419) door het Dunbergbroek

Op een 500 meter lang (noord-zuid) dwarstransect doorheen het diepste deel van de oorspronkelijke vallei van de Winge (Figuur 417) vanaf de Winge in het noorden (meetpunt DUNP010) door het diepste punt in de vallei (DUNP003) en weer verder zuidwaarts uit de depressie van de vallei (DUNP013) valt op dat er aanzienlijke verschillen optreden in grondwaterdynamiek op vrij korte afstand.

Tegen de Winge aan ('DUNP010) zijn er vrij aanzienlijke schommelingen in grondwaterpeil op jaarbasis gaande van maaiveldniveau in de winter tot bijna anderhalve meter onder maaiveld in de zomer. Het diepste deel van de vallei (DUNP003) kent winterpeilen gelijk met het maaiveld en zomerpeilen tot maximaal een paar decimeter onder maaiveld. Verder naar het zuiden zakken de peilen wat meer, tot maximaal 60 centimeter onder maaiveld.

11.4.5 Grondwaterchemie

Het kwelwater uit de formatie van St. Huibrechts Hern is duidelijk mineraalrijker dan kwelwater uit de formatie van Diest, maar minder mineraalrijk dan grondwater afkomstig uit de formatie van Brussel. Naar mineralenrijkdom neemt dit water een tussenpositie in.



Figuur 418: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Dunbergbroek

Tabel 55: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in Dunbergbroek. (Periode 2000-2016).

# = 37	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	N-NO3 mg/l	N-NO2 mg/l	N-NH4 mg/l	P-PO4 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
max	990	7,8	280	0,30	0,055	2,50	0,238	260	48,0	24,8	12,0	184,0	15,00	41,90
90-percen	632	7,6	261	0,26	0,015	0,57	0,050	143	36,0	18,4	4,1	106,7	10,47	17,84
mean	436	7,0	171	0,09	0,015	0,26	0,039	59	21,1	11,6	2,4	69,7	5,42	8,31
10-percen	328	6,2	121	0,01	0,009	0,02	0,015	16	13,2	8,5	0,9	42,9	3,16	0,18
min	270	5,6	13	0,01	0,005	0,02	0,015	4	2,3	6,2	0,5	32,8	2,60	0,03

Uit Tabel 55 blijkt dat er een beperkt probleem is met aanrijking van nutriënten via grondwater. De concentraties nitraat stikstof en orthofosfaat fosfor zijn in een zeer beperkt aantal meetlocaties verhoogd; uit de verhoogde sulfaatconcentraties is af te leiden dat er wel degelijk een probleem is met inspoeling van nitraten vanuit het zuidelijke landbouwgebied en mogelijks over vanuit infiltrerend rioleringswater, maar door denitrificatie uit zich dat onder de vorm van soms sterk verhoogde sulfaatconcentraties. Er dient bij gezegd dat al deze chemische analyses dateren van 2016-17. Het probleem is dus met zekerheid nog acuut.

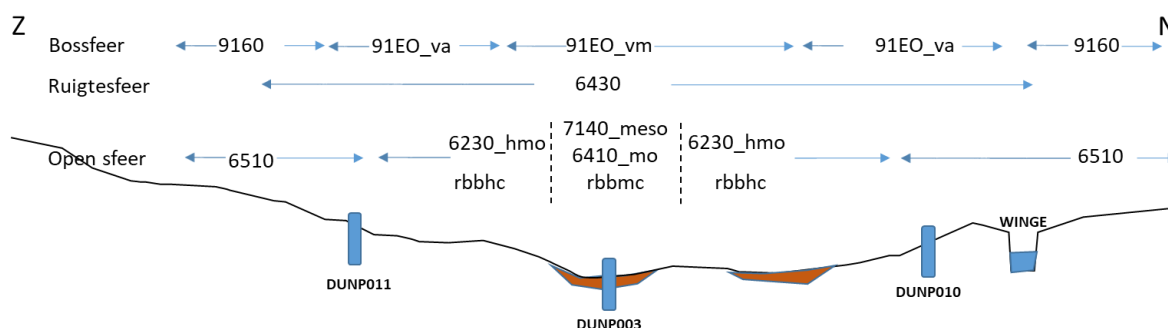
11.4.6 Oppervlaktewater

In dit gebied was gedurende de voorbije decennia de oppervlaktewaterkwaliteit zeker één van de belangrijkste negatieve punten. Het gaat daarbij om lozingen van huishoudelijk afvalwater via grachten vanuit het zuiden, aanvoer van slechte kwaliteit Wingewater en overstorten met de hoge overstortfrequentie. Er wordt op dit ogenblik volop gewerkt aan het collecteren en zuiveren van een belangrijk deel van de vuilvracht die via kleinere waterlopen wordt aangevoerd. Het heeft er echter alle schijn van dat lang niet alle problemen op de korte tot middellange termijn zullen aangepakt worden. Belangrijke stikstof en fosfaatvrachten blijven via oppervlaktewater het gebied binnenstromen en zullen dat naar alle waarschijnlijkheid nog een hele tijd doen. De situatie is te complex om hier kort weer te geven, zie daarom Van Ballaert et al. 2017, §6.1.



11.4.7 Vegetatiezonering

De complexe/subtiële detailtopografie en het feit dat er vermoedelijk slechts op een beperkt gedeelte van de oppervlakte aan intensieve landbouw werd gedaan zorgen ervoor dat de vegetatiezonering hier een tikje ingewikkelder is dan normaal. Dat komt vooral tot uiting in de graslandsfeer. In eerste instantie lijkt de zonering sterk op die van klassiek alluviale valleien, met een zonering van droog naar nat vertrekkend van glanshaver/grote vossenstaart grasland (6510) via dottergrasland (rbbhc) naar grote zeggenvegetaties (rbbmc) in het diepste deel van de vallei. Rietvlakten zijn hier niet aangetroffen omdat in het gebied nog steeds actief ontwaterd wordt. Op de iets drogere donkjes tussen het glanshaver/grote vossenstaartgrasland en de dottergraslanden komen sporadisch vegetatiefragmentjes van vochtige heischrale graslanden (6230_hmo) die soms wat blauwgraslandachtig (6410_mo) aandoen. Dat werd ook destijds beschreven door Dethioux (1960). Echte blauwgraslanden zijn hier niet te vinden geweest, die werden wel aangetroffen in de noordelijker gelegen Demervallei. Door de constantere grondwater tafel met gedempte grondwater tafelschommelingen heeft het er alle schijn van dat hier een evolutie aan de gang is naar Kleine zeggenvegetaties (7140_meso). De Dottergraslanden lijken hier een gevolg te zijn van het draineren van de venige valleigedeelten waardoor wat nutriënten en mineralen worden vrijgezet. De lamentabele oppervlaktewaterkwaliteit draagt daar ook aan bij, zeker nu er bevers in het gebied actief zijn die ervoor zorgen dat in de diepste valleigedeelten de grondwaterpeilen boven maaiveld uitstijgen tot lang in het voorjaar. Dat zorgt niet alleen voor gunstige omstandigheden voor de ontwikkeling van Grote zeggevegetaties maar aan de (drogere) randen daarvan ook voor dottergrasland. Bij het aftoppen van het hoogste grondwaterpeil op het maaiveld (en niet erboven) lijkt hier kleine zeggevegetatie en (aan de iets drogere randen daarvan) vochtig heischraal grasland in de plaats voor te komen. Dat werd destijds ook beschreven door Verlinden et al. (1982)



Figuur 419: Schematische vegetatiezonering voor het SBZ-H-deelgebied van Dunbergbroek.

In de bos en ruigtesfeer is het verschil met klassieke alluviale systemen onbestaande. Met uitzondering van de droogste delen van de vallei wordt hier overal moerasspirearuigte aangetroffen in de ruigtesfeer. In de diepste valleigedeelten begint daar langzamerhand meer riet in te komen waardoor er, bij voortschrijdende vernatting rietruigten zouden kunnen ontstaan.

In de bossfeer gaat het om mesotroof elzenbroek (91EO_vm) in het diepste deel van de vallei, en om alluviaal elzen-vogelkersenbos (91EO_va) aan de randen. Op de droogste valleidelen ontwikkelt eiken-haagbeukenbos (9160) ware het niet dat belangrijke delen daarvan tot recent geëxploiteerd werden als populierenakkers, waardoor de karakteristieke kruidlaag niet tot ontwikkeling kan komen.

11.4.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: De centrale waterloop de Winge is al een paar honderd jaar geleden artificieel verplaatst uit de eigenlijke vallei naar een hoger gelegen locatie. Dat zorgt voor allerlei problemen met ontwatering, maar ook opstuwning van water en lekkage bij piekafvoeren.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: opstuwning vanuit de Dijle en de Winge en slechte afwatering waardoor slechte kwaliteit oppervlaktewater soms lang in het gebied blijft stagneren
 - Vervuild oppervlaktewater: een aantal drainagegrachten die dwars door het gebied lopen, voeren nog grote hoeveelheden huishoudelijk afvalwater mee. Door opstuwning bij overstromingen zetten deze waterlopen het gebied soms langdurig onder water met nutriëntenrijk water
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten via grondwater is beperkt, vermoedelijk grotendeels te danken aan denitrificatie. Er is dus nog wel een latent probleem
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: JA- belangrijk maar ook de artificieel hoge ligging van de Winge (met slechte waterkwaliteit) in het landschap zorgt hier voor problemen
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: JA en operationeel

11.4.9 Relevante referenties

Dethioux M. 1960. Vegetatiekaart van België. 75W, Aarschot. Lebrun J., Noirfalise A., (red.). Brussel: Militair Geografisch Instituut.

Dethioux M. 1960. Vegetatiekaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Aarschot 75W. Centrum voor plantensociologische kartering van België.

Haskoning 2005. Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Winge. Rapport van Haskoning in opdracht van AMINAL, afdeling Water.

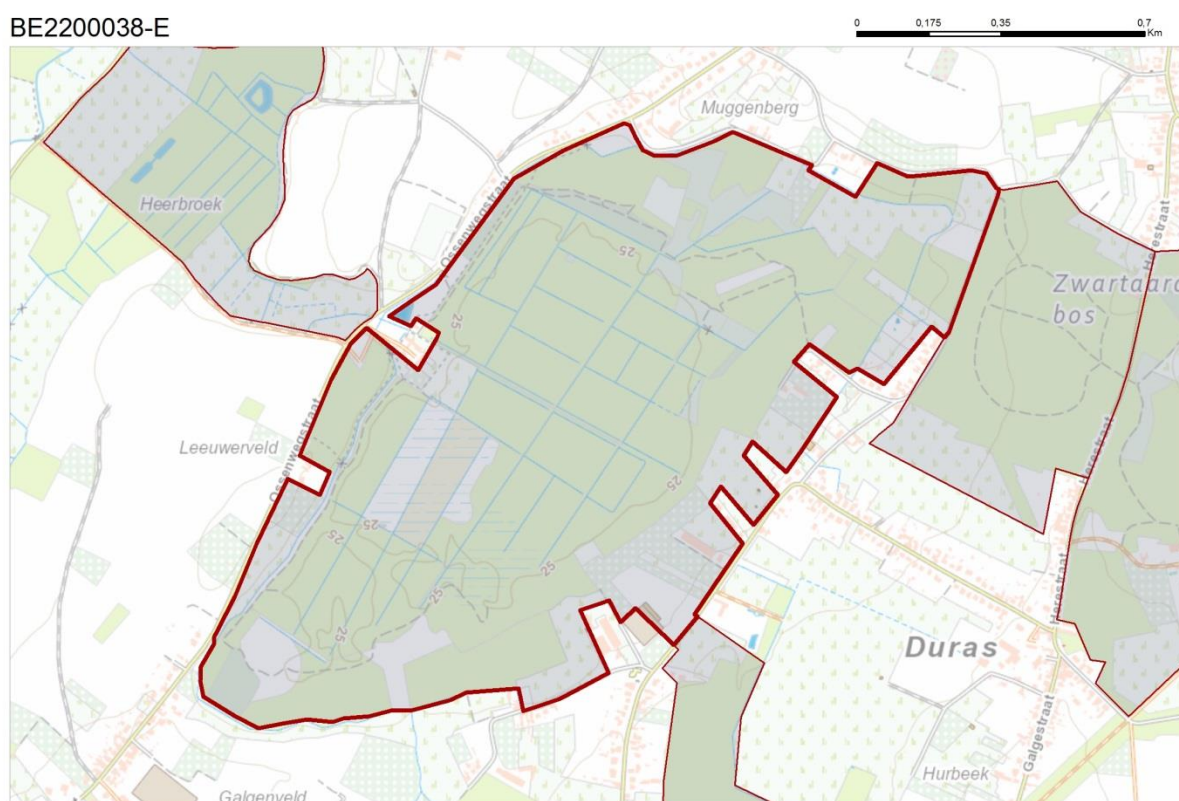
Haskoning 2006. Ecohydrologische studie van de Winge. Eindrapport. 107p.

Van Ballaert, S, De Becker, P. & Herr, C. 2017 Onderzoek naar topografie en hydrografie in het kader van natuurherstel in Dunbergbroek, LIFE Hageland INBO-rapport

11.5 HET VINNE TE ZOUTLEEUW BE2200038-E

11.5.1 Algemene situering

Deze SBZ-deelzone is gelegen in het zuidoosten van de Provincie Vlaams-Brabant, op de grens met de provincie Limburg. Het is een gesloten, vlakke depressie van laat glaciële ouderdom. Na de ijstijden is er veenontwikkeling opgetreden, dat echter werd tenietgedaan door turfongtinning vanaf de 13e eeuw (Muillenders & Gullentops 1969; Gullentops 1981). Vanaf 1841 werd het gebied door permanente bemaling drooggelegd ten voordele van land- en later (1930) bosbouw (Union Allumetières). In 1974 werd het gebied aangekocht door de toenmalige Provincie Brabant (intussen Vlaams-Brabant). In 2004 werd de permanente pompactiviteit stilgelegd en het gebied op vraag van de provincie Vlaams-Brabant en het ANB onder coördinatie van VLM als een ondiep meer hersteld, weliswaar aan een beduidend lager peil dan het historische peil omwille van de intussen te laag in het historische meer gebouwde Vinnehoeve naast het pompgemaal.

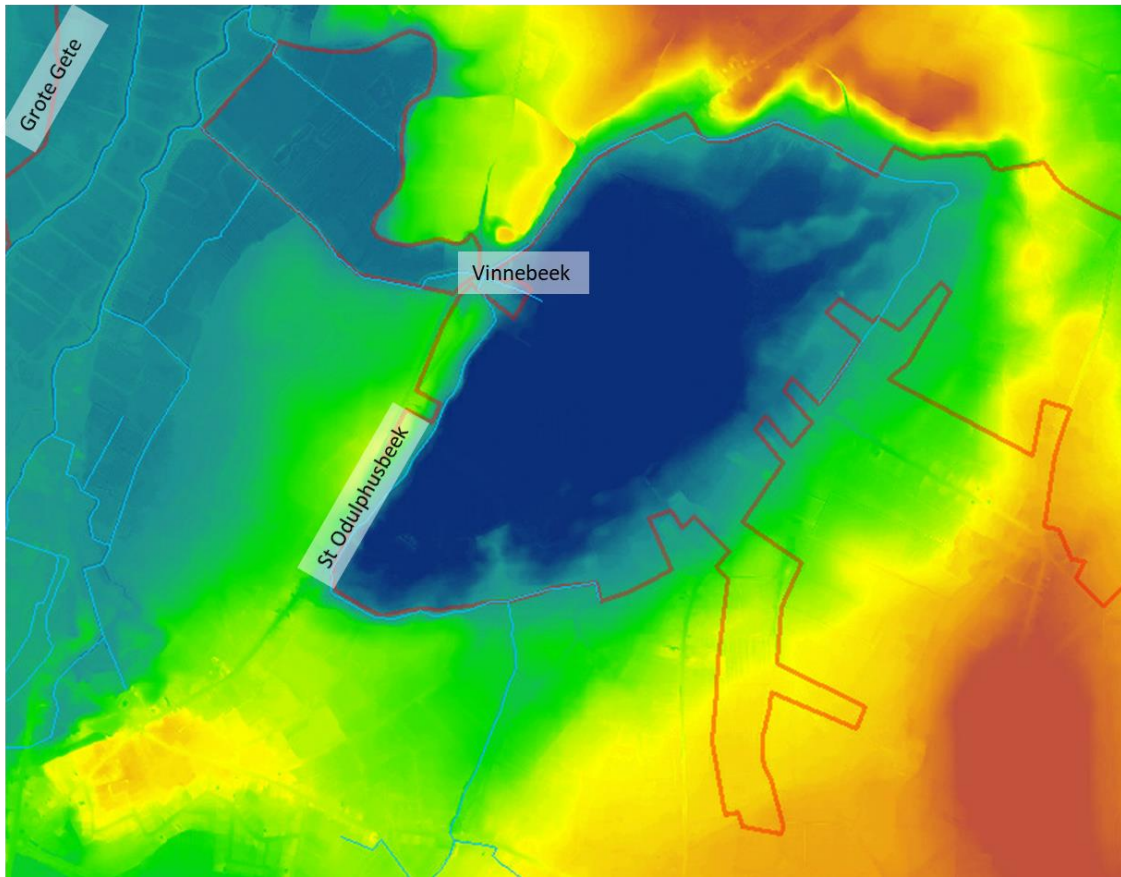


Figuur 420: Algemene situering van de SBZ-H deelzone van het Vinne

11.5.2 Topografie en Hydrografie

Het wateroppervlak van huidige meer is gelegen op een hoogte van ca. 25 m TAW. Het historische peil lag vermoedelijk iets meer dan een meter hoger. Voornamelijk aan de noordzijde maar ook (minder) aan de oost- en zuidzijde loopt de topografie vrij geleidelijk op. Oorspronkelijk mondden de St-Odulphusbeek in het zuiden en de Vinnebeek in het noordoosten in het meer uit. Deze beken werden bij de drooglegging van het meer rondom de depressie omgelegd tussen hoge dijken. De Vinnebeek watert nu, samen met de afvoersloot van het meer, ten westen van het meer af naar de St-Odulphusbeek. De uitstroom van het

grond- en oppervlaktewater blijft als van oudsher verlopen naar de Kleine Gete aan de noordwestrand van het gebied.



Figuur 421: Detailtopografie in de omgeving van het Vinne

11.5.3 Geohydrologie

Het watervoerende pakket in en in de omgeving van het Vinne bestaat uit afzettingen van de kalkrijke zand(steen)afzettingen van de formatie van Hannut en de kalkrijke zandafzettingen van de Formatie van Tienen.

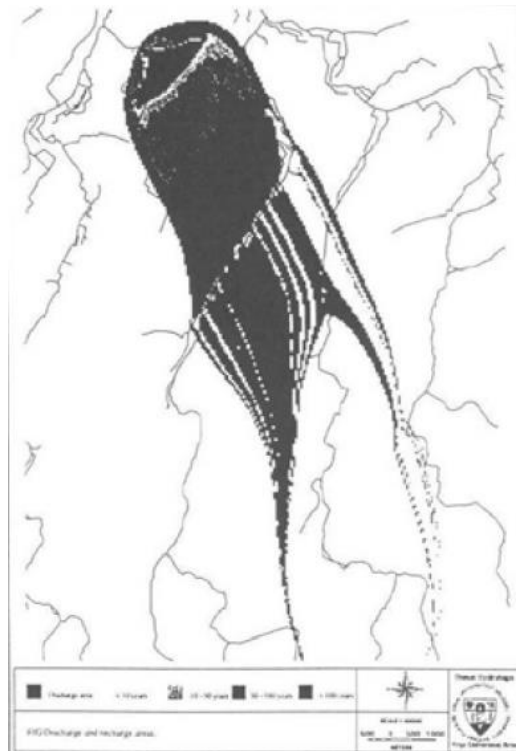


Figuur 422: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van het dwarssectie (rechts) voor het Vinne



Beide formaties samen werden destijds Landeniaan genoemd (Figuur 422). Daaronder zitten nog de mergel en kleiige zanden van de formatie van Heers en nog dieper het krijt. Het hydrologische systeem wordt hier onderaan begrensd door het Cambrium dat hier op een diepte van ruim 150 meter zit.

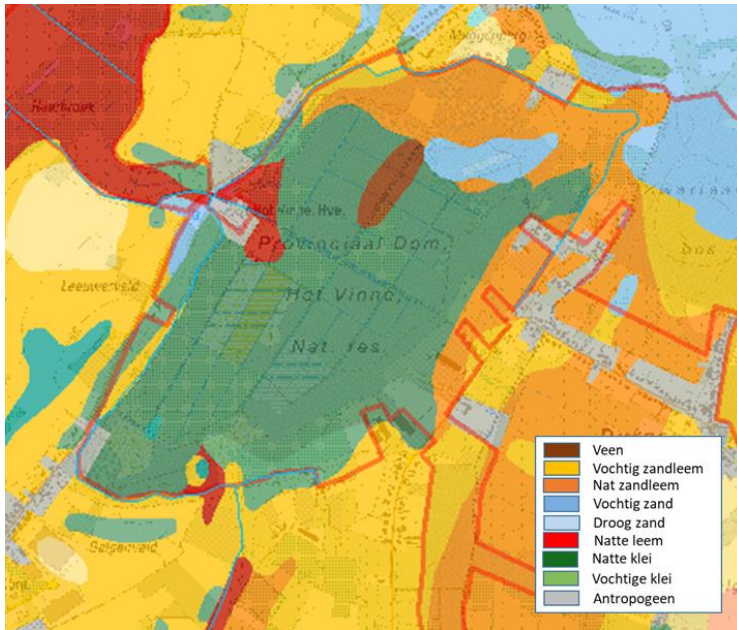
Het Vinne is in zeer belangrijke mate een grondwater gevoed systeem en in beperkte mate uit oppervlaktewater (en nog veel minder uit directe neerslag). Het actuele meer krijgt hoofdzakelijk uitgesproken mineraalrijk grondwater dat komt toegestroomd vanuit uit een infiltratiegebied tot 5-6 km naar het zuidzuidoosten (Figuur 423). Dat is een naar Vlaamse normen 'snel' grondwatersysteem met verblijftijden tot ca. 25-40 jaar.



Figuur 423: Grondwatervoedingsgebied van het Vinne (naar Batelaan & Desmedt 1994)

Een veel beperktere hoeveelheid komt toegestroomd vanuit het noordnoordoosten met grondwater uit de kleiige zanden van de formatie van St. Huibrechts Hern ter hoogte van de Muggenberg. Dat zorgt wel voor een afwijkende kwelzone in het noordoosten van het meer met grondwater en de daarbij horende vegetatie die eerder aan de Kempen of het Hageland doet denken. Dat water is duidelijk veel mineraal armer dan het water uit de formaties van Hannut, Tienen en Heers en zeker in vergelijking met het diepe krijtwater.

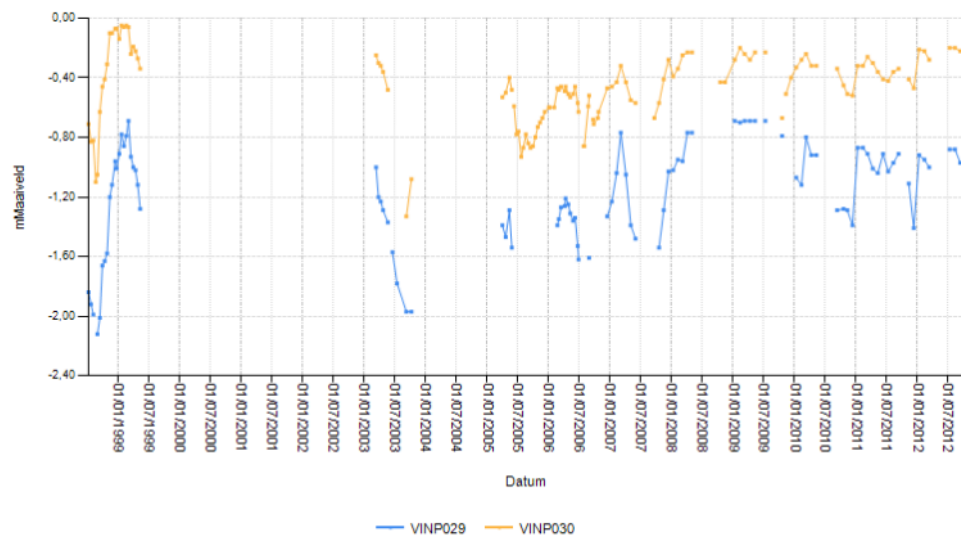
De bodem (Figuur 422 rechts) in het gebied bestaat grotendeels uit vochtige tot natte klei dat zeer rijk is aan organisch materiaal, veen eigenlijk, afkomstig van meer sedimenten en in de NNO hoek ook nat zand en een veenpakketje.



Figuur 424: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied van het Vinne

11.5.4 Grondwaterdynamiek

Over het algemeen zijn de grondwaterafgelschommelingen op jaarbasis afgenomen na het afbouwen van het droog bemalen in 2004. In de Noordoosthoek (onderaan de Muggenberg) treedt er grondwater uit vanuit de formatie van St. Huibrechts Hern en dat zorgt voor vrij kleine grondwaterafgelschommelingen (VINP030). Iets verder weg van de Muggenberg in de richting van het meer worden de schommelingen groter (VINP029)



Figuur 425: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in de NO Hoek van het Vinne (locatie meetpunten zie Figuur 427)

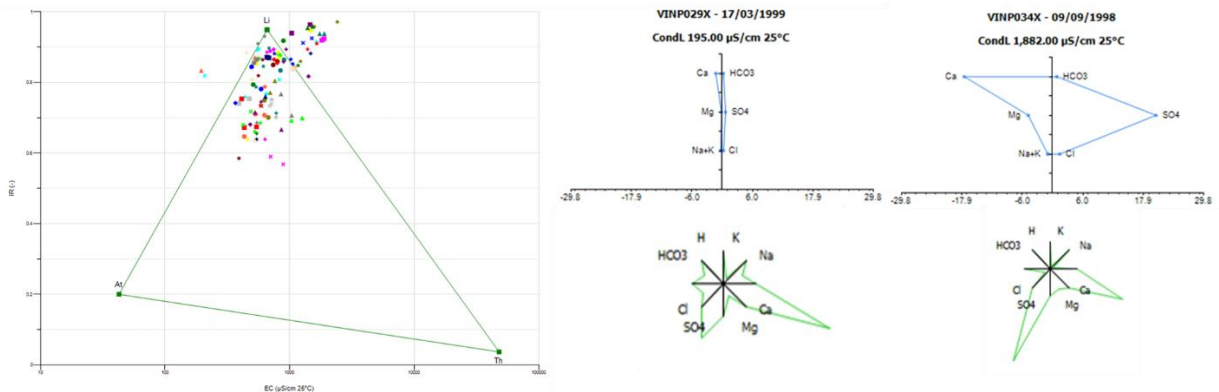
Het meerpeil is min of meer constant. Er wordt nog steeds water weggepompt als het boven een bepaald peil uitstijgt. Dat peil is, zoals gezegd lager dan het vroegere, natuurlijke overlooppeil.

11.5.5 Grondwaterchemie

De grondwatervoeding vanuit de formaties van Hannut en Tienen is bijzonder mineraalrijk. Dat is te merken aan de erg hoge gemiddelde waarde voor de EC₂₅ van meer dan 800 µS/cm (Tabel 56). Echter in het gebied staan nu nagenoeg alle grondwater gevoede terreingedeelten (sinds 2004 terug) onder water met meerwater, wat eigenlijk grotendeels grondwater is dat boven maaiveld uitstijgt. In het noordoosten komt ijzerrijk en duidelijk mineraal armer grondwater aan de oppervlakte uit de formatie van St. Huibrechts Hern. Dat is duidelijk te zien in de lage EC₂₅ waarde voor het meetpunt VINP029 in Figuur 426.

Tabel 56: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Vinne (periode 1999-2016).

# = 119	EC25	pH	HCO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	P-PO ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	2410	7,2	432	12,40	0,161	13,60	0,786	1432	126,0	52,3	29,3	499,0	91,50	90,10
90-percen	1462	6,9	331	0,86	0,014	5,98	0,154	623	59,0	29,0	17,4	272,6	32,58	42,88
mean	817	6,1	149	0,59	0,008	1,70	0,055	244	42,1	20,3	10,0	126,6	15,49	16,36
10-percen	446	5,1	6	0,05	0,005	0,10	0,010	61	22,6	11,4	4,0	49,3	5,53	0,25
min	195	3,8	0	0,02	0,005	0,04	0,010	18	9,0	5,1	0,5	25,5	1,76	0,05



Figuur 426: EC/IR- (links), Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van het Vinne

Nagenoeg het volledige grondwatervoedingsgebied ligt onder gronden met een intensief landbouwgebruik. Er zitten dan ook hoge nutriëntenconcentraties in het grondwater; met name orthofosfaat is een probleem, nitraat en nitriet concentraties vallen vrij goed mee maar de gemiddeld erg hoge sulfaatconcentraties (ook recent nog) wijzen toch op een structureel en groot overbestedingsprobleem in het infiltratiegebied. Via het grondwater komt dat aangerijkt water in het meer terecht en zorgt daar uiteraard voor eutrofiëring van de waterkolom.

11.5.6 Oppervlaktewater

Onder meer in 2008 werd vastgesteld dat er halverwege de zuidoostoever plaatselijk sterk verontreinigd water, wellicht vanuit overvolle mestopslag tanks, in het Vinne sijpelde. Het landgebruik in de ruime omgeving is overwegend intensief agrarisch. Uitspoeling van nutriënten, afspoeling van mest en lozingen van huishoudelijk afvalwater en effluentwater van kleinschalige waterzuiveringsvoorzieningen in drainagegrachten en beken die naar het meer afwateren zijn hier nog steeds een aanzienlijk en structureel nutriëntenprobleem.

