



Vlaanderen
is wetenschap

SWO-ANB-INBO BRONBOSSEN IN DE VLAAMSE ARDENNEN:

Eindrapport: Ecohydrologische karakterisatie
van een aantal bronbossen in de Vlaamse
Ardennen en uitwerking van
klimaatadaptieve maatregelen

Wouter Depaepe & Piet De Becker

**INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK**

Auteurs:

Wouter Depaepe , Piet De Becker

Reviewers:

Jan Wouters 

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

Vestiging:

INBO Brussel, Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel, België

vlaanderen.be/inbo

e-mail:

info@inbo.be

Wijze van citeren:

Depaepe, W. & De Becker, P. (2026). Ecohydrologische karakterisatie van een aantal bronbossen in de Vlaamse Ardennen en uitwerking van klimaatadaptieve maatregelen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2026 (32). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: [10.21436/inbor.146988461](https://doi.org/10.21436/inbor.146988461)

D/2026/3241/171

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2026 (32)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Hilde Eggermont

Foto cover:

Bronbeekje in het studiegebied van het Kluisbos

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap voor Natuur en Bos

<https://natuurenbos.be/>

**AGENTSCHAP
NATUUR & BOS**



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)-licentie.

SWO-ANB-INBO BRONBOSSEN IN DE VLAAMSE ARDENNEN:

**Eindrapport: Ecohydrologische karakterisatie van
een aantal bronbossen in de Vlaamse Ardennen en
uitwerking van klimaatadaptieve maatregelen**

Wouter Depaepe & Piet De Becker

10.21436/inbor.146988461

Dankwoord/Voorwoord

Dergelijke rapporten kunnen maar tot stand komen na het verzamelen van heel wat gegevens. Bedankt aan de betrokken INBO-collega's voor het verzamelen en in goede banen leiden van de abiotische gegevensstromen: Mathias Wackenier, Jannes De Meyer, Nuria Simoens, Lise Provez en Joren Daems.

Speciale dank aan Jan Wouters voor de uitvoerige interne review van dit rapport.

Dank aan de opdrachtgever ANB voor de goede samenwerking en de nuttige discussies. In het bijzonder, Ann De Rycke, Danny Maddelein en Jan Menschaert voor het nalezen van het rapport.

Samenvatting

Dit rapport, uitgevoerd in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), heeft als doel een ecohydrologische systeembeschrijving op te maken en hydrologische maatregelen te formuleren voor zes actieggebieden in het Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos, Brakelbos, Trimpontbos en Burreken. Deze studie geeft dus een verdere detaillering van de PAS-gebiedsanalyse van de SBZ-bossen (Van Uytvanck *et al.*, 2018). De focus ligt op het in kaart brengen van abiotische problemen zoals verdroging, eutrofiëring en erosie, en het formuleren van klimaatadaptieve herstelmaatregelen om de gunstige staat van instandhouding van habitatype 91E0 (vallei- en bronbossen) en geassocieerde soorten (zoals vuursalamander, beekprik en rivierdonderpad) te verzekeren.

De bronbossen in de Vlaamse Ardennen worden gekenmerkt door een complexe tertiaire geologie met een opeenvolging van zandige en kleiige afzettingen. Er zijn in deze studie vier potentiële bronniveaus gedefinieerd voor deze gebieden. De chemische samenstelling van het bronwater is sterk afhankelijk van de watervoerende laag. Bovendien werd voor elk gebied ook de reële potentie voor kalktufvorming (habitatype 7220) onderzocht. Dit habitatype (*sensu lato*) is soms aanwezig in de mineraalrijkere bronnen, zij het dan dat de vereiste ontwikkelde mosvegetatie vaak ontbreekt.

Erosie en sedimentatie zijn op veel plaatsen in de Vlaamse Ardennen - en dus ook in de bekeken gebieden - een acuut en uitgesproken probleem, voornamelijk veroorzaakt door oppervlakkige afvoer van regenwater. Dit leidt tot ravijnvorming en dikke sedimentafzettingen aan de bronzones en beken.

Hoewel de meeste bronnen als permanent worden beschouwd, kunnen ze door uitgesproken seizoensfluctuaties toch periodiek droogvallen. De klimaatverandering wordt gekenmerkt door langere droogteperiodes, hogere temperaturen en intensere neerslag die de infiltratie verder beperkt en piekafvoeren versterkt. Deze gevolgen zullen de druk op de bronnen en de eraan gekoppelde waardevolle habitats enkel doen toenemen.

In een aantal gebieden stellen we verhoogde concentraties aan nitraat- en soms ammoniumstikstof in het grond- en/of oppervlaktewater vast. Dit is het gevolg van instroom via landbouwgebied, huishoudelijk afvalwater (bij gebrek aan riolering of adequate IBA's) of zelfs lekkage uit stortplaatsen.

De aanbevolen klimaatadaptatieve maatregelen in dit rapport zijn gericht op het herstel van de hydrologie, op de waterkwaliteit en op het stoppen van erosie om zo het behoud van de habitattypen te verzekeren.

De meest duurzame oplossing voor ernstige erosieproblemen is het herbebossen van de steile, erosiegevoelige percelen aan bosranden of de percelen tenminste omzetten naar permanent grasland. Deze maatregelen moeten prioriteit krijgen boven herstelwerken in de beeklopen zelf, aangezien ze de oppervlakkige waterafvoer en sedimentaanvoer stoppen. Herbebossing van infiltratiegebieden draagt bovendien ook bij aan de aanvulling van de grondwatertafel door de verhoogde infiltratiecapaciteit van de bodem.

De voorgestelde maatregelen sluiten daarmee aan bij een klimaatrobuuste inrichting van het landschap, gericht op het herstel van de infiltratie, de buffering van piekafvoeren en de beperking van sedimentaanvoer.

Aanbevelingen voor beheer en beleid

Hieronder volgen enkele aanbevelingen voor het beheer en beleid rond enkele abiotische problemen in bronbossen (habitattype 91E0: vallei- en bronbossen) en mogelijke duurzame, klimaatadaptieve herstelmaatregelen. De basis voor bronherstel is een grondige analyse van de **knelpunten** (zie de praktische handleiding in §5). Pas nadat deze knelpunten goed in kaart gebracht zijn, kan overgegaan worden tot duurzaam herstel.

I. Verdroging en grondwaterdynamiek: Bronbossen krijgen onder klimaatverandering steeds vaker te maken met extreme droogtes. Ook structurele verdroging is in vele gevallen een groot knelpunt. In volgorde van belangrijkheid zijn dat:

- Ga na wat de impact kan zijn van gekende **grondwaterwinningen**. Gebruik hiervoor bijvoorbeeld de [voortoets](#). Voor freatische lagen (bovenste lokale bronniveau) kan hiervoor ook de [grondwatersimulator](#) gebruikt worden. Ingrijpen op (vergunde) grondwaterwinningen kan uiteraard enkel via vergunningenbeleid;
- **Versterk de waterretentie in de boszone, niet als automatisme maar waar relevant:** verondiepen van (rechtgetrokken en) diep ingesneden bronbeken (evt. met materiaal van de aanpalende oevers) vermindert de drainerende werking. Dit is enkel effectief nadat de versnelde oppervlakkige afstroming en de erosieproblematiek in het bovenstroomse gebied is gestopt en er geen piekdebieten meer optreden. Wanneer de oorzaak niet weggenomen is, heeft het nemen van maatregelen geen zijn. Dan zal de beek zich gewoon terug in het landschap insnijden.
- Overweeg het **dempen of verondiepen van (oude) drainagestructuren** waar dit nuttig is en deze maatregelen geen grote verstoring van de bosvegetatie veroorzaken.

II. Nutriënten, eutrofiëring en waterkwaliteit: Gunstige abiotische bereiken kunnen sterk verschillen tussen habitattypes, wat betekent dat nutriëntenconcentraties zorgvuldig moeten worden geïnterpreteerd. **Pak oppervlakkige afspoeling van afstromend neerslagwater aan** in de zones die topografisch hoger liggen dan het brongebied. Om afstroming te beperken, is het aangewezen om in te zetten op de **omzetting naar bos of permanent grasland** in het infiltratiegebied en op probleemmakers. Dit stopt ook de aanvoer van nitraat en sulfaat. Zet in op de **aanpak van huishoudelijk afvalwater**. Controleer of geïsoleerde woningen en clusters aangesloten zijn op de riolering of een goed onderhouden Individuele Behandeling Afvalwater (IBA) hebben. Indien nodig, dring aan op de aanleg of het correct onderhoud van IBA's. **Creëer bredere buffercorridors**. Leg bredere grasbuffers of swales (greppel-berm structuren) aan langs/in erosiegevoelige akkers om oppervlakkige afvloeï van nutriënten te beperken.

III. Erosie, sedimentatie en piekdebieten: Stop de aanvoer van sediment en oppervlakkige afvoer van regenwater bij de bron. Converteer de meest steile, erosiegevoelige percelen (vooral akkers aan bosranden) naar bos. Dit verhoogt tevens de **grondwateraanvulling** en stabiliseert de waterstanden. Als herbebossing niet mogelijk is, leg dan minstens permanent grasland aan op deze percelen. Kies niet voor tijdelijk grasland of raaigras waarbij machinaal gemaaid moet worden. **Beperk erosie op paden en recreatiewegen:** Breng oplossingen aan om geulerosie te voorkomen (bv. padtracé verleggen, gebruik **afvoerdeflectie**, plaats **erosiedrempels**). Het pad uit de gevoelige zone verleggen is veruit de beste oplossing, maar indien dat niet kan, laat het pad dan kronkelen. De slaagkans van deze maatregel blijft echter beperkt zolang de oorzaak van de knelpunten niet wordt aangepakt.

De concrete uitwerking van bovengenoemde maatregelen vereist evenwel gebiedsgerichte afstemming met betrokken eigenaars, gebruikers en administraties.

English abstract

This report aims at developing an ecohydrological system description and to formulate ecohydrological restoration measures for six nature conservation areas located in the region of the so called “Vlaamse Ardennen”, more specifically: Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos, Brakelbos, Trimpontbos and Burreken. This study thus provides further detail on the PAS area analysis of the SBZ forests (Van Uytvanck *et al.*, 2018). The focus lies on identifying problems with abiotic site conditions such as desiccation, eutrophication and erosion. As a consequence measures for developing climate-adaptive restoration for the habitat type 91E0 (alluvial and spring forests) and associated species, including fire salamander, brook lamprey and bullhead.

The spring forests of the Flemish Ardennes are characterised by a fairly complex tertiary geology consisting of alternating sand and clay deposits. Four aquifers and underlying aquitards were found. These combinations cause four levels of temporary and/or permanent springs. The chemical composition of the spring water depends entirely on the aquifer mineralogy. For each studied nature conservation area, the actual potential for tufa formation (habitat type 7220) was also assessed. This habitat type (*sensu lato*) is present in some sites with mineral-rich springs, although often without the well-developed bryophyte vegetation required for full expression of the habitat.

Erosion and sedimentation constitute an acute and major problem in many parts of the Flemish Ardennes, including most of the areas examined in this study. They are mainly caused by surface runoff of rainwater, leading to extreme gully formation and substantial sediment deposits in spring zones and sediment loads in the spring brooks, thus having a marked negative effect on the survival chances of the associated species.

Although most springs have a permanent character, some have a seasonal character (winter), mainly due to the limited recharge area. Climate change — characterised by longer drought periods, higher temperatures and more intense rainfall that further limits infiltration and amplifies peak flows — is expected to increase the pressure on these springs and the valuable habitats associated with them.

In several, mainly the highest aquifers and thus dito springs, elevated concentrations of nitrate and, in some cases, ammonium nitrogen have been detected in groundwater and/or surface water. The suspected origin of the nutrients is infiltrating agricultural and in some cases domestic wastewater (in the absence of sewerage or adequate individual treatment systems); in one case leakage from a landfill site percolate water was identified.

The climate-adaptive measures recommended in this report focus on restoring hydrology, improving water quality and halting erosion, thereby safeguarding the conservation of the relevant habitat types. The most sustainable solution for severe erosion problems is the reforestation of steep, erosion-prone parcels along forest edges, or at minimum their conversion to permanent grassland. This should take priority over restoration works within the stream channels themselves, as it effectively reduces surface runoff and sediment delivery. Reforesting infiltration areas additionally contributes to the recharge of the groundwater table due to the increased infiltration capacity of the soil.

The proposed measures thereby align with a climate-resilient design of the landscape, aimed at the restoration of infiltration, buffering of peak flows, and reduction of sediment supply.

Inhoudstafel

Dankwoord/Voorwoord	2
Samenvatting	3
English abstract	5
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding en doel van de studie	11
1.2 bronnen versus kwelzones	12
1.3 Brontypes	14
2 Situering en methodiek	16
2.1 Inventarisatie van de bronzones	16
2.2 Geohydrologische context van de bronnen in de Vlaamse Ardennen.....	18
2.2.1 Diestiaanbronnen	20
2.2.2 Gentbrugge-Vlierzele-bronnen (Paniseliaan bronnen)	21
2.2.3 Tielt-Egembronnen (Ieperiaan(boven)-bronnen)	21
2.2.4 Kortrijk-Moen-Roubaixbronnen (Ieperiaan onder-bronnen).....	21
2.3 Het Meetnet	22
2.4 Oppervlaktewaterkwaliteit	24
2.4.1 Oppervlaktewaterstaalname.....	25
2.5 Grondwaterkwaliteit	26
2.5.1 Grondwaterstaalname	29
2.6 Biotiek.....	30
2.7 Knelpunten en aanbevelingen	31
3 Gebiedsbeschrijvingen	32
3.1 Kluisbos	32
3.1.1 Situering	32
3.1.2 Topografie en Hydrografie	33
3.1.3 Geohydrologie	35
3.1.3.1 Tertiaire geologie	35
3.1.3.2 Quartaire geologie.....	37
3.1.3.3 Bodem en erosie	37
3.1.4 Grondwaterdynamiek	40
3.1.4.1 Tijdreeksen	40
3.1.4.2 Situering van het infiltratiegebied.....	43
3.1.5 Grondwaterkwaliteit	43
3.1.6 Oppervlaktewaterkwaliteit	45

1 INLEIDING

1.1 AANLEIDING EN DOEL VAN DE STUDIE

De regionale staat van instandhouding van habitatwaardige bossen in Vlaanderen is actueel ongunstig (Paelinckx *et al.*, 2019). Vallei- en bronbossen (Europees prioritair habitattypen 91E0) vormen daar geen uitzondering op. Ze hebben onder meer te kampen met eutrofiëring, verdroging, sedimentatie en erosieproblemen.

In deze studie ligt de focus op de bronbossen in de Vlaamse Ardennen, die grotendeels gelegen zijn binnen de Speciale beschermingszone (SBZ) BE2300007: Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuid-Vlaamse bossen. De meerderheid van de bronzones zijn hier in regel gedraineerd met een netwerk van drainagegrachten. De zeldzamere, goed ontwikkelde bronzones en -beken herbergen nog verschillende habitat-typische soorten zoals verschillende mos- en plantensoorten zoals paarbladig goudveil, verspreidbladig goudveil, hangende zegge, bittere veldkers en reuzenpaardenstaart. en habitat-typische diersoorten zoals vuursalamander, gewone bronlibel, rivierdonderpad, beekprik en gewone beekloper.

Klimaatopwarming gekenmerkt door langere droogteperiodes, hogere temperaturen en periodes met intensere neerslag, minder infiltratie en dus hogere afvoerdebieten zal er naar alle waarschijnlijkheid toe leiden dat het leefgebied voor deze soorten minder geschikt zal worden. De habitats zouden zowel kwantitatief als kwalitatief onder druk komen te staan waardoor de ontwikkelingskansen van brongemeenschappen kunnen/zullen verminderen.

Voor een aantal bronbossen in de Vlaamse Ardennen heeft het INBO op vraag van ANB een ecohydrologische gebiedsbeschrijving uitgewerkt. Hierin wordt de beschikbare (reeds gekende) abiotische informatie samengebracht met nieuw te verzamelen info. Omdat naast verdroging ook andere storingsfactoren (verzuring, eutrofiering, erosie, ...) aan de basis zouden kunnen liggen van de achteruitgang van de habitats, werd gevraagd om ook die drukken zo goed als mogelijk in beeld te brengen. Dit zal met eigen en nieuwe meetgegevens over grond- en oppervlaktewaterdynamiek en -kwaliteit gepoogd worden. De gebiedsbeschrijving zal telkens afgerond worden met een overzicht van de knelpunten voor behoud of herstel van de habitattypes.

Daarna wordt voor elk gebied een praktische wegwijzer/actieplan voorgesteld. Het actieplan zal concreet aangeven welke herstelmaatregelen of beschermende maatregelen waar bij voorkeur worden uitgevoerd. Dit ter remediëring van het droogvallen van bronzones (via kleinschalige waterhuishoudingswerken) met het oog op het behoud van het habitatype 91E0 en relevante soorten. Deze studie poogt voldoende in detail te gaan, zodat de praktische uitvoering wordt gefaciliteerd.

De strategische doelstelling is een significante bijdrage leveren aan het bereiken van een gunstige staat van instandhouding (GVI) van de boshabitattypes, het meer natuurlijk laten functioneren van bronbeken en het vernatten van dit type bossen (Vlaams klimaatadaptatieplan, VAP) en de uitvoering van soortenbeschermingsplannen (SBP's) voor beekprik en rivierdonderpad, en de bescherming van leefgebieden van de habitattypische soorten vuursalamander, gewone bronlibel en gewone beekloper.

In het gebied lopen momenteel verschillende initiatieven waarin herstelacties kunnen opgenomen. Hieronder een overzicht van de lopende of op te starten initiatieven:

- Erkenning van het Landschapspark Vlaamse Ardennen, waarin één van de eerste actiepunten “herbronnen” is.
- Landinrichting Zuidwestelijke Vlaamse Ardennen (Kluisbos, Muziekbos en Beiaardbos)
- Een studie “gebiedsvisie Rond Brakel” van Departement Omgeving (Trimpontbos, Brakelbos en Burreken)
- Water-Land-Schap Maarkebeek (Burreken)

1.2 BRONNEN VERSUS KWELZONES

Een belangrijk deel van het neerslagwater infiltreert, dringt dieper door in de ondergrond tot het op een ondoorlatende of slecht doorlatende laag botst. Daar accumuleert het bovenop. Op plaatsen waar door erosieprocessen een ondoorlatende laag de topografie snijdt, loopt het grondwater van die ondoorlatende laag af. Als dat uitstromen van water geconcentreerd op één locatie gebeurt, wordt dat een “bron” genoemd. Doorgaans zit daar ook een flink debiet (een paar liter per seconde) achter. Een bron is dus het gravitair (i.e. onder invloed van zwaartekracht) zijdelings uit de watervoerende laag uitstromen van grondwater over een ondoordringbare laag. Dat uittreden van water hoeft niet altijd in een duidelijk zichtbaar “punt” te zijn. Het kan ook wat diffuser gebeuren, doorgaans als het debiet niet zo groot is, in een natte, drassige zone van beperkte omvang een paar (tientallen) vierkante meters op een hoger gelegen locatie in het landschap.

Een bron is iets anders dan kwel. Kwel is het uittreden van grondwater vanuit de diepte, (nagenoeg altijd) tegen de zwaartekracht in. Kwelwater treedt per definitie diffuus (en niet in één duidelijk punt) uit (Figuur 1).

Een bron komt dus voor op plaatsen waar overgangen tussen een watervoerende laag (aquifer) en een onderliggende, ondoorlatende laag (aquitard) dagzomen. Dat gebeurt meer bepaald op locaties waar de topografie die overgangen in de ondergrond snijdt, op hellingen dus (Figuur 1). Afhankelijk van waar die ondoorlatende laag dagzoomt, kan een bron hoog op de flank liggen, ergens halverwege de flank of helemaal onderaan. Er kunnen twee of meer verschillende bronniveaus optreden als de topografie twee (of meer) moeilijk(er) doorlatende lagen snijdt.