Daarnaast werd bij de aanleg van het meer wel de bomen gekapt en afgevoerd, maar het overgrote deel van het kruinhout en strooisel werd om budgettaire redenen ter plaatse gelaten en onder water gezet. Enkel langs de volledige westoever van het meer werd het takhout en strooisel grondig verwijderd. Hierdoor bevindt er zich vrijwel overal in het meer

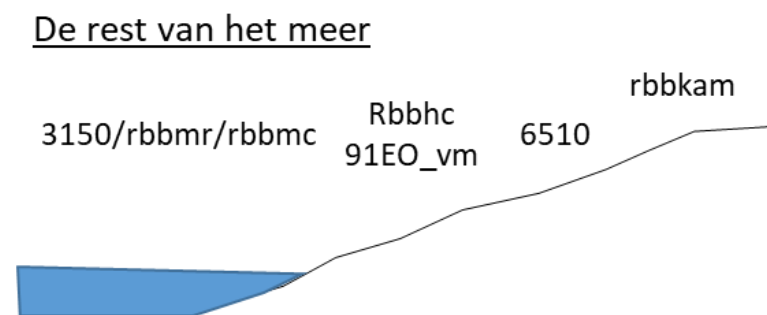
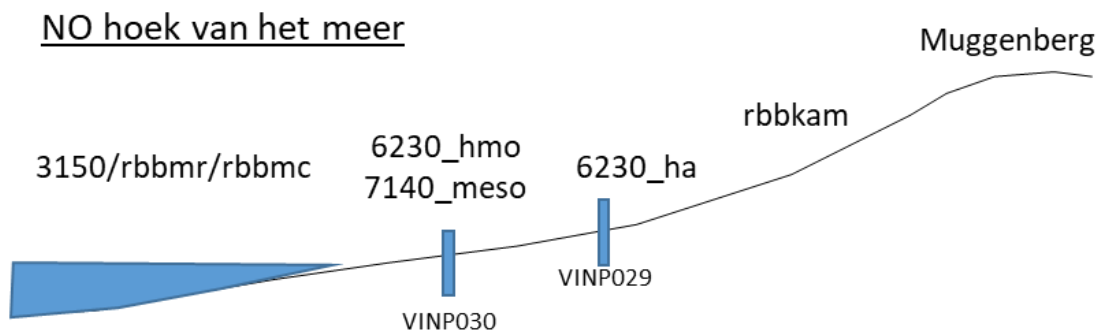


veel dood hout en zijn er zones met opstaande afgestorven bomen. Bij het herstel van het meer in 2004 zorgde dat voor een snelle inname van deze locaties door een omvangrijke kokmeeuwenbroedkolonie van vele honderden broedparen en de zware instroom van nutriënten via uitwerpselen rechtstreeks in de waterkolom. Het niet opruimen van het bladstrooisel en takhout zorgde voor erg nutriëntenrijke omstandigheden in de waterkolom (zie o.a. Louette et al 2008). Aangezien de doorstroomtijd van het groot is (ca. 1 jaar), verdwijnen er niet veel nutriënten, er komen er integendeel steeds meer bij, met name fosfaten accumuleren in het meer. In de zomer van 2019 werd het meer opnieuw leeggepompt om dit nutriëntenrijk materiaal alsnog volledig te verwijderen. Het werk zou in 2020 achter de rug moeten zijn.

11.5.7 Vegetatiezonering

Het herstelde meer kent een matig tot slecht ontwikkelde vegetatie karakteristiek voor van nature eutrofe meren (3150) waarvan grote delen aan het verlanden zijn met rietlandvegetaties (rbbmr) en deels ook grote zeggenvegetaties (rbbmc). Net buiten de oeverzone, in een smalle gordel waar het grondwaterpeil in de zomer niet dieper wegzakt dan 60-70 cm onder het snel oplopende maaiveld komt sporadisch een smalle zoom dottergrasland (rbbhc) voor. Waar er niet beheerd wordt zijn er resten van mesotroof elzenbroekbos (91EO_meso) te vinden (al dan niet verruigd) of is dat type opnieuw aan het ontwikkelen. Waar de topografie nog verder oploopt (en het grondwater dieper wegzakt in de zomer) zijn op niet bemeste locaties glanshaver-/grote vossenstaartgrasland (6510) te vinden.

Het noordoostelijke deel van het gebied wijkt sterk af van de rest van het gebied omwille van de zandige bodem en het uittreden van mineraalarmer grondwater. Hier zijn kleine vlekken te vinden van vochtig heischraal grasland (6230_hmo), soms zelfs wat fragmenten van kleine zeggevegetaties (7140_meso).



Figuur 427: Schema van de vegetatiezonering voor het Vinne

Meer in de richting van het meer nemen de grondwatertafelschommelingen toe (tot meer dan anderhalve meter diepte in de zomer en 70-80 cm diep in de zomer), hier ontwikkelen zicht



struisgraslanden (6230_ha Waar er niet al te intensieve landbouw grenst aan deze zone zijn soms soortenrijke kamgraslanden (rbbkam) te vinden

Overall rondom het gebied is intensieve landbouw te vinden. De graslanden daar zijn in regel soortenarm (Poo-Lolieta).

11.5.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Tot voor 2004 was het gebied droog bemalen, dat is sterk vermindert waardoor een deel van het historische meer terug hersteld is.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater:
 - Er vinden nog steeds lozingen van huishoudelijk afvalwater plaats naast lozingen van drijfmest, instroom van vervuilde beken. Er is dus nog aanvoer van sterk met nutriënten belanden oppervlaktewater.
 - Door het grotendeels niet grondig opruimen van het takhout en strooisel uit het destijds drooggezette meer voor het weer met grondwater gevuld werd, zijn de in het strooisel aanwezige nutriënten in het water aanwezig gebleven
 - Omwille van het slecht opruimen voor het weer onder water zetten is er een aantal jaren een kokmeeuwenbroedkolonie ontstaan die eveneens grote hoeveelheden nutriënten in het meer aanvoerden.
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten via grondwater is beperkt voor wat stikstof aangaat, vermoedelijk grotendeels te danken aan denitrificatie. Er is dus nog wel een latent probleem wat te merken is aan de hoge sulfaatconcentraties in het grondwater. Ook fosfaat blijft een probleem
- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: n.v.t.
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: één, wel een oud onderzoeksnetwerk maar niet meer operationeel

11.5.9 Relevante referenties

Batelaan O., De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. V.U.B., Instituut voor Natuurbehoud, 74 p.

Bets P.V., 1887. Zoutleeuw. Beschrijving, geschiedenis, instellingen. Eerste deel, Tienen, 312 p.

De Wilde M., De Becker P., Huybrechts W. 1999. Ecohydrologische studie van het Vinne te Zoutleeuw. Instituut voor Natuurbehoud

Gullentops F. 1981. Point 11-1: Zoutleeuw. in Fossil periglacial phenomena in NE Belgium, p.354

Louette G., Van Wichelen J., Packet J., Warmoes T., Denys L. 2008. Bepalen van het maximaal en het goed ecologisch potentieel, alsook de huidige toestand voor de zeventien Vlaamse (gewestelijke) waterlichamen die vergelijkbaar zijn met de categorie meren – tweede deel, partim Vinne: Eindrapport studieopdracht VMM.

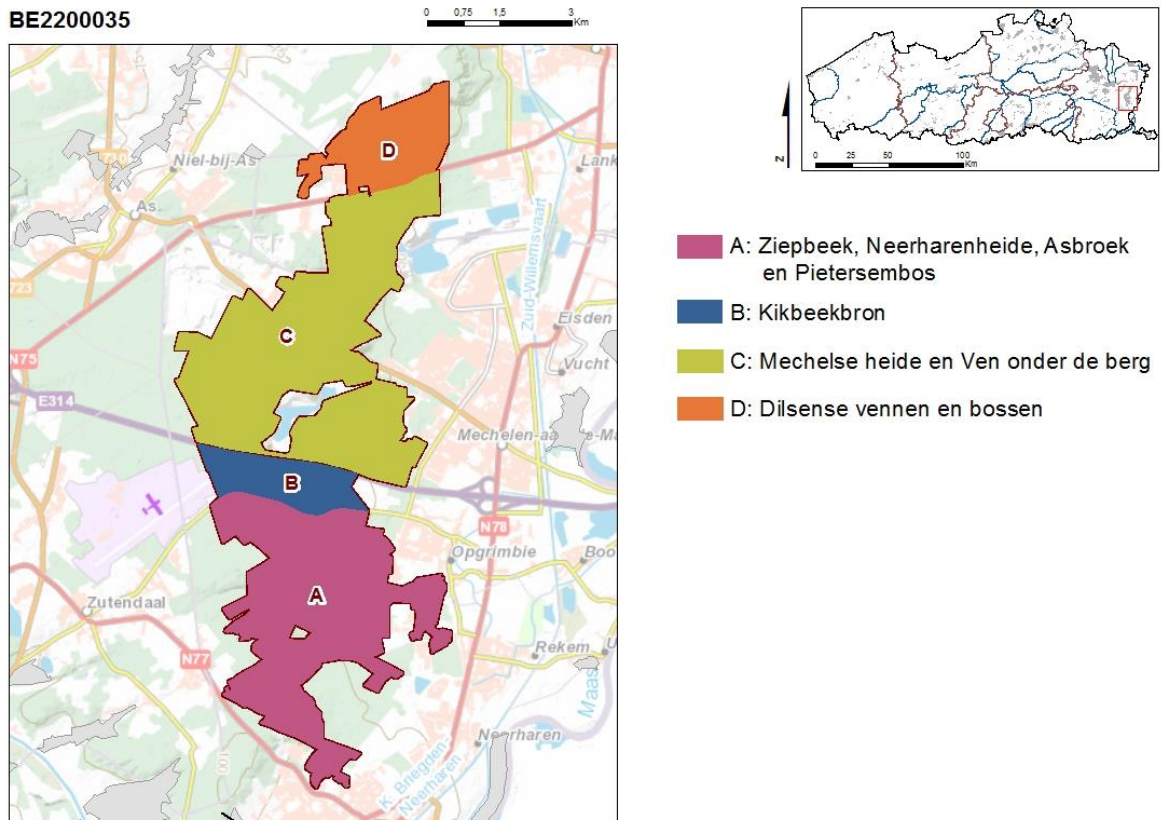
Muillenders W. & Gullentops F. 1969. 'The age of the pingos of Belgium. In: The periglacial environment, past and present, Troy L. & Péwé, Arctic Institute of North America.



11.6 ZIEPBEEK-NEERHARERHEIDE ASBEEK EN PIETERSHEIM BE2200035-A

11.6.1 Algemene situering

De SBZH-deelzone Ziepbekvallei, Neerharenheide, Asbeekvallei, Pietersersheim is gesitueerd op de steile zuidostrand van het Kempisch plateau grenzend aan de huidige maasvallei. Het is het zuidelijke deel van een ruimer aaneengesloten SBZ-H-gebied "Mechelse Heide en vallei van de Ziepbek"

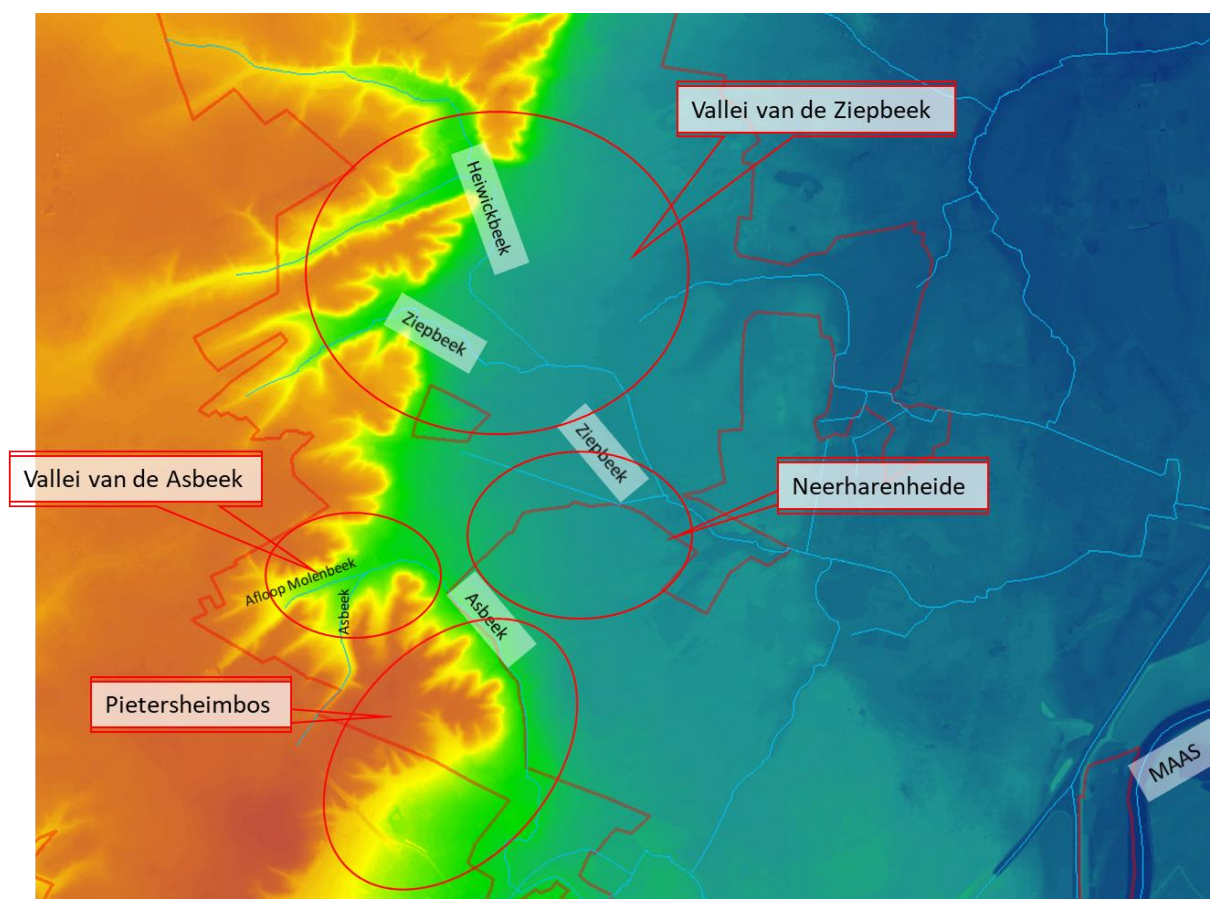


Figuur 428: Situering van de SBZH-deelzone Ziepbek-Neerharenheide, Asbeek en Pietersheim

11.6.2 Topografie en Hydrografie

De topografische niveaunderschillen zijn hier, naar Vlaamse normen, erg uitgesproken met een hoogte van om en bij de 100 meter TAW in het westen (op het Kempisch plateau) en 50 m TAW in het oosten (in de Maasvallei). De steile ooststrand van het Kempisch plateau in combinatie met de nogal complexe geologie, zijn verantwoordelijk voor het heel aparte karakter van dit gebied. De oostelijke flank van het Kempisch plateau is hier sterk ingesneden met smalle beekdalletjes, waardoor ze een diep gekarteld uitzicht heeft (Figuur 429). Van noord naar zuid zijn dat de Heiwickbeek met zijloop, de Ziepbek, en de Asbeek.

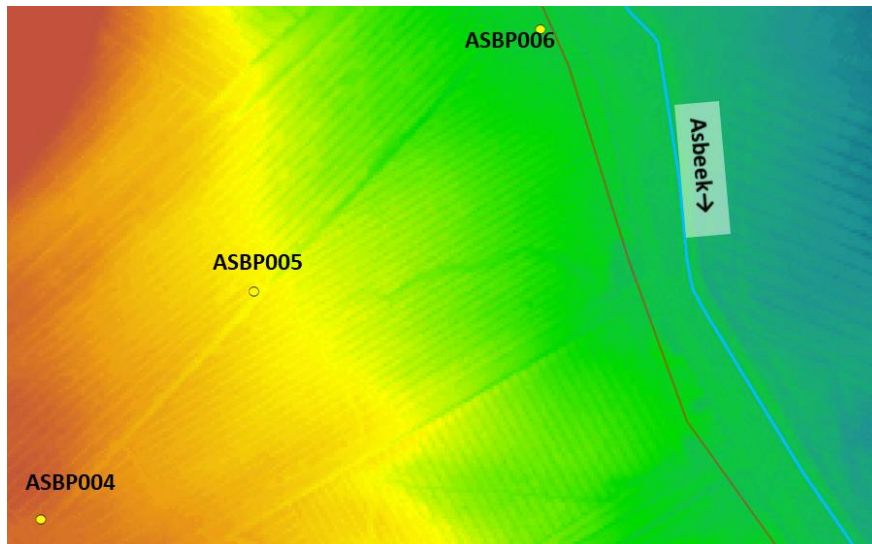
De Heiwickbeek en zijloop wordt in zeer sterke mate negatief beïnvloed door de structurele daling van het freatische grondwaterpeil als gevolg van de ontginning van de zand en grindgroeven tegen de E314. Het debiet en de effectieve bron van de beek zijn flink verlaagd, evenals de grondwaterpeilen in de aanpalende valleien.



Figuur 429: Detailtopografie, waterlopen en in de tekst gebruikte toponiemen in de SBZ-H deelzone van de Ziepbeek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheim

De Ziepbeek ontstaat wel in de oostflank van het Kempisch plateau maar verdwijnt dan opnieuw (infiltrert) in de grindrijke quataire afzettingen die het gebied bedekken. In jaren met een groot neerslagoverschot (of hoge effectieve neerslag) en hoge freatische grondwaterpeilen, stroomt de beek wat verder door in het gebied om wat verder verwijderd van die flank pas te verdwijnen in de bodem. In die zone waar de beek af en toe stroomt, bevoeit ze als het ware de vochtige heide, water sijpelt dan in kleine terreindepressies om ze tijdelijk onder water te zetten.

De Asbeek stroomt enkel in haar brongebied nog haar natuurlijke loop. Het beekje ontspringt in één van die hangende bronniveau's en valt dan als het ware de plateauflank af. Aan de voet van die oostflank van het plateau is ze artificieel verlegd via een uitgegraven kanaaltje dat in zuidelijk richting is gelegd, en volgt daar netjes de rand van de flank. Daarbij wordt het uittredende bronwater van de "hangende bronzone" in het Pietersheimbos (zie § geohydrologie) via talrijke, recht naar beneden gegraven greppels, afgevangen (zie Figuur 430). Daardoor werd die bronzone vakkundig ontwaterd om ze geschikt te maken voor bosbouw. Een groot deel van de Asbeek is dus artificieel en zou zonder regelmatig menselijk ingrijpen eenvoudigweg verdwijnen in de ondergrond. Destijds (voor de artificiële aanleg van de huidige loop) moet het water van de bronnetjes op tal van plaatsen langs de oostflank gewoon bergaf gestroomd hebben om dan een eindje verder opnieuw in de bodem te verdwijnen, net zoals de Ziepbeek vandaag nog doet.

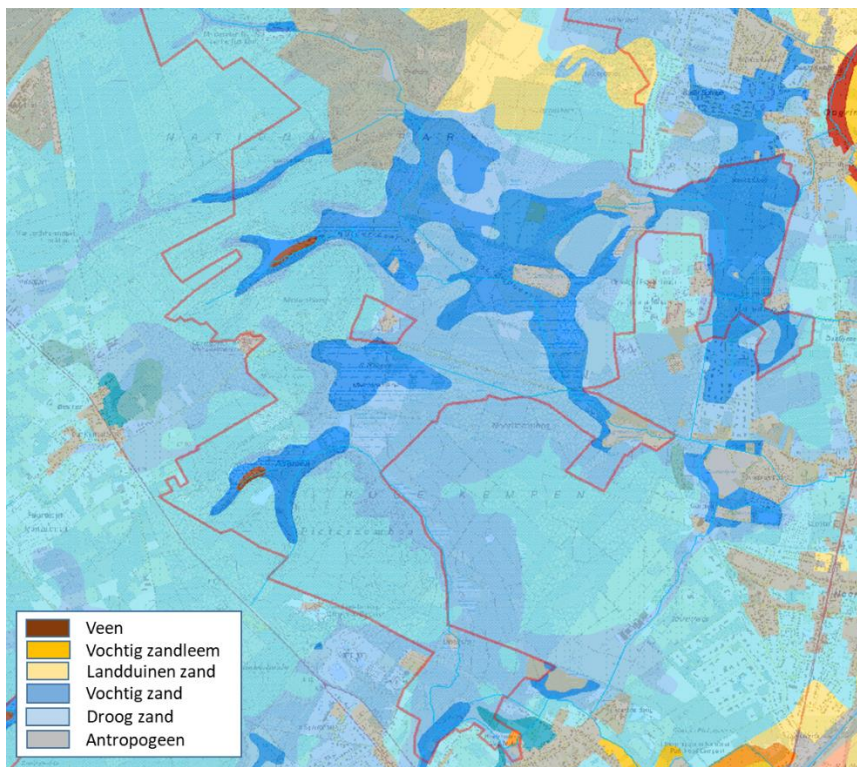


Figuur 430: Detailbegreppeling van de “hangende bronzone in het Pietersheimbos (op basis van DHM-VI II)

De Asbeek is aangelegd/uitgegraven net op de rand van de kleiige afzetting in de ondergrond. Dat werd uitgeboord door INBO in 2006.

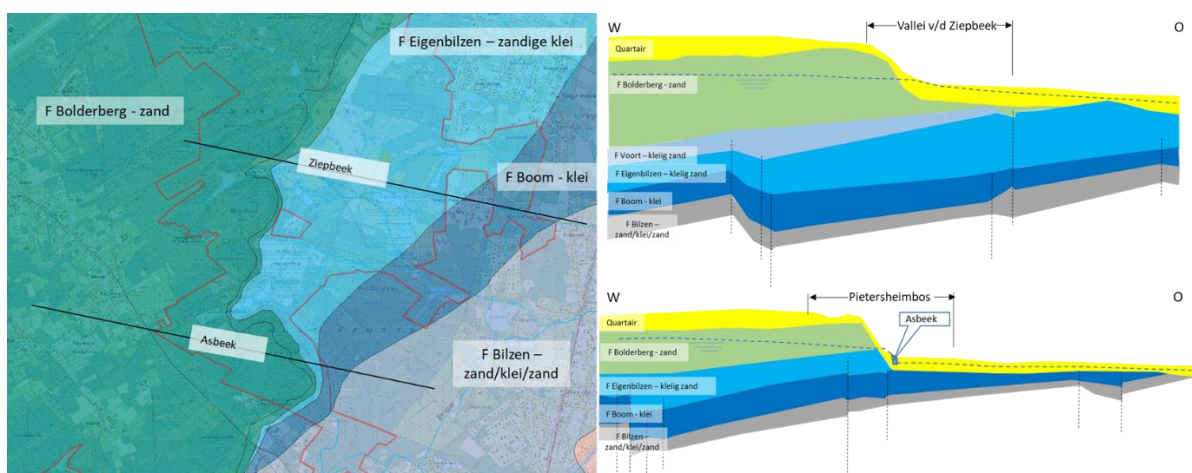
11.6.3 Geohydrologie

De quartaire afzettingen bestaan hier vnl. bestaande zand en grind. Aan het oppervlak uit zich dat in een bodem die nagenoeg uitsluitend uit zand bestaat (Figuur 431). Er zijn een paar vlakjes veen aangeduid, met name in de bovenlopen van de Ziepbeek en de Afloop Molenbeek. In realiteit komen er in nagenoeg elke bronzone veenaccumulaties voor.



Figuur 431: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H-deelgebied vallei van de Ziepbeek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos.

Direct daaronder zit de zandige tertiaire formatie van Bolderberg. Specifiek hier gaat het dan om de fijne grindhoudende zanden van het lid van Genk met daaronder de kleiiger afzetting van het lid van Houthalen. De zanden van de formatie van Bolderberg vormt samen met de quartaire afzettingen één watervoerend pakket. Ze zijn allen in regel (erg) mineraalarm. Daaronder zit er de wat kleiiger afzetting van de formatie van Voort, die onderaan opgevolgd wordt door de kleiige zanden van de formatie van Eigenbilzen en ten slotte de Boomse klei die het hydrologische systeem onderaan begrenst. Opvallend zijn de vele geologische breuken in het gebied, waarvan het effect echter niet tot aan het oppervlak reikt. De tertiair geologische lagen hellen allemaal af in noordwestelijke richting. Dat is de reden waarom de formatie van Eigenbilzen in het zuiden van dit deelgebied dagzoomt halverwege de steilrand van het Kempisch plateau (in de Asbeek en het Pietersheimbos) terwijl die laag ter hoogte van het amper een paar kilometer noordelijker gelegen Neerharenheide en Ziepbeekvallei pas in de Maasvlakte dagzoomt. Het is die kleiige zandlaag die in de Asbeek en Pietersheimbos verantwoordelijk is voor het voorkomen van de 'hangende bronniveau's. Mogelijks treedt het bronwater nog hoger op de helling uit. Met name het lid van Houthalen (is het onderste deel van de formatie van Bolderberg) kan erg kleiig zijn en mogelijks ook verantwoordelijk voor het ontstaan van de hangende bronniveau's. Helemaal duidelijk is dat op dit ogenblik nog niet, maar dat de bronnen ergens halverwege de flank uittreden, staat onmiskenbaar vast. Het water dat hier uitstroomt is mineraalarm grondwater. Met uitzondering van de Asbeek zelf, die een duidelijk debiet heeft doorheen het jaar, is het debiet van de rest van die bronnetjes erg beperkt, maar wel voldoende om te zorgen voor een gestage stroom van wegsijpelend water. Dat wegsijpelend water valt letterlijk van die kleiige lagen af, sijpelt verder langs de flank naar beneden om geleidelijk aan weer in de ondergrond te verdwijnen. Het volume is echter voldoende groot om venige vegetaties te laten ontstaan in de, overigens vrij steile, zone direct onder het bronniveau. Nagenoeg al deze bronnetjes werden in het verleden sterk ontwaterd (intensief begreppeld Figuur 430). De Asbeek is hier, zoals in de voorgaande paragraaf al werd aangegeven, naar het zuiden omgeleid om alle water dat vanuit die hangende bronsystemen wordt weggedraineert, af te voeren. Voor de artificiële verlegging van de Asbeek, zal afhankelijk van het brondebiet en de infiltratiesnelheid van het afsijpelende bronwater, de venige afzetting op de ene plaats uitgestrekter geweest zijn dan op de andere plaats. Vanaf de zone onderaan de oostflank van het Kempisch plateau wordt de topografie met een scherpe knik weer vlakker (de Maasvlakte) en neemt de dikte van de grindhoudende, quartaire lemige zanden in dikte sterk toe.

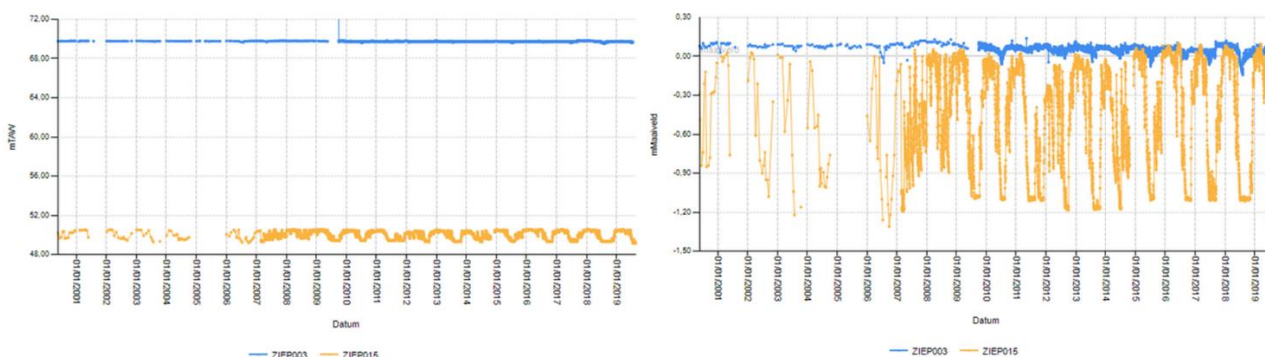


Figuur 432 Dagzomende tertiair geologische afzettingen voor de vallei van Ziepbeek-Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos (links) met aanduiding van de ligging van het dwarstransecten voor de Ziepbeek en de Asbeek (rechts)

Het is die dikke grindige afzetting die ervoor zorgt dat alle grondwater dat op de flank uittreedt, opnieuw infiltreert en ondergronds afstroomt richting Maas. In dit gebied loopt sinds vele jaren een discussie met Nederland omtrent de mogelijks grondwaterpeil verlagende invloed van de Maas die tot in dit SBZ-H-deelgebied zou kunnen doorspelen. Het Grensmaasproject is intussen grotendeels uitgevoerd. Omdat de complexe geologische situatie net in de grondwaterafhankelijke delen van de dit SBZ-H-deelgebied niet helemaal tot in detail uitgeklaard en begrepen is, wordt zowel het Maaspeil als het grondwaterregime in een ruime zone rond de rivier, in de vallei en tot in het aanpalende SBZ-gebied gemonitord en gerapporteerd via internationale afspraken. Om geen onvoorziene risico's te lopen met negatieve effecten op het grondwaterregime in dit SBZ-H-deelgebied als gevolg van de nog steeds verder gaande ontgrindigen in de Maasvallei aan Nederlandse zijde, werden omstreeks 2005 grinddrempels in de Maas aangebracht. Het Maaspeil is immers al vele decennia aan het dalen, waardoor de grondwaterpeilen in de vallei gestaag gedaald zijn. Er wordt vermoed dat de drainerende impact daarvan zich voorbij de grenzen van de alluviale vlakte uitrekt, tot in dit en andere SBZ-H-deelgebieden. De gestaag dalende Maaspeilen zijn enerzijds het gevolg van de ontgrindingen in de Maasvallei aan weerszijden van de rivier. Die ontgrindingen hebben in het verleden plaatsgevonden in de alluviale vlakte van de Maas aan weerszijden van de landsgrens. In Vlaanderen zijn de ontgrindingen in de Maasvallei al een hele tijd stopgezet, in Nederland wenst men er nog een tijd mee door te gaan. Anderzijds zorgt het stuwven van de Maas in Wallonië voor het wegvangen van een groot deel van het meegevoerde sediment. Daardoor is er in de rivier een onderverzadiging qua sedimentvracht, waardoor de Maas een erosiever karakter kent tot ver in Nederland. Na het passeren van het laatste stuwvak in Wallonië probeert de rivier immers die onderverzadiging ongedaan te maken door het oppikken van vnl. lemige sedimenten in de bedding, langs de oevers en in de vallei. Het gevolg daarvan is een insnijdende (erosiever) rivier met gestaag dalende grondwaterpeilen omdat de drainagebasis steeds dieper komt te liggen. Beide effecten samen hebben mogelijks gevolgen op de grondwaterpeilen tot ver buiten de vallei van de Maas zelf. Om daar op een georganiseerde manier mee om te gaan, en eventuele excessieve negatieve impact op de Vlaamse SBZ-H-gebieden te vermijden, werd een soort van alarmprocedure afgesproken om die negatieve impact te vermijden.