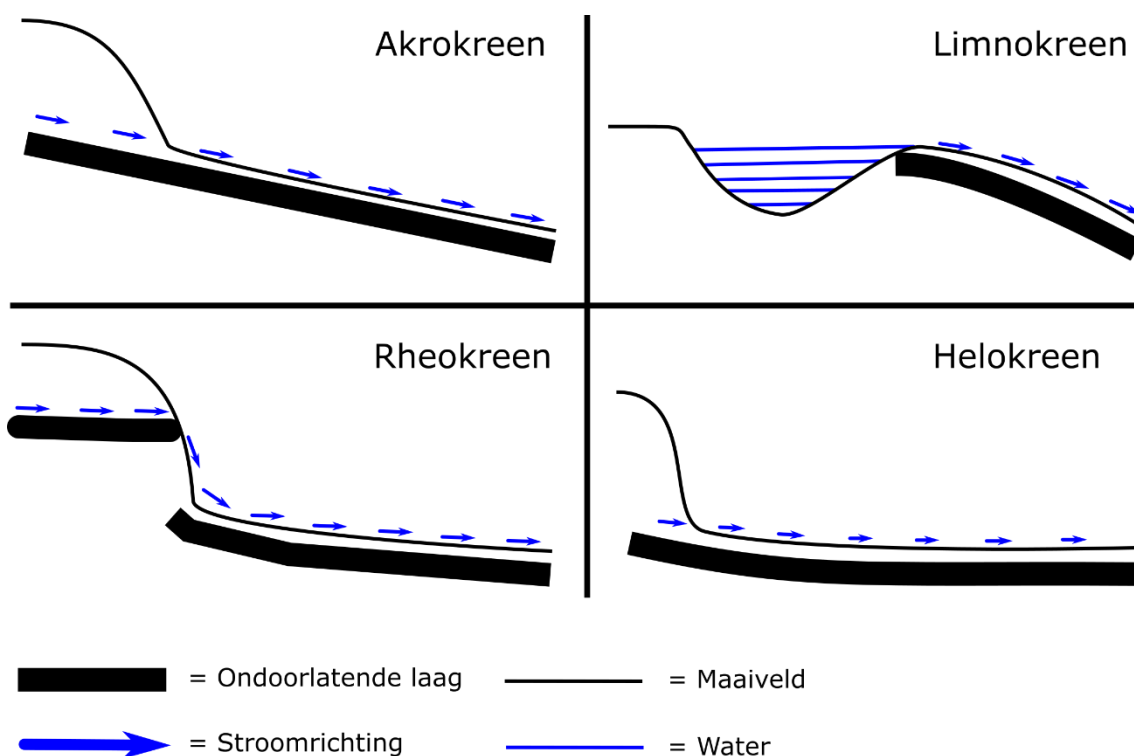
Het uitstromende bronwater sleurt zandkorreltjes met zich mee. Dat proces is intussen al vele duizenden jaren aan de gang en heeft ervoor gezorgd dat er grote hoeveelheden zandig materiaal werd verplaatst en afgevoerd. Daardoor snijdt de bron zich achterwaarts in, in de helling waarop ze uittreedt. Hoe groter het volume uittredend water (en ook hoe zandiger de watervoerende laag waar het bronwater uitkomt), hoe groter de erosieve krachten en hoe dieper de achterwaartse insnijding van de bronnen in de helling. Hoe groter het debiet, hoe gemakkelijker en verder het verplaatste materiaal getransporteerd wordt. Bij kleine(re) bronnen ontstaat een soort waaiervormig terras net onder het bronniveau waar het erosiemateriaal wordt opgestapeld; een soort puinkegel of puinterras.

Het brondebiet hangt in grote mate samen met (de vorm van) de helling van de kleilaag waarover het bronwater afstroomt en uittreedt en de omvang van het infiltratiegebied (Loose *et al.*, 2006). Als die watervoerende laag slechts een klein “geologisch eilandje” vormt op de top van een heuvel, is de kans groter dat de bron droogvalt. Uit een recente studie in Haspengouw bleek dat er nogal wat bronnen zijn op de toppen of in ieder geval hoger op de flanken van de doorgaans vrij smalle heuvels. De watervoerende lagen zijn hier veelal (kleinere of grotere) geologische eilanden. Gezien de uitgesproken topografie en de vrij complexe tertiaire geologie in Haspengouw, gebeurt het hier niet zelden dat er op éénzelfde helling verschillende bronniveaus te vinden zijn (Depaepe & De Becker, 2026). De Vlaamse Ardennen zijn hier vermoedelijk zeer gelijkaardig in.

1.3 BRONTYPES

Morfologisch kunnen er verschillende brontypes onderscheiden worden. Deze types worden opgedeeld in vier algemene groepen. Het is vaak niet altijd duidelijk tot welk exact type een bron behoort aangezien mengvormen mogelijk zijn (Steinmann, 1915; Thienemann, 1922).

- **Akrokrene bronnen:** Wanneer de bron ontspringt vanuit een duidelijk punt dan spreken we van een akrokrene bron, ook wel een puntbron genoemd. In de Vlaamse Ardennen komen hoofdzakelijk dit type bronnen voor.
- **Rheokrene bronnen:** Als het water uittreedt uit een verticaal vlak dan spreken we van een rheokrene bron. Het water dat uittreedt stort dan vaak eerst wat naar beneden, als een soort watervalletje, voor het aanleiding geeft tot een bronbeek. Wanneer er stroomafwaarts geen ondoorlatende laag aanwezig is, kan het bronwater simpelweg weer infiltreren in de ondergrond.
- **Helokrene bronnen:** Bij een helokrene bron treedt het grondwater diffuus uit de grond en spreken we eerder van een bronzone. Dit type wordt het vaakst verward met een kwelzone aangezien ze morfologisch sterk op elkaar kunnen gelijken. Ze kunnen vaak ook niet visueel van elkaar onderscheiden worden zonder aanvullend onderzoek.
- **Limnokrene bronnen:** Als laatste is er nog de limnokrene bron. Hierbij treedt het water uit waarbij het een poel of vijver vormt. Het overstromend water vormt dan de bronbeek. Dit type bron ontstaat dikwijls door het toedoen van de mens, bijvoorbeeld bij het uitgraven van een drinkput voor vee.

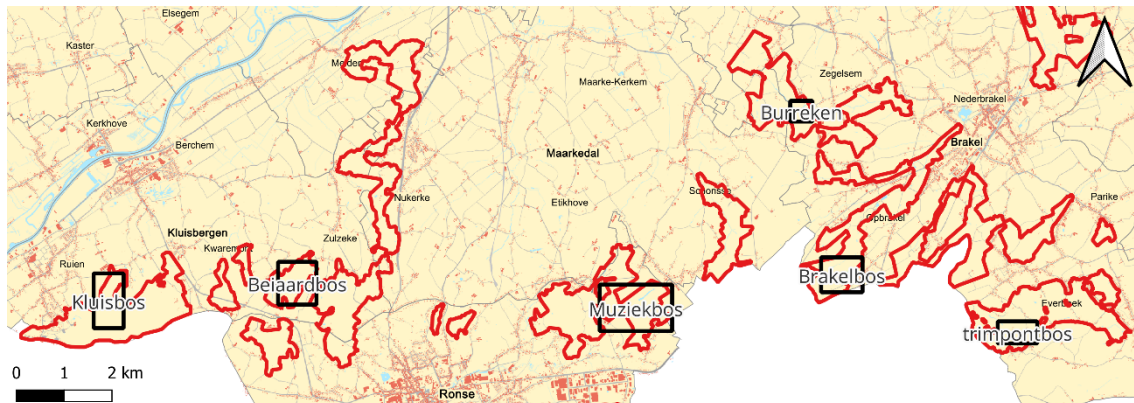


Figuur 2: Morfologische brontypes (vermeld door Thienemann, 1922 als opgesteld door Steinmann).

Artesische bronnen: Grondwater staat onder druk onder een slecht doorlatende laag. Op plaatsen waar die laag onderbroken wordt, stijgt het grondwater tot aan het maaiveld en vloeit het uit.

2 SITUERING EN METHODIEK

Bij aanvang van deze studie heeft de opdrachtgever in het habitatrichtlijngebied BE2300007: Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuid-Vlaamse bossen een aantal actiegebieden geselecteerd, namelijk: het Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos, Burreken, Brakelbos en Trimpontbos. Dit eindrapport geeft voor elk van deze actiegebieden een beknopte ecohydrologische systeembeschrijving waarbij knelpunten en herstelmaatregelen geformuleerd worden. Ten slotte wordt op het einde van dit rapport ook een aantal conclusies en generieke maatregelen meegegeven.



Figuur 3: Regio in de Vlaamse Ardennen met aanduiding van habitatrichtlijngebieden (rood) en actiegebieden (zwart).

2.1 INVENTARISATIE VAN DE BRONZONES

Voor het samenbrengen van de huidige kennis in verband met aanwezigheid van bronnen, bronzones/beken en bronbossen werd de kaart van Criel als basis gebruikt (Criel, 1994).

Die kartering werd uitgevoerd op basis van een aantal verschillende methodes:

- Bossen met bronaanduidingen werden opgezocht op topografische kaarten op schaal 1:10.000 - van het Nationaal Geografisch Instituut (NGI), vermoedelijk deze van 1989.
- Tijdens de toenmalig studie werden boscigenaars, (amateur)veldbiologen en wetenschappers werkzaam rond (bron)bossen, bevraagd naar plaatselijke kennis.
- Inventarisatiegegevens rond kenmerkende bronbossoorten in databanken (bv. de plantenwerkgroep van de toenmalige Wielewaal vzw) werden opgevraagd met eventuele navraag bij de waarnemers en gegevensverwerkers.
- De biologische waarderingskaarten van het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE) werden geraadpleegd.
- Enkele studies rond bronbossen (Buysschaert, 1976; De Smet, 1989; Kinds, 1983) en typologische studies (Bervoets & Schneiders, 1989; Nagels *et al.*, 1993) werden geraadpleegd.
- En ten slotte werden ook eigen gegevens verzameld aan de hand van steekproeven in bossen waarvan werd vermoed dat ze één of meerdere bronnen bevatten.

Intussen zijn er heel wat andere technieken voorhanden om de aanwezigheid van bronnen nauwkeuriger en in groter detail te karteren. De gegevens van Criel werden gecombineerd en aangepast op basis van voortschrijdend inzicht en nieuwe gegevenslagen:

- a) Visuele inspectie van het Digitaal terreinmodel (DTM) van het maaiveld in rasterformaat met een grondresolutie van 1 meter. Dit DTM werd afgeleid van LiDAR-hoogtegegevens die in het kader van het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II (DHMV II) werden ingewonnen. Grotere bronzones en topografische verschillen kunnen hiermee onderzocht en bekeken worden.
- b) Visuele inspectie van Skyview factor van het maaiveld met resolutie van 25 cm, aangemaakt door Agentschap Informatie Vlaanderen (EODaS) in samenwerking met het Agentschap Onroerend Erfgoed op basis van de LiDAR LAZ remote sensing brondata van DHM-Vlaanderen II. Hierop waren diep ingesneden bronbeekjes zichtbaar die op een standaard DTM vaak onopgemerkt bleven door de resolutie of ruis.
- c) Vegetatieopnames die gebundeld zitten in INBOVEG, de centrale databank van het INBO voor vegetatiegegevens.
- d) De Biologische waarderingskaart (BWK) versie 2023 opgesteld en geactualiseerd door het INBO (De Saeger *et al.*, 2023). Hoofdzakelijk gebruikt ter oriëntatie en voorbereiding van de terrein inventarisaties.
- e) De opgestelde PAS-gebiedsanalyses in het kader van herstelmaatregelen voor BE2300007: Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuidvlaamse bossen (Van Uytvanck *et al.*, 2018).
- f) Eigen verzamelde gegevens tijdens terreinbezoeken.

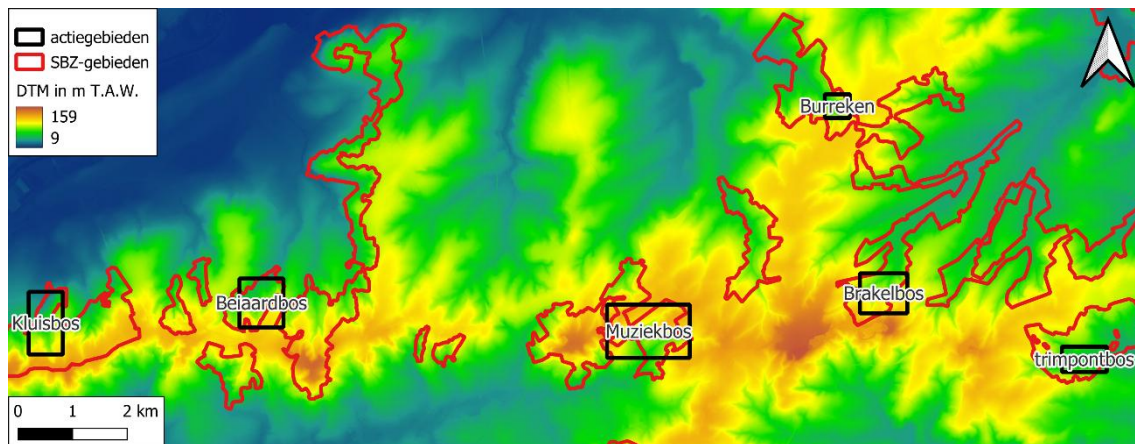
Voor de geohydrologie en topografie werd gebruik gemaakt van o.a. de tertiair geologische kaart (1/50.000), Geologisch (G3Dv3) en hydro-geologisch (H3D) 3D-lagenmodel van Vlaanderen (Deckers *et al.*, 2019), het Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II (Agentschap Digitaal Vlaanderen, 2014) en hydrologische gegevens uit (nieuwgeplaatste) grondwatermeetpunten.

In deze studie werd speciale aandacht geschonken aan erosie en sedimentatieproblemen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van verschillende kaartlagen en gegevenssets die publiek beschikbaar zijn op Databank Ondergrond Vlaanderen:

- Digitale bodemkaart van het Vlaams Gewest (bodemtypes)
- Potentiële bodemerosiekaart per perceel (2025): Aan de hand van een klasse-indeling wordt een inschatting gemaakt van wat de potentiële erosie op een bepaald perceel kan zijn. De klassen worden berekend op basis van het aanwezige bodemtype, de hellingslengte en de hellingsgraad.
- Afstromingskaarten: 5x5m-kaart waarbij afstroming van water gemodelleerd wordt op basis van het Digitaal Hoogtemodel en de Vlaamse Hydrologische Atlas.
- Sedimenttransport en sedimentaanvoer (2022): Verschillende lagen die sedimentstromen modelleren in ton per jaar die al dan niet afgevoerd worden via het oppervlaktewatersysteem (Renders *et al.*, 2021).
- Knelpunten sedimentaanvoer (2022): Puntlocaties uit het model die de hoogste gemodelleerde sedimentaanvoer (ton/jaar) hebben. Deze knelpunten zijn verantwoordelijk voor 10% van de totale sedimentaanvoer in Vlaanderen waarbij iedere klasse 2% bijdraagt.

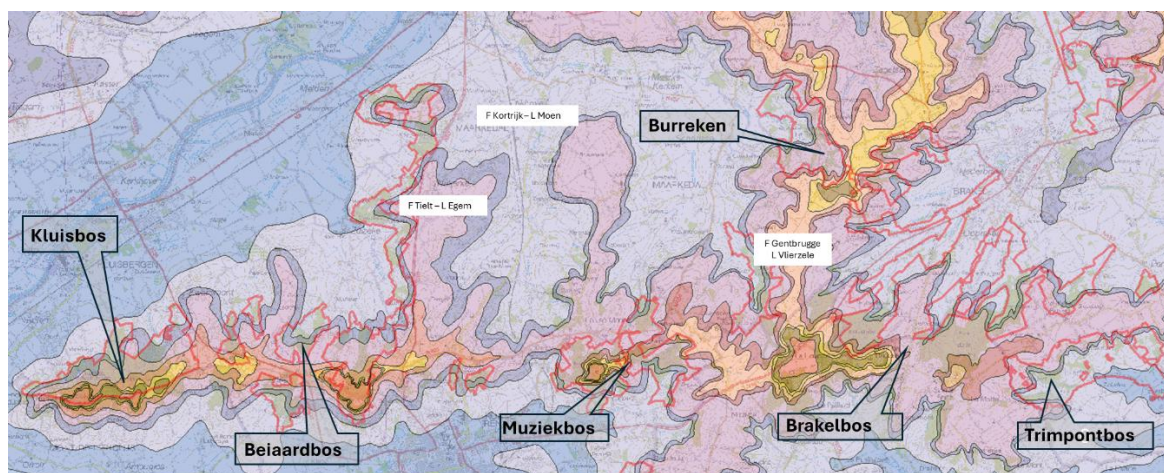
2.2 GEOHYDROLOGISCHE CONTEXT VAN DE BRONNEN IN DE VLAAMSE ARDENNEN

De heuvelrug die de studiegebieden doorkruist vormt de primaire waterscheiding. Deze langgerekte hoogtezone bepaalt de richting van zowel oppervlakte- als grondwaterstroming. Aan de noordflank hellen de valleien voornamelijk af richting het stroomgebied van het Bovenscheldebekken en het Denderbekken in het meest oostelijke studiegebied (Trimpontbos). Aan de zuidzijde bevinden zich kleinere bronzones en kortere dalvormige depressies. De onderzochte bronbossen liggen hoofdzakelijk langs de noordflank van de waterscheiding. Het Burreken ligt op een uitloper naar het noorden terwijl het Muziekbos als uitzondering aan de zuidzijde van de langgerekte heuvelrug ligt.



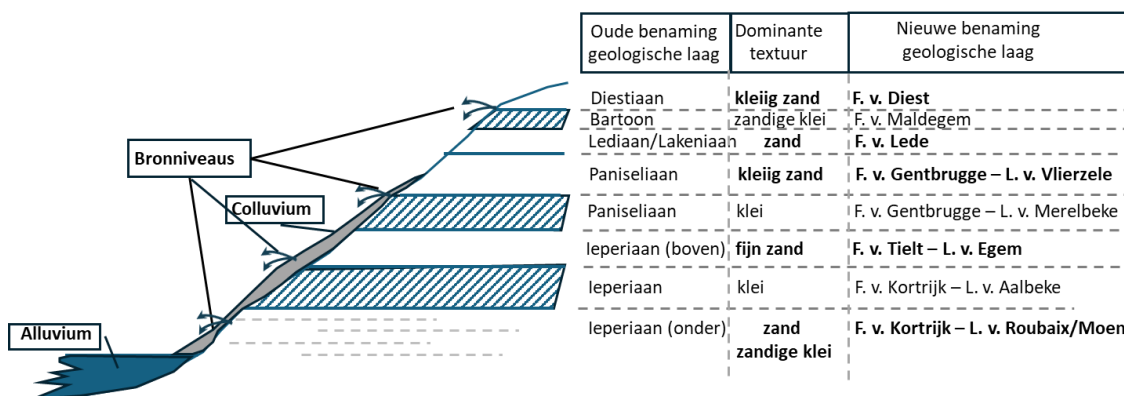
Figuur 4: Regionaal overzicht van het DHMII met aanduiding van habitatrichtlijngebieden (rood) en uitgekozen actiegebieden (zwart).

De tertiair geologische kaart voor de Vlaamse Ardennen (Figuur 5) vertoont een erg grote diversiteit aan lagen, karakteristiek voor een groot deel van zuidelijk Vlaanderen.



Figuur 5: Dagzomende tertiair geologische lagen in de Vlaamse Ardennen met situering van de SBZ-gebieden (rode lijnen) en de onderzochte bronbossen (kleurenlegende zie Figuur 6).