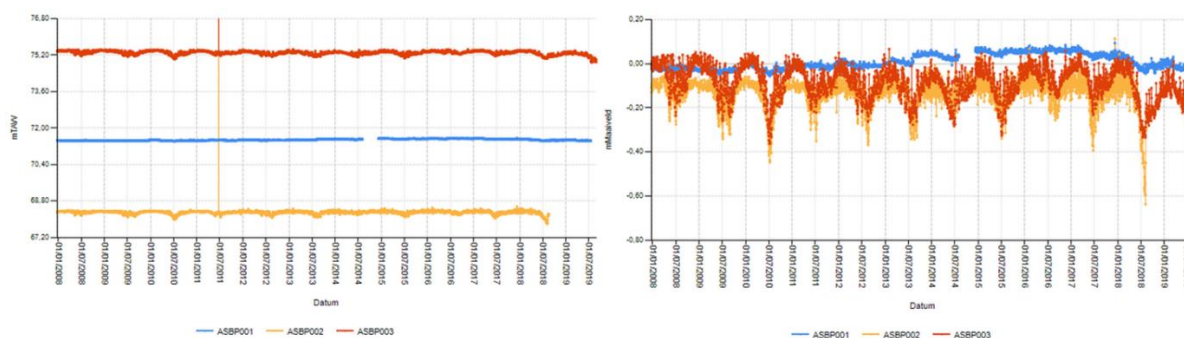
11.6.4 Grondwaterdynamiek

Op de oostflank van het Kempisch plateau treden grote hoeveelheden grondwater uit onder de vorm van diffuse bronnen, die aanleiding hebben gegeven tot het uitslijten van diepe beekdalletjes. Daarin ontwikkelt zich venige heide die her en der kenmerken van hoogveen begint te vertonen.



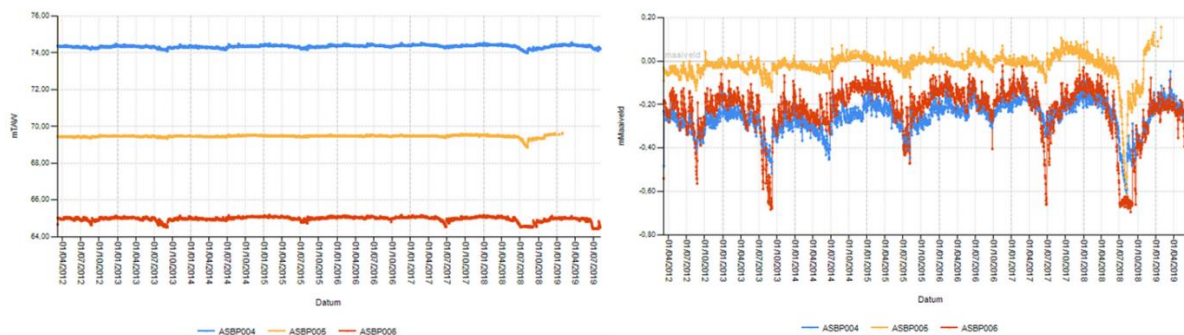
Figuur 433: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in de Ziepbeekvallei (voor schematische locatie peilpunten zie Figuur 438)

Die standplaatsen worden gekenmerkt door uiterst constante grondwatertafels (fluctuaties van een kleine 10 cm doorheen het jaar) vlak bij het maaiveld (ZIEP003) in Figuur 433. Verder verwijderd van de flank, richting Maasvlakte, infiltreert het grondwater weer en nemen de schommelingen sterk toe (ZIEP015). Daar treden schommelingen op van ruim 90 centimeter doorheen het jaar. De vallei van de Asbeek (het natuurlijke, niet verlegde deel dan) is breder en dieper uitgesleten in de plateauflank. Bovenaan de helling (meetpunt ASBP001) in de zone met diffuse bronnen bedragen de schommelingen doorheen het jaar slechts een paar centimeter, ook in de extreem droge jaren 2018-19 is dat het geval (meetpunt ASBP001 in Figuur 434). Wat lager op de helling in het beekdal van de Asbeek treden schommelingen 30-40 cm op jaarbasis met zomerpeilen tot 25-30 cm onder maaiveld (ASBP003). Hier is een licht dalende trend in de metingen waarneembaar. De droge zomer van 2018 laat grotere peilschommelingen en lagere zomerpeilen zien. Vlak naast de Asbeek in het diepste punt van de vallei (ASBP002) is het grondwaterregime nagenoeg vergelijkbaar met net iets grotere schommelingen en in de zomer van 2018 plots erg diepe peilen. Dat was de eerste keer sinds de start van de metingen dat de Asbeek volledig opgedroogd was. Hier is een licht stijgende trend in de peilen te zien, waarschijnlijk als gevolg van het wegvallen van het ruimen van de Asbeek.



Figuur 434: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in het natuurlijke deel de vallei van de Asbeek (schematische locatie peilpunten zie Figuur 440)

In het Pietersheimbos zijn er langs de hele oostflank van het kempisch plateau diffuse bronzones te vinden halverwege die flank. De peilfluctuaties in de bronzone zijn met 20 cm op jaarbasis erg klein (meetpunt ASBP004 in Figuur 435) evenals halverwege de afstand tot de gegraven Asbeek (ASBP005), die hier in feite fungeert als een afvoerkanaal voor drainagewater (naast de afvoer van het debiet van de natuurlijke loop uiteraard).



Figuur 435: Tijdreeksen van stijghoogten (in m TAW links) en peilen (in m t.o.v. maaiveld rechts) van freatisch grondwater in het Pietersheimbos (schematische locatie peilpunten zie Figuur 439)

De enige dip in de tijdreeksen is te zien in de extreme zomer van 2018 wanneer de bronnen compleet droogvielen. Wat verder naar beneden, vlak voor de aansluiting van de drainagegrachten met de Asbeek zijn de schommelingen al groter als gevolg van de toenemende infiltratie van het uitsijpelende bronwater (ASBP006).

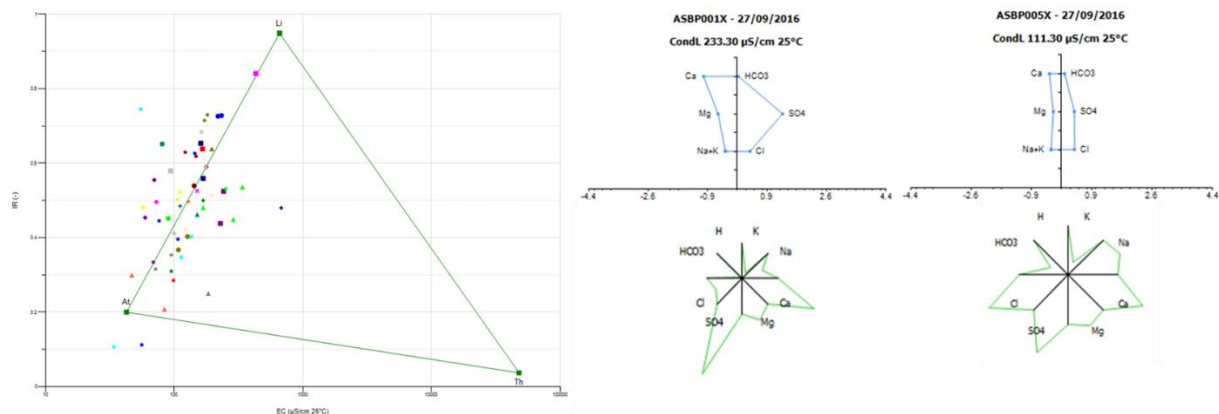
11.6.5 Grondwaterchemie

In het gebied van de Asbeek, Neerharenheide en Ziepbekvallei werden de voorbije jaren (tussen 2000 en 2016 een aantal grondwaterstalen genomen voor chemische analyse. Van nature is het grondwater hier (zeer uitgesproken) mineraalarm en dus zuur. Dat is ook af te leiden uit de gemiddelde waarde voor de EC₂₅ van ca. 150 µS/cm in Tabel 57.

Tabel 57: Samenvattende statistieken van de chemische samenstelling van het freatische grondwater in de vallei van de Ziepbek, Neerharenheide, Asbeek en Pietersheimbos (periode 2000-2016).

# = 59	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	679	7,0	250	8,95	0,181	0,75	0,224	185	34,0	98,7	9,8	53,2	9,47	7,83
90-percen	236	6,2	20	4,77	0,015	0,24	0,046	44	26,6	12,2	4,7	17,0	5,15	5,62
mean	151	5,3	15	1,49	0,020	0,10	0,030	26	13,5	9,2	2,3	9,0	2,91	1,65
10-percen	66	4,6	1	0,01	0,014	0,02	0,015	5	5,0	3,1	0,7	2,1	0,80	0,05
min	34	4,3	1	0,01	0,005	0,01	0,010	2	2,3	1,5	0,2	0,2	0,05	0,02

Op het eerste gezicht een beetje verrassend blijken er zich systematisch (over de hele meetperiode en ook recent nog) verhoogde nitraat- en sulfaatconcentraties aan te dienen in het grondwater. Aangezien er hier niet of nauwelijks sprake is intensieve landbouw in het directe infiltratiegebied van het grondwater, moet de aanrijking van lokale oorsprong zijn. Meer dan waarschijnlijk gaat het hier om invang van atmosferische stikstofdepositie die via stamafvloe in het grondwater terecht komt. Het zijn inderdaad systematisch de hoogst gelegen meetpunten, in de zgn. hangende bronzones die (soms hoge) nitraatconcentraties vertonen

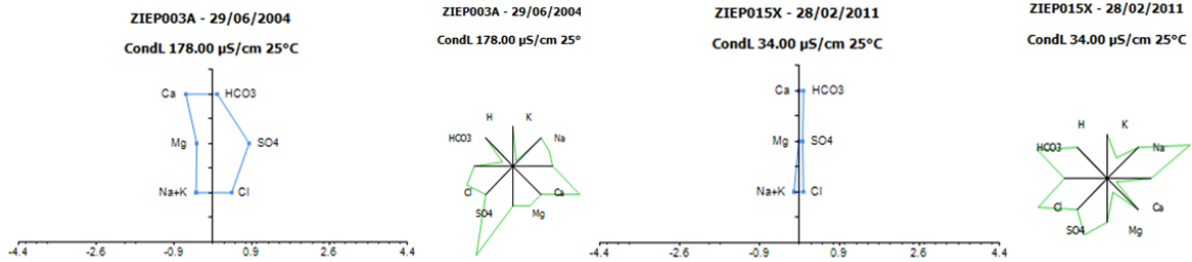


Figuur 436: EC/IR-diagram voor freatisch grondwater voor het SBZ-H-deelgebied van de vallei van de Ziepbek, Asbeek, en Pietersheimbos (links) en Stiff- (boven rechts) & Maucha-diagrammen (onder rechts) van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de Asbeek en Pietersheimbos.

. Ook sulfaatconcentraties zijn in diezelfde zone systematisch verhoogd. Verder (stroomafwaarts) in het gebied zijn de waarden voor zowel nitraat als sulfaat verlaagd tot helemaal verdwenen. Dat moet het gevolg zijn van verdunning met neerslagwater.

Die “zonering” is te zien in de chemische samenstelling van het freatische grondwater doorheen het ganze SBZ-H-deelgebied, zowel voor de vallei van de Ziepbek, als voor Neerharenheide, de Asbeek en de bronzones in Pietersheimbos. In het EC/Ir-diagram (Figuur

436) zit de puntenwolk netjes tussen het atmocliene en het lithocline referentiepunt en neigt lichtjes naar het atmocliene referentiepunt. Dat wijst op het zeer korte verblijf van het grondwater in de ondergrond hier. Het heeft nog een sterk "regenwater"-karakter.



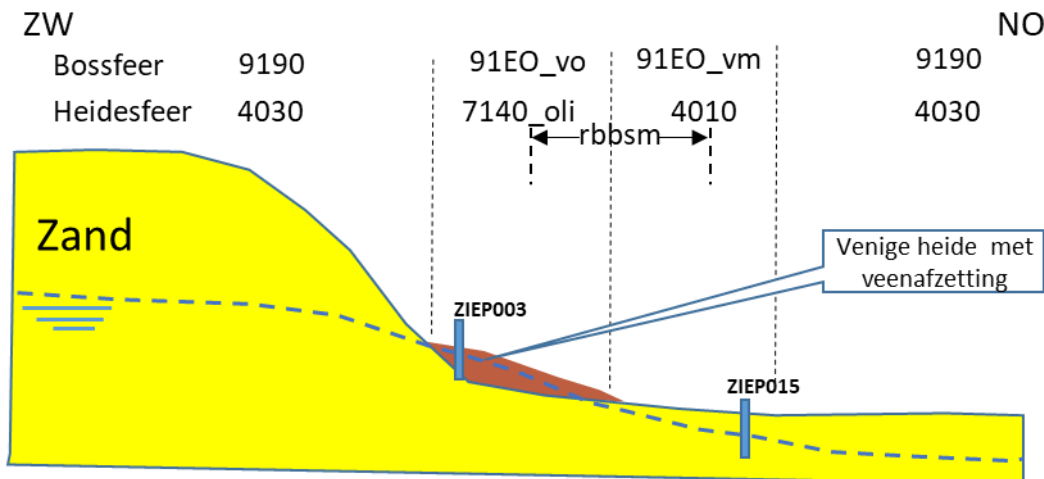
Figuur 437: Stiff- (links) & Maucha (rechts)-diagrammenparen van freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van de vallei van de Ziepbeek

11.6.6 Oppervlaktewater

Is slechts beperkt relevant in dit gebied.

11.6.7 Vegetatiezonering

De bronzones van de vallei van de Heiwickbeek en de Ziepbeek zijn diep in de oostflank van het Kempisch plateau ingesneden. De beken voeren zeker in het winterhalfjaar een duidelijk waarneembaar debiet aan water af. In Neerharenheide is de afvoer van water via beken of gegraven grachten veel minder duidelijk. Er is wel een natte zone waar grondwater uittreedt, maar hier werden in het verleden geen bronbeekjes gevormd waardoor er dus ook geen valleitjes zijn ingesneden in de steilrand. De vallei van de Heiwickbeek is sterk verdroogd omwille van structurele peildalingen als gevolg van de in de noordelijker gelegen zandgroeven.



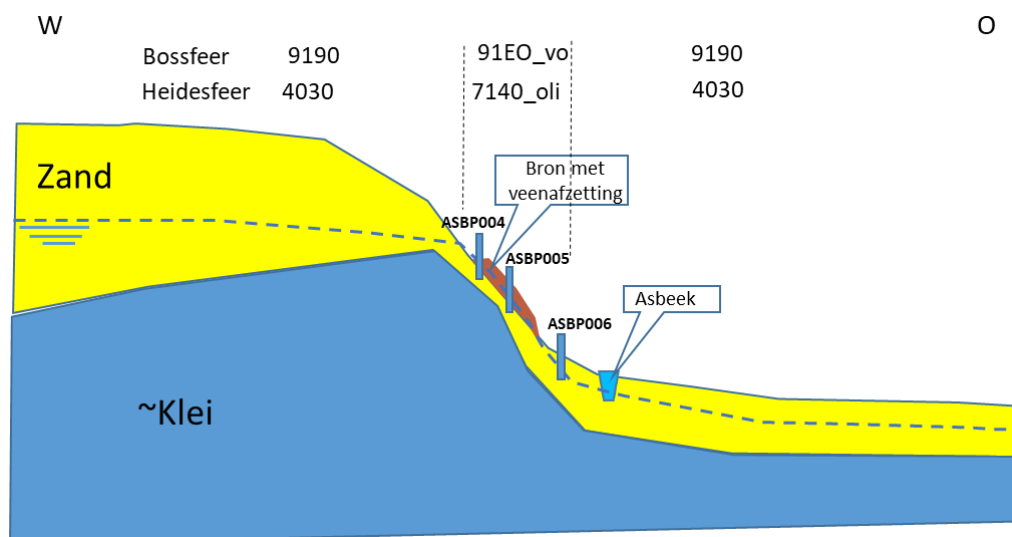
Figuur 438: Schema van de vegetatiezonering voor de Ziepbeekvallei

Op die locaties waar het grondwater uittreedt, is het grondwaterregime erg monotoon, t.t.z. er heerst een constant peil vlak tegen peil (zie bv. meetpunt ZIEP003 in Figuur 433). Hier ontwikkelt venige heide (7140_oli) optimaal met gesloten tapijten van *Sphagnum papillosum*, *S. rubellum/capillifolium*, *S. magellanicum*, kleine veenbes, lavendelheide,.... De vervangende bosgemeenschap is oligotroof Elzen-Berkenbroek (91EO_oli) waarin met name in het bronhoofd van de Ziepbeek veel van het zeldzame *Sphagnum russowii* voorkomt. Verder verwijderd van deze bronzone begint het uitgetreden bronwater weer langzaam te infiltreren. In de vallei van de Ziepbeek voltrekt dit proces zich over een lange afstand. Geleidelijk aan,

met toenemend e afstand tot de steilrand, verandert venige heide in vochtige heide (4010). In die overgangszone komen Gagelstruwelen (rbbsm) voor bovenop de kruidige vegetatie. Met toenemende afstand tot de bronzone komt Gagel in regel eerst bij lage dichtheden voor, vervolgens in dichte struwelen en nog verder verwijderd van de steilrand opnieuw met lage dichtheden. Op nog grotere afstand van de bronzone maakt vochtige heide geleidelijk plaats voor droge heide (4030). Afhankelijk van de hoeveelheid water die uittreedt (en dat is variabel van jaar tot jaar afhankelijk van de effectieve neerslag) loopt het uitgetreden grondwater in sommige (nattere) jaren veel verder de heide in dan in andere (drogere) jaren. Als er erg natte perioden zijn, dan loopt hier en daar de zone met vochtige heide tijdelijk onder water. Dat zijn karakteristiek de plekken waar in de jaren nadien klokjesgentiaan het erg goed doet.

De vervangende bosgemeenschap voor vochtige en droge heide is het eikenberkenbos (9190).

In het Pietersheimbos dagzoomt de klei ongeveer halverwege de valleiflank (Figuur 439) waardoor er "hangende" bronniveau 's ontstaan zijn. Hier is het grondwaterregime opnieuw zeer uniform, t.t.z. een vrijwel constant peil vlak tegen maaiveld. Dat zijn opnieuw ideale omstandigheden voor het accumuleren van veen en de ontwikkeling van venige heide (7140_oli) of oligotroof elzenberkenbroek (91EO_vo). De meeste van deze bronsystemen zijn echter in het verleden (om bosbouwkundige redenen) zeer grondig ontwaterd d.m.v. rabattensystemen (Figuur 430), waardoor er in het beste geval nog wat vochtige heide maar veelal droge heide onder naaldhoutaanplantingen te vinden is. Het uittredende water van die bronnen loopt van de flank af en verdwijnt opnieuw in de ondergrond of wordt weggedraineert richting de hier artificiële omgelegde Asbeek. De standplaats wordt, aan de overzijde van de Asbeek en lager op de helling dan ook plots weer droog waardoor er droge heide (4030) of eikenberkenbos (9190) ontwikkelt. De bossen zijn hier destijds heel dikwijls volgeplant met ofwel naaldhout ofwel exoten zoals Amerikaanse eik en tamme kastanje, waardoor de staat van instandhouding van de potentieel natuurlijke bosvegetatie zeer te wensen overlaat.

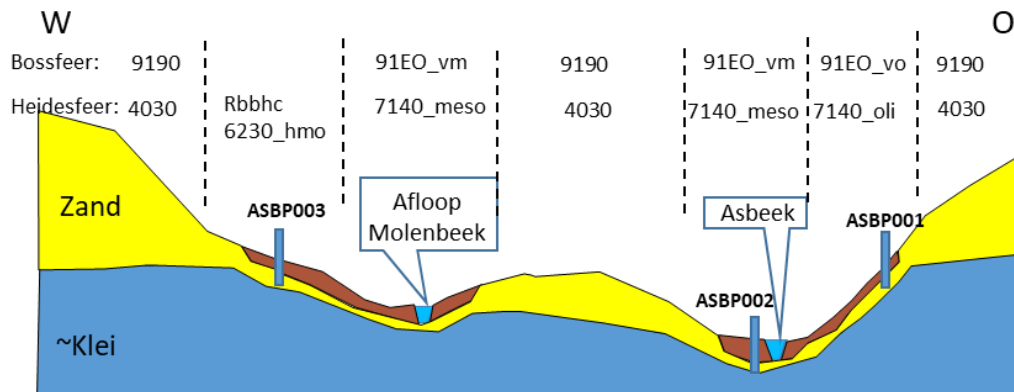


Figuur 439: Schema van de vegetatiezonering voor het Pietersheimbos

In de bovenloop van de Asbeek, waar de beek nog in haar natuurlijke bedding ligt, dagzoomt klei ook nog op de steilrand, hoewel al iets lager dan in het Pietersheimbos. De verschillende tertiair geologische lagen (en dus ook de kleilagen) duiken immers met een lichte helling van ca. 3-4% in noordnoordwestelijke richting naar beneden. Deze zone ligt tussen de vallei van de Ziepbeek en Pietersheim, waardoor het bronniveau niet onderaan de helling ligt (zoals in de



Ziepbeek), ook niet halverwege de helling zoals in Pietersheimbos, maar net tussen die twee niveaus in. De vegetatiezonering hier wordt beschreven en een oostwest doorsnede (Figuur 440) doorheen de zuidwestwest-noordoost georiënteerde bovenloop van de Asbeek en een zijloopje, de zgn. Afloop Molenbeek (waar destijds een waterreservoir lag voor het laten functioneren van een intussen verdwenen watermolen).



Figuur 440: Schema van de vegetatiezonering voor de vallei van de Asbeek (bovenloop)

In beide beekdalletjes is doorheen de tijd flink wat veen geaccumuleerd dat niet altijd op de Belgische bodemkaart ingetekend staat (Figuur 431). In het dalhoofd van de Afloop Molenbeek is doorheen de geschiedenis geprobeerd om dat veen door begreppeling droog te leggen waardoor er een grasland ontstaan is dat vegetatiekundig het midden houdt tussen dotter (rbbhc)/veldrusgrasland(6410_ve) en vochtig heischraal(6230_hmo) ter hoogte van meetpunt ASBP003. Het is vegetatiekundig erg moeilijk te plaatsen, wat vermoedelijk het gevolg is van historisch landgebruik en mogelijks ook het oppervlakkig voorkomen van wat kleiiger (en dus mineraalrijker) materiaal in de bodem. Van nature (op basis van de chemische samenstelling en het regime van het grondwater, bodemtextuur, ...) ontwikkelt zich hier venige heide (7140_oli), zoals ter hoogte van het meetpunt ASBP001 of oligotroof elzenberkenbroek (91EO_vo) in de bronzone. Die zijn meteen ook verantwoordelijk voor de veenaccumulatie, samen met het mesotrofe elzenbroek (91EO_vm) of de vervanggemeenschap in de open sfeer, de kleine zeggevegetaties (7140_meso) wat lager in de vallei. Opvallend hier zijn de fraaie pluimzeggepopulatie ter hoogte van meetpunt ASBP002. Op de drogere terreingedeelten ontwikkelt eikenberkenbos (9190 of droge heide (4030).

11.6.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: door zand- en grindgroeven in het noorden van deze deelzone met de daarmee gepaard gaande structurele regionale daling van het freatisch waterpeil in de aquifer, is de vallei van de Heiwickbeek structureel verdroogd. De mogelijks negatieve impact van de maaspeilverlaging op het grondwatersysteem in dit gebied wordt hier intensief opgevolgd. Er is een alarmprocedure afgesproken.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: meer dan waarschijnlijk niet relevant hier
 - Grondwater – met het grondwater worden op een aantal locaties (in de brongebieden) nutriënten (zowel N als P) meegevoerd, vermoedelijk als gevolg van diffuse lozingen van huishoudelijk afvalwater (beerputten van individuele

verspreide bewoning) en mogelijks ook via captatie van atmosferische depositie. De omvang van de problemen is echter beperkt.

- iii. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- iv. Lokale drainage: Vanaf de zuidflank van de Asbeekvallei tot over de hele plateauflank waarop Pietersheimbos is gelegen werd een uitgebreid en dicht drainagenetwerk aangelegd om de flank structureel te ontwateren. Dat is gelukt. De Asbeek die hier onderaan de flank loopt is artificieel aangelegd om al dat water te capteren. Het drainagenetwerk wordt al lang niet meer onderhouden, maar werkt nog wel effectief omwille van de grote topografische gradiënt
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, en operationeel

11.6.9 Relevante referenties

De Becker P. 2010 Advies Pietersheim en Asbeek drainage van de bronsystemen.

Haskoning 2004. Ecohydrologisch onderzoek van Ziepbeekvallei - eindrapport

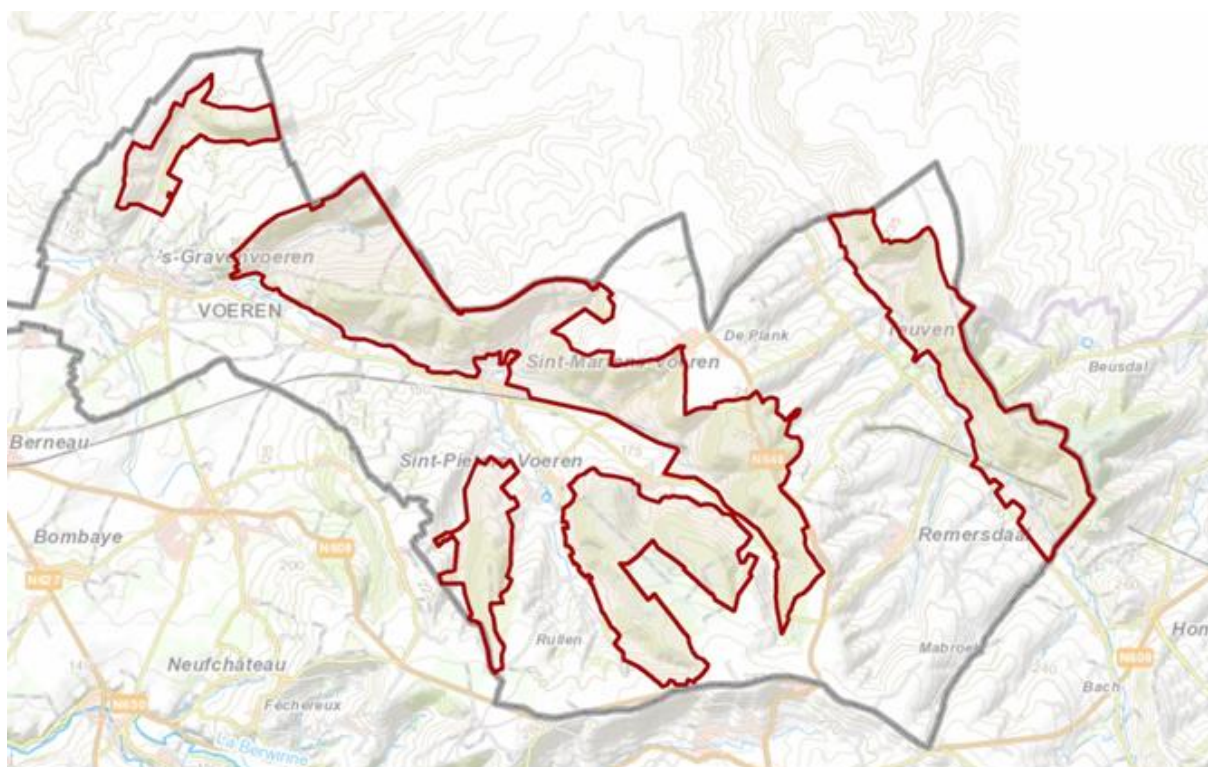
Vermulst J.A.P.H. 2004. Statistische analyse bestaande peilbuizen Ziepbeekvallei en Ven onder de Berg. Eindrapport



11.7 VOEREN BE2200039-B

11.7.1 Algemene situering

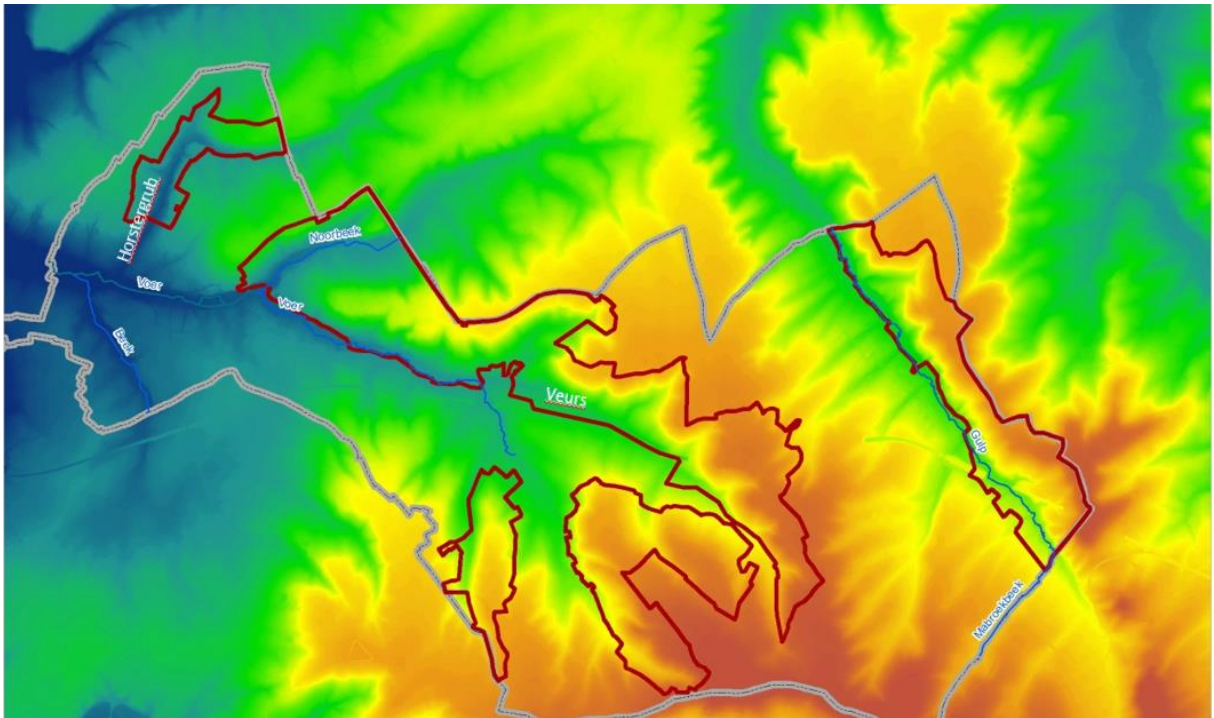
Deze deelzone is gelegen het enige Vlaamse eiland (territoriaal gesproken dan wel) ten oosten van de Maas en bevat alle deelgebieden op grondgebied Voeren, met uitzondering van het SBZ-H-deelgebied van de Berwijn (BE2200039-A), dat een alluviaal beekdal is. Het gebied ligt geprangd tussen twee landschappelijk sterk gelijkaardige regio's: in het noorden ligt het zuidelijkste deel van het Nederlandse Zuid-Limburg ofte het Mergelland en in het zuiden het (Waalse) land van Herve.



Figuur 441: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Voeren

11.7.2 Topografie en Hydrografie

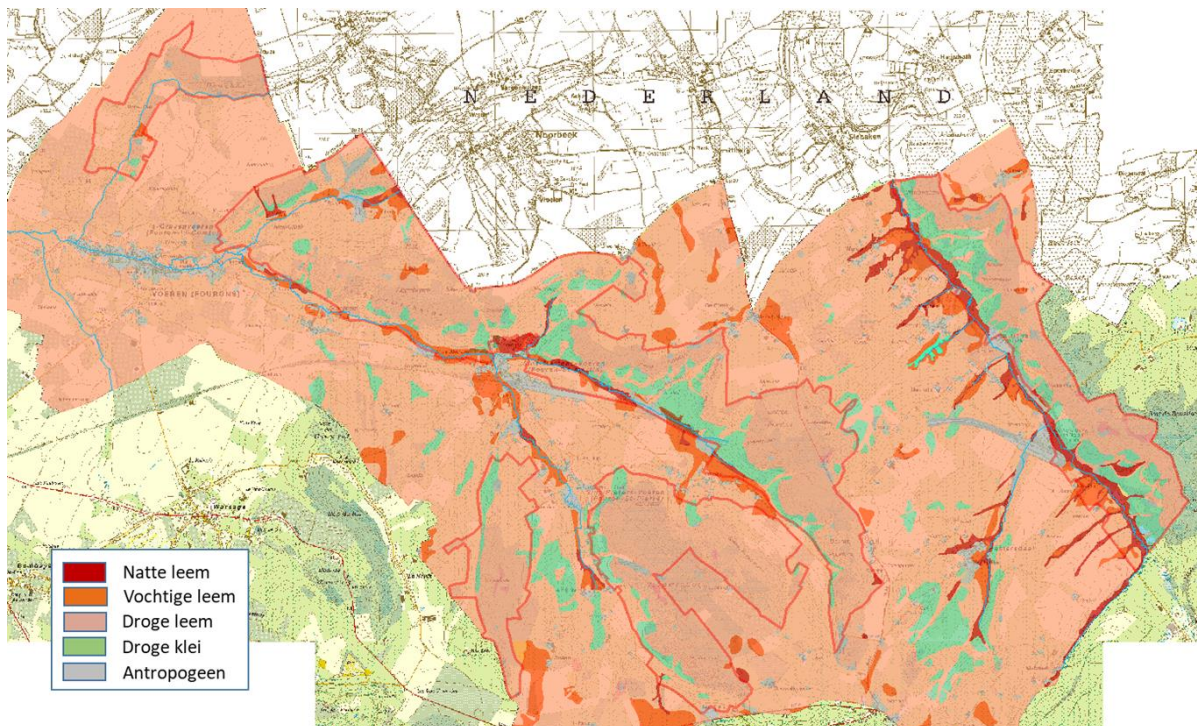
De verschillende SBZ-H-fragmenten die samen de deelzone Voeren uitmaken liggen grotendeels op de valleiflanken en in delen van de valleien van de Voer, de Veurs, de Horstergrub, de Noorbeek en de Gulp. Hier en daar zijn er ook grote delen van de interfluvia mee in opgenomen. De ondergrond bestaat hier nagenoeg volledig uit mergel. Dat is een mengsel van max 30% klei en/of leem en de rest is krijt. Dat is vrij goed water geleidend, maar op plaatsen waar de hellingen steil zijn en het percentage klei/leem hoog treedt regelmatig erosie met modderstromen op. Dat is met name het geval in de delen van de Voervallei die grotendeels onder akkerbouw zitten, maar ook in de Noorbeek- en Horstergrubvallei. In de Veursvallei en in de vallei van de Gulp is dat minder opvallend. Omwille van de regelmatig optredende piekafvoeren wordt gestudeerd op de inplanting van een aantal wachtbekkens in de Voervallei tussen St. Martens Voeren en Voeren.



Figuur 442: Detailtopografie voor de SBZ-H deelzone Voeren

11.7.3 Geohydrologie

De bodem bestaat hier volledig uit leem en klei, zand wordt hier eenvoudigweg niet aangetroffen. Het quartaire dek is hier uitgesproken dun en is op tal van plaatsen (aan steilranden) echter afwezig.

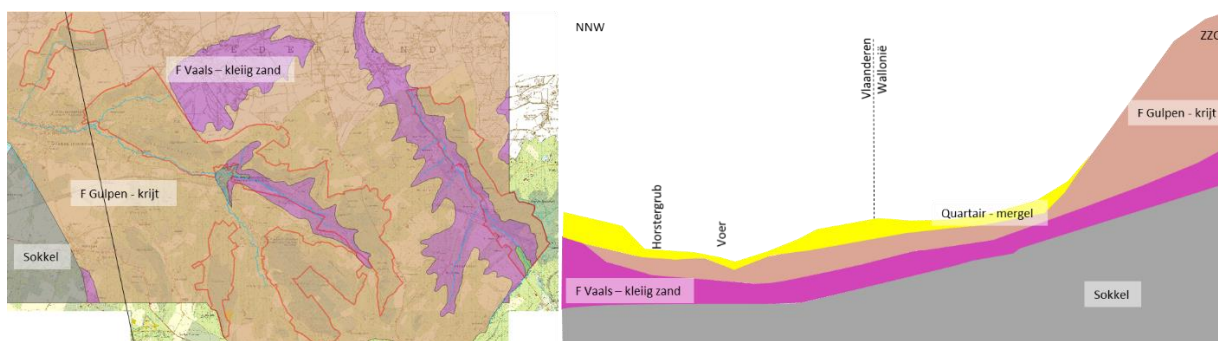


Figuur 443: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied van Voeren

Daar dagzomen de oudste geologische lagen van Vlaanderen (daterend uit het secundair). De krijtafzetting van de formatie van Gulpen (eenheid van Hallembaye) ligt bovenaan. Ze bestaat uit wit krijt met aan de top flink wat diepe barsten en spleten, ontstaan uit verwerking van deze laag. Daaronder zit het kleihoudend zand van de formatie van Vaals (ook wel Vaalser groenzand genoemd). Naast klei en zand zitten daar nogal wat kalknollen en glauconiet in. De formatie is kleiiger in het westen en (bijgevolg) zandiger in het oosten. Voeren mag beschouwd worden als de westrand van deze afzetting. Ze kan hier als weinig watervoerend (aquitard) beschouwd worden. Over een ruimere regio (naar het zuiden en het oosten) worden beide formaties samen (Gulpen en Vaals) beschouwd als één freatisch watervoerend pakket. Daaronder zit het harde gesteente van de primaire sokkel.

Hier in Voeren kan gesteld worden dat het watervoerend pakket hoofdzakelijk bestaat uit het krijt van Gulpen. Gezien de hoge hydraulische geleidbaarheid van het krijt (variërend afhankelijk van de hoeveelheid en de richting van de barsten en spleten), en de helling in noordelijke richting is het meer dan aannemelijk dat een groot deel van de aanvoer van het grondwater afkomstig is vanuit de landbouwgebieden van het noordelijke deel van het Land van Herve.

In het oosten van Voeren (omgeving van Noorbeek NI, het dalhoofd van de Veurs en het dal van de Gulp) is de krijtafzetting afwezig (weggeërodeerd). De (iets minder geleidende) formatie van Vaals ligt daar aan het oppervlak. Dat zijn meteen ook de plaatsen waar bronnen moeten gezocht worden. Het uittredend water is afkomstig uit het krijt. Waar het beekdal door het krijt geërodeerd is en de bovenzijde net boven de valleivloer dagzoomt, treedt bronwater uit.



Figuur 444: Dagzomende geologische afzettingen in het SBZ-H-deelgebied van de Voerstreek (links) met aanduiding van de ligging van het dwarssect (rechts)

11.7.4 Grondwaterdynamiek

Momenteel beschikken we niet over goede tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen in deze SBZ-H-deelzone. Er kan bijgevolg niets onderbouwd verteld worden over eventuele verdroging/vernatting.

11.7.5 Grondwaterchemie

Voor de SBZ-H-deelzone van Voeren zijn er geen grondwatermonitoringgegevens in natuurgebieden (WATINA) beschikbaar. Enkel staalnamen in verschillende bronbeekjes in 2011-12 (Tabel 58) werden hier gebruikt om uitspraken over nutriëntenbelasting van grondwater op te baseren. Geheel in overeenstemming met de geologische karakteristieken van het watervoerende pakket, is het grondwater hier zeer mineraalrijk. Dat wordt ook mooi geïllustreerd in Figuur 445 waar de bronwater staalname punten geconcentreerd liggen rond het lithotrofe referentiepunt, het Stiff-diagram perfect paddenstoelvormig is en het Maucha-

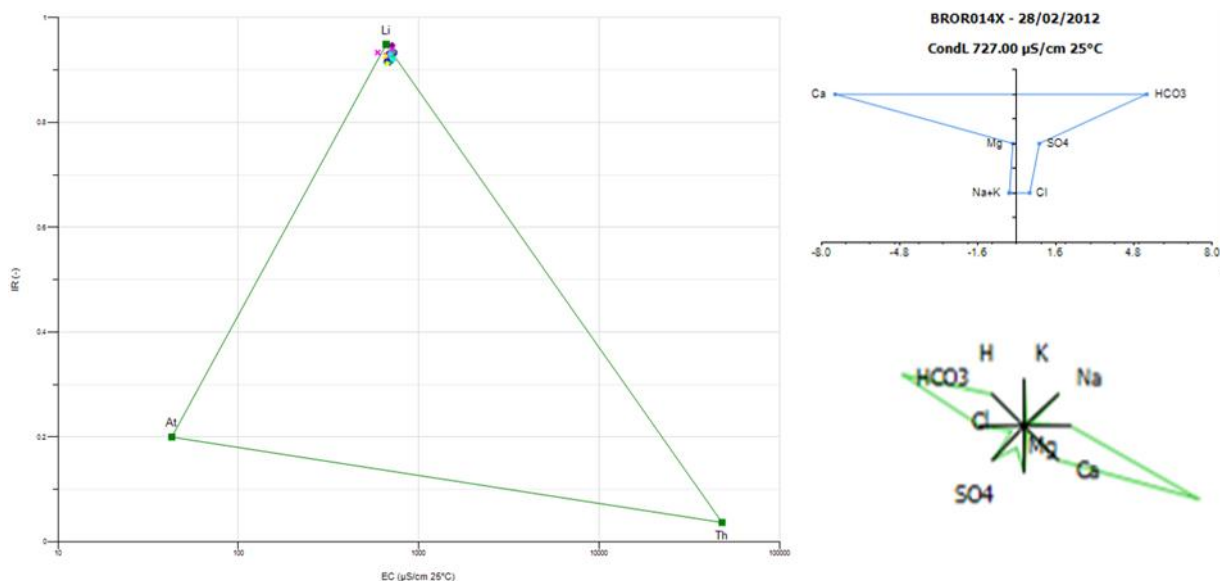


diagram de karakteristieke diagonale vorm aanneemt. Het is in die mate mineraalrijk dat in de bronnen kalktuffformaties ontstaan. Dat gebeurt ook elders in Vlaanderen (grondwater afkomstig uit de formatie van Brussel ten zuiden van Leuven en ten zuiden van Brussel). Hier is verder ook opvallend de afwezigheid van ijzer in het grondwater. Dat is een fenomeen dat nergens anders in Vlaanderen werd vastgesteld.

Echter, omwille van de grotendeels afwezig zijn van een quartaire deklaag gecombineerd met een onderliggende geologische laag met hoge hydraulische geleidbaarheid én een dominantie van landbouwgebruik in het infiltratiegebied (Wallonië maar ook Vlaanderen in de Voerstreek zelf), leidt tot systematische en bijzonder hoge nitraatconcentraties in het bronwater (en zonder enige twijfel ook elders in het grondwater hier. In de krijtafzettingen komt nauwelijks tot helemaal geen pyriet voor waardoor nitraat nagenoeg niet of slechts uiterst langzaam denitrificeert. De hoge nitraatconcentraties werd in 2007 ook aangetoond in een Waalse studie (Thomas 2007) van de grondwaterkwaliteit voor het bekken van de Berwinne/Berwijn (waar ook de Voer bij hoort) en wordt bevestigd door andere DOV-gegevens. Hier zijn (samen met het brongebied van de Zwarte beek en een aantal andere natuurgebieden bovenop het Kempisch plateau) de hoogste concentraties van Vlaanderen te meten.

Tabel 58: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het bronwater in de SBZ-H deelzone van Voeren (periode 2011-2012).

# = 19	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	729	8,2	350	27,39	0,030	0,16	0,080	93	25,0	7,4	4,1	160,1	3,60	0,05
90-percen	721	8,1	325	17,30	0,030	0,14	0,038	79	22,4	7,2	2,2	152,2	3,22	0,05
mean	690	7,7	304	11,62	0,021	0,07	0,027	53	19,4	6,4	1,8	140,6	2,65	0,05
10-percen	657	7,2	281	6,72	0,015	0,04	0,010	41	16,5	5,4	1,4	129,8	1,97	0,05
min	590	6,8	212	5,27	0,015	0,04	0,010	33	13,6	5,3	0,9	112,1	1,95	0,05



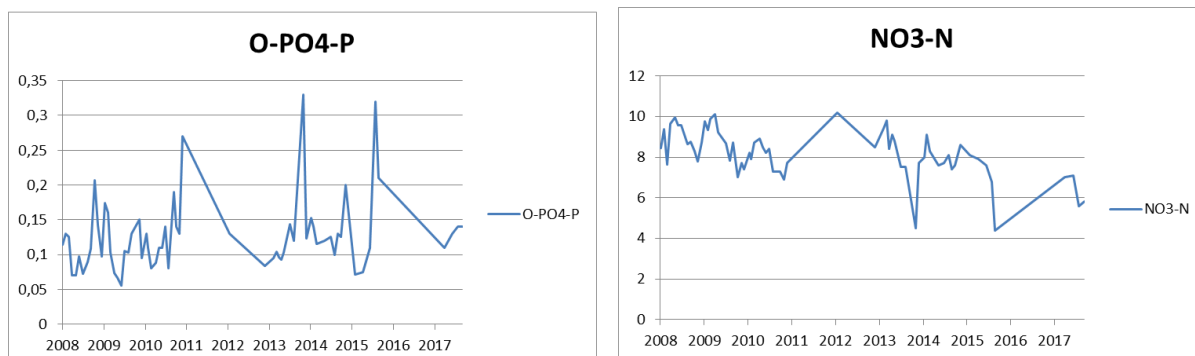
Figuur 445: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Voeren

11.7.6 Oppervlaktewater

Naar analogie met wat vastgesteld werd in de bronnen zijn de nutriëntenbelasting van de rivieren in dit gebied vergelijkbaar hoog. Dat geldt voor nagenoeg alle waterlopen. Bij wijze van illustratie werd in Figuur 446 de tijdreeksen met concentraties van orthofosfaat en nitraat gegeven. Vergelijkbaar met de meeste waterlopen in Vlaanderen is er een licht dalende trend



waarneembaar voor nitraat maar de concentraties blijven her steevast erg hoog. Voor orthofosfaat is er een licht stijgende trend en de concentraties zijn eveneens erg hoog.

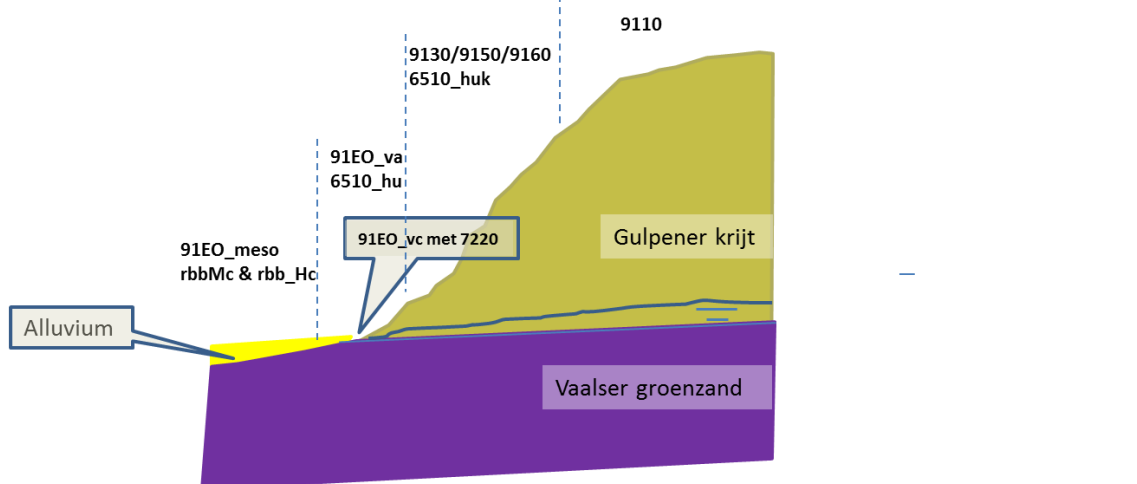


Figuur 446: Tijdreeksen van concentraties (in mg/l) orthofosfaat-fosfor en nitraat-stikstof in de Voer te Schophem (bron: www.geoloket.vmm.be)

Het is in deze zone dat er overwogen wordt om wachtbekkens op de Voer te maken. De hoge nutriëntenlast samen met de hoge sedimentvracht bij piekafvoer zijn ongetwijfeld nadelig voor ontwikkeling van soortenrijke habitatsubtypen en/of regionaal belangrijke biotopen in de vallei.

11.7.7 Vegetatiezonering

Voor een gedegen beschrijving van de vegetatiezonering in deze deelzone ontbreekt het aan meetgegevens maar ook aan goed ontwikkelde voorbeelden binnen dit gebied. Uit de beperkt aanwezige habitat-/rbb-fragmenten in de valleigedeelten binnen deze SBZ-H deelzone, valt een vegetatiezonering samen te stellen (Figuur 447). In het diepste deel van de vallei komen fragmentair dottergrasland (rbbHc) en restjes grote zeggenvegetaties (rbbMc) voor in de open sfeer. In de ruigtesfeer is dat dan moerasspirearuijgte, in de bossfeer mesotroof elzenbroek (91EO_vm) in de natste delen en vogelkers-Essenbos (91EO_va) in de iets drogere valleidelten. Dat is sterk vergelijkbaar met alluviale valleien in het centrum van Vlaanderen (cfr. Dijle, Velpe,...). Hoger op de helling (op de iets drogere delen van de vallei, komt grote vossenstaartgrasland (rbbvos) en of glanshavergrasland (6510_hu) voor. Nog hoger op de helling is dat kalkrijk kamgrasland (6510_huk).. In de bossfeer gaat het om een ruime waaier aan vnl. beukenbossen die grotendeels buiten de grondwatersfeer vallen. In de bronbossen en bronbeken komen actueel een paar voorbeelden van goudveil-essenbos (91EO_vc) voor.



Figuur 447: Schematisatie van de vegetatiezonering in de SBZ-H deelzone Voeren



In de bronhoofden zelf zijn diknerfmos (*Cratoneuron commutatum*)vegetaties aan te treffen (die vallen onder kalktufbronnen met tufsteenformaties (7220). Dit gaat telkens om kleine lintjes in een grotere matrix van vogelkers-essenbos (91EO_va).

11.7.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- vii. Structurele ingrepen: n.v.t.
- viii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Vervuild oppervlaktewater: Er is forse aanvoer van nitraat via de beken en rivieren die hoofdzakelijk grondwaterrivieren zijn. Aanvoer van orthofosfaat via oppervlaktewater is hier eveneens een probleem
 - Grondwater: Er zijn geen echte grondwatergegevens beschikbaar, enkel van bronbeekjes. Dat is algemeen zeer sterk aangerijkt met nitraat en orthofosfaat (gegevens dateren van 2011-12).
- ix. Grondwaterwinning: Neen – n.v.t.
- x. Lokale drainage: geen info, maar waarschijnlijk wel een probleem in de verschillende valleien
- xi. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- xii. Meetnet: Neen, ook historisch geen meetnet

11.7.9 Relevante referenties

Bats H. Het Voerens landschap Monumenten en Landschappen

Ruthy, I.; van ellen T. & Dassargues A. 2014 Cretace du Pays de Herve in Dassargues A. & Walraevens K (eds.) 2014. Watervoerende lagen en grondwater in België. Academia press

Thomas L. 2007. Test d'une methode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines appliquée au bassin du Berwinne. Master thesis ULiège.

11.8 BERGERVEN BE2200034-D

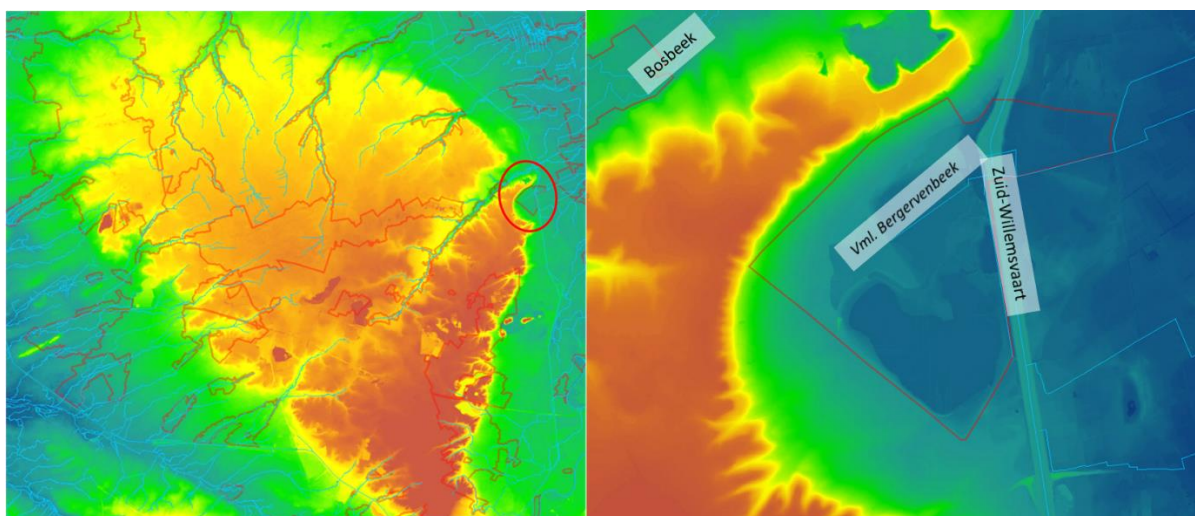
11.8.1 Algemene situering

De SBZ-H-deelzone Bergerven ligt ingesloten tussen de (hier erg steile) oostflank van het Kempisch plateau en de Zuid-Willemsvaart in het oosten. Het is een voormalig ontginningsgebied voor grond en wit zand. De groeve is al geruime tijd verlaten. In 2002-3 werd hier een natuurinrichtingsproject gestart waarin een natuurgerichte herinrichting van de site plaatsvond. Het project werd in 2014 afgerond.



Figuur 448: Algemene situering van het Bergerven

11.8.2 Topografie en Hydrografie

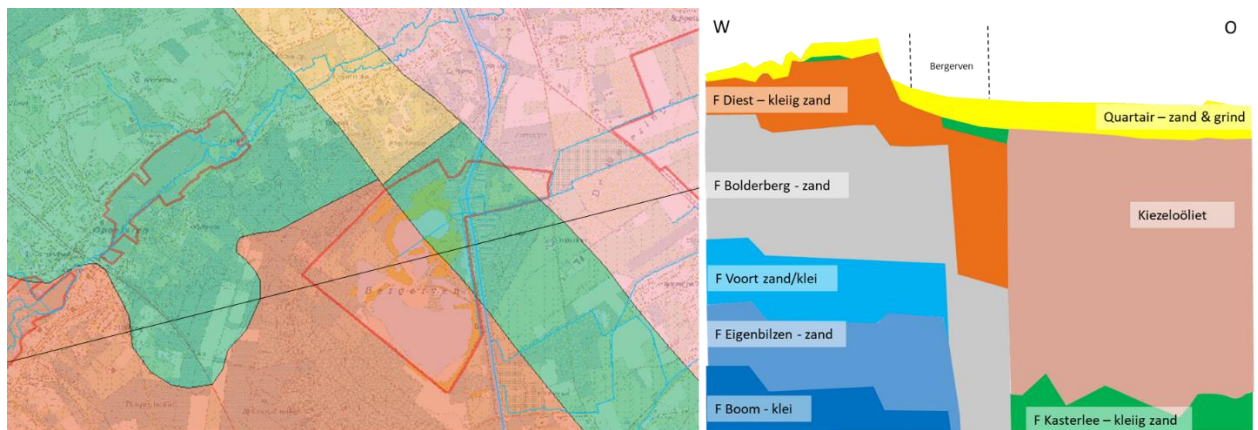


Figuur 449: Detailtopografie van de SBZ-H deelzone Bergerven (rechts) en topografische situering in de ruime omgeving (links)

Het gebied ligt op de noordoosthoek van het Kempisch plateau dat hier een zeer abrupte flank heeft (30%) met topografische niveaunderschillen tussen de 77 en 40 m TAW. De amfitheatervorm is naar alle waarschijnlijkheid het overblijfsel van de eroderende werking van Maas. Voor de ontginning van het gebied, was dit het brongebied van de Bergervensbeek. Vandaag is dat een eenvoudig drainagekanaaltjes dat onder de Zuid-Willemsvaart sifoneert. Er staat een sluisje op waarmee het oppervlaktewaterpeil in deze voormalige groeve wordt ingesteld.

11.8.3 Geohydrologie

Het gebied is gelegen op de zgn. Feldbiss-breuk. Dat is een van de verschillende zuidoost-noordwest verlopende geologische breuken die oorsprong vinden in de vorming van de Rijnslenk/Roerdalslenk (ca. 30 miljoen jaar geleden). Het epicentrum ervan ligt tussen Aken en Keulen; de parallel verlopende breuken onder het oostelijke deel van Limburg zijn daar een westelijke uitloper van. De gevolgen daarvan zijn een ietwat complexe geologie (zie Figuur 450).



Figuur 450: Dagzomende Tertiair geologische lagen (links) met situering van de dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied van het Bergervens.

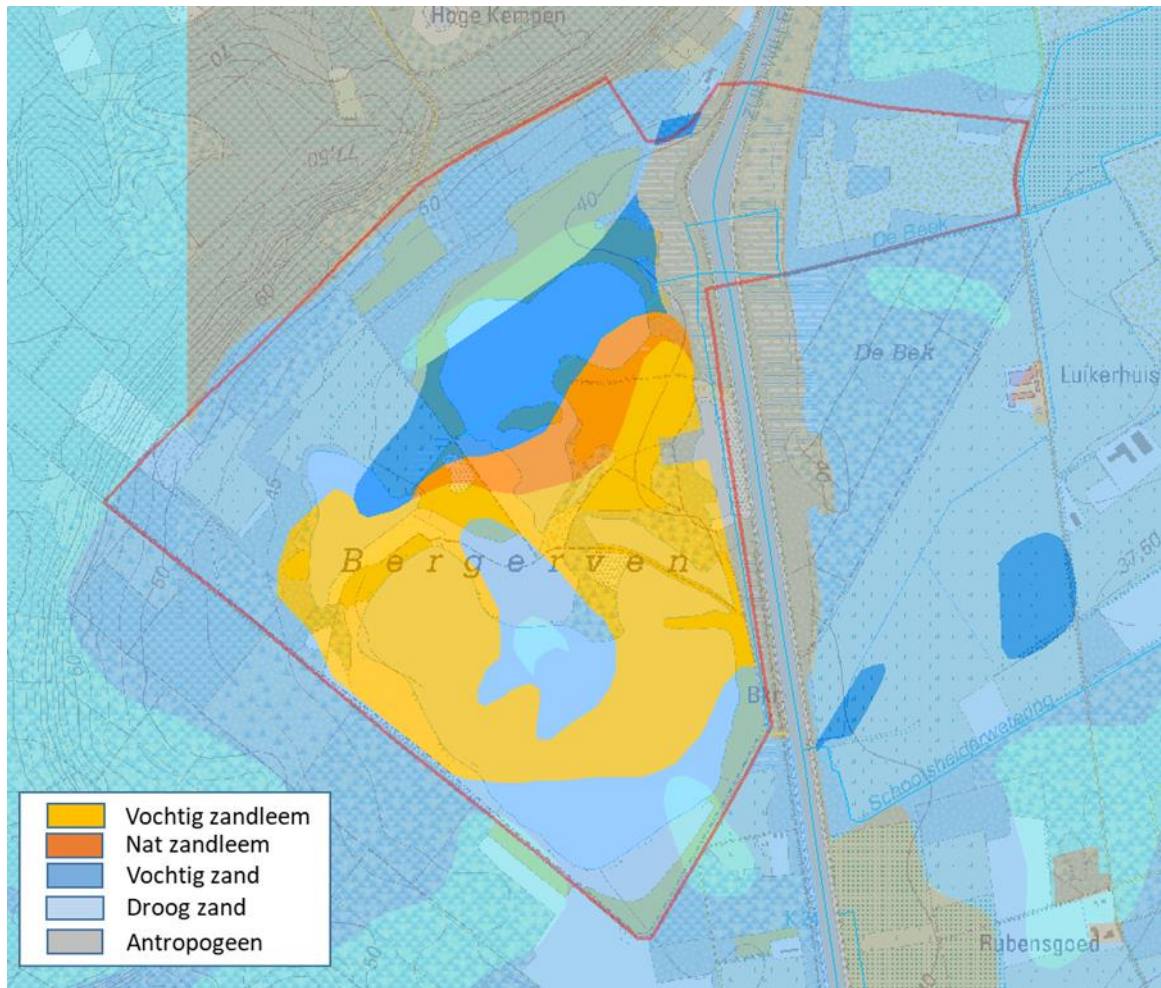
De oostelijke steilrand van het kempisch plateau komt nagenoeg perfect overeen met de Feldbiss-breuklijn. Aan de oostzijde zijn de geologische lagen ca. 100-150 meter weggezakt. De grote depressie die daardoor ontstaan is werd opgevuld met wit zand (de zgn. kiezeloöliet). Die afzetting is gelegen op de kleiige zanden van Kasterlee die hier dus ca. 150 meter diep zitten. Aan de westkant van de breuk is de klassieke Limburgse opeenvolging van geologische lagen te zien; er ligt nog een heel klein restantje van de zanden van Kasterlee op de dikke Diestiaanafzetting net op de steilrand. Hydrologisch is het in feite één (erg) dikke watervoerende laag opgebouwd uit verschillende (kleiige) zandlagen, die allen lichtjes (maar onregelmatig omwille van de breuken) naar het oosten en het noorden afhellen, en allen met een in min of meerdere mate verschillende hydraulische geleidbaarheid. De formatie van Diest is hier de hoofdleverancier van grondwater.