Figuur 7 vertoont minder lagen dan Figuur 6 omdat niet alle lagen van de lithostratigrafische indeling ook hier effectief voorkomen. In de studie van Criel (1994) werd van de verschillende bronniveaus een overzicht gegeven. Vertrekkend van dat schema, stelt deze studie een nieuw aangepast schema voor waarop de verschillende bronniveaus afgebeeld staan zoals ze zich in de Vlaamse Ardennen manifesteren. De dikte van de lagen is hier indicatief weergegeven. De namen van de tertiair geologische afzettingen zijn sindsdien gewijzigd. Het Lediaan en Lakeniaan worden vandaag samengenomen in de formatie van Lede. Het Paniseliaan is vandaag de formatie van Gentbrugge, opgedeeld in een zandig en kleihoudend lid, respectievelijk het lid van Vlierzele en het lid van Merelbeke.



Figuur 7: Mogelijke bronniveaus in de Vlaamse Ardennen (geactualiseerd vanuit Criel, 1994) met watervoerende lagen in het vet.

Verder in dit rapport zal voor elke bron nagegaan worden wat de (hoofd-) watervoerende laag is. De chemische samenstelling van het bronwater wordt immers in erg grote mate bepaald door de mineralogie van de watervoerende laag.

Voor de Quartaire geologie wordt gebruik gemaakt van de Quartair geologische profieltypenkaart (Bogemans, 2005). Hierbij wordt de uitleg voor kaartblad 29 – Kortrijk (Bogemans, 2007) en kaartblad 30 – Geraardsbergen (Bogemans & Van Molle, 2005) gebruikt. De vlakken van deze kaart zijn geen karteereenheden zoals bij de Tertiaire geologische kaart maar vormen zones waar specifieke quartaire lagen op een gelijkaardige manier zijn afgezet. Die vlakken zijn profieltypes en hebben allemaal een verschillende codering. Voor de duidelijkheid geven we deze altijd mee in dit rapport.

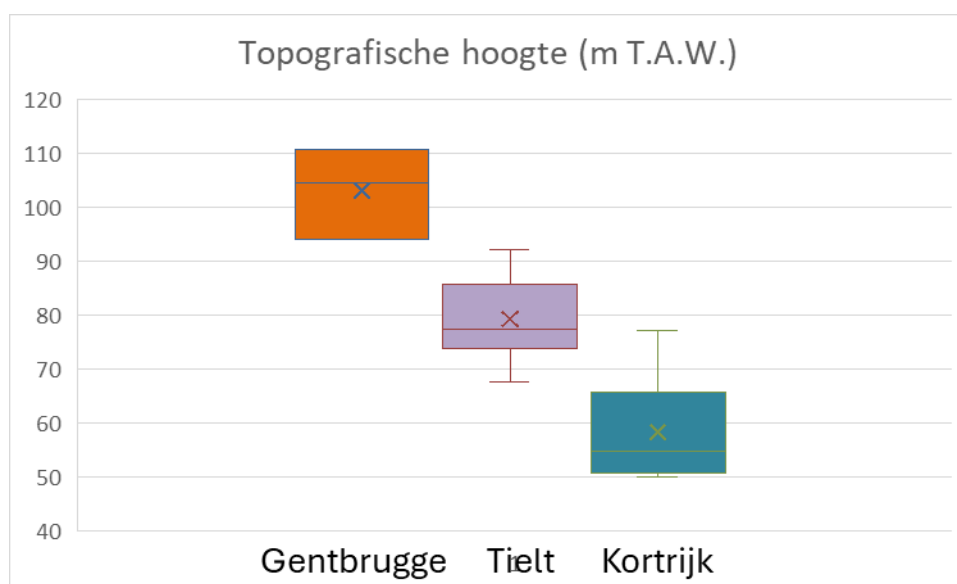
2.2.1 Diestiaanbronnen

In de Vlaamse Ardennen is de bovenste watervoerende laag (Figuur 6) de formatie van Diest. Voor de nomenclatuur wordt de Belgische Nationale Commissie voor Stratigrafie gevolgd. In het verleden werd er geopperd dat dit een andere geologische eenheid zou kunnen zijn (Houthuys, 2014). De tertiair geologische afzetting van de formatie van Diest bestaat voornamelijk uit groen (glauconietrijk) tot bruin (verweerd glauconiet) zand met meerdere grindlagen en (ijzer)zandsteenbanken. Omwille van de grote gemiddelde korrelgrootte, heeft het een hoge hydraulische geleidbaarheid, m.a.w. grondwater stroomt er (relatief) makkelijk doorheen. De omvang van deze afzetting in de Vlaamse Ardennen is echter zeer beperkt. Het is terug te vinden in het westen op de toppen van de heuvelrij.

Dit bovenste bronniveau wordt een Diestiaanbron genoemd. Gezien de erg beperkte omvang en dikte van de resterende afzetting hier, zijn deze bronnen steeds tijdelijk. Soms loopt hier slechts een paar weken per jaar water uit, andere jaren dan weer helemaal niets.

De basis van de heuvels wordt ingenomen door een continue en dikke laag van de formatie van Kortrijk, met name het lid van Roubaix/Moen, die sterk gelaagd is met een afwisseling van zandige, kleig zandige en kleilaagjes. Het is hier dat het onderste bronniveau gesitueerd is. De zgn. Kortrijk - Moen/Roubaix-bronnen vroeger eveneens leperiaanbronnen genoemd

Alvast topografisch liggen deze bronnen duidelijk gescheiden in de Vlaamse Ardennen.



Figuur 8: Boxplots van topografische hoogte van de verschillende onderzochte bronnen in de Vlaamse Ardennen gegroepeerd per brontype (ruwe data in bijlage).

2.3 HET MEETNET

Met het oog op verzamelen van bijkomende hydrologische data voor deze studie, werden 15 grondwatermeetpunten geplaatst of, als ze uit eerdere studies gerecupereerd konden worden, hersteld. De oppervlaktewatermeetpunten bestaan niet fysiek (er zijn geen fysiek herkenbare meetpunten geplaatst). Het gaat om staalname locaties in bronbeken waarvan de exacte coördinaten in de WATINA-databank opgeslagen werden. Per deelgebied wordt het meetnet apart besproken.

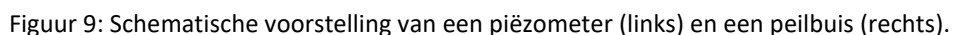
Het plaatsen/herstellen van de meetpunten gebeurde op 30 mei, 11 juli en 13 juli 2024. Alle meetpunten zijn piëzometers, dit houdt in dat, in tegenstelling tot peilbuizen, de filter niet even lang is als het boorgat. Een deel van de buis is dus niet doorboord. In tegenstelling tot de meeste piëzometers (bij INBO is de afspraak 50 cm) hebben deze meetpunten wel vrij lange filters (tot 2 m) gekregen. De exacte specificaties per meetpunt zijn terug te vinden op de online databank WATINA (<https://watina.inbo.be/>).

Meetpunten krijgen een welbepaalde code. Deze code bestaat uit drie letters die de gebiedscode genoemd wordt. Alle meetpunten in een gebied krijgen dus deze eerste letters. De volgende letter symboliseert het meetpunttype. Voor piëzometers/peilbuizen wordt een P gebruikt, voor een peilschaal in oppervlaktewater wordt een S gebruikt, enzovoort. Vervolgens wordt met drie cijfers de nummering aangegeven. Het eerste meetpunt van een gebied wordt dus aangegeven met 001. Ten slotte wordt met een letter de meetpuntversie aangegeven. De eerste versie krijgt altijd een X, daarna A,B,C enzovoort. Een voorbeeld van een meetpunt is dus bijvoorbeeld: KBSP001X in het Kluisbos.

Peilbuis: een peilbuis met in het ondergrondse deel een filterelement over de hele lengte voor het meten van de grondwaterstand nabij het maaiveld (Figuur 9 rechts). Grondwater kan over de volledige ondergrondse lengte van het instrument door perforaties naar binnen en naar buiten stromen. De filter snijdt steeds met de grondwaterstand, behalve als het grondwaterpeil

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

Piëzometer: een buis met een filterelement van enkele tientallen centimeter (de INBO afspraak is 50 cm) voor het meten van de stijghoogte (of ook drukhoogte) op een bepaalde diepte (Figuur 9 links). Het peil in de buis komt overeen met de druk ter hoogte van de filter en die kan verschillen van het grondwaterpeil. De stijghoogte is de resultante van de hydraulische druk die ter hoogte van de filter in de ondergrond heerst. De stijghoogte kan hoger, gelijk of lager zijn dan de grondwaterstand. Op het INBO worden vrijwel uitsluitend piëzometers geplaatst. Bij de analyse van de chemische samenstelling heeft een piëzometer minder risico op invloed van insijpelend regenwater. Bovendien wijkt de hydrostatische druk in de meeste gevallen niet of nauwelijks af van het grondwaterpeil als de piëzometer “kort” is (doorgaans < 2-3 meter).



Bodemprofielen op hellingen zijn vaak complex door de aanwezigheid van colluvium die de helling afschuift. Voor ieder meetpunt werd dus ook een aparte boorbeschrijving opgemaakt met behulp van een gutsboor. De piëzometers worden tijdens de wintermaanden met een RTK-gps ingemeten om interferentie van het bladerdak te vermijden. Voor gedetailleerde richtlijnen voor het plaatsen van peilbuizen/piëzometers zie sfp-104-nl (Wackenier *et al.*, 2023b).

2.4 OPPERVLAKTEWATERKWALITEIT

Voor oppervlaktewaterkwaliteit wordt dikwijls de VLAREM II norm gehanteerd. Deze norm bepaalt de basismilieukwaliteitsnormen voor het oppervlaktewater in Vlaanderen. Voor de bronbeken in de Vlaamse Ardennen komt dit overeen met de normen voor “1° voor de oppervlaktewateren van het type kleine beek (Bk)”. Alhoewel deze normen wettelijk vastgelegd zijn en dus een zekere juridische waarde hebben, blijken ze ecologisch gezien ontoereikend te zijn. De normen zijn destijds hoofdzakelijk (menselijk) toxicologisch bepaald. Deze normen zijn niet vertaalbaar naar effecten op andere organismen (e.g. habitatsoorten), die soms minder, maar in nogal wat gevallen veel scherpere eisen stellen/tegen minder bestand zijn dan de mens. Er mag wel van uitgegaan worden dat als de VLAREM – norm overschreden wordt, dit sowieso sterk nadelig is voor de natuurwaarden.

In zo goed als alle oppervlaktewateren in Vlaanderen komen verhoogde concentraties aan nutriënten voor. Nutriënten zijn chemische stoffen die noodzakelijk zijn voor biomassa-ontwikkeling. Doorgaans wordt onder nutriënten verstaan: stikstofverbindingen (nitraat, nitriet en ammonium) en fosfaatverbindingen (wateroplosbare orthofosfaten en niet wateroplosbare fosfaten). Daarnaast is ook kalium, calcium en magnesium van belang. Deze minerale kationen zijn ook van belang in de “plantenvoeding”, maar worden in wat volgt niet tot de nutriënten gerekend.

Ammonium is (van nature) vrijwel altijd aanwezig in oppervlaktewater, maar in vrij lage concentraties ($< 0.5 \text{ mg NH}_4\text{-N}$).

Nitraat is actueel (helaas) in (soms sterk) verhoogde concentraties aanwezig. Het kan op een natuurlijke manier voorkomen, maar dan in erg lage concentraties ($< 0.5 \text{ mg/l NO}_3\text{-N}$). Hogere concentraties zijn het rechtstreekse of onrechtstreekse gevolg van vervuiling (industriële of huishoudelijke afvalwater), van afspoeling/infiltratie van meststoffen uit landbouwgebied dat in grondwatervoedingsgebied is gelegen. Ook invangen van droge atmosferische stikstofdepositie in bossen, leidt via stamafvloeï en afstroming/infiltratie/drainage tot verhoogde nitraatconcentraties op oppervlaktewater. De VLAREM-norm voor oppervlaktewater ligt op $10 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ (90-percentiel).

Nitriet is van nature nauwelijks aanwezig ($< 0.015 \text{ mg/l NO}_2\text{-N}$, de bepaalbaarheidsgrens van het INBO-labo). Wanneer aanwezigheid wordt vastgesteld in het oppervlaktewater, mag er van uit gegaan worden dat er stroomopwaarts een actieve en recente vervuiliingsbron aanwezig is. Bij incidentele puntvervuiling wordt er éénmalig een piek gemeten (als je die al toevallig meet natuurlijk) die snel weer uit het systeem verdwijnt. Wanneer de vervuiling structureel is (bijvoorbeeld een lekkende mestopslag of riolering) dan meten we nitriet maar veelal ook verhoogde ammoniumconcentraties over langere periodes. Er is geen VLAREM-norm voor nitriet.

Fosfaat-verbindingen zijn de tweede belangrijke groep van nutriënten. Ze hebben vele verschijningsvormen. Van direct van belang is de concentratie orthofosfaat (of wateroplosbare) fosfaat. Van nature is die zo goed als afwezig (wat zich vertaalt in een maximale concentratie van < 0.005 mg/l $O-PO_4-P$, de bepaalbaarheidsgrens van het INBO-labo). Veel fosfaat zit gebonden op allerlei partikels en in organische bindingen; ze zijn op korte termijn grotendeels onbereikbaar voor planten en dus minder relevant voor de beoordeling van de waterkwaliteit). Wateroplosbare fosfaat is wel direct beschikbaar.

Chloride is van nature in vrij lage concentraties aanwezig in rivierwater in onze contreien (30 – 50 mg/l). Het kan via strooizout (in de winter) in beken terechtkomen, maar ook via industriële lozingen, lozingen van huishoudelijk afvalwater en landbouwwater. In de buurt van de kust (ca. 50 km) stijgen de concentraties flink door de impact van zoutspray die landinwaarts geblazen wordt

2.4.1 Oppervlaktewaterstaalname

Ter plaatse wordt de zuurtegraad (pH), geleidbaarheid (EC) en opgeloste zuurstof (O_2) van het water bepaald. De recipiënten voor het labo worden gevuld en koel vervoerd. In zowel het oppervlaktewater als grondwater worden volgende chemische variabelen gemeten: zuurtegraad (pH), geleidbaarheid (EC), bicarbonaat (HCO_3^-), orthofosfaat-fosfor ($O-PO_4^{3-P}$), nitriet-stikstof ($N-NO_2$), nitraat-stikstof ($N-NO_3$), ammonium-stikstof ($N-NH_4$), sulfaat (SO_4), chloride (Cl), natrium (Na), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) en totaal ijzer (Fe_{tot}). Naast

deze variabelen worden specifiek voor het oppervlaktewater ook zwevende stoffen (ZS), biologisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), organisch koolstof (NPOC), totaal fosfor (TP) en totaal stikstof (TN). Voor gedetailleerde richtlijnen voor het bemonsteren van de waterkolom in oppervlaktewater zie sfp-114-nl (Scheers, 2024).

2.5 GRONDWATERKWALITEIT

Ook voor de grondwaterkwaliteit zijn voor verschillende variabelen VLAREM milieukwaliteitsnormen vastgelegd. Maar ook deze normen zijn bepaald op basis van de toxicologie van de mens. Alhoewel het dus om wettelijk bepaalde normen gaat, is het nut van deze norm in natuurbehoud erg beperkt. Er lopen discussies om in de toekomst normen vast te leggen die wel ecologisch/ecohydrologisch relevant zijn. Wettelijk vastgelegde, ecologische waterkwaliteitsnormen lijken echter op korte termijn niet aan de orde te zijn. Grondwaterkwaliteit aftoetsen aan de VLAREM-norm is echter volstrekt niet streng genoeg voor de goede instandhouding van geen enkele van de waterafhankelijke habitattypes of regionaal belangrijke biotopen.

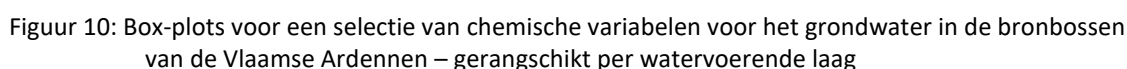
De normendiscussie loopt in grote lijnen gelijk met die van oppervlaktewater (zie hierboven). In uittredend bronwater zou er van nature geen nutriënten mogen zitten. Dat betekent dat nitraat, nitriet, ammonium en orthofosfaat onder de bepaalbaarheidsgrens van het labo zouden moeten liggen (i.e. resp. 0.015 mgN/l, 0.015 mgN/l, 0.02 mgN/l & 0.015 mgP/l). Voor nitriet en ammonium is dat vaak het geval als er geen actieve vervuiling optreedt. Onder natuurlijke omstandigheden kunnen ammoniumconcentraties ook wat oplopen. 0.2 mgN/l wordt daar gewoonlijk als grens genomen. Orthofosfaat wordt doorgaans sterk gebonden in de bodem en ligt dus zo goed als altijd onder de bepaalbaarheidsgrens. Voor nitraat ligt het enigszins anders. Door droge atmosferische depositie (en via stamafvloei naar de ondergrond) is in zo goed als alle freatische grondwaterlagen nitraat aan te treffen. Lage concentraties onder 2 mg/l vallen nog enigszins mee. Hogere concentraties duiden op een duidelijke nutriëntaanvoer vanuit het infiltratiegebied.

Een ander veelvoorkomend fenomeen zijn verhoogde sulfaatconcentraties in het grondwater. In natuurlijke omstandigheden is er eigenlijk geen sulfaat aanwezig in de ondergrond. Door inspoeling van nitraat in de bodem treden bodemprocessen op waarbij nitraat reageert met pyriet. Als resultaat wordt nitraat afgebroken en ontstaat er sulfaat. Hoge sulfaatconcentraties aan bronnen wijzen dus vaak op inspoelen van nutriënten in het infiltratiegebied. Door historische overbemesting liggen voor heel Vlaanderen de sulfaatconcentraties hoger dan de (onbekende, aangezien er voordien niet gemeten werd) natuurlijke toestand. Sulfaatconcentraties rond of lager dan 50 mg/l kunnen dus nog wijzen op historische verhogingen, daarboven spreken we van een recente verhoging van het sulfaat in het grondwater.

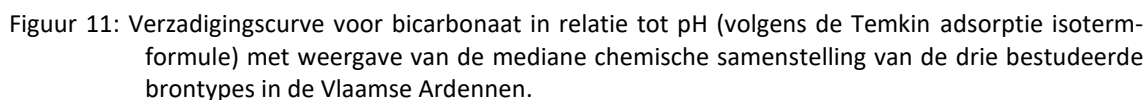
Uit de bronnen van de Vlaamse Ardennen stroomt doorgaans mineraalrijk en kalkrijk grondwater. Om snel een idee te krijgen van de mineraliteitsgraad van het grondwater, worden EC₂₅ metingen gebruikt. Dat zijn elektrische geleidbaarheidsmetingen bij referentietemperatuur 25°C. Elektrische geleidbaarheid wordt uitgedrukt in µS/cm waarbij waarden lager dan 250 µS/cm als mineraalarm worden beschouwd (regenwater = +/- 60 µS/cm). Vanaf 600 µS/cm spreken we van mineraalrijk grondwater. Daartussen zit een intermediair bereik. De mineraliteitsgraad en dus de elektrische geleidbaarheid van grondwater hangt in grote mate af van de tertiair geologische lagen waar het grondwater doorheen gestroomd is voor het aan de oppervlakte komt als kwel- dan wel bronwater. Vervuiling zorgt eveneens voor hogere geleidbaarheden (De Becker, 2020).

Tabel 1: Mediane samenstelling van het bronwater uit de drie belangrijkste watervoerende lagen in de Vlaamse Ardennen (staalname periode 2001-2024, aantal = 42).