Omwille van de hoge hydraulische geleidbaarheid van de kiezeloölietformatie, strekt de invloed van het waterpeil van de Maas zich in westelijke richting tot hier uit. Specifiek voor dit gebied werd geen grondwatermodel gemaakt. De omvang van het infiltratiegebied is bijgevolg niet echt gekend, al valt uit het bovenstaande af te leiden dat het zich ten zuidwesten van de plassen moet bevinden.

Het gebied was (en is nog steeds) een dalhoofd van een kempisch beekdal maar uiteraard volledig uitgegraven. De bodems zijn overwegend zandig (Figuur 451), waarin overal (soms



aanzienlijke hoeveelheden) grind te vinden is. Plaatselijk komt wat lemiger materiaal voor. Het overgrote deel van de oppervlakte (met uitzondering van de steilrand en de steilrandvoet) werd ten tijde van de grind- en zandontginning en later nog eens ten tijde van de natuurinrichting, grondig op de schop genomen. Er is bijgevolg nog weinig van de originele bodem en detailtopografie overgebleven.

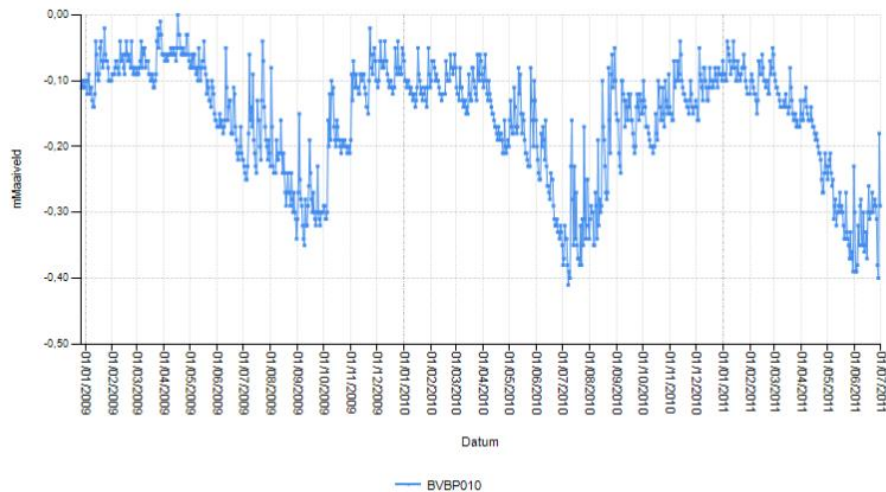


Figuur 451: Detail uit de Belgische bodemkaart voor Bergerven

In het net ten noorden van deze zone gelegen Park Hoge Kempen is een kleine grondwaterwinning vergund. Meer dan waarschijnlijk is de impact daarvan van geen betekenis op dit gebied.

11.8.4 Grondwaterdynamiek

Omwille van de abrupte topografie en geologie snijdt het maaiveld de freatische watertafel in de noord en de westrand van de het amfitheater. Hier treedt bijgevolg grondwater uit. Voor de ontginning van het gebied moet dit een bijzonder natuurgebied geweest zijn waar grote hoeveelheden mineraalarm grondwater uittraden.



Figuur 452: Tijdreeks van grondwaterpeilmetingen in het Bergerven (noordwestrand van de grootste plas

Als gevolg daarvan treden (uiteraard) vrij stabiele grondwaterregimes op. Schommelingen bedragen hier ca. 35 cm op jaarbasis onafhankelijk van droge of natte jaren (zie Figuur 452). Hoger op de steilrand zit het grondwater uiteraard dieper en zijn de schommelingen groter. De zone waar grondwater vandaag uittreedt wordt gestuurd door het kunstmatig ingestelde peil van de plassen. Dat wordt geregeld via een sluisje op de (resten van de) Bergervenbeek, net voor die onder de Zuid-Willemsvaart wordt doorgeleid. Wijzigingen in dat stuwpeil vertaald zich in verschuivingen in de zone waar het grondwater uittreedt.

11.8.5 Grondwaterchemie

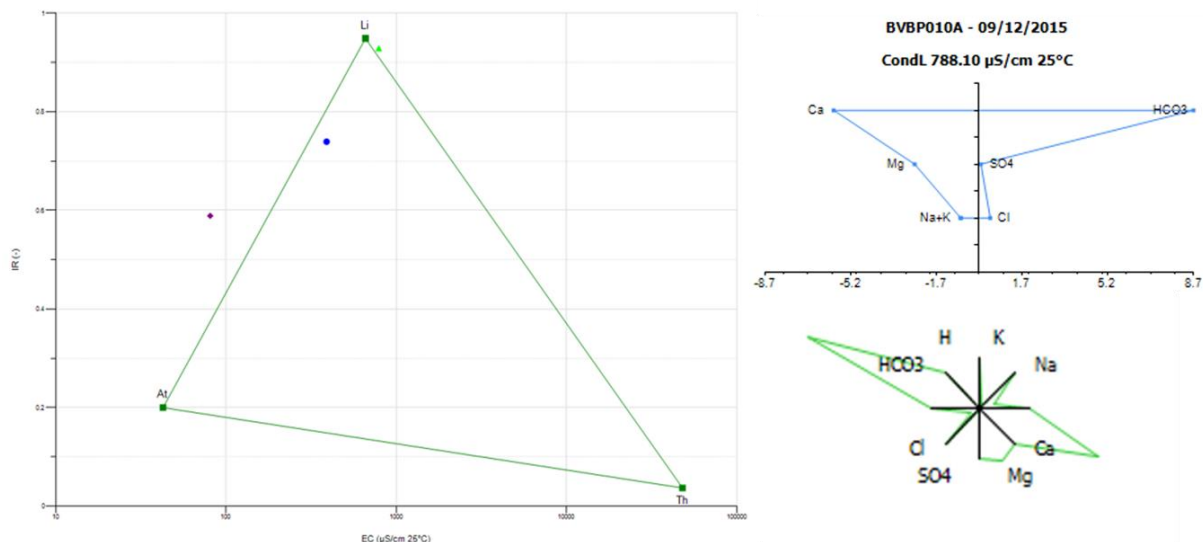
Voor het gebied is er slechts een erg beperkte set van grondwaterchemische gegevens beschikbaar. Gezien de aard van de geologische afzettingen kan ervan uit gegaan worden dat hier mineraalarm grondwater (lage concentraties kationen en een $EC_{25} < 350 \mu S/cm$) aan de oppervlakte komt. Dat blijkt slechts uitzonderlijk het geval te zijn. Er is sprake van (onverwachte) aanrijking met zowel mineralen als sulfaten. De bron van de mineralenaanrijking is niet meteen duidelijk. Mogelijks hebben de vroegere (ontginnings-)activiteiten en ingebracht afwerk materiaal er iets mee te maken, maar zeker is dat niet.

De nutriëntenaanrijking valt al bij al mee. Er worden geen nitrieten gemeten wat directe instroom huishoudelijk of dierlijk afvalwater uitsluit; er is nauwelijks sprake van nitraatinspoeling, wel een (erg bescheiden) hoeveelheid orthofosfaten en een verhoogde sulfaatconcentratie (afkomstig van denitrificatie van nitraat uit het voedingsgebied. In de verbossende vochtige heide aan de noordrand van de grote plas van Bergerven is de elektrische geleidbaarheid van het grondwater met meer dan $750 \mu S/cm$ abnormaal hoog, als gevolg van erg hoge calcium en bicarbonaatgehalten. De oorzaak is hier niet meteen duidelijk.

Tabel 59: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het freatische grondwater in het Bergerven (periode 2013-2016).

#3	ECL ₂₅	pHL	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N	O-PO ₄ -P	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe _{tot}
	$\mu S/cm$	-	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
maximum	788	6,8	534	0,08	0,030	0,49	0,016	78	29	15,5	11,2	118,9	32,04	9,67
90 percentiel	708	6,7	440	0,08	0,027	0,40	0,016	66	27	15,0	9,6	104,5	27,77	8,05
gemiddelde	419	6,2	202	0,07	0,020	0,19	0,015	32	17	11,0	5,4	57,1	14,68	4,03
10 percentiel	143	5,6	18	0,05	0,015	0,04	0,015	6	8	6,1	2,1	13,7	3,17	1,00
minimum	81	5,4	6	0,04	0,015	0,04	0,015	3	7	4,3	1,9	5,4	1,29	0,86





Figuur 453: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Bergerven.

11.8.6 Oppervlaktewater

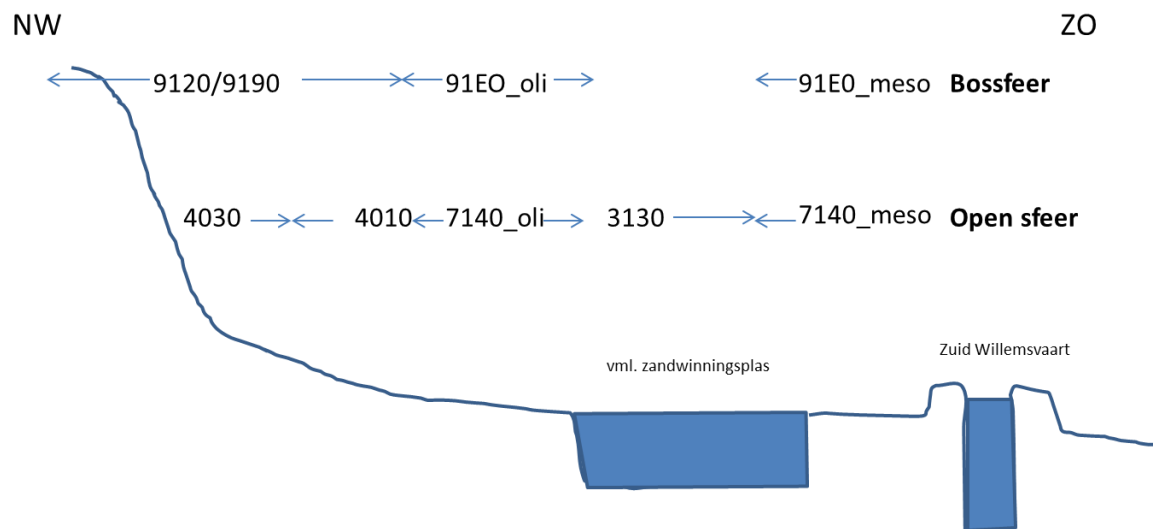
Er zijn geen gegevens bekend van de oppervlaktewaterkwaliteit. Overstroming speelt in dit gebied geen rol van betekenis.

11.8.7 Vegetatiezonering

In feite is het gebied een dalhoofd van een kempisch beekdal; Dat betekent dat hier in regel intensieve kwel met mineraalarm grondwater. De vegetatiezonering die daarmee overeenstemt is ook hier terug te vinden. Dat betekent van droog (op de valleiflank) naar naar een "klassieke opeenvolging van droge heide (4030) over vochtige heide (4010) naar venige heide (7140_oli) in de kwelzone. De plas zelf is oligo-/mesotrofe plas (3130). Tussen de plas en de Zuid Willemsvaart komen nog fragment van open vegetatie voor die doen denken aan kleine zeggenvegetaties (7140_meso).

In de bossfeer wordt dat op het plateau en of de flank en flankvoet zuurminnende beukenbossen met Hulst 9120) in het geval van "oude" bossen en eikenberkenbos (9190) als secundaire bosvegetatie (doorgaans verbossing vanuit heide). In de mineraalarme kwelzone ontwikkelt er oligotroof elzen-berkenbroek (91EO_oli) en lager op de helling (in dit geval tussen de plas en de Zuid Willemsvaart) is dat mesotroof elzenbroek (91EO_meso).

Waar de zones met vochtige en droge heide ooit in cultuur gebracht zijn of waar er veel grondverzet of aanvullingen hebben plaatsgevonden, zijn fragmenten van droog tot vochtig heischraal grasland (6230_hmo/hn) te vinden, veldrusgrasland (6410_ve) en struisgrasland (6230_ha). Door de lokale afwijkende chemische samenstelling van het grondwater, zijn er dan ook regelmatig ruigere vlekken met afwijkende vegetatieontwikkeling te vinden.



Figuur 454: Schematisatie van de vermoedelijke vegetatiezonering voor Bergerven

11.8.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Het gebied werd grotendeels ontgonnen voor grind en zandwinning. Op de steilrand na is er niets meer van het oorspronkelijk reliëf overgebleven
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: n.v.t.
 - Oppervlaktewater: geen gegevens bekend
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitriet, nitraat en orthofosfaat zijn beperkt, maar ammoniumconcentraties zijn soms erg hoog. Er is ook aanrijking met mineralen. De herkomst van dit alles is onduidelijk. Ten slotte is er sprake van instroom van sulfaten als gevolg van denitrificatie van nitraat in het grondwater voedingsgebied (dat niet echt duidelijk bekend is).
- iii. Grondwaterwinning: Neen
- iv. Lokale drainage: niet relevant hier
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: Ja, één enkel meetpunt tot einde 2011

11.8.9 Relevante referenties

Denis 2008 geologie van Limburg

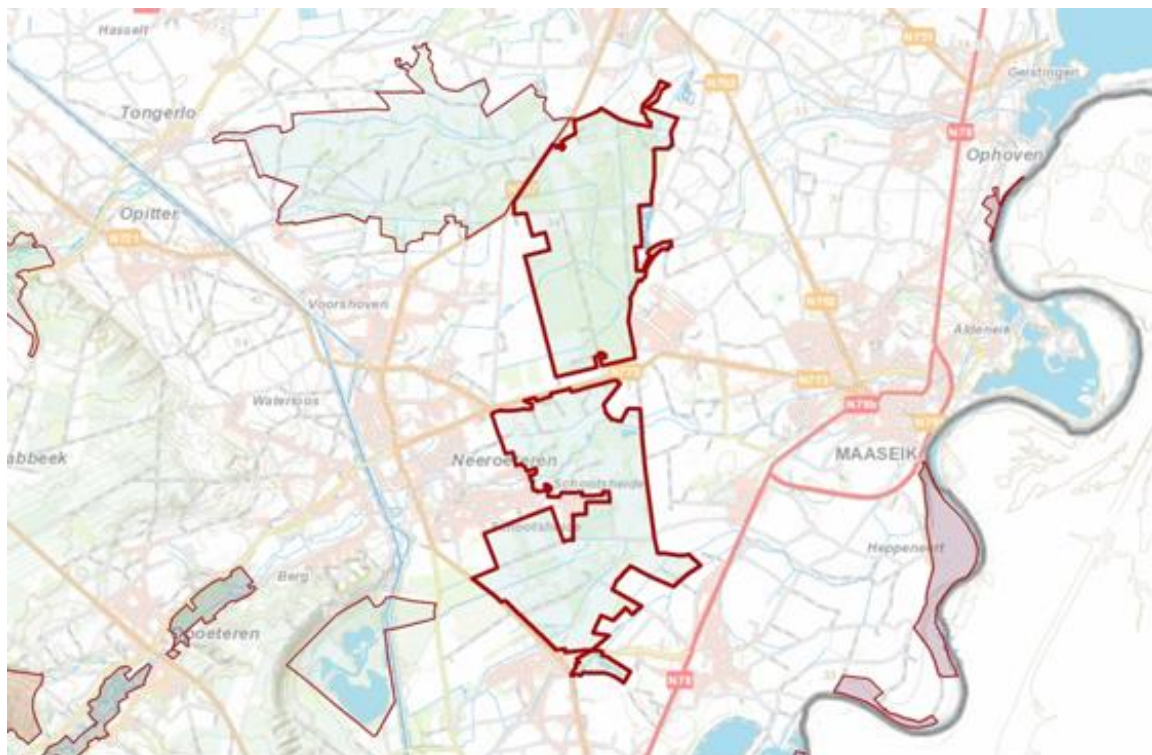
Huybrechts W & De Becker P. 1996 Kwetsbaarheid natuurgebieden maasvallei m.b.t. grindwinnings in NI Advies van het Instituut voor Natuurbehoud

VLM 2003. Haalbaarheidsstudie natuurinrichting Bergerven

11.9 JAGERSBORG-SCHOTSHEIDE BE2200034-A

11.9.1 Algemene situering

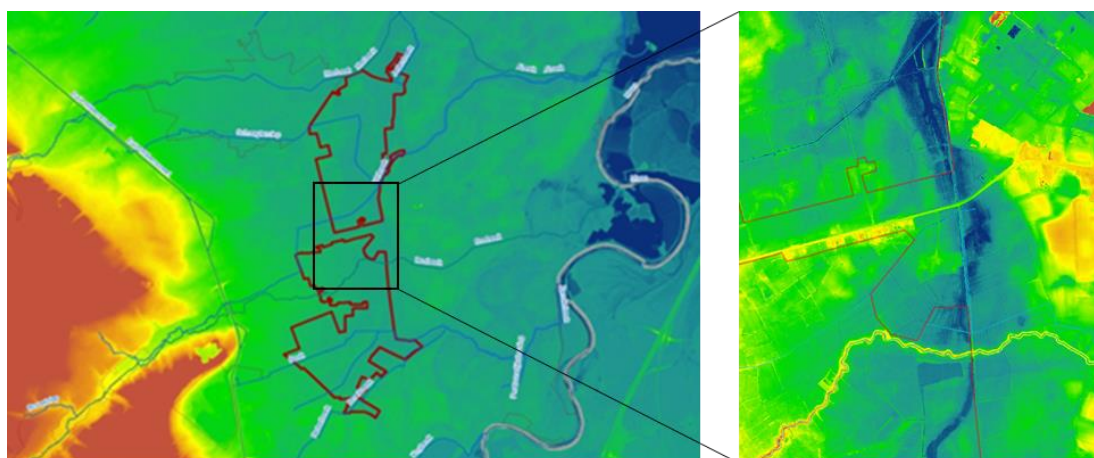
De SBZ-H-deelzone van Jagersborg-Schotsheide (met daarin de zones Langeren en Tösch) zijn een langgerekte band natuurgebied in de alluviale vlakke van de Maas, in het uiterste oosten van de provincie Limburg, net ten westen van Maaseik.



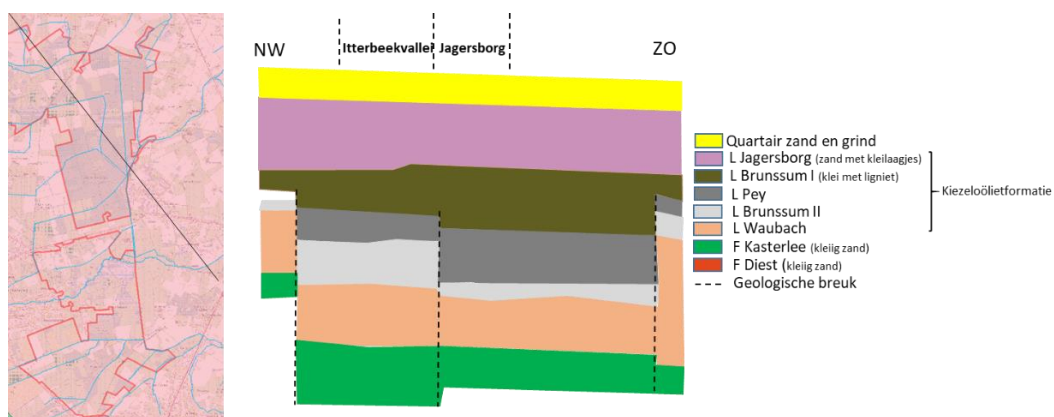
Figuur 455: Algemene situering van het SBZ-H deelgebied Jagersborg-Schotsheide

11.9.2 Topografie en Hydrografie

Deze deelzone ligt ongeveer halverwege tussen de oostrand van het Kempisch plateau en de Grensmaas in een op het eerste zicht vlak gebied.

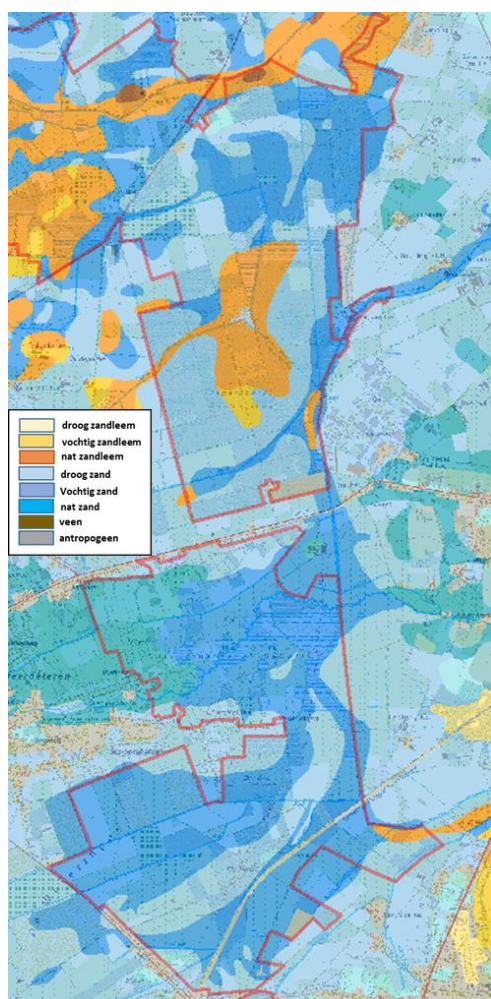


Figuur 456: Detailtopografie voor het SBZ-H deelgebied van de Jagersborg-Schotsheide



Figuur 458: Ondergrond ter hoogte van de SBZ-H deelzone van Jagersborg-Schotsheide. Dagzomende tertiair geologische laag (links) met aanduiding van de ligging van de dwarsdoorsnede (rechts)

De Waubachzanden zijn hier grotendeels afgesloten door de bovenliggende en aaneengesloten laag met klei van Brunssum (II). Grotendeels, maar niet volledig dus. Bovenop de Brunssum II klei komen dan nog een paar zand en grindrijke afzettingen en opnieuw (maar dan discontinue) klei van Brunssum I. Bovenop ligt een vrij dik (meer dan 20 meter) quartair dek dat erg zandig en grindrijk is.



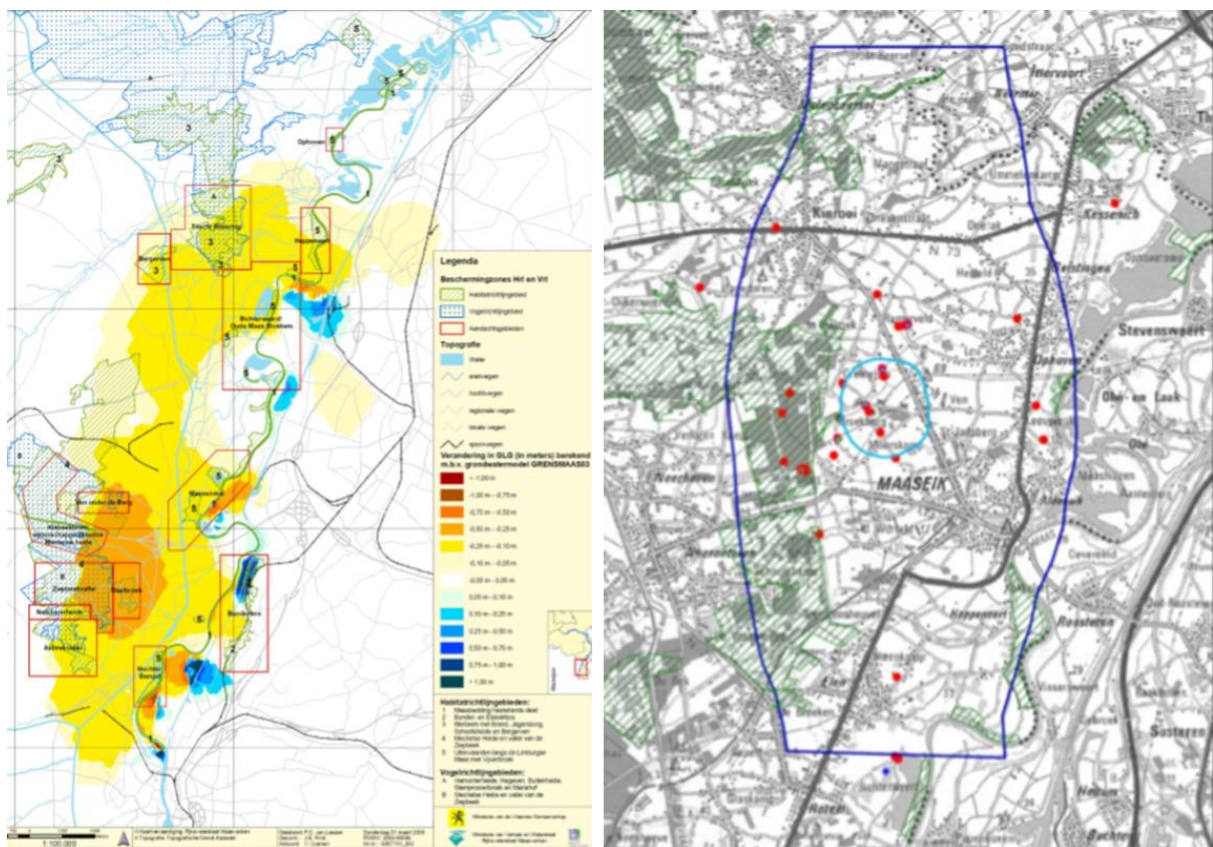
Figuur 459: Detail uit de Belgische bodemkaart voor het SBZ-H deelgebied Jagersborg-Schotsheide



In de historische depressies zijn er nog bijna overal veenafzettingen te vinden. Die worden niet weergegeven op de bodemkaart (Figuur 459) maar zijn wel aanwezig op het terrein (zij het sterk veraard).

Op de Brunssum kleiafzettingen na zijn alle geologische afzettingen hier zeer sterk hydraulisch geleidend. Dat betekent dat de helling van een pompkegel als gevolg van een (grote) grondwaterwinning zeer vlak is en zich erg ver kan uitstrekken in de ruimte. Net hetzelfde gebeurt bij een peilverlaging van de Maas.

In dit gebied spelen beide fenomenen een zeer grote rol. Om te beginnen is er de (in 2017 hervergunde) drinkwaterwinning. Die draait vanaf 2018 pas op volle productie draaien en de gemodelleerde peilverlaging van ca. 10 cm omvat nagenoeg de volledige SBZ-H deelzone (Figuur 460 rechts). De 10 centimeter contour was een zgn. “worst-case” scenario. Voor alle zekerheid is er een signaleringsprotocol met monitoring opgestart op basis waarvan er kan geëvalueerd worden om de hervergunningsvoorwaarden bij te stellen. Dit is echter niet de enige waterwinning in deze omgeving. Het is wel de belangrijkste.



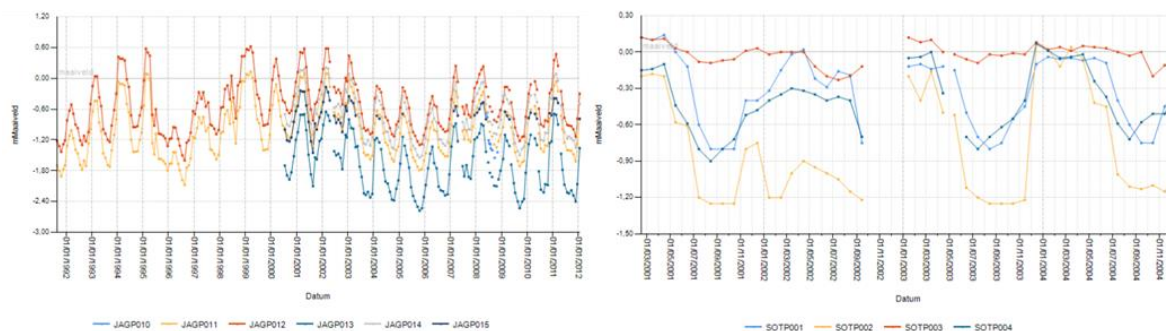
Figuur 460: Berekende grondwaterstands dalingen (aan het maaiveld) in de onmiddellijke omgeving van Jagersborg, Langeren-Tösch als gevolg van aanpassingen aan de morfologie en peilen van de Maas (links de Maaswerken 2004) en als gevolg van recent hervergunde drinkwaterwinning in Maaseik (rechts donkerblauw -10 cm; bleekblauw -20 cm - Watergroep 2017).

Daarnaast zijn de al langer aanwezige effecten van de Maaspeilverlaging als gevolg van grindwinningen (hoofdzakelijk langs Nederlandse kant). De effecten daarvan hebben een enorme omvang (Figuur 460 links). Hoewel de grondwaterstands dalingen als gevolg van die ontgrindingen zich nog steeds verder zetten, is gepoogd om ze te beperken door drempels in de Maas aan te leggen. Die hebben effectief hun nut aantoonbaar bewezen.

De gecumuleerde effecten van grondwaterwinningen, Maaspeilverlagingen en de uitgebreide drainagesystemen (niet noodzakelijk in volgorde vanbelangrijkheid) zorgen ervoor dat het gebied sterk verdroogd is.

11.9.4 Grondwaterdynamiek

Die verdroging weerspiegelt zich ook in de tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen uit de natste delen van het terrein (Figuur 461).



Figuur 461: Tijdreeksen van freatische grondwaterpeilmetingen (in m-mv) voor de SBZ-H deelzone Jagersborg (links) en Schotsheide (rechts)

Op een enkele uitzondering na aan de rand van een uitgegraven pool in Schotsheide (meetpunt SOTP003 in Figuur 461 rechts) fluctueren de freatische grondwaterpeilen hier aanzienlijk. De ontwikkeling van grondwaterafhankelijke vegetatietypen wordt hierdoor ernstig gehypothetiseerd.

Dat is het gevolg van het fors dieper liggen van de maas als gevolg van de enorme grindwinningen, het uitgebreide drainagenetwerk en grondwateronttrekkingen in het gebied.

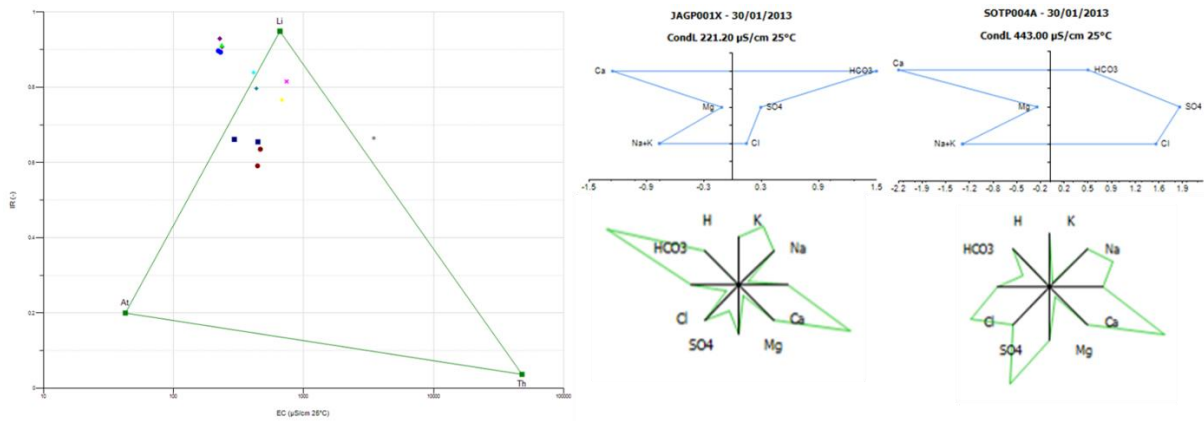
11.9.5 Grondwaterchemie

Van nature is het freatische grondwater hier zacht (mineraalarm). Dat blijkt alvast niet uit de samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater (Tabel 60) in dit gebied. Het gaat om vrij recente metingen (tussen 2009 en 2016). Er worden (soms sterk) verhoogde EC25 waarden gemeten, die zonder enige twijfel het gevolg zijn van vervuild grondwater (mogelijks ten dele via vervuild infiltrerend oppervlaktewater). Met name de verhoogde natrium, chloride, calcium en magnesiumconcentraties vallen daarbij op. Voor wat nutriënten betreft valt hoofdzakelijk de zeer sterke aanrijking met nitraten op. Nitriet en orthofosfaat worden niet aangetroffen in het grondwater. Ook de sulfaatconcentraties zijn in een groot aantal gevallen bijzonder hoog. Dat wijst in de richting van overbemesting van de omliggende terreinen in landbouwgebruik.

Tabel 60: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de Jagersborg-Schotsheide (periode 2009-2016).

# = 14	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	3469	7,2	233	27,10	0,015	0,88	0,016	1090	561,1	132,0	44,9	630,0	57,85	19,49
90-percen	723	6,9	91	13,77	0,015	0,39	0,016	211	53,9	27,8	26,2	101,9	10,19	13,70
mean	610	6,2	58	5,65	0,015	0,15	0,016	149	63,3	21,4	11,7	89,0	7,36	3,29
10-percen	228	5,0	9	0,04	0,015	0,04	0,016	17	4,9	2,6	0,6	24,9	1,54	0,05
min	221	4,9	5	0,02	0,015	0,04	0,016	14	4,8	2,3	0,3	22,8	1,37	0,05





Figuur 462: EC/IR-, Stiff (rechtsboven)- & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Jagersborg - Schotsheide

11.9.6 Oppervlaktewater

Er zijn geen relevante gegevens beschikbaar

11.9.7 Vegetatiezoner

Omwille van de sterke verdroging in dit gebied, is er van natuurlijke vegetatiezoner niet veel sprake meer. Enkel de droogste bostypen zijn hier goed ontwikkeld. Ze nemen naar alle waarschijnlijkheid een veel grotere oppervlakte in dan van nature het geval zou zijn. Van de vegetaties van de natste zones zijn hier en daar wat slecht ontwikkelde fragmentjes terug te vinden. Het gaat dan om kleine plekje vochtige en droge heide, maar ook slecht ontwikkelde fragmentjes van mesotroof en oligotroof elzenbroek of wat gagelstruweel. Her en der komen wat rietruigten en plekken grote zeggevegetaties voor. Grote zeggevegetaties komen hier van nature niet voor (het water is daarvoor niet mineraalrijk genoeg). Het feit dat ze, op de natste locaties toch aangetroffen worden heeft meer dan waarschijnlijk te maken met het veraarden (mineraliseren) van het aanwezige veen, waardoor grote hoeveelheden mineralen en nutriënten vrijgesteld worden.

11.9.8 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- i. Structurele ingrepen: Door het verlagen van het Maaspeil de voorbije decennia is het grondwaterpeil in een zeer groot deel van de Maasvallei langsheen de volledige Grensmaas sterk gedaald, zo ook deze SBZ-H deelzone.
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: lijkt niet echt een probleem te zijn, er zijn echter geen meetgegevens over beschikbaar.
 - oppervlaktewater: lijkt waarschijnlijk een belangrijk probleem maar er geen meetgegevens beschikbaar
 - grondwater: aanvoer van nutriënten met name nitraat is heel belangrijk; ook hoge sulfaatgehalten meer dan waarschijnlijk omwille van overbestedingsprobleem in het grondwater voedingsgebied.
- iii. Grondwaterwinning: Rond de SBZ-H deelzone zijn er veel (soms substantiële) grondwaterwinningen aanwezig. Het cumulatieve effect is niet bekend, maar de verlaging is aangetoond substantieel alvast voor de belangrijkste grondwaterwinning (drinkwaterwinning op industrieterrein Jagersborg).

- iv. Lokale drainage: In het gebied is een zeer uitgebreide drainagestructuur aanwezig die als eerste (voor de peilverlaging van de Maas en de grondwaterwinningen) gezorgd heeft voor zeer sterke verdroging in het gebied
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: een beperkt meetnet bestaat voor Jagersborg en Schotsheide. Het is niet duidelijk in hoeverre de continuïteit verzekerd is. Voor de monitoring van de recent hervergunde drinkwaterwinning op het industrieterrein van Jagersborg is een monitoring/evaluatie afgesproken tussen de Watergroep en het ANB.

11.9.9 Relevante referenties

Huybrechts W & De Becker P. 1996 Kwetsbaarheid natuurgebieden maasvallei m.b.t. grindwinningen in NI Advies van het Instituut voor Natuurbehoud

De Maaswerken 2004. Optimalisatie voorkeursalternatief 2003 met behulp van grindwallen.

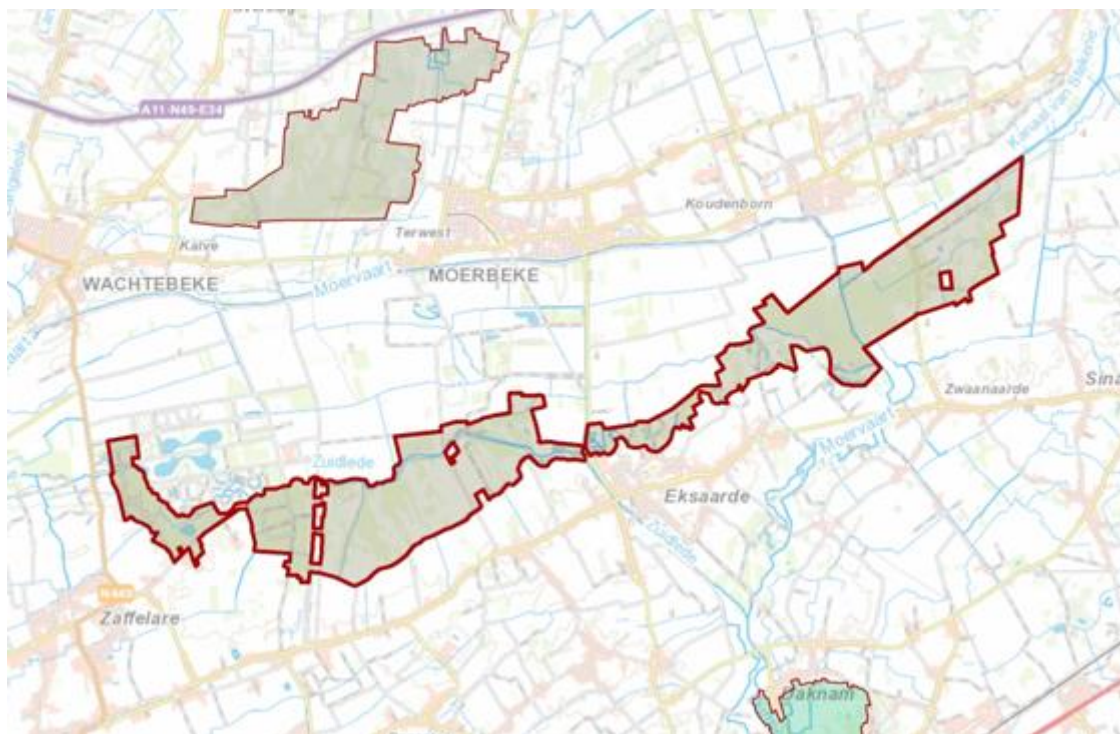
Watergroep 2017 Verzoek tot ontheffing van milieueffectrapportage - Hervergunning van de bestaande grondwaterwinning in de Kiezeloölietformatie te Maaseik-Vlakenhof.

Watergroep 2013. Hydrogeologische voorstudie van de grondwaterwinning te Maaseik-Vlakenhof

11.10 MOERVAARTDEPRESSIE BE2300005-E

11.10.1 Algemene situering

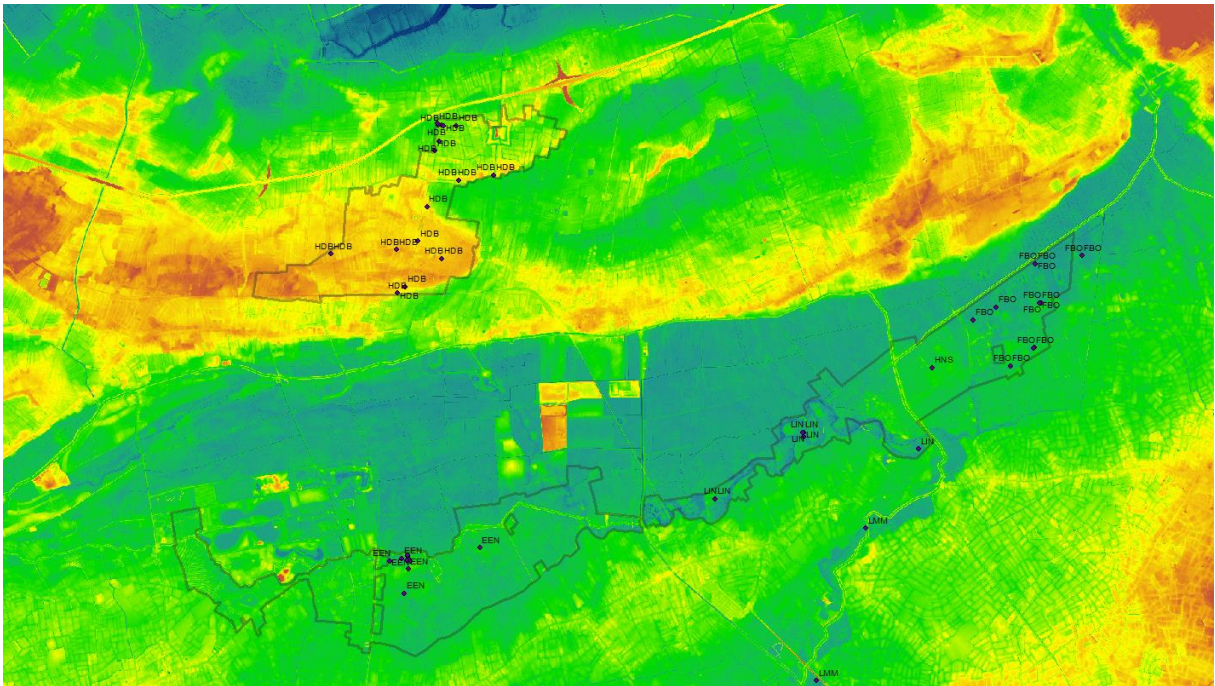
De Moervaartdepressie is een langgerekte oostwest verlopende depressie in het Noorden van Oost-Vlaanderen. Een smalle zone, vnl. langs de zuidrand van de depressie vormt de SBZ-H deelzone BE2300005_E tussen grofweg Wachtebeke en Sinaai. De Zuidlede en niet de Moervaart is daar de hoofdwaterloop.



Figuur 463: Algemene situering van de SBZ-H deelzone Moervaartdepressie (zuidlede)

11.10.2 Topografie en Hydrografie

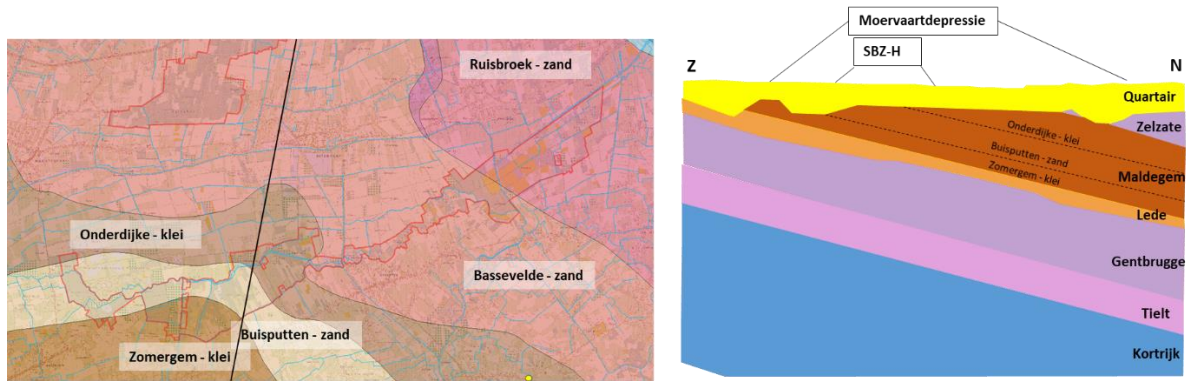
De Moervaartdepressie wordt begrensd door de dekzandrug van Moerbeke-Gistel aan de noordzijde. Direct aan de zuidelijk voet van deze dekzandrug loopt de Moervaart, een gekanaliseerde waterloop die destijds samen met de Zuidlede afwaterde richting Durme nabij Daknam-Lokeren. Een aantal decennia geleden werd de stroomrichting echter omgekeerd. Stroomopwaarts Lokeren werd de Moervaart en de Zuidlede omstreeks 1955 gewoon afgedamd. De afwatering van de beide gekanaliseerde waterlopen verloopt nu samen met het vanuit het oosten toekomende kanaal van Stekene, in westelijke richting naar het Kanaal Gent-Terneuzen. Het peil van de Moervaart en de Zuidlede wordt kunstmatig hoog gehouden waardoor de ontwatering van de depressie moet gebeuren door middel van verschillende pompgemalen. Het gebied functioneert dus eigenlijk zoals een polder, waarbij de ontwatering gebeurt via talrijke gegraven sloten en grachten aangesloten op de pompgemalen die lozen in de Moervaart en de Zuidlede. Deze SBZ-H deelzone ligt niet in het diepste deel van de depressie maar situeert zich eigenlijk tegen de zuidflank ervan.



Figuur 464: Detailtopografie van de SBZ-H deelzone Moervaartdepressie - Zuidlede

11.10.3 Geohydrologie

De Moervaartdepressie, gelegen centraal in de zgn. ‘Vlaamse vallei’. Ze ontstond tijdens de verschillende ijstijden maar vooral in de periode van de laatste ijstijd die zo’n 10000 jaar geleden afliep. Dan zou hier een soort vlechtend riviersysteem aanwezig geweest zijn. Waarschijnlijk was dat eerder een chaotische rivier met meerdere regelmatig verspringende rivierarmen die zich diep in de tertiaire afzettingen uitschuurden. Die rivier erodeerde onder meer ook de zuidrand van de dekzandrug weg die aan het noorden van de depressie in dezelfde ijstijdperiode gevormd werd; vandaar dat de topografie aan de noordzijde van de depressie wat abrupter is dan die van de zuidzijde. Tegen het einde van de laatste ijstijd verstopten/blokkeerden de rivieren zichzelf omwille van de massale hoeveelheden sediment die werden afgevoerd uit een landschap dat uit permafrost kwam. De toplaag van de bodem spoelde daarbij massaal weg. Er was toen helemaal geen of nauwelijks vegetatie aanwezig waardoor erosie enorme proporties moet hebben aangenomen. In deze omgeving ontstond toen een langgerekt diep meer waarin een dikke laag kalkhoudend materiaal werd afgezet, de zgn. moeraskalk, die in feite bestaat uit schelpjes en schaaltes van allerlei zoetwaterdiertjes die erin leefden, stierven en naar de bodem van dat meer zonken. Actueel zijn hier en daar zijn nog restanten van deze laag te vinden. Het klimaat warmde verder op, grondwaterpeilen stegen, de Durme ontstond als drainerende rivier aan de zuidrand van deze depressie, de Schelde vond via de omweg van Antwerpen een nieuwe uitgang naar de zee. De grote, met water gevulde depressies werden minder diep. Er ontwikkelde bovenop de moeraskalk een laag veen die later ‘als gevolg van toenemende overstromingen afgedekt werd met lemig/kleilig materiaal (Van Eetvelde 1995). Op die manier werd hier een quataire laag van een paar tientallen meters dikte afgezet (Figuur 465 rechts).

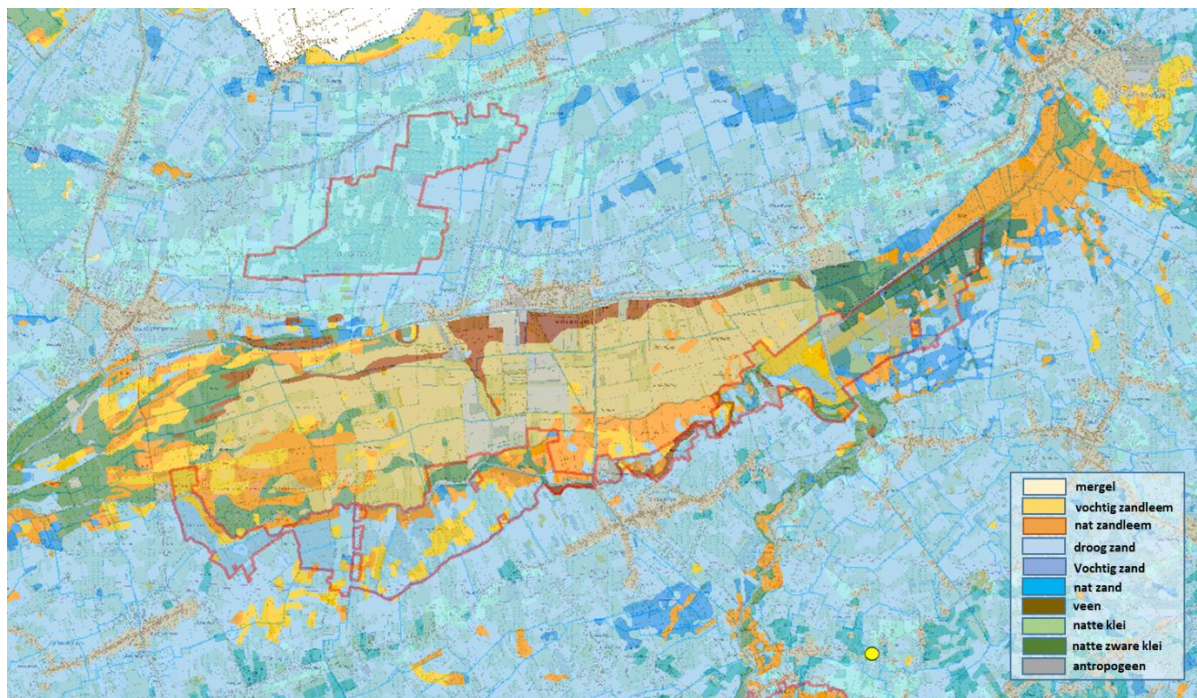


Figuur 465: Dagzomende tertiair geologische lagen in de omgeving van de SBZ-)H deelzone van de Moervaartdepressie (links) met indicatie van de ligging van het dwarstransect (rechts)

De tertiair geologische lagen die van belang zijn voor het hydrologisch functioneren van dit gebied worden gevormd door afzettingen van de formatie van Zelzate in het noordoosten van het gebied: de fossielrijke zanden van het lid van Ruisbroek en de kleiige fijne zanden van het lid van Bassevelde. Vroeger waren deze afzettingen bekend onder de naam Tongeriaan.

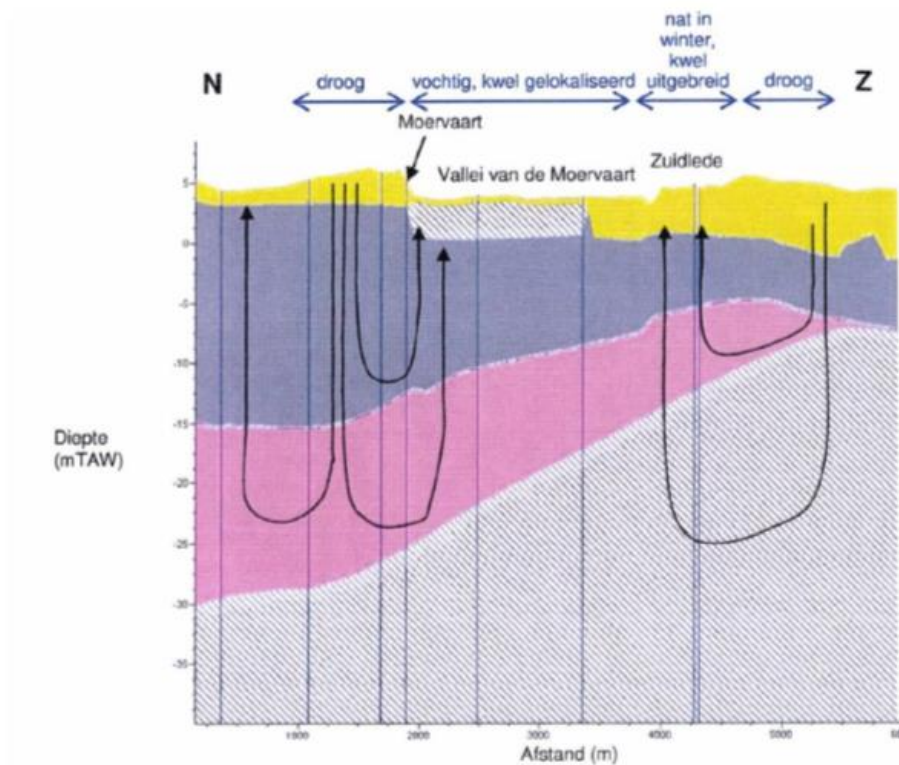
Daaronder liggen de afzettingen van de formatie van Maldegem. Hier dagzomen, die in het zuidwesten van het gebied. Die formatie is sterk gelaagd met een afwisselende textuur. Hier gaat het van jong (meer centraal) naar oud (in het zuiden) over klei van het lid van Onderdijk, zand van het lid van Buisputten en opnieuw klei van het lid van Zomergem. Nog dieper zitten de zanden van Lede, de gestratificeerde formatie van Gentbrugge en de zanden van Tielt. Pas daaronder zit de formatie van Kortrijk, een dik kleipakket die de zaak onderaan afsluit.

Op de Belgische bodemkaart springt de Moervaartdepressie direct in het oog omwille van de zwaardere texturen (zandleem, leem, klei en mergel) in een door zand gedomineerde omgeving



Figuur 466: Detail uit de Belgische bodemkaart voor de omgeving van de Moervaartdepressie



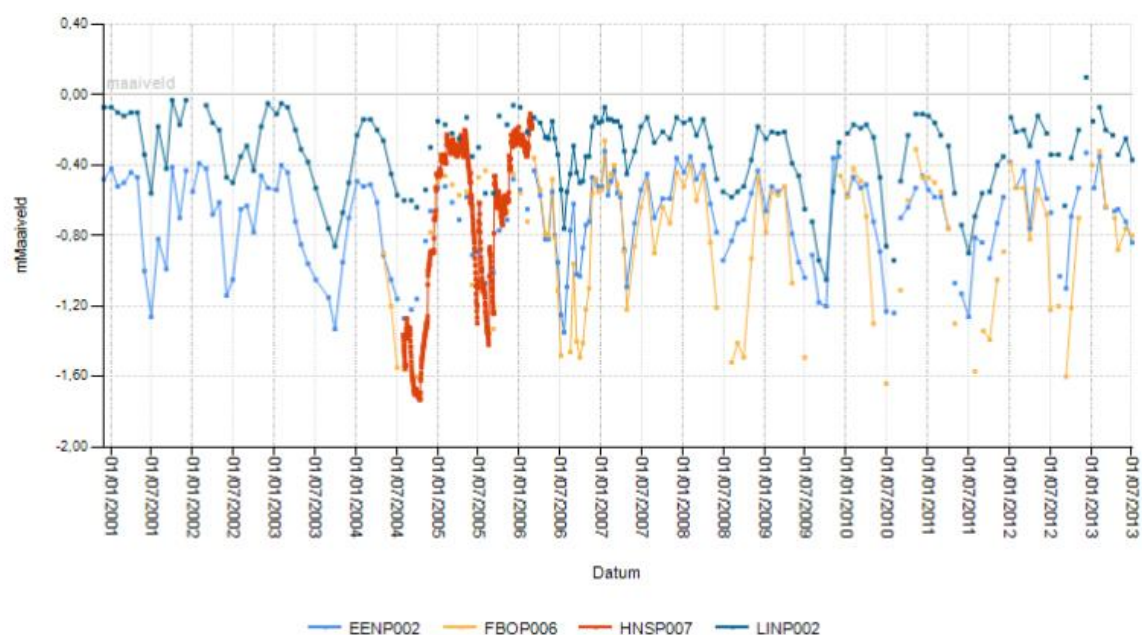


Figuur 467: Schematische weergave van de grondwaterstroming in de omgeving van de Moervaartdepressie (uit Herbos et al 2007)

Aangezien er een kunstmatig laag pompeil op het drainagesysteem van de Moervaartdepressie ingesteld is, stroomt grondwater vanuit de noordelijke en de zuidelijke hoogten richting depressie. Er is sprake van kwel (zie o.a. Herbos et al 2007), maar het gaat om kleine, subtiele hoeveelheden in vergelijking met wat in de Kempen, Haspengouw, het Brugse houtland, de Leemstreek en het West Vlaamse heuvelland aangetroffen wordt. Bovendien gaat het om erg beperkte stijghoogteverschillen, kleine fluxen die slechts in een deel van het jaar optreden. De belangrijkste sturende factor van het grondwater in deze omgeving is wel degelijk het drainagenetwerk en het ingestelde pompeil in de drainagegrachten waaruit het water naar de Zuidlede en de Moervaart gepompt wordt.

11.10.4 Grondwaterdynamiek

In de private natuureservaten in het gebied (Eenbes, Fondatie van Boudelo en de linie, worden sinds 2001 continu grondpeilmetingen uitgevoerd door plaatselijke vrijwilligers. In de Heirnisse is dat slechts gedurende een korte periode gebeurt (2004-5).



Figuur 468: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen uit de Eenbes (EEN), de Fondatie van Boudelo (FBO), de Linie (LIN) en de Heirnisse (HRN) in de SBZ-H deelzone Moervaartdepressie-Zuidlede

Overall is vast te stellen dat de fluctuaties op jaarbasis vrij hoog zijn (80cm en meer) waaruit kan afgeleid worden dat toestromen en uittreden van grondwater (i.e. kwel) nauwelijks van enige betekenis is. In nagenoeg alle lange tijdreeksen is een geleidelijk dalende trend vast te stellen (Figuur 6). Dat is meteen ook de reden waarom gevoelige grondwaterafhankelijke vegetatietypen hier niet of bijzonder ondermaats ontwikkelen.

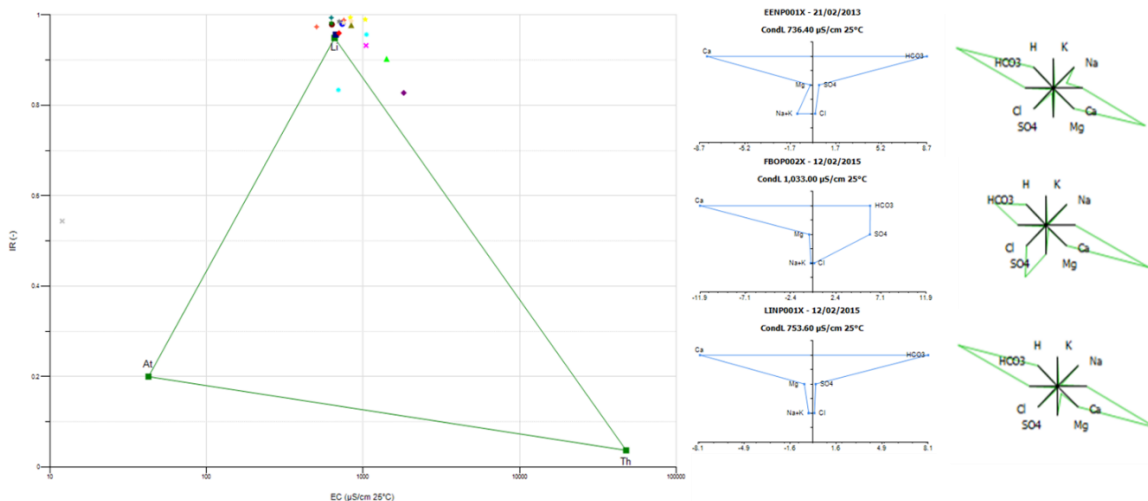
11.10.5 Grondwaterchemie

In de verschillende natuurgebieden langsheen de Zuidlede (Eenbes, Heirnisse, Fondatie van Boudelo, de Linie...) werden in de periode 2000-2014 een aantal keer grondwaterstalen genomen. Daaruit komt de bevestiging dat het hier steevast over (soms zeer uitgesproken) mineraalrijk grondwater gaat. De mineralenconcentratie in het grondwater behoort hier tot de hoogste van Vlaanderen. Er is echter ook sprake van (soms zeer) hoge concentraties nitraat en in minder mate ook orthofosfaat. De sulfaatconcentraties zijn (soms extreem) hoog. Er is bijgevolg meer dan waarschijnlijk sprake van een latent overbemestingsprobleem en uitspoeling van nutriënten vanuit het zuidelijke landbouwgebied.

Tabel 61: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het grondwater in de Jagersborg-Schotsheide (periode 2000-2014).

# = 20	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1820	7,8	698	14,60	0,244	1,25	0,200	466	154,0	64,1	36,4	418,0	13,40	13,10
90 percent	1087	7,5	532	1,92	0,071	0,84	0,051	220	48,7	35,9	7,5	259,2	7,72	6,62
mean	814	7,1	405	1,39	0,035	0,29	0,034	104	19,6	14,5	4,1	183,1	4,91	1,75
10-percent	615	6,9	301	0,02	0,005	0,04	0,015	22	3,2	4,5	0,5	125,6	2,07	0,05
min	12	5,3	8	0,01	0,005	0,02	0,010	8	1,5	1,6	0,5	2,7	1,78	0,05





Figuur 469: EC/IR-, Stiff (rechtsboven) & Maucha (rechtsonder)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied Moervaartdepressie-Zuidlede

11.10.6 Oppervlaktewater

Aangezien het peil van de belangrijkste waterlopen in het gebied, hoger staat dan het omliggende maaiveld en hoger dan ongeveer alle grondwaterpeilen is er sprake van infiltratie (lek) vanuit de Moervaart, de zuid-Lede en alle rechtstreeks daarop aangesloten waterlopen. De quartaire afzettingen bestaan hoofdzakelijk uit zandig materiaal, hoewel er aan het oppervlak flink wat leem en klei is afgezet. Gevolg is dat er grote hoeveelheden oppervlaktewater van matige tot slechte kwaliteit (zie o.a. Vermeersch 2005) infiltreren in de zones direct palend aan die waterlopen.