In Figuur 10 wordt duidelijk dat het grondwater in de bovenste bemonsterde watervoerende laag (formatie van Gentbrugge – lid van Vlierzele) duidelijk mineraalarm is dan het grondwater uit de beide andere watervoerende lagen. Hier kan gesproken worden van duidelijk mineraalarm grondwater. Wat verder opvalt is de aanrijking van dit (op één na) bovenste watervoerend pakket met nitraten. Dat is niet verwonderlijk omdat hier het water accumuleert dat op de toppen van de Vlaamse Ardennen heuvels infiltreert. Het water kan aangerijkt zijn met infiltrerend landbouwwater, maar zeer waarschijnlijk zit hier ook nitraat in afkomstig van invang van droge atmosferische stikstofdepositie in de dominant aanwezige bossen op de heuveltoppen. De Klei van de formatie van Gentbrugge, met name het lid van Merelbeke, die de formatie van Gentbrugge onderaan afsluit, fungeert als een soort “paraplu” die ervoor zorgt dat er enkel afstromend “Vlierzele-grondwater” aan de randen van die Merelbeke-klei naar onder kan doordringen. Op die manier blijven de onderliggende watervoerende lagen grotendeels gespaard van instroom van o.m. nitraten. Zij vertonen een merkelijk lagere (tot niet meetbare) nitraat-concentratie.



Als de pH en de bicarbonaatconcentraties worden uitgezet op een grafiek met verzadigingscurve (Figuur 11), wordt meteen duidelijk dat in de Gentbrugge - Vlierzele-bronnen geen sprake kan zijn van kalktuf vorming, terwijl dat in de Tielt-Egem & Kortrijk-Moen/Roubaix bronnen veel aannemelijker is. Verder in dit rapport wordt dit uitgebreid besproken per onderzocht bronbos.



In totaal werden 30 grondwaterstalen genomen in 15 meetpunten. Elk meetpunt werd dus tweemaal bemeten en telkens op voorhand uitgespoeld en uitgekuist. Dit werd gedaan tijdens de eerste meetperiode op 14, 17 en 19 juni 2024. Tijdens de tweede meetperiode werd dit gedaan op 29 - 30 november en 2 - 3 december 2024. Hierbij worden de buizen leeggepompt met een boormachine met peristaltische kop om te garanderen dat de grondwaterstalen uit “vers” aangevuld grondwater bestaan. Groei van micro-organismen in “oud” grondwater kan immers zorgen voor een grote accumulatie van metabolieten in het grondwater. Bij net geplaatste piëzometers is dit risico veel kleiner, de buizen worden toch gespoeld en gekuist om sedimenten in het grondwater te beperken.

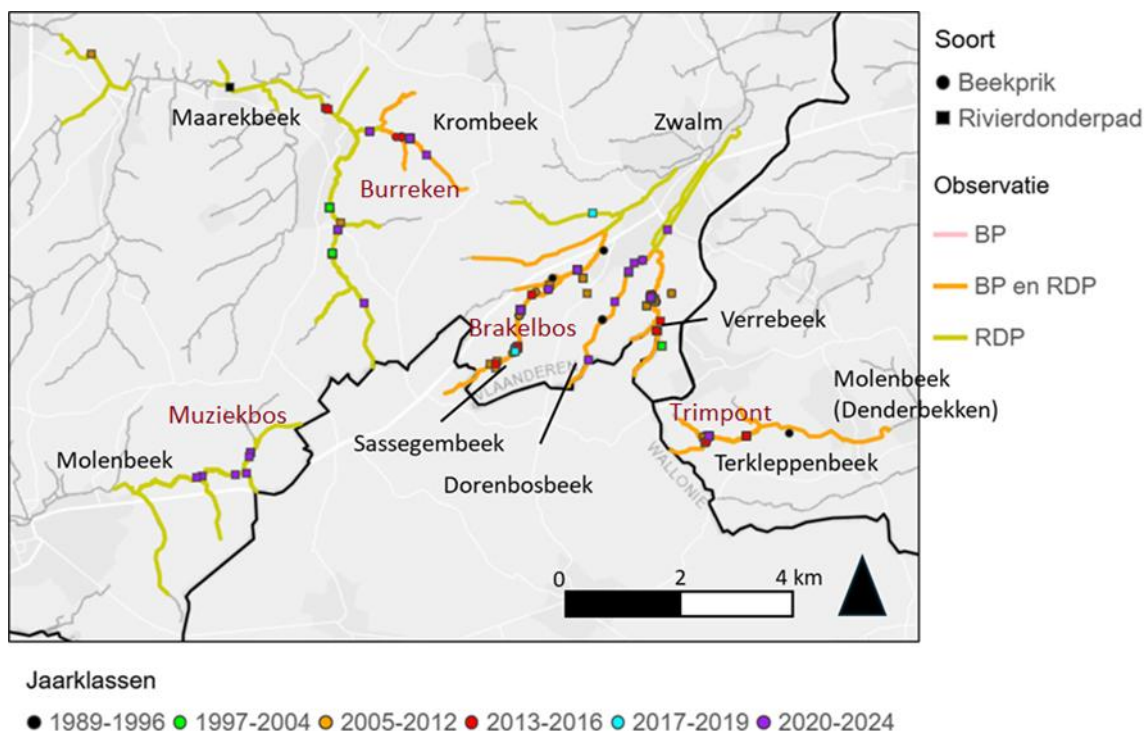
Het bemonsteren van de piëzometer gebeurt (idealiter) 1 tot 3 dagen na het reinigen. Dit werd gedaan op 20 juni en 4 december 2024. Het “vers” grondwater wordt opgepompt. De zuurtegraad (pH) en geleidbaarheid (EC) worden op het terrein gemeten en de recipiënten voor de chemische analyse in het laboratorium worden gevuld. Deelmonsters voor het bepalen van metalen worden direct na de monsternamname gefiltreerd (0,20 µm) en aangezuurd met salpeterzuur (HNO₃) tot een pH < 2 om neerslagvorming van zouten te vermijden.

Het aantal deelmonsters is afhankelijk van de chemische variabelen die zullen worden gemeten. Voor het grondwater worden volgende variabelen gemeten: bicarbonaat (HCO_3^-), orthofosfaat-fosfor (P-PO_4^{3-}), nitriet-stikstof (N-NO_2^-), nitraat-stikstof (N-NO_3^-), ammonium-stikstof (N-NH_4^+), sulfaat (SO_4^{2-}), chloride (Cl^-), natrium (Na^+), kalium (K^+), calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}) en totaal ijzer (Fe_{tot}). Daarnaast wordt de zuurtegraad (pH) en geleidbaarheid (EC) nogmaals gemeten in het labo. Ter controle wordt ook het totaal aan kationen en anionen (in meq/l) bepaald en gekeken of het staal voldoet aan het elektroneutraliteitsprincipe. Hierbij mogen de kationensom en anionensom maximaal 10% afwijken (afsprake voor grondwater binnen het INBO) anders wordt het staal als onbetrouwbaar beschouwd. Voor gedetailleerde richtlijnen voor het bemonsteren van peilbuizen en piëzometers zie sfp-105-nl (Wackenier *et al.*, 2023c).

2.6 BIOTIEK

Het vegetatieaspect van kalktufbronnen wordt in hoofdzaak bepaald door mossen en bronbosplantensoorten. Het gaat dikwijls om een karakteristieke mossenflora met soorten als gewoon diknerfmos (*Cratoneuron filicinum*), geveerd diknerfmos (*Palustriella commutata*) en beekdikkopmos (*Brachythecium rivulare*) en bronplanten zoals Bittere veldkers, Verspreidbladig en Paarbladig goudveil en Reuzenpaardenstaart. Wanneer er duidelijke kalkafzetting optreedt en de oppervlakte hiervan voldoende groot is (minimaal 10 m²) wordt de bron of bronbeek in Vlaanderen als habitattype 7220 geclassificeerd, “Kalktufbronnen met tufsteenformatie”. Tijdens deze studie werd kalktuf aangetroffen in bronbeekjes in het Kluisbos, het Beiaardbos en het Burreken (vroeger ook al in Parikebos, Steenbergbos en Raspaillebos), maar het ontbreekt aan een ontwikkelde mosvegetatie met de noodzakelijke soorten zoals beekdikkopmos en de twee soorten diknerfmos. Alhoewel het habitat dus niet ontwikkeld is, kunnen deze kalkrijke bronnen wel beschouwd worden als locaties met potentie voor het habitattype 7220.

Voor een aantal relevante habitat-typische diersoorten wordt binnen deze studie ook een overzicht gegeven van hun gekende populaties in de Vlaamse Ardennen en/of ze aanwezig zijn in de besproken actiegebieden.



Figuur 12: Aanwezigheid van rivierdonderpad en beekprik in de Vlaamse Ardennen (uit Pauwels et al. 2026).

Voor de vangstgegevens van de beekprik (*Lampetra planeri*) en rivierdonderpad (*Cottus perifretum*) werd hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de VIS-databank (Vis-Informatie-Systeem) van het INBO. Gegevens over het voorkomen van beide soorten werden verkregen vanuit het INBO-project: “Areaaluitbreiding rivierdonderpad en beekprik via habitat herstel in oeverzones” (Pauwels *et al.*, 2026). Hieronder wordt een overzicht gegeven van de aanwezigheid van beide soorten in de Vlaamse Ardennen. Het rapport van dat project is in opmaak en wordt normaliter eind 2025 gepubliceerd.

De vuursalamander (*Salamandra salamandra*) is een belangrijke habitat-typische soort voor habitattypes 91E0, 9130 (Beukenbossen van het type Asperulo-Fagetum) en 7220 (De Knijf & Paelinckx, 2014). Het zwaartepunt van het leefgebied in Vlaanderen bevindt zich in de bossen van de Vlaamse Ardennen. Voor gegevens over de Vuursalamander werd gebruik gemaakt van het recente populatieonderzoek dat binnen INBO uitgevoerd werd (Speybroeck *et al.*, 2024). De belangrijkste zaken per actiegebied geven we in dit rapport mee. Voor meer details verwijzen we door naar het rapport van Speybroeck *et al.* (2024) waarin ook voor een aantal andere gebieden beheerriichtlijnen voor de vuursalamanderpopulaties zijn opgesteld.

Voor het voorkomen van de gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) wordt gebruik gemaakt van de Rode Lijst van libellen voor Vlaanderen (De Knijf *et al.*, 2021) en de databank, waarnemingen.be. voor de gegevens over de gewone beekloper (*Velia caprai*) wordt de Rode lijst voor water- en oppervlaktewantsen (Lock *et al.*, 2013) en de databank, waarnemingen.be gebruikt.

2.7 KNELPUNTEN EN AANBEVELINGEN

In de hierna volgende hoofdstukken worden de knelpunten en aanbevelingen per gebied opgesomd. Enkel knelpunten die een klimaat adaptieve relevantie hebben, worden bekeken. Daarmee wordt bedoeld, maatregelen die de gevolgen van de klimaat wijziging op de abiotiek (en dan specifiek de hydrologie) moeten helpen temperen.

Met hydrologie wordt het grond- en oppervlaktewatersysteem van de te onderzoeken gebieden bedoeld. Vandaar dat er eerst uitgebreid aandacht besteed wordt aan het ecohydrologisch functioneren van de verschillende te onderzoeken bronbossen.

Knelpunten zullen worden beoordeeld voor grondwaterdynamiek en -chemie, de aanwezigheid van drainagestructuren, het versterken van infiltratiemogelijkheden en erosieproblematiek.

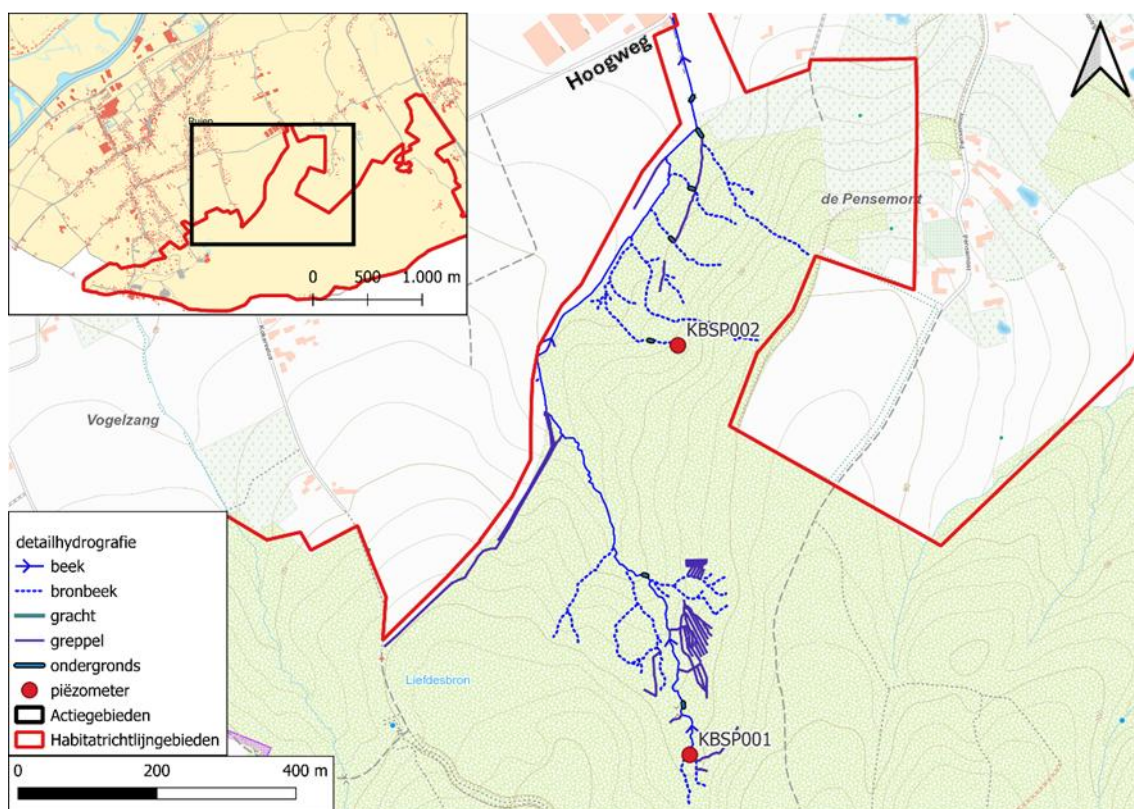
Er wordt gestreefd naar het voorstellen van concrete en gelokaliseerde maatregelen op kaart zodat de praktische uitvoering van dergelijke maatregelen beter gefaciliteerd kan worden.

3 GEBIEDSBESCHRIJVINGEN

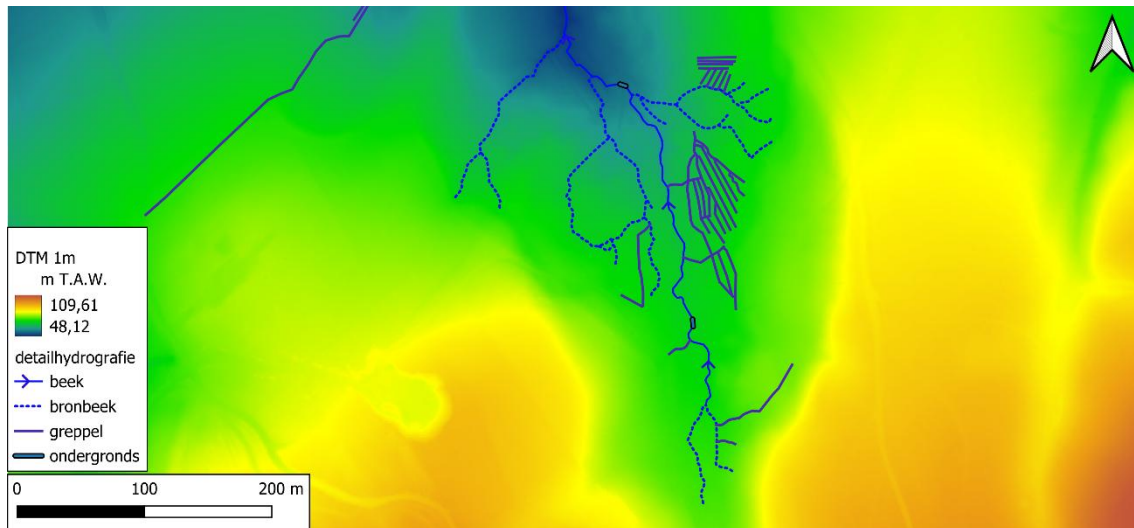
3.1 KLUISBOS

3.1.1 Situering

Het meest westelijk gelegen actiegebied is dat van het Kluisbos te Kluisbergen. Het bos is een 300 hectare groot bos dat op de gewestgrens ligt. Ongeveer twee derde ligt in Vlaanderen en maakt deel uit van de gemeente Kluisbergen. Aan Vlaamse kant ligt het bos quasi volledig binnen het SBZ-deelgebied BE2300007-38 dat een totale oppervlakte heeft van 286 hectare. Een groot deel van het bos kent dominantie van Zomereik en Beuk. Het beheer van het 144 ha grote openbare deel van het Kluisbos wordt uitgevoerd door het ANB. Hoewel de aanwezigheid van bronnen mede gezorgd heeft voor de (naar Vlaamse normen spectaculaire) topografische niveauverschillen, beslaan de eigenlijke bronzones slechts een beperkt deel van de totale oppervlakte van het bos. Er wordt gevraagd om uitspraken te doen voor het langste bronbeekje centraal in het Kluisbos, ten oosten van de lokaal bekende Liefdesbron.



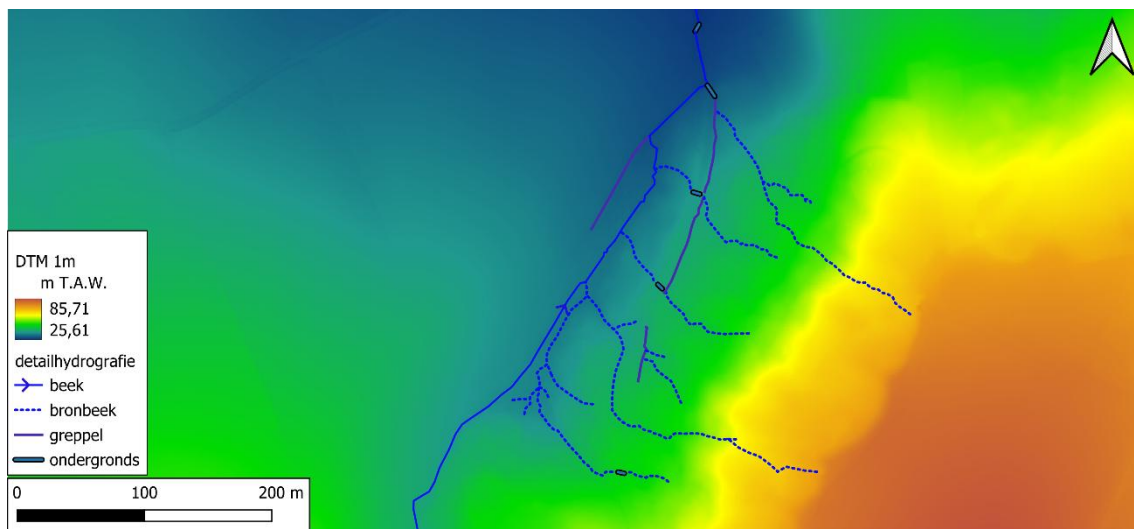
Figuur 13: Situering van het actiegebied in het Kluisbos met aanduiding van piëzometers en de detailhydrografie.



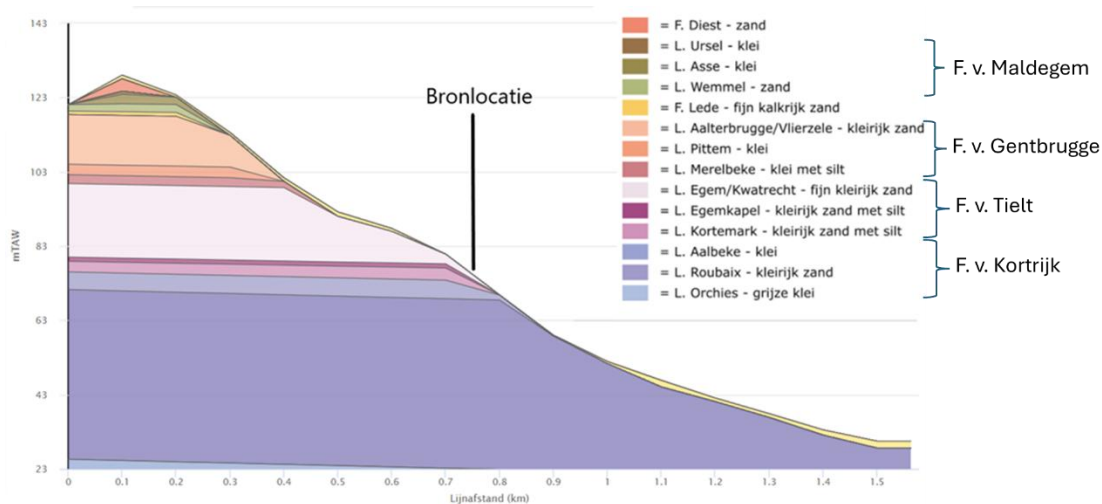
Figuur 15: Detailhydrografie van het zuidelijk deel van het actiegebied in het Kluisbos.

Op de westelijke helling meer naar het noorden toe (Figuur 16) zijn er nog verschillende bronnetjes aanwezig. De helling is een stuk steiler en bevat veel meer ondergroei zoals daslook, wilde hyacint en bosbingelkruid in vergelijking met de zuidelijke zone. In regel lopen de bronbeekjes parallel aan elkaar recht de helling af. Ze lijken allemaal vergraven en hebben veelal aantakkingen van greppels of andere drainagestructuren. Die zijn de laatste decennia zeker niet meer onderhouden, zijn veelal watervoerend en soms geëvolueerd tot niet meer dan een humusrijke vochtige greppel in het reliëf. Langs een oude exploitatieroute ligt ook nog een drainagegreppel die parallel met de helling ligt.

De bronbeekjes verzamelen in een centrale beek dat aan de rand van het bos loopt. Hier is er wel sprake van een echte bronbosvegetatie met onder andere reuzenpaardenstaart en hangende zegge. Het valt op dat hier wel wat sediment afgezet wordt langs de beek. Dat lijkt grotendeels afkomstig van het aanpalende landbouwperceel waarvan de randstrook met gras ontoereikend lijkt om de sedimentafvoer vanuit de akker te stoppen.

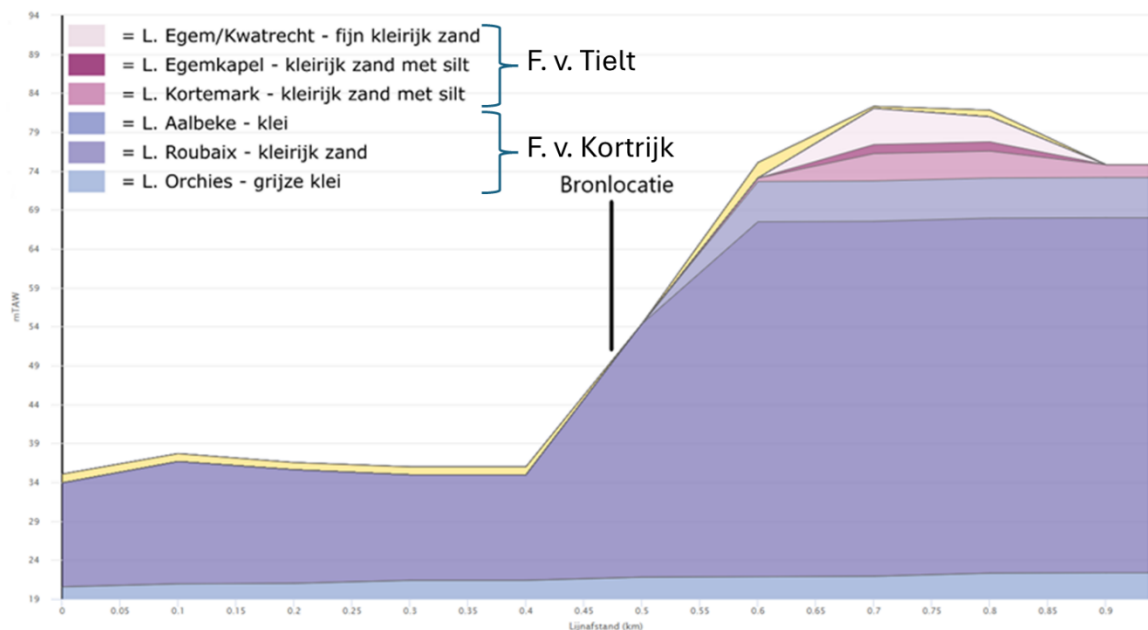


Figuur 16: Detailhydrografie van het noordelijk deel van het actiegebied in het Kluisbos.



Figuur 18: Geologische Z-N dwarsdoorsnede doorheen het Kluisbos met indicatieve aanduiding van de zuidelijke bronlocatie (bij meetpunt KBSP001).

De noordelijke bronnen, liggen dus ca. 30 meter lager. De geologische dwarsdoorsnede (Figuur 19) is hier zuidoost-noordwest georiënteerd en er ontbreken een hele reeks tertiair geologische afzettingen die in de zuidelijk doorsnede nog wel te zien waren. Het eigenlijke bronniveau lijkt hier in de formatie van Kortrijk te liggen, die hier bestaat uit drie verschillende leden. Het heeft er alle schijn van dat het water moet afkomstig zijn uit de kleiige zanden van het lid van Roubaix.



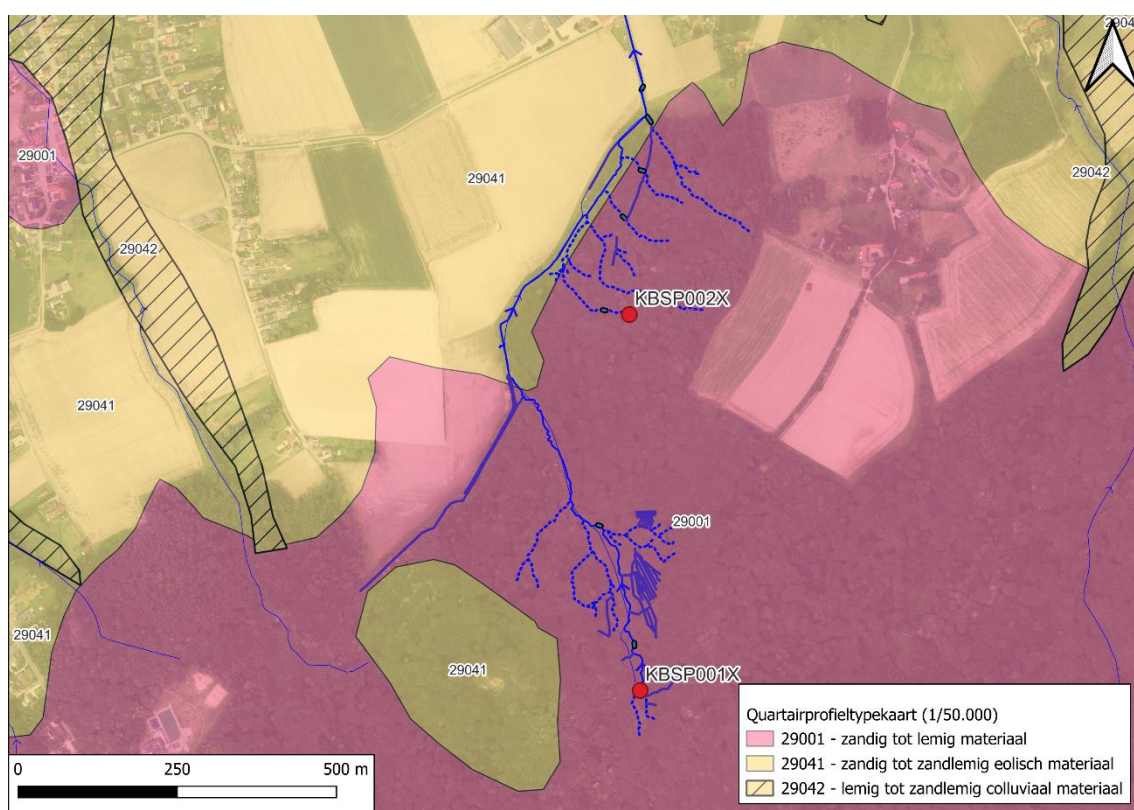
Figuur 19: Geologische W-O dwarsdoorsnede doorheen het actiegebied in het Kluisbos met indicatieve aanduiding van de noordelijke bronlocatie (bij meetpunt KBSP002).

De omvang van de daarboven gelegen tertiair geologische lagen lijkt te klein hier (omwille van erosie in het verre verleden) om nog aanleiding te geven tot betekenisvolle bronactiviteit. Het water in deze noordelijke bronzone is dus afkomstig uit de formatie van Kortrijk. Dat wordt mede geconcludeerd uit het verschil in chemische samenstelling van het bronwater in beide bronzones. Het noordelijke bronwater is aanzienlijk veel mineraalrijker dan het water van zuidelijke bronnen (zie verder in §3.1.5 grondwaterkwaliteit). Ook de grondwaterdynamiek in

de zuidelijke bronzone is anders dan in de noordelijke bronzone (zie verder in §3.1.4 Grondwaterdynamiek). De noordelijke bronzones zijn dus Kortrijk-Moen/Roubaix-bronnen.

3.1.3.2 Quartaire geologie

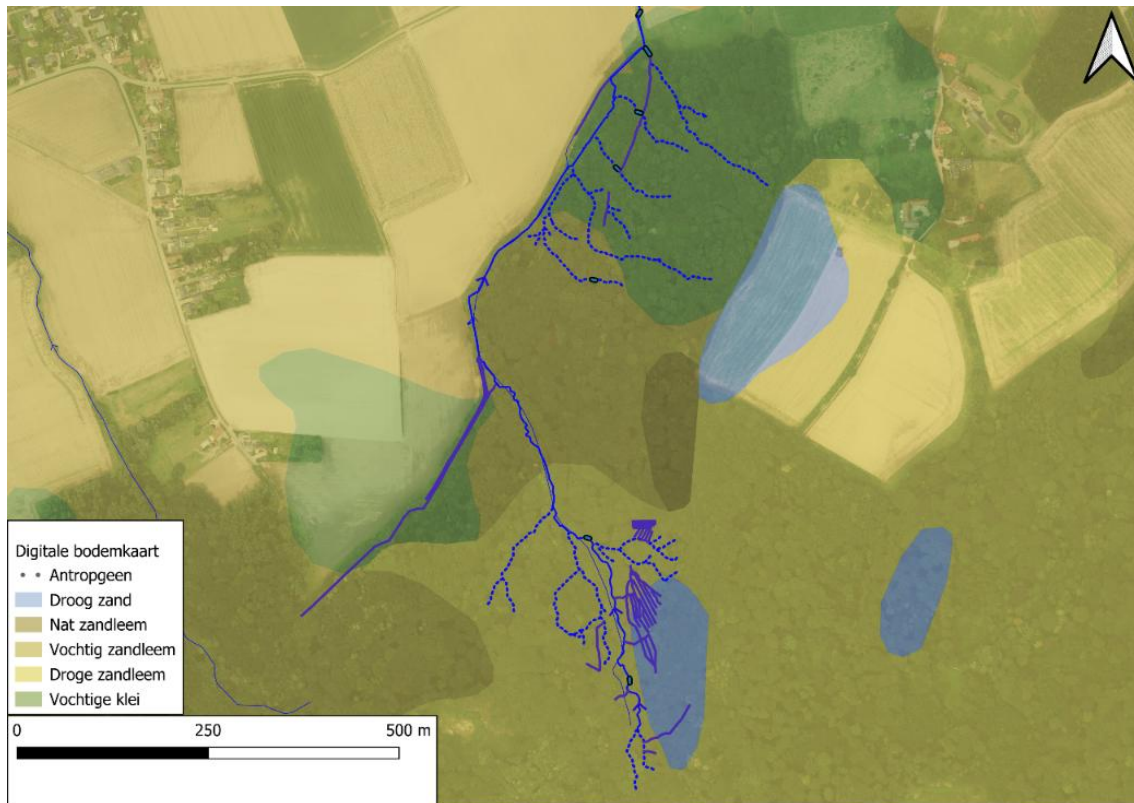
De quartaire geologie is hier vrij eenvoudig. Op de hellingen en hogere delen komt zandig tot lemig materiaal voor (profieltype 29001). In de omliggende gebieden zijn dit zandige tot zandlemige eolische (met de wind afgezet) afzettingen (profieltype 29041). In de naburige valleitjes komt hier bovenop nog eens colluviaal lemig tot zandlemig materiaal te liggen (profieltype 29042). Ter hoogte van de bestudeerde bronbeek komt dit op de kaart niet voor maar hellingsprocessen hebben hier ongetwijfeld ook een rol gespeeld (zie uitleg noordelijke bronnen, hierboven).



Figuur 20: Quartaairprofieltypekaart (1/50.000) (Bogemans, 2007) voor het actiegebied in het Kluisbos.

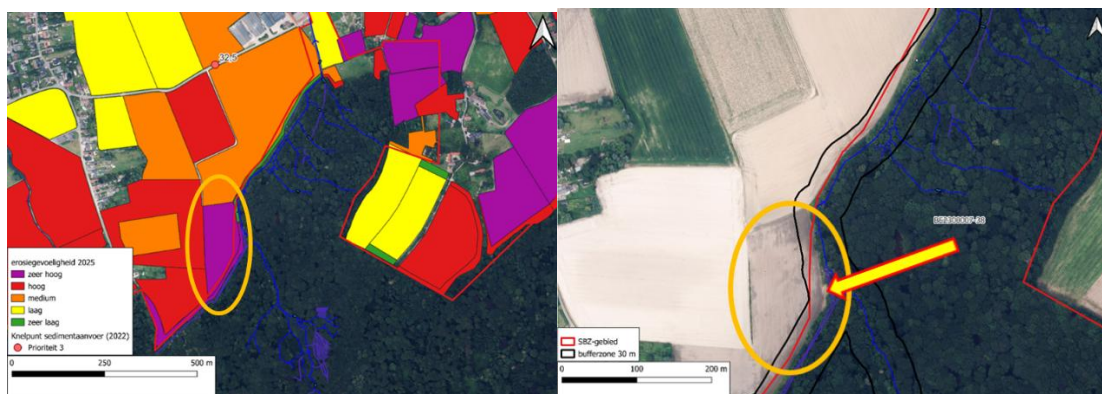
3.1.3.3 Bodem en erosie

Ter hoogte van het actiegebied wordt op de digitale bodemkaart voornamelijk zandleem aangeduid (Figuur 21). Het zuidelijk deel wordt getypeerd door droog zandleem met op de rechteroever een oppervlakte droog zand. Naar het noorden en westen toe komt vochtig zandleem voor. Slechts een kleine oppervlakte op de rechter vallehelling wordt aangeduid met nat zandleem. Hier komen tot op vandaag nog een aantal oudere greppels voor maar lijken hydrologisch niet meer aangesloten te zijn op de rest van het systeem. In het meest noordelijk deel wordt de bodem gekenmerkt door vochtige klei. Bovenop de helling wordt dan weer droog zand aangeduid.



Figuur 21: Digitale bodemkaart t.h.v. het Kluisbos

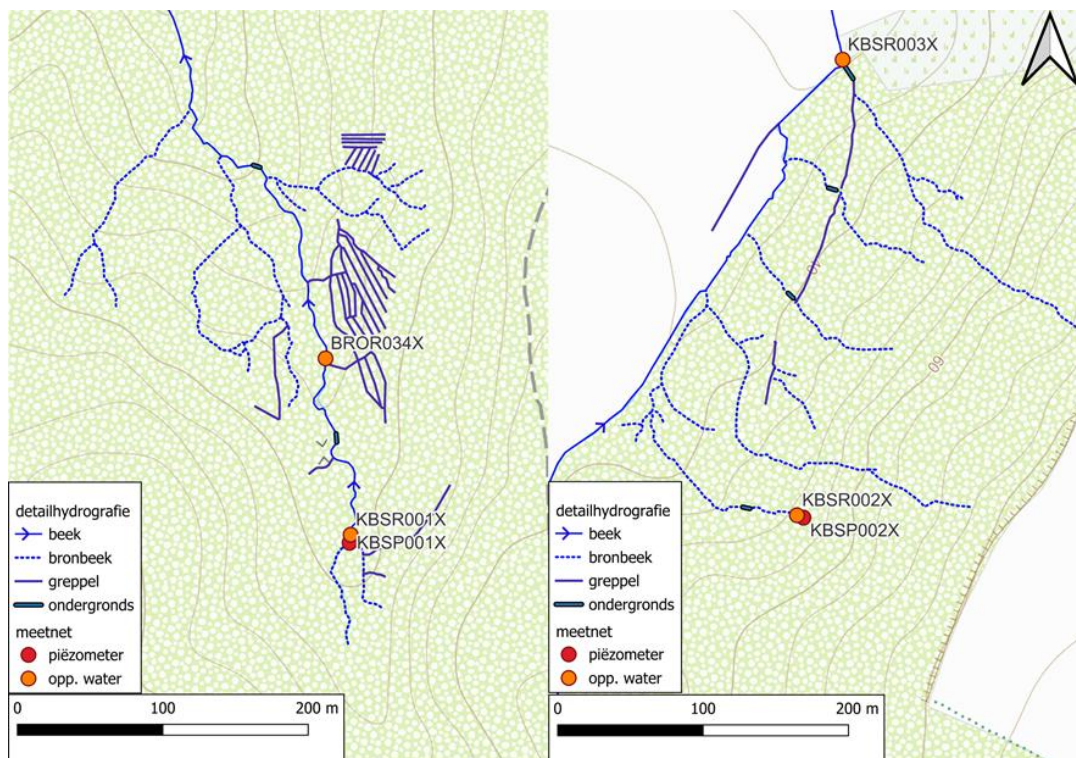
Veruit het belangrijkste erosieprobleem situeert zich ter hoogte van de akkers op de naar het oosten gerichte helling aan de noordelijke uitloper van het Kluisbos. Hoofdzakelijk het zuidelijke deel van de akker aan de noordwestrand van het bos heeft volgens de erosiegevoeligheidskaart een zeer hoog risico op erosie. Dat werd ook vastgesteld tijdens het terreinwerk. Bij hevige regenbuien verplaatsen grote hoeveelheden oppervlakkig afstromend regenwater zich aan de onderrand (oostkant) van de akker tegen het bos, en sleuren daarbij grote hoeveelheden sediment mee. Dat sediment accumuleert aan de noordostrand van het erosiegevoelige perceel (Figuur 22) en een deel stroomt van daaruit de wat verder gelegen bronbeek in. Kennelijk spoelen naast sedimenten ook grote hoeveelheden nutriënten mee (zie §3.1.6 oppervlaktewaterkwaliteit).



Figuur 22: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het actiegebied (links) in het Kluisbos (DOV, 2025) en rechts de aanduiding van probleemperceel (geel omcirkeld) met plaatselijk sedimentdepot (pijl).