11.10.7 Vegetatiezonering

Van natuurlijke vegetatiezonering is hier al lang geen sprake meer. Omwille van het wegpompen van drainagewater en de matige tot slechte oppervlakte- en grondwaterkwaliteit is het best mogelijke bostype hier alluviaal Elzen-essenbos (91EO_va) en zelfs dat type is hier nitrofiel van karakter (zie o.a. Baeté 2003). Elzenbroekbos komt niet tot ontwikkeling omwille van de te diepe GLG's en de te hoge nutriëntenconcentraties. Wat wel ontstaat is de "next best" t.t.z. het nitrofiel elzenbroekbos (91EO_vn). In de open sfeer levert dat ... net geen... goed ontwikkeld dottergrasland (rbbhc) op en in ruigtestadium ... net geen... goed ontwikkelde moerasspirearuigte (6430)

11.10.8 PAS-relevante hydrologische problemen

- i. Structurele ingrepen: Door het rechtekken, indijken, kunstmatig stuwen en omkeren van afwateringsrichting van de belangrijkste waterlopen (Moervaart en Zuidleie, is dit gebied in feite te vergelijken met een polder, waaruit water, via pompgemalen op een uitgebreid kunstmatig drainagenetwerk wordt geëvacueerd
- ii. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: lijkt niet echt een probleem te zijn (misschien zelfs niet meer voor te komen?).
 - Oppervlaktewater: algemeen van slecht kwaliteit (te veel nutriënten maar ook andere pollutanten). Gezien het hoge peil van de belangrijkste waterlopen en het zandige karakter van de quartaire afzettingen infiltreert het oppervlaktewater naar de aanpalende natuurterreinen...

- Grondwater – aanvoer van nutriënten met name nitraat is heel belangrijk; orthofosfaat ook maar in mindere mate ook hoge sulfaatgehalten meer dan waarschijnlijk omwille van overbestedingsprobleem in het grondwater infiltratiegebied.
- iii. Grondwaterwinning: niet relevant hier
- iv. Lokale drainage: In het gebied is een zeer uitgebreide drainagestructuur waaruit water weggepompt wordt. Dat heeft gezorgd voor sterke verdroging in het gebied
- v. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- vi. Meetnet: aanwezig en operationeel maar op vrijwillige basis en enkel in de private natuurreservaten (ten minste tot 2013).

11.10.9 Relevante referenties

Baete H. 2003 Bosreservaat De Heirnis: basisrapport INBO

De Schrijver A, Schelfhout & Verheyen C. 2012 Verkennend onderzoek naar mogelijkheden voor natuurontwikkeling in de depressie van de Moervaart in relatie tot P in de bodem tussentijds rapport UGent

Herbos K., Vanderhaeghe F., Van Den Broeck S., Vercoutere B. & Vandekerckhove W. 2007 Ecohydrologisch onderzoek in de depressie van de [Vloervaart en Zuidlede: verkenning van de potenties voor natuur. Concept eindrapport

Jongepier et al 2011 Brown gold - medieval peat marshes in Northern Flanders Water History 3:7393

Peeters 2007 Hydromorfologische aspecten van de Durme

Vermeersch S. 2005. Gebiedsvisie Rapport INBO



11.11 GRAAFWEIDE-SCHUPLEER BE2100026-I

11.11.1 Algemene situering

Het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer wordt in dit rapport gerekend tot de categorie “Specialekes” omdat het kenmerken vertoont van zowel een alluviale vallei met kwel als van een Kempisch beekdal. Met name het noordelijke deel langsheen de Schupleerloop doet erg Kempisch aan, maar de rest van het gebied heeft alle kenmerken van een klassieke alluviale vallei inclusief het afzetten van alluvium en een oeverwallen-komgronden profiel. Het gebied is centraal gelegen in de provincie Antwerpen, net ten oosten van de kern van Grobbendonk en ten zuiden van het centrum van Vorselaar.



Figuur 470: Algemene situering van het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer

Hier loopt al een aantal jaren een discussie over een herverdeling van de ruimtelijke bestemming als landbouw- en natuurgebied in het kader van een provinciaal ruimtelijk uitvoeringsplan (PRUP). Er is begin 2020 een natuurinrichtingsproject gestart voor dit gebied.

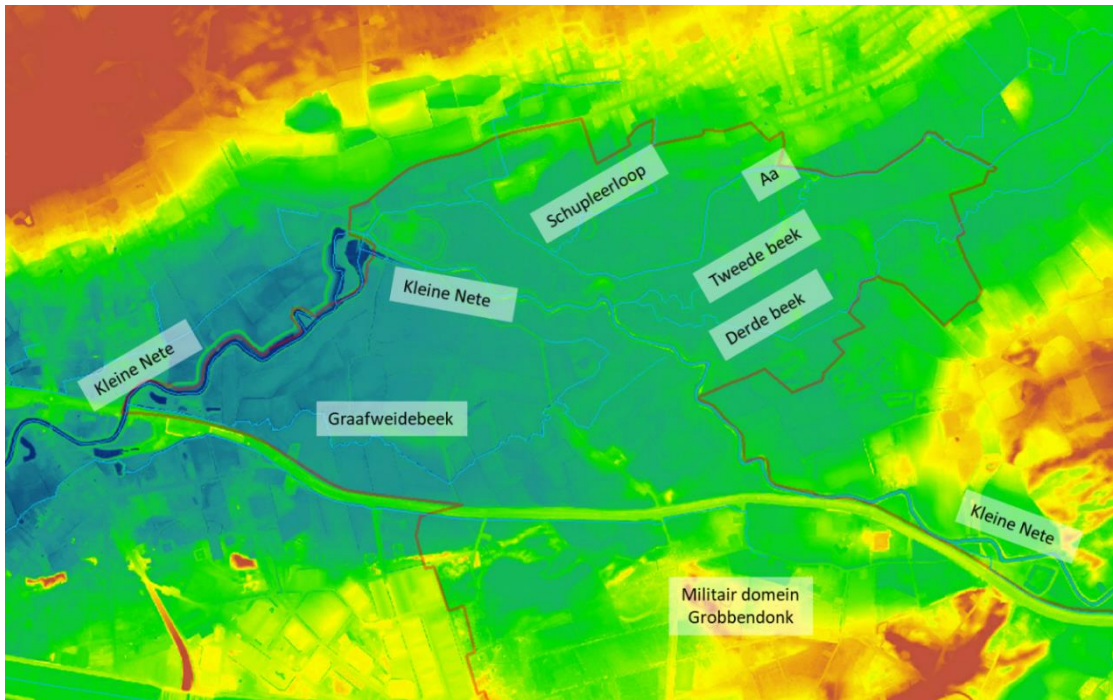
11.11.2 Topografie en hydrografie

Het gebied ligt in de zgn. Centrale Kempen met aan de noordzijde de (zuidelijke) uitlopers van het zgn. “Glacis” (~de helling’) van Brasschaat en in de “depressie van de Schijns-Kleine Nete (Denis 1992).

Het projectgebied bestaat uit een alluviale vlakte bij de samenvloeiing van de Kleine Nete en de Aa. Het wordt doorsneden door verschillende kleinere waterlopen zoals Schupleerloop, Tweede Beek, Derde Beek en Graafweidebeek.

In de jaren 80 van de vorige eeuw werden zowel de Kleine Nete als Aa grondig vergraven, “genormaliseerd (i.e. rechtgetrokken, verbreed en verdiept omwille van landbouwdoeleinden.

Een aantal oude meanders zijn de getuigen van een tot voor enkele decennia nog veel natuurlijker rivierenlandschap hier.

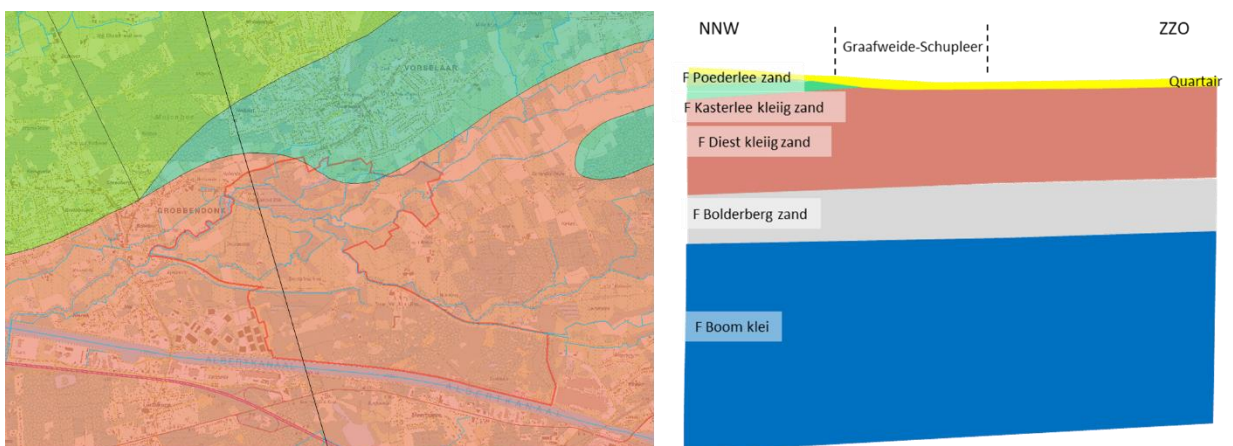


Figuur 471: Detailtopografie en belangrijkste waterlopen voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer

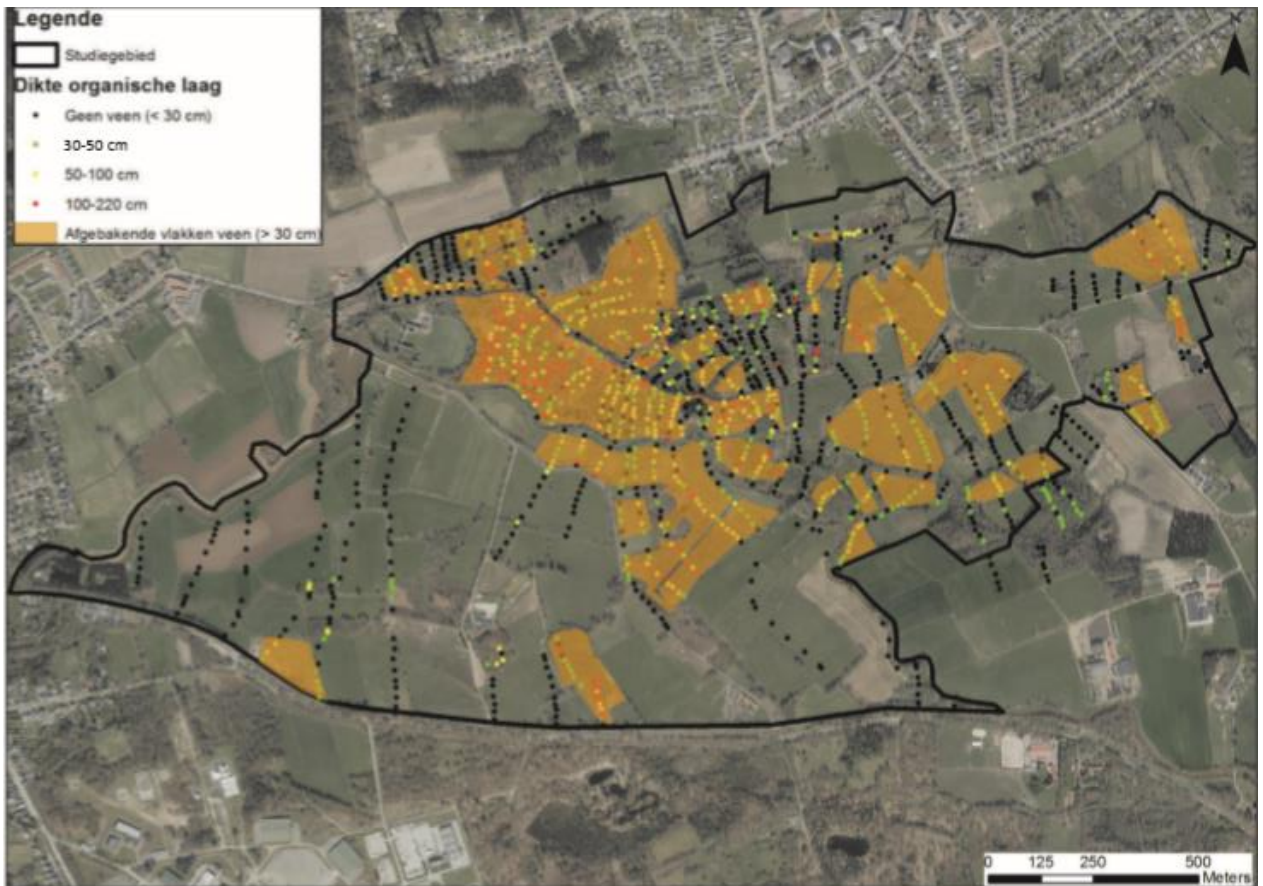
Verder opvallend hier is het tracé van het intussen gedempte Kempenkanaal, een verbinding tussen het kanaal Bocholt Herentals en de verder stroomafwaarts gekanaliseerde Kleine Nete. Het tracé werd in 1856 gefinaliseerd om na de aanleg van het Albertkanaal in 1939 opnieuw te worden gedempt.

11.11.3 Geohydrologie

De quartair geologische afzettingen in dit gebied bestaan uitsluitend uit zand. Geohydrologisch zit het systeem vrij eenvoudig in mekaar met een opeenvolging van zandige en kleiige zandlagen op een dikke laag Boomse klei die het systeem onderaan (hier op een diepte van ca. 50m TAW) afsluit.



Figuur 472: Dagzomende tertiair geologische lagen (links) met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsnede (rechts) voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide-Schupleer



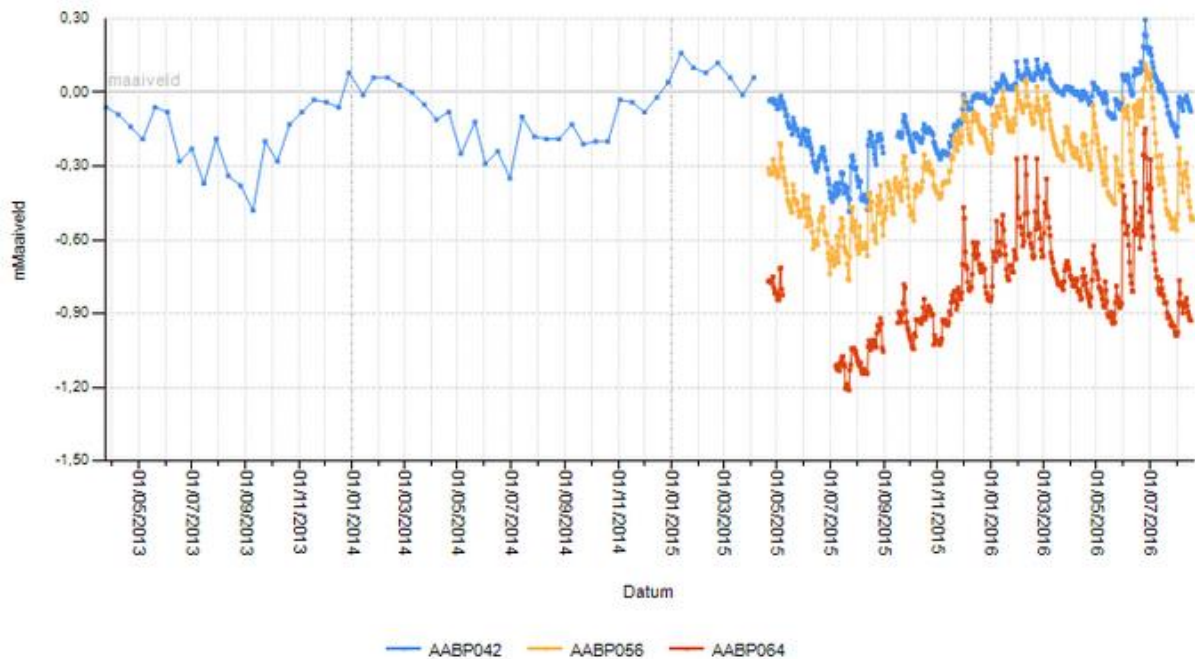
Figuur 474: Resultaten van een recente veenkartering voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer (uit: Van Ballaert et al. 2017).

11.11.4 Grondwaterdynamiek

Zoals uit de paragraaf geohydrologie blijkt, komt er een aanzienlijke kwelflux aan de oppervlakte in het noorden van dit gebied. Dat wordt bevestigd door de grondwaterpeilmetingen in die zone (zie meetpunt AABP042 in Figuur 475). De Schupleerloop is vrij ondiep en heeft bijgevolg een beperkte drainerende functie.

Grondwaterafschommelingen van maximaal 30 cm op jaarbasis en peilen in de buurt van het maaiveld wijzen op compensatie van de jaarlijkse evapotranspiratiedip in het grondwaterpeilverloop met toestromend kwelwater waardoor de schommelingen beperkt blijven. Dat zijn optimale omstandigheden voor veenaccumulatie. Verder naar het zuiden, in een zone waar er nog wel veen aangetroffen wordt maar waar de impact van de goed onderhouden drainagesystemen wel een rol van betekenis speelt (zie meetpunt AABP056 in Figuur 475), komt de veenlaag jaarlijks droog te liggen omdat de zomergrondwaterstanden wegzakken tot ruim 60 cm onder maaiveld. Het grondwaterpeil zakt tot nagenoeg de onderkant van de veenafzetting, waardoor het mineraliseert (verteerd). Het feit dat er vandaag aan het oppervlak nog veenlagen van ruim een halve meter dikte aanwezig zijn, is een duidelijke aanwijzing dat tot voor kort (vermoedelijk jaren 80 van vorige eeuw) de gemiddelde laagste grondwaterstand in de zomer nog veel minder diep moet zijn geweest. Nog verder naar het zuiden (meetpunt AABP064 in Figuur 475), zakten de peilen tot een diepte van meer dan 1.2 meter onder maaiveld en stijgen tot nagenoeg gelijk met het maaiveld in de winter. Hier is geen sprake meer van kwel, er is ook geen veen te vinden, maar gezien de sterke piekigheid van de tijdreeks lijkt de impact van neerslag en drainage hier een grote rol te spelen.





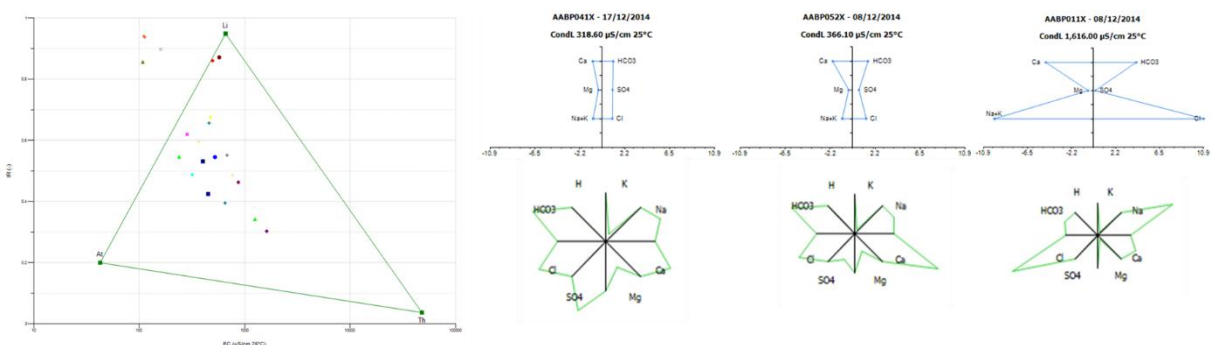
Figuur 475: Tijdreeksen voor freatische grondwaterpeilmetingen (in meter t.o.v. maatveld) voor het SBZ-H-deelgebied Graafweide Schupleer.

11.11.5 Grondwaterchemie

De chemische analyses van het grondwater in Graafweide Schupleer zijn op een paar uitzonderingen van zeer recente datum (meer dan 90 % van de stalen uit Tabel 62 dateert van 2014). Daarin zijn regelmatig en verspreid over grote delen van het gebied verhoogde orthofosfaatconcentratie gemeten (waarden > 0.1 mg/l). Gelukkig vallen de concentraties aan stikstofverbindingen in het grondwater (nitriet, nitraat en ammonium) alle eerder laag uit waardoor er via grondwater geen acute eutrofiëringsproblemen te verwachten zijn.

Tabel 62: Samenvattende statistieken voor de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater in de SBZ-H deelzone Graafweide-Schupleer (periode 2012-2019).

# = 21	EC25	pH	HCO3	N-NO3	N-NO2	N-NH4	P-PO4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
max	1616	6,9	258	0,12	0,015	3,17	0,882	141	386,8	216,1	57,4	95,1	12,80	42,18
90-percen	870	6,6	210	0,06	0,015	0,54	0,422	94	155,0	83,6	25,7	78,9	7,73	36,25
mean	519	6,3	102	0,03	0,015	0,34	0,140	43	80,9	39,1	11,1	46,8	4,11	14,14
10-percen	113	5,9	32	0,01	0,015	0,04	0,015	8	3,5	2,8	1,3	18,5	0,56	0,61
min	108	5,7	12	0,01	0,015	0,02	0,015	2	2,1	1,4	0,7	11,8	0,52	0,11

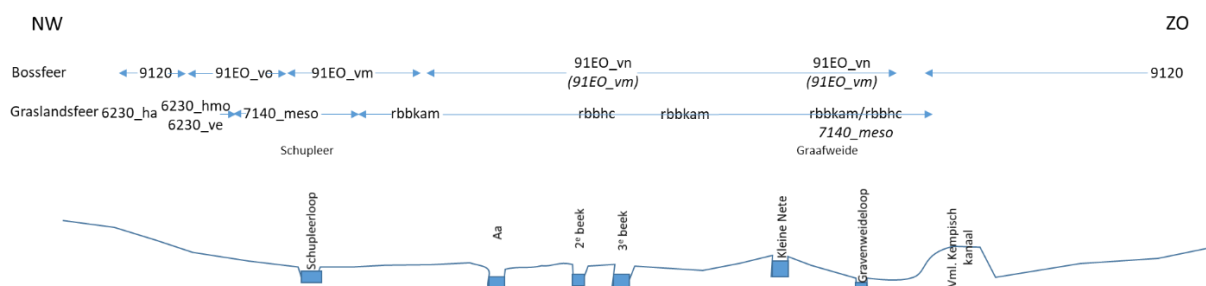


Figuur 476: EC/IR-, Stiff (rechtsonder)- & Maucha (rechtsboven)-diagrammen van het freatische grondwater van het SBZ-H deelgebied van Graafweide-Schupleer

Naar oorsprong neemt de meerderheid van de grondwaterstalen uit dit gebied een tussenpositie in tussen atmoclien en lithoclien grondwater (EC/Ir-diagram in Figuur 476). Op de Stiff- en Maucha- diagrammen springen de verhoogde natrium- en chlorideconcentraties, occasioneel ook eens een verhoogde sulfaatconcentratie. De instroom van vervuiling, meer dan waarschijnlijk op verschillende locaties in en rond het gebied via infiltrerend oppervlaktewater of lekkende rioleringen, slecht of te frequent functionerende overstorten, zorgen voor een vrij algemeen beeld van vervuiling van grondwater in dit gebied.

11.11.6 Vegetatiezoning

Grote delen van dit gebied zijn sterk ontwaterd en geëutrofiëerd. De soms uiterst intensieve landbouwuitbating van de voorbije decennia heeft gezorgd voor bodems waar soms tot meer dan een halve meter diepte forfaatoververzadiging is ontstaan, een historische erfenis die slechts uiterst moeilijk en na langdurige inspanningen zal ongedaan gemaakt kunnen worden. Slechts kleine delen van het gebied vertonen nog een min of meer waardevolle half natuurlijke tot natuurlijke vegetatie. Dat is voornamelijk het geval in het noordwesten van het gebied, in het terreingedeelte rond de Schupleerloop. Op de droogste terreingedeelten zijn hier nog struisgraslandrelictjes (6230_ha) te vinden, die, naarmate het terrein lager ligt en dus ondiepere grondwaterstanden krijgt, geleidelijk overgaan in iets wat het midden houdt tussen veldrusgrasland (6230_ve) en vochtig heischraal grasland (6230_hmo) zoals op zo veel overgangen van Kempische beekdalen naar de hoger gelegen plateaugronden in de Kempen. Helemaal onderaan het traject, in de eigenlijke vallei, hier van de Schupleerloop, ontwikkelt zich hier en daar een klein fragmentje van kleine zeggenvegetaties (7140_meso). De rest van het dwarstransect door de vallei wordt gekenmerkt door de aanwezigheid (in het beste geval) van kamgrasland (rbbkam) en hier en daar, in vochtige depressietjes, iets wat een beetje gelijkt op dottergrasland (rbbhc). In het uiterste zuiden, voorbij het gedempte kempische kanaal, loopt de topografie terug op in het militair domein van Grobbendonk, daar ontwikkelt uiteraard opnieuw heide



Figuur 477: Schematisering van de vegetatiezoning in het SBZ-H-deelgebied van Graafweide-Schupleer

In de bossfeer geeft dat een zeldzame keer een fragmentje Atlantisch zuurminnend beukenbos met hulst (9120) op de droogste toppen, maar doorgaans gaat het om aanplanten met grove den (op voormalige heide) of aanplanten met exoten zoals Amerikaanse eik en Amerikaanse vogelkers of populier. In dezelfde zone als waar vochtig heischraal grasland te vinden is in de open sfeer, zijn wat fragmenten te vinden van oligotroof elzen-berkenbroek (91EO_oli) in het uiterste noordwesten van het gebied. Rond de Schupleerloop en ten dele ook in de smalle strook tussen de Aa en de Kleine Nete komt nog vrij goed ontwikkeld mesotroof elzenbroek (91EO_vm) hoewel ook hier duidelijke verdrogingsverschijnselen (verruiging, eutrofiëring) domineren. Elders in het gebied zouden van nature ook mesotrofe elzenbroeken moeten kunnen ontwikkelen, maar momenteel zijn het in het beste geval sterk geruderaliseerde, nitrofiële vochtige bosjes (met veel goede wil te catalogeren onder 91EO_vn).



11.11.7 PAS-relevante hydrologische knelpunten

- I. Structurele ingrepen: Zowel de Kleine Nete als de Aabeek werden hier inde de jaren 80 van de vorige eeuw genormaliseerd, gestuwd en langs de kant van Grobbendonk ingedijkt, waardoor de waterhuishouding van een groot deel van dit gebied artificieel geworden is, met structurele verdroging als gevolg.
- II. Nutriënten via water:
 - Overstromingen: er treden regelmatig overstromingen op met nutriëntenrijk rivierwater waardoor er sprake is van regelmatige aanrijking met nutriënten in grote delen van dit gebied.
 - Oppervlaktewater: de nutriëntenvrucht via oppervlaktewater (verspreid in het gebied via slecht functionerende riool overstorten), maar ook via infiltratie naar grondwater in het zomerhalfjaar) is hoog, zowel voor stikstof als voor orthofosfaat
 - Grondwater – aanvoer van nutriënten met name orthofosfaat is duidelijk het geval en verspreid over het ganse gebied
- III. Grondwaterwinning: Ja (drinkwaterwinning Herentals – enkel kleine ‘beregeningsswinningen’)
- IV. Lokale drainage: In het gebied zijn veel erg goed onderhouden drainagegrachten aanwezig op de percelen die intensief landbouwgebruik kennen (de meerderheid van de valleipercelen)
- V. Beperken evapotranspiratie: vermoedelijk niet relevant
- VI. Meetnet: Ja en operationeel.