3.1.4 Grondwaterdynamiek

In de noordelijke en de zuidelijke bronzone werden in het kader van dit project, twee piëzometers geplaatst (zie Figuur 23). KBSP001X werd geplaatst in de zuidelijke bronzone, in het hoger gelegen dalhoofd van het bronbeekje. Er zijn hier een aantal zijbeekjes aanwezig waar een (zeer) klein debiet uitstroomt. Iets verder naar het zuiden, nog iets hoger op de helling, zijn een aantal vlekken van Groot heksenkruid opvallend aanwezig in een anders monotone beukenbladeren-vlakte. Het heeft er alle schijn van dat ook dit (tijdelijke/voormalige) bronplekken zijn.



Figuur 23: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Kluisbos met links de zuidelijke en rechts de noordelijke bronzone

De vertakkende bronbeekjes hier zijn erg ondiep en gevuld met humus. In deze zone is er, op enkele beukjes en wat stekelvarens, zo goed als geen ondergroei aanwezig. Het perceel staat op de BWK-kaart gekarteerd als een complex van habitattypes 9130_end, eiken-beukenbos met wilde Hyacint en 9120, eiken-beukenbos. Van een bronbosvegetatie (91EO_vc) is hier geen sprake.

Het tweede meetpunt, KBSP002X werd in de noordelijke bronzone geplaatst aan het bronhoofd van één van de vele bronbeekjes die ontstaan op de helling en uitkomen in de hoofdbeek aan de noordwest rand van het bos. Langs deze bronbeek (en bij uitbreiding in heel dit stuk bos) groeit massaal daslook en wilde hyacint. Langs de hoofdbeek aan de westrand van het bos groeit vooral hangende zegge maar ook ijle zegge en reuzenpaardenstaart. Hier is er dus wel een duidelijke bronbosvegetatie aanwezig (91EO_vc in een matrix van 91EO_va en 9130_end).

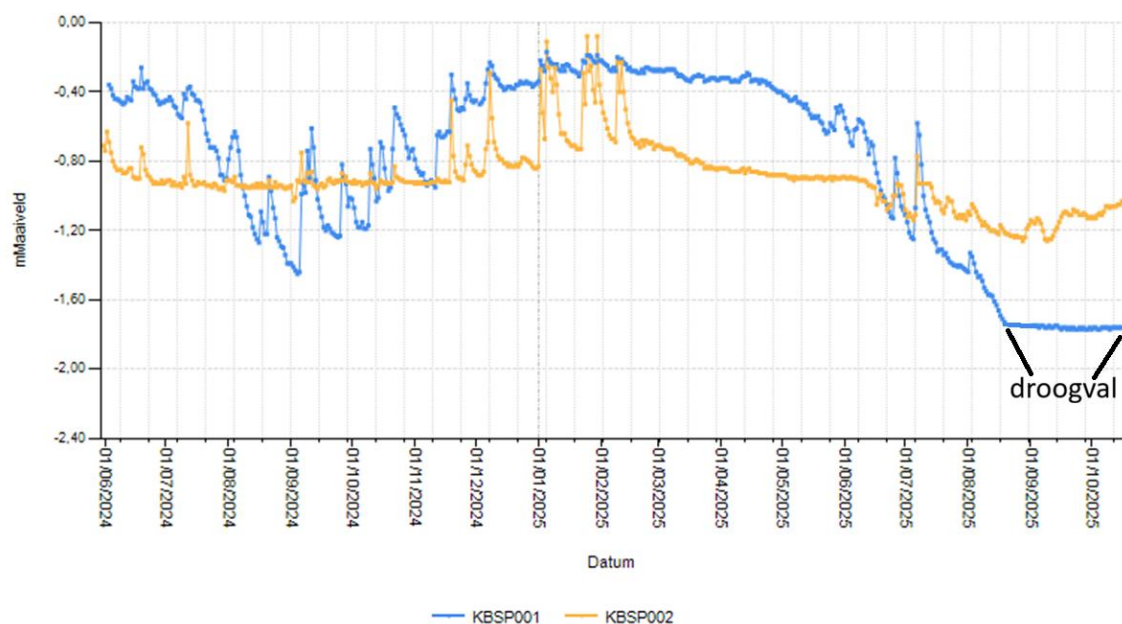
3.1.4.1 Tijdreeksen

In Figuur 24 staan de tijdreeksen van stijghoogten (m T.A.W) voor de meetpunten weergegeven, KBSP001 voor de zuidelijke bronzone (maaiveld op 78.1 m T.A.W.) en KBSP002 voor de

Op Figuur 25 worden de tijdreeksen van de grondwaterpeilmetingen voor dezelfde meetpunten weergegeven. Ter hoogte van KBSP001 in de zuidelijke bronzone, stroomt slechts een klein beetje water in het bronbeekje, de watervoerende laag is hier onvoldoende dik om het peil doorheen het jaar stabiel te houden. Het grondwater vertoont hier duidelijke seizoensale schommelingen, karakteristiek voor freatisch grondwater, met een hoger peil in de winter (tot ca. 30 cm onder maaiveld) en een lager peil in de zomer (tot meer dan 1m20 onder maaiveld). In de droge zomer van 2025 viel de piëzometer zelfs droog. In de winter is er iets meer debiet in de bronbeekjes maar voor zover er kon geoordeeld worden in de korte projectperiode zijn de beekjes vrijwel permanent watervoerend.



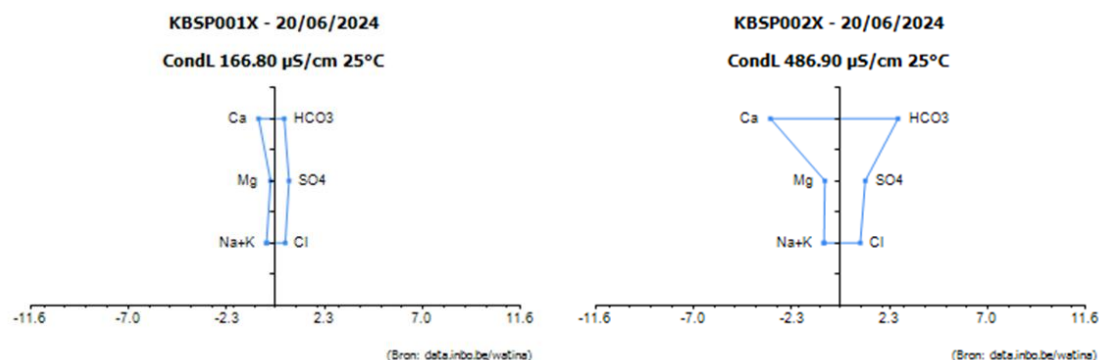
[www.vlaanderen.be/inbo](#) 10.21436/inbor.146988461 Pagina 41 van 167



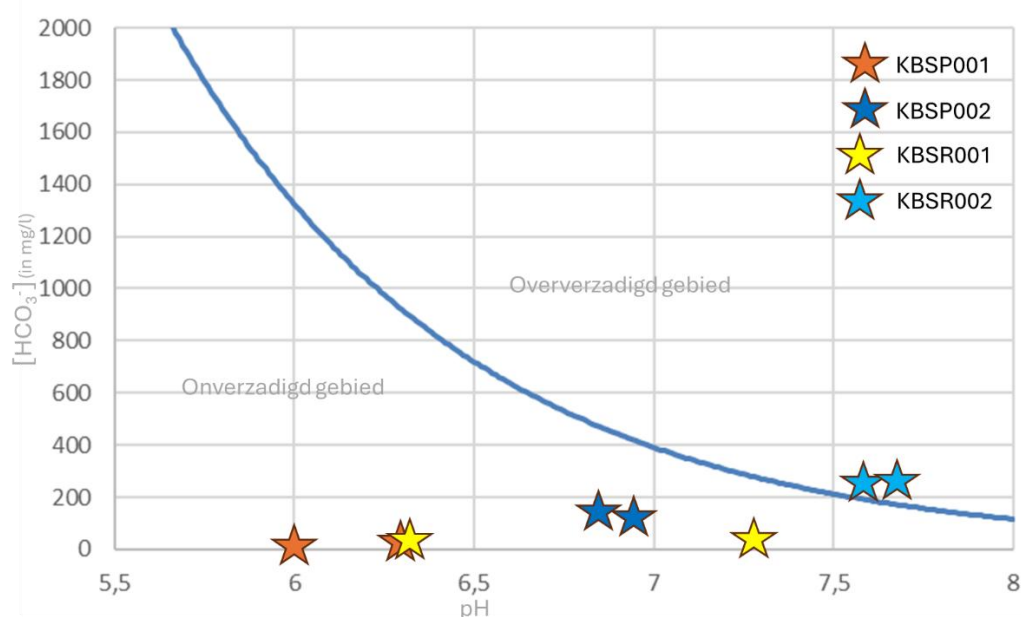
(Bron: data.inbo.be/watina)

Figuur 25: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m onder maaiveld) in het Kluisbos.

KBSP002 staat in de noordelijke bronzone, hogerop de helling dan de effectieve bron (50.55 m T.A.W.). Het grondwater zit bijgevolg wat dieper onder maaiveld (ca. 90 cm) en vertoont een opvallend minder sterke seizoenale fluctuatatie dan het zuidelijke maatpunt. De bron heeft een vrij groot debiet en is jaarrond watervoerend. In de zomermaanden van 2024 is er in tegenstelling tot KBSP001 zo goed als geen wegzakking van het grondwaterniveau. In de winter zijn er wel wat piekdebieten te zien waarbij het grondwater vrij snel terugvalt naar het stabiel niveau. Deze bron is dus permanent watervoerend en lijkt maar een klein risico te hebben op droogval.



Figuur 27: Stiff diagrammen van KBSP001X en KBSP002X op 20/06/2024.



Figuur 28: Verzadigingscurve voor bicarbonaat in relatie tot pH (volgens de Temkin adsorptie isotherm-formule) met weergave van de chemische samenstelling van het grond- en bronbeekwater van de twee bestudeerde bronzones in het Kluisbos.

Uit het bicarbonaatverzadigingsdiagram (Figuur 28) blijkt dat de chemische samenstelling van het grondwater in de noordelijke bronzone (KBSP002) weliswaar een hogere pH heeft maar nog onvoldoende hoge bicarbonaatconcentraties om aanleiding te geven tot afzetten van kalktuf. Nochtans wordt in het bronbeekje in de noordelijke bronzone wel degelijk (en veel) kalktufafzetting waargenomen. Dat lijkt in overeenstemming te zijn met de locatie van de oppervlaktewatermeetpunten op datzelfde diagram.

Op vlak van nutriënten zijn er geen grote problemen. Er werd geen ammonium of orthofosfaat boven de bepaalbaarheidsgrens van respectievelijk 0.02 mg N/l en 0.015 mg P/l gemeten in het grondwater. Nitriet werd wel éénmalig gemeten in zeer kleine concentratie aan KBSP001X. Nitraat werd in kleine concentraties gemeten met een maximum van 1.20 mg N/l in het tweede staal van KBSP002X. De verhoogde nitraatconcentratie hier lijkt niet van plaatselijke origine te zijn (gezien het bodemgebruik in het geschatte infiltratiegebied (Figuur 26)).

Al bij al is het grondwater op basis van onze metingen dus van goede kwaliteit.

Oppervlaktewatermeetpunten KBSR001X en KBSR002X liggen in de bronbeekjes vlakbij de grondwatermeetpunten. Een derde oppervlaktewatermeetpunt, KBSR003X ligt in de hoofdbeek aan het meest noordelijke punt van het bos (zie Figuur 23). Daarnaast maken we ook nog gebruik van twee oppervlaktewaterstalen die genomen zijn op 6 september 2011. BROR033X (niet op Figuur 23) ligt aan de Liefdesbron ten westen van het actiegebied terwijl BROR034X iets stroomafwaarts van KBSP001X (en KBSR001X) ligt.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
12/06/2024	KBSR001	278	6,8	43	0,015	0,015	0,56	0,02	38	31,2	11,7	11,0	27,8	3,6	0,08
25/03/2025	KBSR001	318	7,3	74	0,015	0,015	0,62	0,02	48	24,7	14,5	1,0	39,1	4,6	0,05
12/06/2024	KBSR002	687	7,6	277	0,015	0,015	0,01	0,02	89	32,3	14,1	7,6	112,7	11,8	1,08
25/03/2025	KBSR002	680	7,7	278	0,015	0,015	0,03	0,02	86	30,1	14,1	6,5	109,3	11,8	0,68
12/06/2024	KBSR003	588	8,0	236	0,016	0,015	1,76	0,02	57	33,2	19,7	5,2	88,7	9,7	0,09
25/03/2025	KBSR003	628	8,1	252	0,017	0,015	1,38	0,02	68	32,7	21,8	4,8	94,5	10,7	0,04
06/09/2011	BROR034	452	7,7	170	0,015	0,016	0,21	0,04	53	23,5	13,2	2	68	5,3	0,05
06/09/2011	BROR033	696	7,2	283	0,015	0,016	2,38	0,21	91	24,8	15,9	2,3	119	9	0,05

In Tabel 3 worden de analyseresultaten van het oppervlaktewater in het Kluisbos weergegeven. KBSR001X ligt het meest stroomopwaarts, in het bronbeekje vlak bij de piëzometer KBSP001. Het vertoont nagenoeg dezelfde chemische samenstelling. Hetzelfde kan gezegd worden voor het oppervlaktewatermeetpunt KBSR002 dat in het bronbeekje ligt dat net iets lager dan het grondwatermeetpunt KBSP002 loopt. Ook hiervan kan gezegd worden dat het bronwater quasi dezelfde samenstelling heeft als het grondwater. De mineraalrijkdom ligt hier, zoals hierboven al vermeld, hoger dan in de zuidelijke bronzone.

Het oppervlaktewatermeetpunt BROR034X ligt ongeveer 120 meter stroomafwaarts van het meetpunt KBSR001 net waar water van en een andere gedraineerde bronzone op de oostflank van het bronvalleitje via een beekje bij het bronbeekje van KBSR001 komt. Een hogere conductiviteit en dubbel zo veel calcium suggereert dat het bronwater dat vanuit die iets noordelijker gelegen bronzone op de oostflank, vermoedelijk al wat mineraalrijker grondwater (uit de formatie van Kortrijk, afvoert. Het gaat echter om een analyseresultaat van 2011 dat helaas in deze studie niet herhaald werd).

Het meetpunt in het uiterste noorden KBSR003 vertoont een duidelijke verhoging van nitraatconcentraties in het beekwater. Ook nitriet ligt boven de bepaalbaarheidsgrens. Meer dan waarschijnlijk is hier sprake van instroom van landbouwwater vanuit de westelijk gelegen akker. Het is niet geweten of hier ondergrondse drainage aanwezig is.

Het bronwater van de Liefdesbron (KBSR033) werd in 2011 geanalyseerd en vertoonde toen sterk verhoogde nitraatconcentraties. Verder lijkt de chemische samenstelling ervan ook te wijzen op hogere mineraalrijkdom. Het water van die bron zal dus meer dan waarschijnlijk Ieperiaan-(Kortrijk)-water zijn.

Tabel 4: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Kluisbos.

meetpunt	datum	O2	NPOC	T.N	CZV	BZV
KBSR001X	12/06/2024	11,1	9,29	1,04		
KBSR001X	25/03/2025	9,8	9,41	1,8	12	<3
KBSR002X	12/06/2024	8,3	1,66	0,29		
KBSR002X	25/03/2025	7,6	1,94	0,58	3	<3
KBSR003X	12/06/2024	11,2	8,18	2,46		
KBSR003X	25/03/2025	11,4	6,54	1,78	10	<3

Het BVZ en CZV werden in de tweede staalnummerende driemaal bemeaten. Alle concentraties BVZ lagen onder de bepaalbaarheidsgrens van <3 mg/l. Voor CZV bedroeg de concentratie 12 mg/l in KBSR001X, 3 mg/l in KBSR002X en 10 mg/l in KBSR003X. De basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater in VLAREM zijn 6 mg/l voor BVZ en 30 mg/l voor CZV. De waarden liggen hier onder, m.a.w. het oppervlaktewater is hier, althans naar menselijke ecotoxicologische normen niet zwaar belast met organische stoffen. Dit reflecteert zich ook in het organisch koolstofgehalte en de totale stikstof. Op vlak van zuurstofgehalte liggen alle waarden hoog genoeg om geen probleem te vormen.

BROR033X komt in grote mate overeen met KBSR002X. Qua mineralenrijkdom zitten we hier duidelijk met hetzelfde type water. Op vlak van nitraat werd er toen wel een hogere concentratie gemeten. De concentratie chloride ligt in het algemeen voor beide stalen een 10-tal mg/l lager dan de recent bemeaten meetpunten.

In de buurt liggen ook nog twee VMM oppervlaktewatermeetpunten: OW737500 op ruwweg dezelfde plaats als KBSR003X en OW737600 in de bronbeek ten oosten van het actiegebied. Deze werden onregelmatig en beperkt bemeten van 1999 tot 2004. Aangezien enkel conductiviteit, O₂, pH en temperatuur bemeten werd kunnen we niet veel afleiden uit de toestand van toen. Los van de meting uit 1999 komen de gemeten waarden van OW737500 zeer sterk overeen met de meetresultaten van KBSR003X.

3.1.7 Biotiek

3.1.7.1 Vuursalamander

Het Kluisbos bevat een gekende vuursalamanderpopulatie. Tijdens het plaatsen van een piëzometer (op 30 mei 2024) werden iets verder stroomafwaarts (noordwaarts) een groot aantal larven van de vuursalamander waargenomen in de bronbeek. Dit deel van het bos vormt dan ook een ideale plaats voor vuursalamanders. Het bevat genoeg schuilplaatsen zoals holtes tussen boomwortels en dood hout, een dikke en losse traag afbrekende humuslaag en een niet diep ingesneden quasi permanent waterhoudende bronbeek. De ondergroei is beperkt maar is minder belangrijk dan voorgaande factoren. Waar het bos structuurarm is kunnen ingrepen gedaan worden om meerjarig gemend loofbos met meer dood hout te bekomen. Structuurrijk bos wordt best in nulbeheer gelaten aangezien dit natuurlijk zorgt voor meer dood hout en een grotere strooisellaag.

Bij ingrepen moet rekening gehouden worden met het behoud van koele zones aangezien die cruciaal zijn voor de individuele groei van vuursalamanders. Concreet moet dus een kernzone ingesteld worden van 30 m rond gekend voortplantingswater (i.e. de bronbeek) dat gevrijwaard moet blijven van exploitatie en grote ingrepen (Vandekerkhove *et al.*, 2024).

Verder stroomafwaarts is het habitat minder geschikt. De insnijding van de bronbeek vergroot en ze is rechtgetrokken. De beek stroomt aan de rand van het bos en landbouwpercelen. Dit zorgt niet alleen voor een instroom van nutriënten maar ook sediment. Ze staat onder een grotere invloed van neerslag en eventuele piekdebieten. Dit deel is dus minder tot niet geschikt als voortplantingswater.

Het Kluisbos scoort op vlak van populatie, genetica en habitat voldoende en wordt niet als prioritair te beschermen populatie beschouwd (Speybroeck *et al.*, 2024). De huidige verspreiding ligt aan de westkant van het bos en de voornaamste knelpunten zijn ruimtelijke beperking van waterhabitat, recreatie in sommige delen van het bos, verdroging en erosie. Mogelijke beheersmaatregelen die gelden voor het volledige bos, volgens Speybroeck *et al.* zijn graven van poelen, permanente amfibieschermen, plaatsen van stuwen, geleidende elementen, paden sluiten en herplaatsen, toename dood hout, gefaseerd ruimen van poelen en exotenbestrijding. Het is aangeraden om deze maatregelen uit te voeren in functie van een grotere dichtheid en connectie in het oosten te bekomen.

3.1.7.2 Vissen

Op basis van de meest recente gegevens uit Pauwels et al. 2026, komt in dit actiegebied geen rivieronderpad of beekprik voor. Het lijkt weinig waarschijnlijk dat deze soorten in de nabije toekomst zich hier spontaan zullen vestigen.

3.1.7.3 Insecten

Er zijn geen waarnemingen beschikbaar voor gewone bronlibel of gewone beekloper in dit gebied. Ook tijdens het veldwerk werden deze soorten niet waargenomen. Het is niet uitgesloten dat hier bronlibellen kunnen waargenomen worden in augustus of september maar het gaat dan meer dan waarschijnlijk over zwervende individuen en niet over een echte populatie (De Knijf *et al.*, 2021).

3.1.8 Knelpunten en aanbevelingen

3.1.8.1 Knelpunten met grondwaterdynamiek?

De grondwatertafelschommelingen lijken normaal voor wat voor dergelijke systemen kan verwacht worden. De watervoerende lagen (hier de formatie van Tielt voor het zuidelijke en de formatie van Kortrijk voor de noordelijke deelbronnenzone) voorzien de bronnen doorlopend van water. In de weliswaar korte bemeten periode, werd er enkel droogval vastgesteld tijdens de zeer droge zomer van 2025. Het zijn hier in het algemeen permanente bronnen. In het zuiden ligt de verdrogingsdruk wel aanzienlijk hoger. Er liggen wat oude drainagestructuren zowel in de zuidelijke als in de noordelijke bronnenzones, maar die zijn de voorbije decennia spontaan aan het verondiepen door achterwege blijven van onderhoud. Het lijkt niet aangewezen om hier actief op in te grijpen.

Nagenoeg het volledige (geschatte) voedingsgebied van de bronnen ligt onder oud bos. Er zijn geen grondwateronttrekkingen bekend in het infiltratiegebied. Er zijn bijgevolg geen duurzame maatregelen te nemen om de aanvoer van grondwater te versterken. Enkel aan de afvoerzijde (beekpeil verhogen, vertraagd afvoeren...) kunnen maatregelen genomen worden.

3.1.8.2 Nutriëntenproblematiek

Op vlak van nutriënten in het grondwater zijn er geen noemenswaardige problemen. Hoewel de concentratie van nitraat-stikstof in het grondwater in de noordelijke bronnenzone licht

In de bronbeek zelf, en dan voornamelijk in het noordelijke deel ervan (ter hoogte van de Hoogweg, waar de beek het bos verlaat) zijn de concentraties van nitraat sterk verhoogd, maar ook de nitrietconcentraties zijn “meetbaar” geworden. Gelukkig is er ook hier geen meetbaar orthofosfaat in het beekwater aangetroffen. Naar alle waarschijnlijkheid zijn de nitraten hier afkomstig van afstromend water van over de westelijk gelegen akkers en mogelijks ook van ondergronds drainagewater.

3.1.8.3 Erosie- & sedimentproblematiek

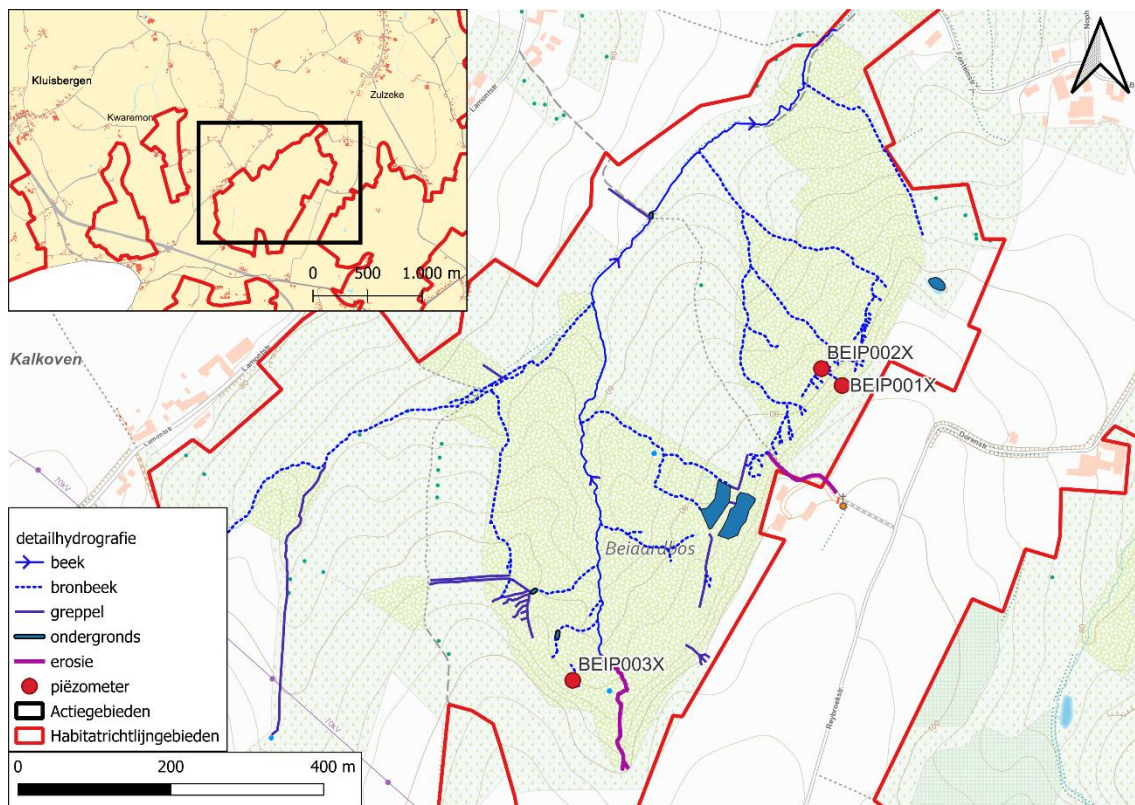
De oplossing wordt klassiek gezocht in een bufferstrook langs de oostrand van de akker. Er ligt op dit ogenblik een bufferstrook van één à twee meter breedte, maar die lost het probleem hoegenaamd niet op. Zeker in het steilste, zuidelijke deel van de akkers (geel omcirkeld op Figuur 22) stroomt het sediment volop de bronbeek in, over de bufferstrook. Er ontstaat een plaatselijke sedimentatievlek (gele pijl op Figuur 22). Een bredere bufferstrook (ca. 10 meter i.p.v. 1 à 2 meter nu) kan in eerste instantie wat verbetering opleveren, maar ook dat zal niet volstaan. Het uit intensief landbouwbedrijf halen van het ene steile akkerperceel en minimaal omzetten in permanent graslandgebruik of nog beter herbebossen lijkt de enige echt duurzame oplossing.

De beek is in het verleden rechtgetrokken en sterk verdiept omwille van de ontwatering. Door de piekafvoeren diept de beek spontaan verder uit, met bijkomend opnemen van sediment (dat stroomafwaarts zorgt voor de recordafzettingen). Beekbodemverhogingen hebben maar zin als de piekafvoeren gestopt worden. Met andere woorden: eerst het meest erosiegevoelige akkerperceel minimaal in permanent graslandgebruik omzetten of beter nog herbebossen. Pas dan het stroomafwaartse, rechtgetrokken en diep ingesneden deel van de bronbeek actief verondiepen (met materiaal van op de aanpalende oevers).

3.2 BEIARBOS

3.2.1 Situering

Een volgend actiegebied is het Beiaardbos in de gemeente Kluisbergen. Het ligt een drietal kilometer oostelijker t.o.v. het Kluisbos en maakt eveneens deel uit van het SBZ-deelgebied: BE2300007-34. Het SBZ-H deelgebied heeft een oppervlakte van 66 hectare. Het noordelijk deel (en afhankelijk van de auteur soms het zuidelijk deel ook) wordt vaak nog aangeduid als Fonteinbos. In deze studie wordt de volledige beboste zone consequent Beiaardbos genoemd. De totale beboste oppervlakte is meer dan 22 ha, deze wordt afgewisseld met graslanden, akkers en houtkanten. Het beheer wordt uitgevoerd door het ANB.

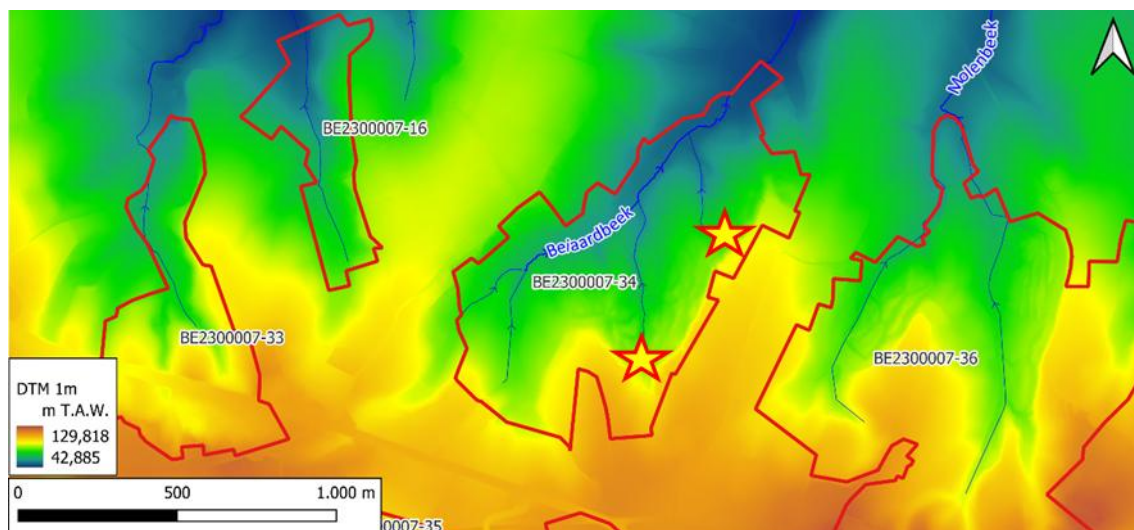


Figuur 29: Situering van het actiegebied in het Beiaardbos met aanduiding van de piëzometers en de detailhydrografie.

Het actiegebied beslaat quasi volledig de beboste oppervlakte. Speciale aandacht gaat uit naar twee bronzones: de bronnetjes in het noordelijk gedeelte die tegen de oostelijke flank liggen (met kalktufafzettingen) en een zuidelijker gelegen bronzone waar door erosie zeer diep ingesneden erosiegeulen zijn ontstaan.

3.2.2 Topografie en Hydrografie

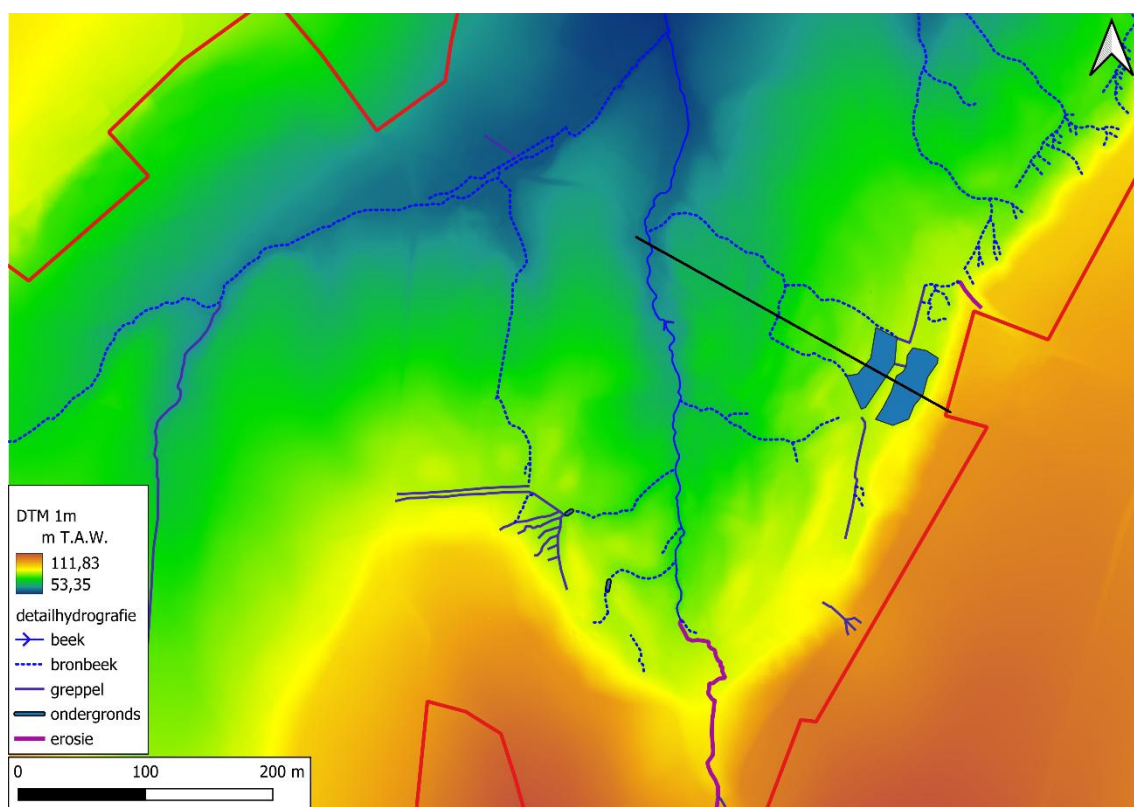
Geografisch ligt het Beiaardbos op de noordhelling van dezelfde heuvelrug als het Kluisbos. Naast het SBZ-gebied deelgebied waarin het Beiaardbos zich situeert, liggen nog enkele andere deelgebieden waar ook bronnen ontspringen aan de noordzijde van deze heuvelrug. De bronbeekjes die ontspringen in het Beiaardbos komen samen in de Beiaardbeek. De Beiaardbeek heeft zich achterwaarts diep ingesneden in die noordflank en stroomt in noordoostelijke richting weg. Alle zijloopjes van de Beiaardbeek ontspringen vanuit verschillende bronnetjes uit die noordflank.



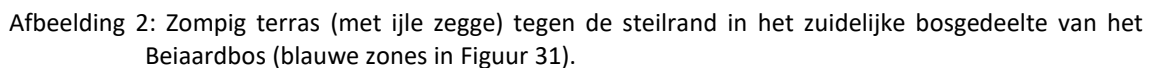
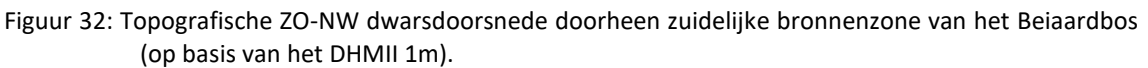
Figuur 30: DHMII overzicht van het habitatrictlijngebied BE2300007-34 aan het Beiaardbos met indicatie van de onderzochte bronzones.

In het zuidelijk deel van het Beiaardbos ligt de focus op het dalhoofd van een zeer diep ingesneden zijbeekje van de Beiaardbeek; een zijbeekje dat centraal in het bos ligt en recht naar het noorden stroomt om uit te monden in de Beiaardbeek die vanuit het zuidwesten verder naar het noordoosten stroomt. Aan de zuidwestkant van dat zijvalleitje, liggen enkele bronnetjes op een terras, elk met hun eigen bronbeekje. Die onderscheiden bronbeekjes stromen vrij snel samen om via een duiker onder een bosweg door te stromen naar het centrale beekje dat noordwaarts richting Beiaardbeek stroomt.

Het deel van de zuidelijke bronzone waar een meetpunt (BEIP003) in geplaatst werd, is in tegenstelling tot de andere bronnen eerder diffuus met drassige plekken op de helling. Het water verzamelt in een ondiep, vrij breed beekje dat gevuld is met drassige humus. De drassige zones lopen langzaam in elkaar over en via een afvoergreppel (niet echt een bronbeekje) verdwijnt het water iets verder weer in de ondergrond om lager op de helling weer aan het oppervlakte te komen.

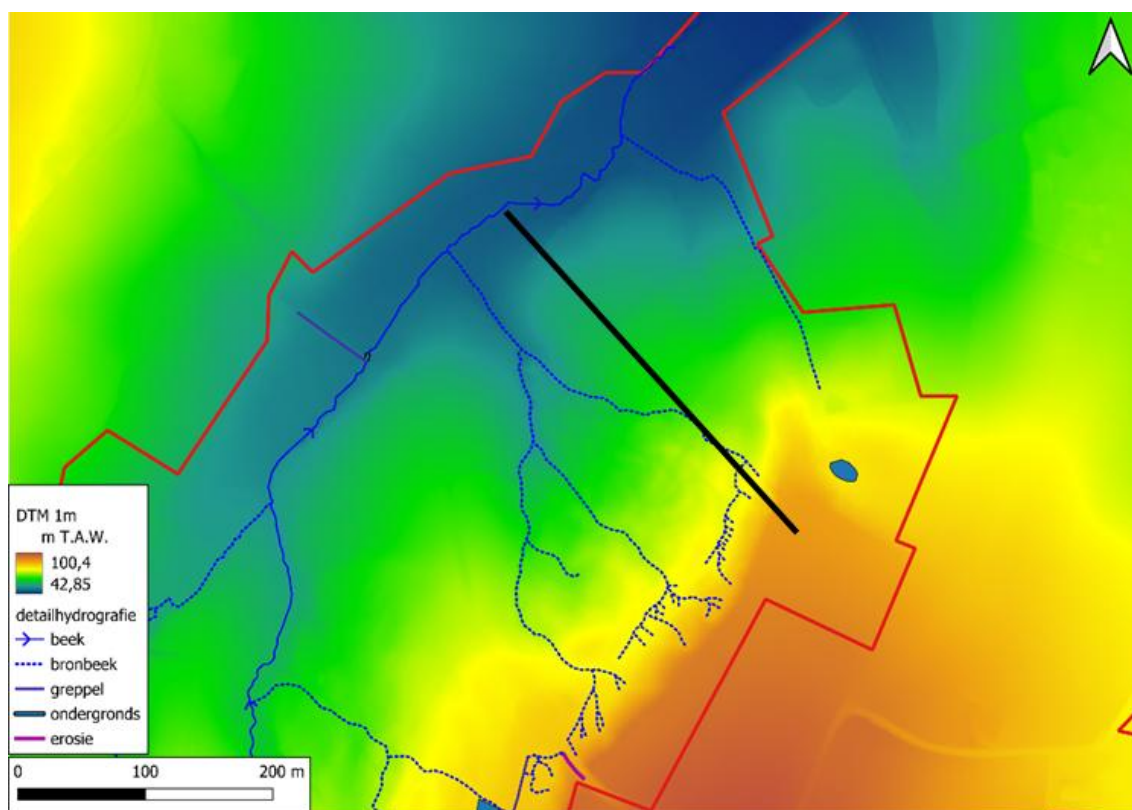


Langs de oostelijke (maar evengoed ook westelijke) valleiflank en onderaan een steilflank ontstaan een aantal bronnen waarvan het water zich op het terras verzamelt in een ondiepe zompige, plas-dras zone waarin veel ijle zegge voorkomt (Afbeelding 2). Op de rand van dat terras lag vroeger een bosexploitatieweg, precies op een locatie waar in het reliëf een aarden wal voorkomt. Het is niet meteen duidelijk of de wal deel uitmaakt van de aangelegde weg dan wel of de weg op een door historische erosieprocessen ontstane wal werd gelegd. Het is evenwel duidelijk dat erosieprocessen en grondverschuivingen, als gevolg van het millennia lang uittredende bronwater, hier een belangrijke rol hebben gespeeld in het geaccidenteerde reliëf van vandaag. Hierdoor is een steilflank ontstaan met onderaan een zone waar het bronwater aan die flank blijft staan achter tijdelijke grondophopingen die het gevolg zijn van grondverschuivingen. Die ophopingen worden langzaam maar zeker opgeruimd door het continu uitstromende bronwater, waardoor die zompige zones doorheen de geschiedenis weer droogvallen en opnieuw, soms elders ontstaan. Dit geomorfologische proces, dat al duizenden jaren aan de gang moet zijn, vervoert langzaam grote hoeveelheden erosiemateriaal en geeft een nogal chaotische indruk. Dit resulteert doorgaans ook in nogal complexe boorprofielen van lemig colluvium waar gereduceerde en niet-gereduceerde lagen of zelfs veenlaagjes (ontstaan in de tijdelijke zompige depressies) elkaar kunnen afwisselen. Het is echter ook zeker dat recente en erg zware erosie, dat geaccidenteerde reliëf nog sterk aan het wijzigen zijn.