11.11.8 Relevante referenties

Van Ballaert, S., De Becker, P, Herr C., Vandamme, L., Verbaarschot, E., Weijters, M., Bobbink, R., Verbeiren, B., Huysmans, M. 2017. Ecohydrologische studie met bodemanalysen voor Graafweide-Schupleer. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (16). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

12 ALGEMENE REFERENTIELIJST

- Aerts, N., Hermy, M. 2004. Vegetatie en vegetatiesuccessie in het natuurreserveat De Maten (Genk). Eindwerk voorgedragen tot het behalen van de graad van Bio-Ingenieur in het Land- en Bosbeheer. Katholieke Universiteit Leuven.
- Aggenbach C. 1988. Kartering van freatofyten in de vallei van de zwarte beek
- Aggenbach C.J.S., Desmet N., Liczner Y., Patyn J., Vanderhaeghe F. & Van Diggelen R. 2014. Ecohydrologische studie SBZ-H De Maten. ECOBE 014-R182 hoofdrapport en bijlagenrapport. Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer ECOBE/VITO/ INBO, Antwerpen.
- Allemeersch L. 2010. Archeologische en paleo-ecologische evaluatie van de Zwarte Beek (Beringen, provincie Limburg). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2010.56. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Aubroeck B, Huybrechts W & De Becker P 1998. Verkennende ecohydrologische studie van de Demervallei tussen Diest en Werchter. Rapport Instituut voor Natuurbehoud Brussel. IN.R.2008.5.
- Aubroeck B. 2016 LIFE+ Natuurherstel Most – Keiheuvel Actie A4 Ecohydrologische studie Provincie Antwerpen
- Baete H. 2003 Bosreservaat De Heirnisse: basisrapport INBO
- Baeyens L. 1960. Bodemkaart van België, verklarende tekst bij het kaartblad Tessenderlo 61 W. IWONL.
- Batelaan O., De Smedt F., Huybrechts W & De Becker P. 1993. Ecohydrologische analyse van een natuurgebied met behulp van hydrogeologische systeemmodellering en geografische informatieverwerking. Water 71: 117-127.
- Batelaan O & De Smedt F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt
- Batelaan O; Asefa T; Van Campenhout A & De Smedt F. 2000. Bepalen van de regionale grondwaterstroming naar een aantal kwelgebieden in het landinrichtingsproject Grote-Netegebied. VUB.
- Batelaan O, De Becker P, Al-Rawy M, Herr C & Schneidewindt U 2012. Herstel vochtige heide op Schietveld Houthalen Helchteren via grondwatermodellering.
- Baten Y & De Smedt P. 1986. Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Vlaams-Brabant. Het leefmilieu in Vlaanderen. Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL), Bestuur voor Leefmilieu (Brussel).
- Bats H. Het Voerens landschap Monumenten en Landschappen
- Bell & van 't Hullenaar. 2011. Ecohydrologische systeemanalyse grensoverschrijdend natuurgebied Wijffelterbroek-Kettingdijk-Smeethof.
- Berten B., De Becker P., Dreesen R., Dupae E. & Dusar M. 2011. Waarom is het orchideeënrijke grasland in Opleeuw zo uitzonderlijk soortenrijk? Likonajaarboek nr. 21: 30-39

- Bets P.V., 1887. Zoutleeuw. Beschrijving, geschiedenis, instellingen. Eerste deel, Tienen, 312 p.
- Bobbink R., de Goeij S., Vogels J. & Verbeek P. 2006. Wetenschappelijke onderbouwing van de beheergerichte maatregelen in het gebied Hoeverheide (Kamp van Beverlo).
- Bobbink, R., Bal, D., Smits N.A.C. & Smolders A.J.P. 2013. Biogeochemische mechanismen in natte ecosystemen
- Boeye D & Vanhaesebroeck B. 1983. Het Buitengoor te Mol. Eindwerk UAntwerpen
- Boeye D 1992. Hydrologie, hydrochemie en ecologie van een grondwaterafhankelijk veen. Ph D thesis UAntwerpen
- Boeye D., Clement L. & Verheyen R.F. 1994. Hydrochemical variation in a groundwater fed discharge fen. *Wetlands*. Vol. 14. No. 2. June 1994. pp. 122-133. The Society of Wetland Scientists.
- Boeye D; Van Haesebroeck B; Delbaere B; Hens M & Verheyen R. 1996. A local rich fen fed by calcareous seepage from artificial river water infiltration system. *Vegetatio* 126: 51-58.
- Bogemans F. 2005. Toelichting bij de quartair geologische kaart. Kaartblad 2-8 Meerle-Turnhout.
- Bottu M-C., Buter C., De Blust G, Gladdines A, Hellemans K., Janssens C, Slembrouck J., Stappaerts H., Tetsch V., Van Damme M., Van Der Veken H. & Verhaert E. 1988 Ecohydrologisch onderzoek van het Merkske stroomgebied: eindrapport: een hydrogeologisch en vegetatiekundig onderzoek ten dienste van het natuurbeschermingsbeleid. Benelux Economische Unie (Delft) Physical details: 86 ill.
- Boone N, Hens M, De Becker P, Denys L & Packet J 2010. Aanvullende gegevens over het natuurgebied Torfbroek. Advies van het Instituut voor Natuur en Bos onderzoek INBO.A.2010.39
- Broers, H.P. & M. Peet 2003. Actualisering van de gebiedstypen-informatie van het meetnet grondwaterkwaliteit van de provincie Noord-Brabant. TNO.
- Brouwer E., Weijters M., Van Ballaer B., Moors J. & Backx H. 2010. Rudy van Diggelen Natuurinrichtingsproject Biscopveld. Experten advies prioritair ven- en heideherstel. Studie in opdracht van VLM
- Burny, J. 1981. De Maten. Natuurreservaat. Belgische Natuur - en Vogelreservaten vzw.
- Butaye J & Hermy M. 1997. Ecologisch impulsgebied Demer en Dijle. Inventaristaite van de natuurwaarden in de Demervallei tussen Werchter en Diest (+kaarten) K.U.Leuven.
- Butaye J, Honnaye O & Hermy M. 1999. Vegetation mapping as an aid in detecting temporal vegetation changes in the Demer valley (Belgium). *Belg. Journ. Bot.* 132 (2): 119-140
- Butaye, J.; Lambrechts, J.; Gabriëls, J. & Hermy, M. 2003. Studie van het abiotisch en biotisch milieu in de Vallei van de Drie Beken. KU Leuven; Laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap: 167 pp + bijlagen
- Callebaut J, De Bie E., De Becker P. & Huybrechts W. 2007. NICHE Vlaanderen: SVW: 1-7 Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.R.2007.3 (Brussel)



De Becker P. 2008. Commentaar op het verzoek tot ontheffing MER voor de hermeandering van de Dommel te Neerpelt in het private natuurreservaat het Hageven (Limburg). INBPO.A.2008.22

De Becker P. 2009. Mogelijke ecohydrologische effecten op SBZ en natuurgebieden in het kader van het voorontwerp bijzonder oppervlaktedelfstoffenplan “Zand in Vlaams-Brabant” (juni 2009). Advies van het Instituut voor natuur en bosonderzoek INBO.A.2009.153.

De Becker P. 2009. NatuurInrichtingsProject Vallei van de Zwarte Beek (Koersel-Beringen Limburg) Streefbeeldendiscussie INBO Advies INBO.A.2009.04

De Becker P. & Thoonen M. 2010 Advies betreffende het hydrologische herstel in het natuurinrichtingsproject van de vallei van Zwarte Beek – De verondieping van de Oude Beek. INBO.A.2010.118.

De Becker P. 2010 Advies betreffende peilbuisgegevens van het Torfbroek naar aanleiding van werken uitgevoerd door Aquafin. Advies van het instituut voor natuur en Bosonderzoek INBO.A.2010.247.

De Becker P. 2010: Advies betreffende de mogelijkheden voor een eventuele herinrichting/omleiding van de ‘Gorengracht’ in functie van het herstel van voedselarme venecosystemen op het Tielenkamp (Tielen – Provincie Antwerpen). INBO A.2010.112. Instituut voornatuur- en bosonderzoek, Brussel.

De Becker P. 2010. Advies betreffende de herinrichting van de Gorengracht op het militair domein Tielenkamp. INBO.A.2010.128. Instituut voornatuur- en bosonderzoek, Brussel.

De Becker P. 2011. Aanvullend advies betreffende het hydrologisch herstel van de vallei van de Zwarte Beek. Advies van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek. INBO.A.2011.103.

De Becker P., Herr C., Huybrechts W., Vanderhaege F, Wouters J. & Hens M. 2011. Advies betreffende de impact van de nutriëntenbelasting in het brongebied van de Zwarte Beek op oppervlaktewater en grondwater in het stroomafwaarts gelegen natuurgebied “Vallei van de Zwarte Beek” Advies van het Instituut voor Natuur en BosOnderzoek. INBO.A.2010.208.

De Becker P. 2012. Advies betreffende een ecologisch gunstig peil voor de Zeverenbeek (Deinze) in functie van de vegetatie. INBO.A.2012.98

De Becker P.; De Bie E., 2013. Verzamelen van basiskennis en ontwikkeling van een beoordelings-of afwegingskader voor de ecologische effectanalyse van overstromingen. INBO.R.3013.6. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.6). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

De Becker P. 2016 Advies betreffende de aanleg van een wal aan één boskern van het Bouveloboscomplex (Wortegem-Petegem) en de (voormalige) aanwezigheid van permanent grasland. Advies van het Instituut voor natuur- en bosonderzoek. INBO.A.2013.115.

De Blust G. 1981 Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van “de Kalmthoutse heide” en de omliggende landbouwgronden deel: Ecologische studie. Universitaire Instelling Antwerpen, Departement Biologie.

Decler K., Vandevoorde B., De Becker P., De Saeger S. & Oosterlinck P. 2014 Analyse en bepaling van de lokale staat van instandhouding (LSVI) van de habitat “overgangs- en trilveen” (7140) ter hoogte van de Roeselarekreek (Sint-Laureins), met voorstel van hydrologische - en

////////////////////////////////////

Dethioux M. 1960. Vegetatiekaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Aarschot 75 W. Centrum voor plantensociologische kartering van België.

Dethioux M. 1960. Vegetatiekaart van België. 75W, Aarschot. Lebrun J., Noirefalise A., (red.). Brussel: Militair Geografisch Instituut.

Dethioux M. 1960. Vegetatiekaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad Aarschot 75W. Centrum voor plantensociologische kartering van België.

De Wilde M., De Becker P. & Hermy M. 2001. Ecohydrologische studie van de Dijlevallei ten zuiden van Leuven. Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2001.13

De Wilde M., De Becker P., Huybrechts W. 1999. Ecohydrologische studie van het Vinne te Zoutleeuw. Instituut voor Natuurbehoud

Ecolas 2007 ecohydrologische haalbaarheidsstudie voor het natuurinrichtingsproject Torfbroek

Elberling B, Nicholson R.V. & Scharer J.M. 1994 A combined kinetic and diffusion model for Pyrite oxidation in tailings: a change in controls in time. Journal of Hydrology 157: 47-60.

Elsen F., Rens M., Voet E. 2017. Bodemonderzoek 'Vennencomplex Ruiterskuilen, Turfven, Zwartven, Schaapsven, Opplabbeek' Eindrapport. Bodemkundige Dienst van België

Emsens W-J., Aggenbach C., Cirkel D., Smolders A., Stuyfzand P. & van Diggelen R. 2016 Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen eindrapport

Emsens W-J, Aggenbach C., Dictus C., Smolders F., Verbruggen E & van Diggelen R 2019. Laagveenherstel door vernatting Terug naar oernatuur in de vallei van de Zwarte Beek. Natuur.Focus 18e jg nr. 2: 60-65.

Envico 1998. Hydrogeologische studie voor een mogelijke inplanting van een satellietwinning aan de plas E19.

Envico 2000. Ecohydrologisch onderzoek van de Kalmthoutse Heide – rapport.

Envico 2000. Vegetatiekartering van het Breedven en het Ven Onder De Berg – een ecohydrologische analyserapport.

Envico 2001. Milieueffectrapport voor de hermeandering van de Kleine Aa of Weerijbeek t.h.v. het Groot Schietveld, Kamp van Brasschaat.

Envico 2002 Het midden Limburgs Vijvergebied Een ecohydrologische systeemanalyse

Envico 2002. Nota Waterkwaliteit Groot Schietveld, Brasschaat.

Envico 2007. MER: Waterwinning Brasschaat-Satellietwinning Plas E10.

Eppinger R. & Walraevens K 2003 Nitraatverspreiding en reductieprocessen in het grondwater van een 5-tal geselecteerde testsites in Vlaanderen

Faassen J. 19XX De Luysen

Foncke K., Vandenbroucke T., Van Poucke L & Van Der Schoor L. 2017. Ecohydrologische studie van de Vallei van de Grote Caliebeek en militair domein Tielen. Rapport Antea Group besteknr. ANB-ANT-14-025. Antea Belgium.

Freeze R.A. & Cherry J.A. 1979. Groundwater Prentice Hall.

////////////////////////////////////

- Geukens B. 2006 Vegetatiestudie van een grasland te Gors-Opleeuw (Borgloon) thesis
- Gildemeyn A 199X De relatie tussen grondwaterkwaliteit en het voorkomen van acidofytische mossen in het kalkmoeras 'Het Torfbroek' (Berg-Kampenhout, Vlaams-Brabant). Eindwerk UGent
- Grootjans A. 1985. Changes in groundwater regime in wet meadows. Proefschrift ter verkrijging van het doctoraat in de wiskunde en natuurwetenschappen aan de rijksuniversiteit Groningen NI doctoraat.
- Gryseels M. & Hermy M. 1988 Derelict marsh and meadow vegetation of the Leiemeersen at Oostkamp (prov. West-Vlaanderen). Bull. Roy. Soc. Belg. 114: 125-139.
- Gullentops F. 1981. Point 11-1: Zoutleeuw. in Fossil periglacial phenomena in NE Belgium, p.354
- Hartman R. & Verplancke H. 1981. Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van "de Kalmthoutse heide" en de omliggende landbouwgronden. Deel: bodemkundige studie. Intercommunale Grondbeleid en expansie.
- Haskoning 2003. Hoogveenvorming
- Haskoning 2003. Vegetatiekartering Schulensbroek ter voorbereiding van de opmaak van een beheerplan voor het binnenbekken.
- Haskoning 2003. Ecohydrologisch onderzoek van Pinnekenswijer
- Haskoning 2004. Ecohydrologisch onderzoek van Ziepbeekvallei - eindrapport
- Haskoning 2005. Ecologische inventarisatie en visievorming in het kader van integraal waterbeheer. Stroomgebied van de Winge. Rapport van Haskoning in opdracht van AMINAL, afdeling Water.
- Haskoning 2006. Ecohydrologische studie van de Winge. Eindrapport. 107p.
- Haskoning 2014 Voorzuivering in het Midden Limburgs Vijvergebied
- Haskoning 2004 Kalibratie grondwatermodel Winterbeek
- Hendrickx A & Denys L. 2001. Eindrapport onderzoeksopdracht 'Diatomeeënanalyse Turnhouts Vennengebied' Universiteit Antwerpen (RUCA)
- Herbos K. & Vanderhaege F. 2005. Ecohydrologisch onderzoek Liereman en omgeving deelrapport 1. Haskoning in opdracht van Natuurpunt.
- Herbos K. & Vanderhaege F. 2006. Ecohydrologisch onderzoek Liereman en omgeving deelrapport 2. Haskoning in opdracht van Natuurpunt.
- Herbos K., Vanderhaeghe F., Van Den Broeck S., Vercoetere B. & Vandekerckhove W. 2007 Ecohydrologisch onderzoek in de depressie van de [Vloervaart en Zuidlede: verkenning van de potenties voor natuur. Concept eindrapport
- Herr C., De Becker P., Leyssen A. & Van Thuyne G. 2014. Advies betreffende de impact van lozings in het brongebied van de Bolisserbeek. Advies van het Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek. INBO.A.2013.135



- Jansen A, De Blust G, Vogels J & De Becker P. 2016. Landschapsecologische systeemanalyse Vlaams Natuurterrein Teut, Tenhaagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef deel 1: eerste visie
- Jansen A, De Blust G, van Kleef H, Vogels J & De Becker P. 2016. Landschapsecologische systeemanalyse Vlaams Natuurterrein Teut, Tenhaagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef deel 2: uitkomsten vervolgonderzoek
- Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P. 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Inventarisrapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P. 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Monitoringsplan. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P., 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Toegankelijkheidsplan. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- Jansen A., De Blust G., Vogels J. & De Becker P., 2016. Beheerplan Vlaams Natuurreservaat Teut, Ten Haagdoorn en de domeinbossen van Kelchterhoef; Visierapport. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
- Jansen A. 2018. Ecohydrologisch en landschaps-ecologisch advies Tielenkamp en Bosreservaat Sevendonk. Stichting Bargerveen, Nijmegen, NI.
- Jongepier et al 2011 Brown gold - medieval peat marshes in Northern Flanders Water History 3:7393
- Koop H, Leten M, Boddez P, Tielens T & Hermy M. 1992 Bosstructuur en soortensamenstelling van het Rodebos: monitoring van bosstaatsnatuurreservaten in Vlaanderen. Instituut voor Natuurbehoud. Rapport A92/71a. 65 pp.
- Kroes, J.G.; Bonten, L.T.G.; Groenendijk, P.; 'Dynamische modellering van cadmium en zink transport in het stroomgebied van de Keersop, Subtitel: Bijdrage aan een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen' concept; TNO, Alterra; 2008; ISSN 1566-7197
- Laga P.; Louwye, S. & Geets, S. (red.) 2001: Paleogene and Neogene lithostratigraphic units (Belgium), *Geologica Belgica* 4(1-2), p. 135-152.
- Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel I: Een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Laurijssens G., De Blust G., De Becker P. & Hens M. 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen en toepassing ervan op Groot & Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel II: Toepassing van het standaardprotocol voor hertelbeheer van natte heide en vennen op het Groot Schietveld, Klein Schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. INBO.R.2007.31. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel
- Lewylle, I., Goddeeris, B., Engelen, P., Roosen, R., De Becker, P. en Herremans, M. 2008. De Boomkikker op een keerpunt? Soortgericht beheer boekt eerste resultaten. *Natuur.focus* 7(3): 84-93.

Libbrecht D., Degezelle T., Ruyschaert S. & Baert G. 2015. Ecohydrologische studie Averbode bos en heide

Louette G., Van Wichelen J., Packet J., Warmoes T., Denys L. 2008. Bepalen van het maximaal en het goed ecologisch potentieel, alsook de huidige toestand voor de zeventien Vlaamse (gewestelijke) waterlichamen die vergelijkbaar zijn met de categorie meren – tweede deel, partim Vinne: Eindrapport studieopdracht VMM.

Lucassen E. 2004. Biogeochemische beperkingen voor herstel van verdroogde elzenbroekbossen gevoed met sulfaat verrijkt grondwater. Proefschrift KU Nijmegen.

Marechal R. 1992. De geologische structuur in Denys J (red) Geografie van België Gemeentekrediet

Martens K. & Van Camp M. 1998. Inventarisatie en kritische evaluatie van de uitgevoerde hydrologische studies over de Kalmthoutse heide Universiteit Gent in opdracht van AMINAL-afdeling Water

Maucha, R., 1932. Hydrochemische Methoden in der Limnologie XII: 1-173.

Mennen V., Van Look W. & Burny J. 2013. Koersel. Van Neusenbergh tot Spiekelspade. Het historisch landschap in het licht van de plaatsnamen. Natuurpunt.

Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel i: vegetatiekartering

Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel iii: systeembeschrijving

Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel iv: beschrijving van de natuurtypen

Mertens W. & Meire P. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de zwarte beek: deel v: knelpuntenanalyse en potentiekaarten

Mertens, W.; Huybrechts, W.; Scheers, H. 2008. Vallei van de Drie Beken: watersysteem en ecologie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 2008 (22)

Michels, E., Cottenie, K., Van de Meutter, F., Declerck, S. en De Meester, L. 2005. Ecologische gevolgen van verbindingen tussen leefgebieden: de vijvers van het natuurreservaat De Maten (Genk). Natuur.focus 4(1): 16-23.

Milbau A., Herr C. & De Becker P. 2016. Standplaatsvereisten en potenties voor habitatherstel van heischrale graslanden in het SBZ-gebied "Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide en vengebieden"(BE2200029). Rapport van de Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek INBO.R.2016.11609788

Mostaert & De Moor 1989 transgressies en geomorfologie

Muillenders W. & Gullentops F. 1969. 'The age of the pingos of Belgium. In: The periglacial environment, past and present, Troy L. & Péwé, Arctic Institute of North America.

Notebaert B. 2009 Sensitivity of river systems to human actions and climatic events across different environments: a holocene perspective. Proefschrift voorgedragen tot het behalen van de graad van Doctor in de Wetenschappen. KU Leuven.

////////////////////////////////////

- Olie, F.J.; Taat, J.; 'Infiltratieproef met zware metalen verontreinigd grondwater, aan de Castersewijk te Hapert (gemeente Bladel)'; Project BeNeKempen, juli 2007.
- Packet J., Denys L. & De Becker P. 2006. Advies betreffende mogelijkheden voor het herstel van een zwak gebufferd ven op het militair domein Kamp Beverlo te Houthalen-Helchteren. Advies van het Instituut voor Natuur en Bos Onderzoek (INBO.A.2006.226).
- Pals A., Kemmers R., van Delft B., Delbare E. & Wilkin N. 2013. Expertenadvies bodemchemie en ecohydrologie Landschap de Liereman en omgeving Eindrapport. Haskoning Belgium SA/NV in opdracht de Vlaamse Landmaatschappij en het Agentschap voor Natuur en Bos .
- Patyn J. & Bronders J. 2011. Hydrogeologisch model: Bankei Balen. i.o.v. OVAM
- Peeters 2007 Hydromorfologische aspecten van de Durme
- Plessers, Aubroeck, Indeherberg en Verheyen. 2004. Ecologische effectvoorspelling grondwaterwinning As. Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening
- Rijksuniversiteit Gent 1991 Milieu Effect Rapport (MER) van het ontginningsgebied en uitbreiding van ontginningsgebied te Volkegem – Aspect Water
- Rijvers T. Analyse van het natuurontwikkelingsproject Duivelskuil
- Royal Haskoning DHV. 2015 Project-MER voor de hervergunning van de grondwaterwinning te Balen-Nete
- Ruthy, I.; van ellen T. & Dassargues A. 2014 Cretace du Pays de Herve in Dassargues A. & Walraevens K (eds.) 2014. Watervoerende lagen en grondwater in België. Academia press
- Ryckx E. 2014. Project-MER Watertransportleiding vanaf de Oude Moervaart naar de Grootte Meer – Kennisgeving/Ontwerp Mer. Studiebureau Royal Haskoning in opdracht van Evides
- Smolders, A.,J.P. 1995. Mechanisms involved in the decline of aquatic macrophytes; in particular of *Stratiotes aloides* L. Proefschrift, Katholieke Universiteit Nijmegen
- Smolders E, Degryse F, De Brouwer K, Van Den Brande K, Cornelis C. & Seuntjens P, 2001. Bepaling van veldgemeten verdelingsfactoren van zware metalen bij bodemverontreiniging in Vlaanderen. Samenvattende gegevens overgenomen uit een studie in opdracht van OVAM.
- Soresma 2003. Waterbeheerstudie Grenspark De Zoom-Kalmthoutse Heide – Rapport.
- Soresma, Oranjewoud, Alterra; 2007. Water en stoffenbalans voor de drie beken in het grensgebied van de Vlaamse en Nederlandse Kempen, hoofdrapport, Project BeNeKempen.
- Stiff H 1951 The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. Journal of petroleum technology 1951: 15-18.
- Technum 1997. Haalbaarheidsstudie waterwinning westelijk mijnverzakkingsgebied Heusden-Zolder.
- Technum, 2002. Het verkrijgen van hydro-ecologisch inzicht in de natte gebieden van de Vlaamse natuurreservaten Teut en Tenhaagdoornheide. Studieopdracht TWOL-2000. Rapport.
- Tegenbos L., Cornu T., de Jong B., Verhoestraete D., Harden D., Rasch H. & Dox M. 2017. Ecologisch herstel en verbinding Teut en Tenhaagdoornheide. Eindrapport.



- Termote J. 2010. Historisch-geografisch onderzoek naar het voorkomen van de voormalige veldvijvers in het Bulskampveld en de mogelijkheden van herstel in het natuurinrichtingsproject Biscopveld.
- Thomas L. 2007. Test d'une methode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines appliquée au bassin du Berwinne. Master thesis ULiège. Traets J. 1956. De vegetatie van het Kalmthoutse reservaat. Calmthoutania I: 1-43.
- Van Ballaert, S., Vandamme, L. & De Becker, P.; Poelen, M. & Bobbink, R. 2016. Bodemanalyse en Ecohydrologische studie "Vallei van de Grote Nete; Grote Netewoud" (LIFE12 NAT/BE/000438). Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bos Onderzoek INBO.R.2016.11998168.
- Van Ballaert, S., De Becker, P., Herr C., Vandamme, L., Verbaarschot, E., Weijters, M., Bobbink, R., Verbeiren, B., Huysmans, M. 2017. Ecohydrologische studie met bodemanalysen voor Graafweide-Schupleer. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (16). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van Ballaert, S., De Becker, P. & Herr, C. 2017. Onderzoek naar topografie en hydrografie in het kader van natuurherstel in Dunbergbroek, LIFE Hageland INBO-rapport
- Van Beek C.L. Van der Eertwegh G.A.P.H., Van Schaik F.H., Velthof G.L. & Oenema. O. 2004. The contribution of dairy farming on N and P loading of surface water. Nutrient Cycling in Agroecosystems 70: 85-95.
- Van Daele T. 1997. Studie van het grondwater in het natuurgebied "De Snoekengracht" te Boutersem. Scriptie Universiteit Gent 96 pp.
- Van Daele T., Batelaan O. & De Smet F. 2001. Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de Zwarte Beek: deel ii: hydrologische systeemmodellering
- Vandekerckhove W. 2007. Grenspark grondwaterberekeningen: Grondwatermodel. Toetsing en scenario's Studiebureau Haskoning.
- Van de Meutter, F., Stoks, R., De Meester, L. 2008. Periodieke drooglegging van ondiepe vijvers: Wat met libellen, waterkevers en waterwantsen? Natuur.focus 7: 4-9.
- Vandenbohede A., Courtens C., Lebbe L. De Breuck W. 2010. Fresh-Salt water distribution in the central Belgian coastal plain: an update. Geologica Belgica 11/3 163-172
- Van Den Bossche J; & Soenen R. 1994. Integraal waterbeheer, een casestudy voor de Bosbeek in As. Water (79) november/december 225-228
- Van den Bremt P. In de marge van de stad: geschiedenis en ecologie van het Osbroek te Aalst
- Van der Aa B., Vriens L., Van Kerckvoorde A., De Becker P., Roskams P., De Bruyn L., Denys L., Mergeay J., Raman M., Van den Bergh E., Wouters J., Hoffmann M. 2015. Effecten van klimaatverandering op natuur en bos. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.9952476). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Van der Grift, B; Bronders, J; Joris, I; Seuntjes, P.; Janssen, G; De Smedt, F; 2007 'Een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen, Fase 1: Inventarisatie' concept; TNO, VITO, Vrije universiteit Brussel, maart 2007.



- Van der Grift, B; Bronders, J; Joris, I; Seuntjes, P.; Janssen, G; De Smedt, F; 2008. 'Een grondwatermodel voor de Vlaamse en Nederlandse Kempen, Fase 2: Modelleringsconcept'; TNO, VITO, Vrije universiteit Brussel, januari 2008.
- Vanderhaege F, De Becker P & Wouters J 2012. Advies betreffende de hydrologische impact van de grondwaterwinning te Balen Nete INBO.A.2012.53
- Vanderhaege F, Wouters J & De Becker P 2015. Aanvullend advies over de hydrologische impact van de grondwaterwinning te Balen Nete INBO.A.2014.2
- Vanderhaege F, Lommaert L & Van Daele T. 2015 Advies over het project-MER voor de drinkwaterwinning Balen-Nete. Advies van het INBO.A.3350.
- Vandersteen K., Gedeon M., Rogiers B. 2012. Transient model of the confined aquifers below the Boom Clay: 2011 update. Regional Hydrogeological Modelling of the Mol Site.- Mol, Belgium: SCK-CEN,2012.-133p.
- Vandevoorde B., Coppens X. & De Becker P. 2009. Hydrologische en vegetatiekundige verkenning van de vallei van Zeverenbeek (Deinze). Limoniet (2) .: 39-51.
- Vandevelde D. 2002. Optimalisatie van het meetnet voor het monitoren van de verdrogings- en verziltingsproblematiek in het Vlaamse kustgebied
- Van Dyck E & Lebbe L. 1981. Hydrogeologische, bodemkundige en ecologische studie van "de Kalmthoutse heide" en de omliggende landbouwgronden. Deel: Hydrogeologische studie. Tekst & Aanhangsels
- Van Holderbeke M, Standaert A, Cornelis C, Torfs R, 2008. Geïntegreerde risicoanalyse van de cadmium- en arseenbelasting in de Noorderkempen. Studie uitgevoerd in opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie.
- Van Hooren J. 2001 De Wellemeersen hydrologie Eindwerk De Smedt P. 1973. Paleografie en quartair-geologie van het confluentegebied Dijle-Demer. Acta Geografica Lovaniensia nr. 11.
- Van Hoydonck G. 2003. Ecologische inventarisatie en visievorming: Stroomgebied van de Mark (Antwerpen). Haskoning, Mechelen
- Van Looy K., Saey F. & Hermy M., 1994. Het Walenbos, ontwerpbeheersplan van het staatsnatuurreservaat Rapport, RUGent: 117 pp.
- van Wirdum G. 1990. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Appendix D Evaluation of the major-ionic composition of natural waters.
- van Wirdum G., de Louw P.G.B., Rozemeijer J.C., van der Aa N.G.F.M., Giesen T. en Geurts M., 2004. Haalbaarheidsstudie inzake natuurbehoud en ontwikkeling in de brongebieden van de westflank van het Kempens Plateau. NITG 03-236-B, TNO, 216 p. p. Utrecht
- Verbaarschot E., Herr C., Weijters M., De Becker P. & Bobbink R. 2012. Ecohydrologische studie "Boven- en Middenloop Vallei van de Bosbeek" (LIFE09/NAT/BE/000416) Eindrapportage.
- Verbaarschot E., Herr C., Weijters M., De Becker P. & Bobbink R. 2012 Ecohydrologische studie "Middenloop Vallei van de Itterbeek" (LIFE09/NAT/BE/000416) eindrapportage
- Vercoutere B. 1995. Ecohydrologische studie van het Rodebos. Ongepubliceerd eindwerk KULeuven voor het behalen van de graad van bio-ingenieur. 109 pp.
- Verheyen K & Hermy M. 2002 Beheerplan Grotenhout Domeinbos

- Vermeersch S. 2005. Gebiedsvisie Rapport INBO
- Vermulst J.A.P.H. 2004. Statistische analyse bestaande peilbuizen Ziepbeekvallei en Ven onder de Berg. Eindrapport
- VLM 2003. Haalbaarheidsstudie natuurinrichting Bergerven
- VLM 2006. Haalbaarheidsstudie NIP Averbode bos en heide
- VMM 2007 aanvraag stedenbouwkundige vergunning heraanleg Dommelmeanders in het Hageven
- VMM 2008. Grondwater in Vlaanderen: het Centraal Kempisch Systeem. Vlaamse Milieumaatschappij. Aalst. 110 p.
- VMM. 2016. Stroomgebiedsdistrict Schelde - beoordelingsrapport - waterlichaam Grote Nete I VL11_123. VMM.
- Vyvey Q. 1992 Experimenteel planten ecologisch onderzoek van het Torfbroek te Kampenhout (België): invloed van het maaibeheer op blauwgrasland met *Juncus subnodulosus*. Doctoraatsthesis UGent
- Walraevens C. 1995 Hydrogeologisch onderzoek naar de gevolgen voor natuurherstel in de "Leiemeersen" te Oostkamp van de aanwezigheid van een oud huisvuilstort
- Watergroep 2017 Verzoek tot ontheffing van milieueffectrapportage - Hervergunning van de bestaande grondwaterwinning in de Kiezeloölietformatie te Maaseik-Vlakenhof.
- Watergroep 2013. Hydrogeologische voorstudie van de grondwaterwinning te Maaseik-Vlakenhof
- Weijters M., Bobbink R., De Becker P., De Dobbelaer T. & Ghysels G. 2017. Ecohydrologische studie LIFE+ Helvex. B-Ware, INBO en VUB in opdracht van Natuurpunt vzw.
- Wirix G. & Lorent J., 1966, Regime en lading van de Dender, in *Acta Geographica Lovaniensia*, IV, 129-140.
- Zwaenepoel A. & Dochy O. (reds). (2003) Ontwerp Ecosysteemvisie voor het West-Vlaamse Heuvelland. Afdeling natuur MINA onderzoeksopdracht 105/00/01.