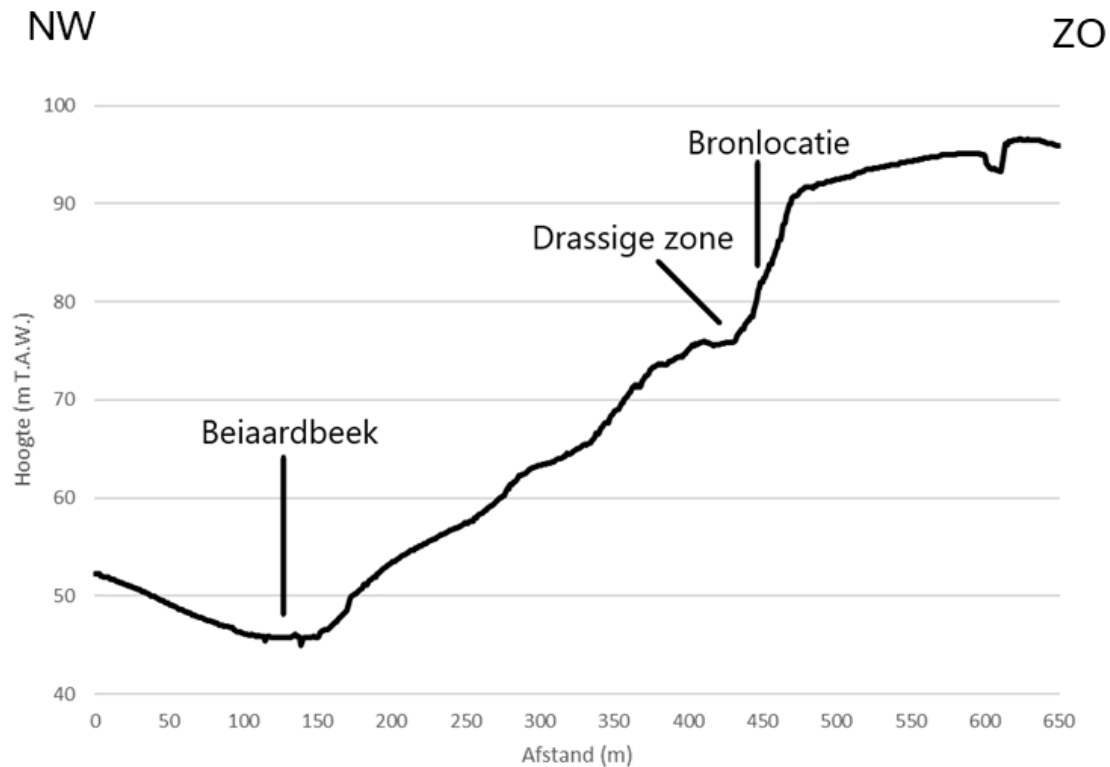


In die noordelijke bronnenzone zijn drie bronsysteemjes te onderscheiden, die allemaal dezelfde geomorfologie kennen. Bovenaan de steilrand treedt bronwater uit. Dat bronwater loopt via een aantal kleine bronbeekjes naar beneden. De meeste zijn niet langer watervoerend. Het zijn restanten van vroegere bronbeekloopjes die water uit dezelfde bron afvoeren. Kennelijk verplaatst de bron zich regelmatig over een beperkte afstand, wat ertoe leidt dat er telkens andere afvoerkanaaltjes ontstaan. Op zich zorgt dat al voor erg veel dynamiek in het landschap, maar dat proces wordt hier nog versterkt door omvallende (soms erg zware) bomen.

Onderaan die steilrand bevindt zich een terras. Hier komen een paar, van de steilrand aflopende en volop kalktuf houdende bronbeekjes samen in een beekje dat parallel aan de hoogtelijnen, langzaam naar het noorden afloopt. In deze zone op de helling blijft uittredend grondwater en toestromend bronwater staan en vormt drassige situaties. Wat verder naar het noorden “valt” dit verzamelbeekje van het bronplateautje af om uiteindelijk in de Beiaardbeek uit te monden. Er zijn drie van dergelijke systeemjes te herkennen in deze bronnenzone (zie Figuur 33). Alleen het noordelijke van deze drie systeemjes werd uitgerust met grondwatermeetpunten.



Figuur 33: Detailhydrografie van het noordelijke bronnenzone in het Beiaardbos.

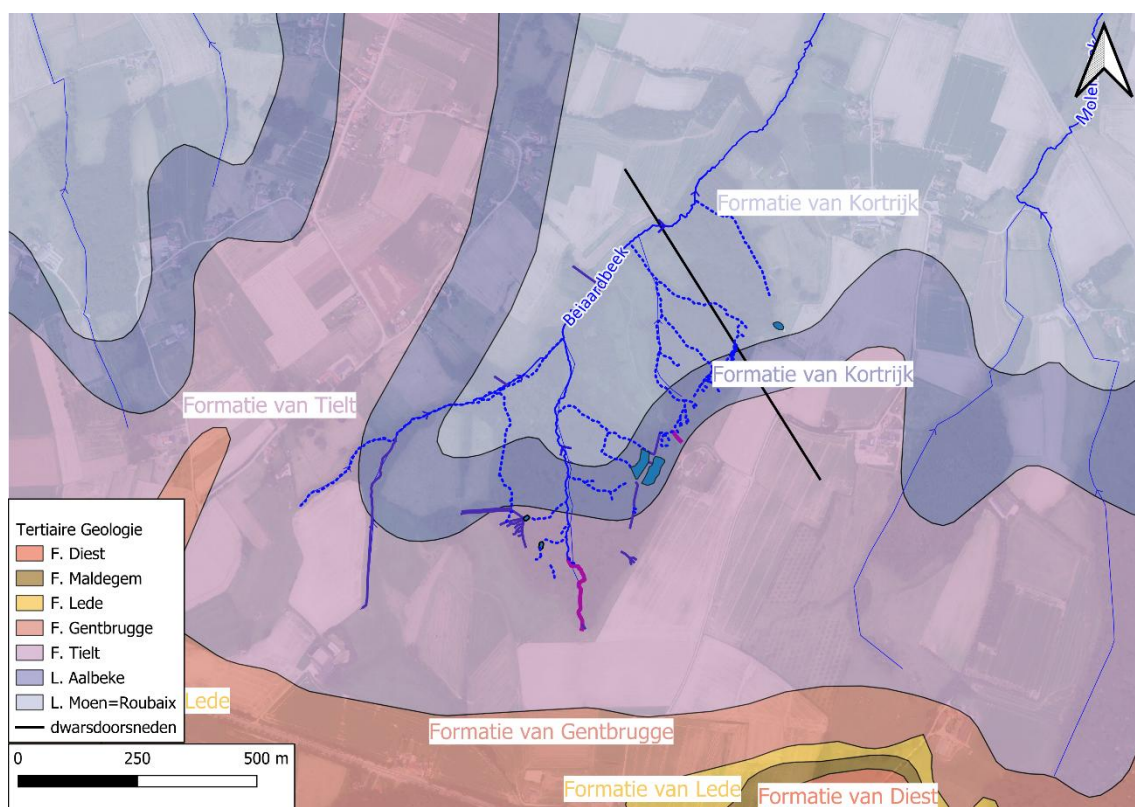


Figuur 34: Topografisch NW-ZO dwarsdoorsnede doorheen de noordelijke bronzone van het Beiaardbos (op basis van het DHMII 1m).

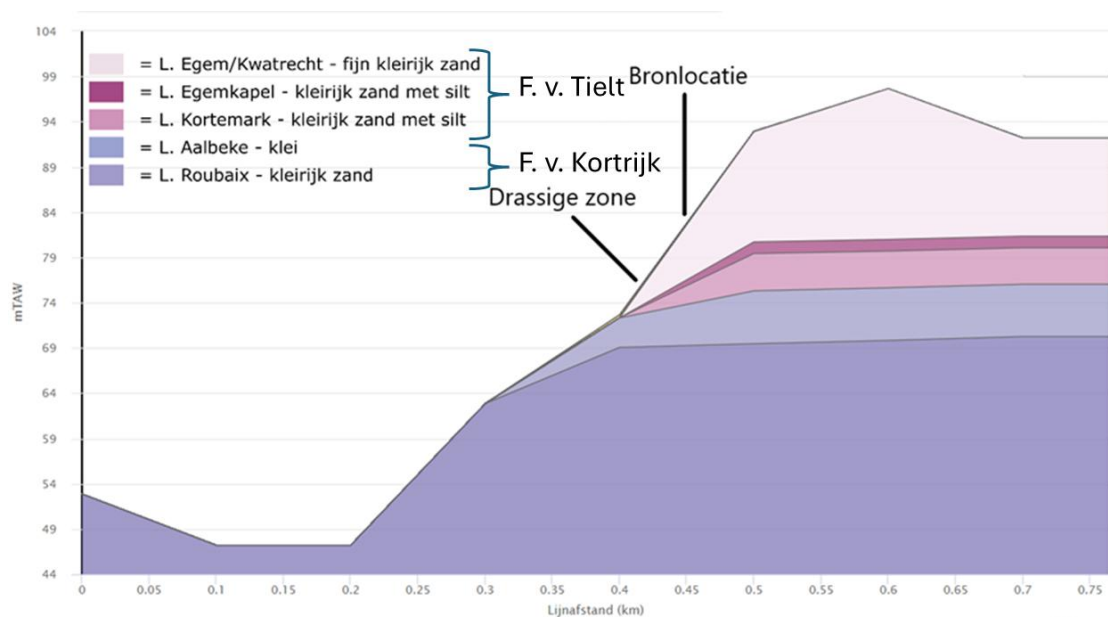
3.2.3 Geohydrologie

3.2.3.1 Tertiaire geologie

Het uittredend bronwater in het Beiaardbos, en dat zowel in de noordelijke als de zuidelijke bronnenzone, is afkomstig uit de watervoerende laag van Tielt/Hyon. Het gaat hier dus over zgn. “Tielt/hyon-Egembronnen”. Het terras waarop de drassige zones ontstaan ligt op de onderliggende klei van Kortrijk, meer bepaald het lid van Aalbeke. Het gaat hier voornamelijk over akrokrene maar ook enkel rheokrene bronnen die ontstaan langs de steilflank.



Figuur 35: Tertiair geologische lagen t.h.v. het Beiaardbos met aanduiding van de geologische dwarsdoorsnede (Figuur 36).



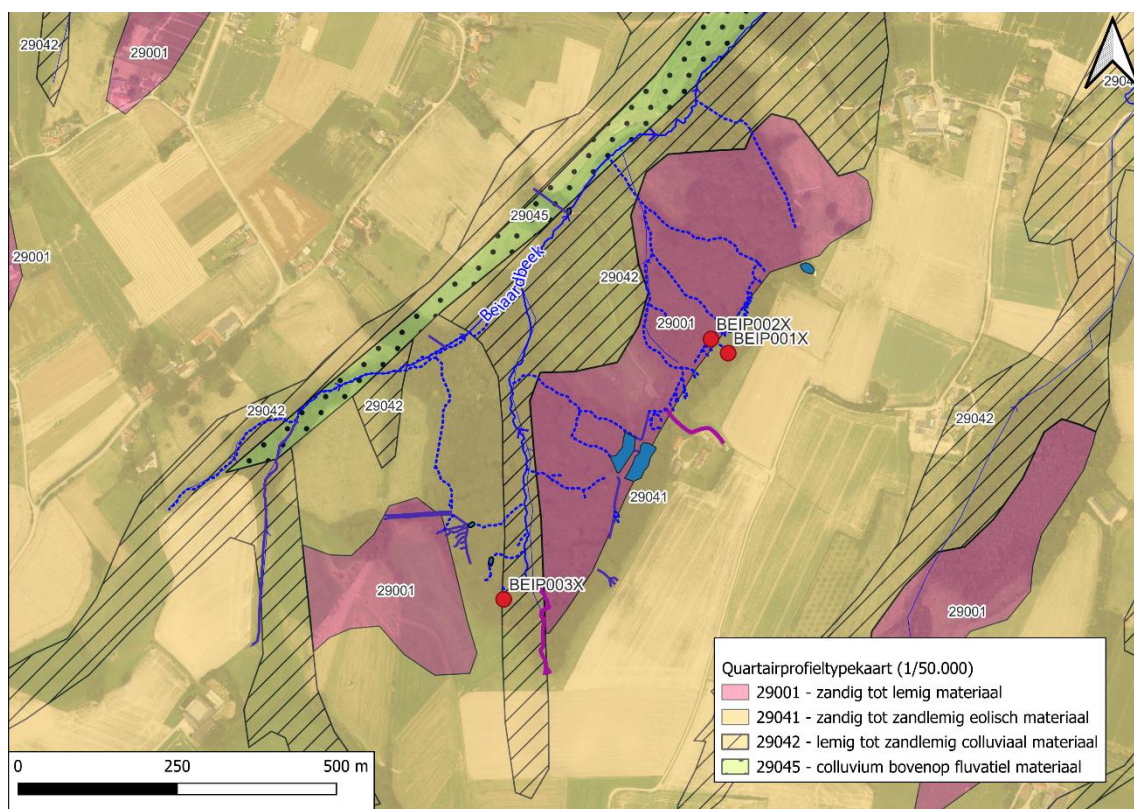
Figuur 36: Geologische NW-ZO dwarsdoorsnede doorheen het Beiaardbos met indicatieve aanduiding van de bronlocatie en drassige zone onderaan de steilflank.

Op Figuur 36 lijkt de bronlocatie volgens het geologisch 3D-model hoger te liggen dan de scheiding van de formatie van Tielt en de formatie van Kortrijk. Deze geologische dwarsdoorsnedes hebben een resolutie van 100 m en zijn op korte afstand, zoals op een

steilflank, niet altijd even accuraat. Interpretatie blijft daarom noodzakelijk. Daarnaast is er mogelijks ook een plaatselijke blokkade ontstaan door het afschuiven van colluviaal materiaal op de helling waardoor het water hoger op de helling uittreedt.

3.2.3.2 Quartaire geologie

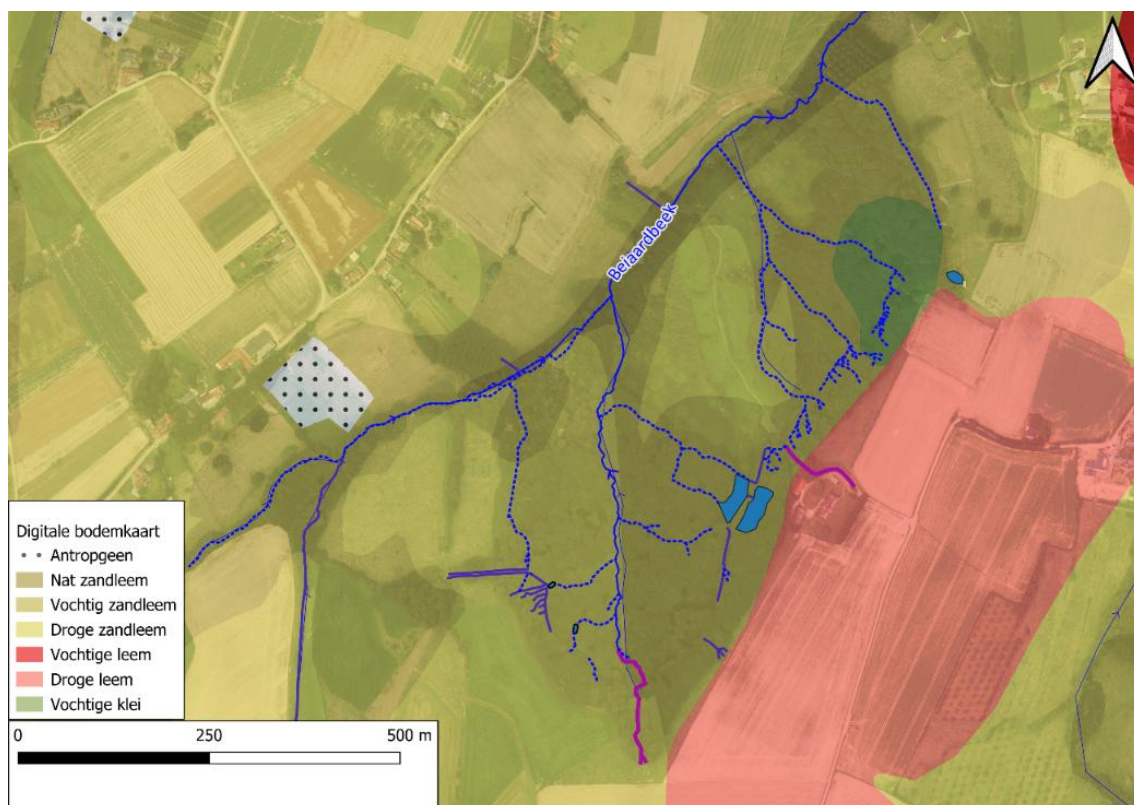
Ook hier wordt het quartair pakket gekenmerkt door hellingsprocessen en eolische afzettingen. Op het plateau liggen zandige tot zandlemige eolische afzettingen (profieltype 29041). Op de helling ligt datzelfde materiaal tot minder dan 1.2 m (profieltype 29001). Onderaan de helling liggen verder nog colluviale afzettingen zonder profielontwikkeling (profieltype 29042). Ten slotte zijn er langs de Beiaardbeek nog wat rivierafzettingen die bedekt liggen onder de eolische en colluviale afzettingen (profieltype 29045).



Figuur 37: Quartairprofieltypekaart (1/50.000) (Bogemans, 2007) voor het Beiaardbos.

3.2.3.3 Bodem en erosie

Volgens de bodemkaart komt ter hoogte van het Beiaardbos nagenoeg uitsluitend zandleem voor. Langs de Beiaardbeek is dit natte zandleem die overgaat in vochtige zandleem aan de bronzones en droge zandleem op de hellingen. Op het plateau in het oosten komt dan weer droge leem voor. In het noordelijk deel van het gebied wordt ook nog een vlek vochtige klei aangeduid. Het perceel van antropogene grond ten westen van het gebied staat aangeduid als sterk vergraven grond.



Figuur 38: Digitale bodemkaart t.h.v. het Beiaardbos.

Een blik op de erosiegevoeligheidskaart (Figuur 39) maakt duidelijk dat er hier, rondom het ganze Beiaardbos terreinen liggen met zeer hoge risico's op erosie. Mede door de aanwezigheid van de hierboven beschreven steilflanken bovenaan de helling, is hier van nature een groot erosierisico aanwezig.



Figuur 39: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het Beiaardbos (DOV, 2025).

Aan de hand van de terreinwaarnemingen in de loop van dit project is erosie effectief een acuut en een buitensporig groot probleem op een paar locaties aan de rand van het Beiaardbos. Met stip op nummer één staat het erosieravijn en tussenplateaus met massale sedimentatie die momenteel gevormd wordt, met name in de zuidelijke bronnenzone (Afbeelding 3 & Afbeelding 4).

Het probleem ontstaat hier op één akkerperceel met contractteelt net ten zuiden van het bos. Nochtans ligt er een graslandperceel tussen de akker en het bos. De massale oppervlakkige afstroom van regenwater ontstaat echter in die ene akker, die gedurende het grootste deel van het jaar onbedekt blijft liggen en waar nagenoeg al het regenwater dat erg zwaar beladen is met sediment (een modderstroom eigenlijk) linea recta richting bos stroomt, los over het graslandperceel tegen de rand van het bos om daarna meteen door het bos te stromen waar erosiegeulen ontstaan en waar nog meer sediment opgepikt wordt.

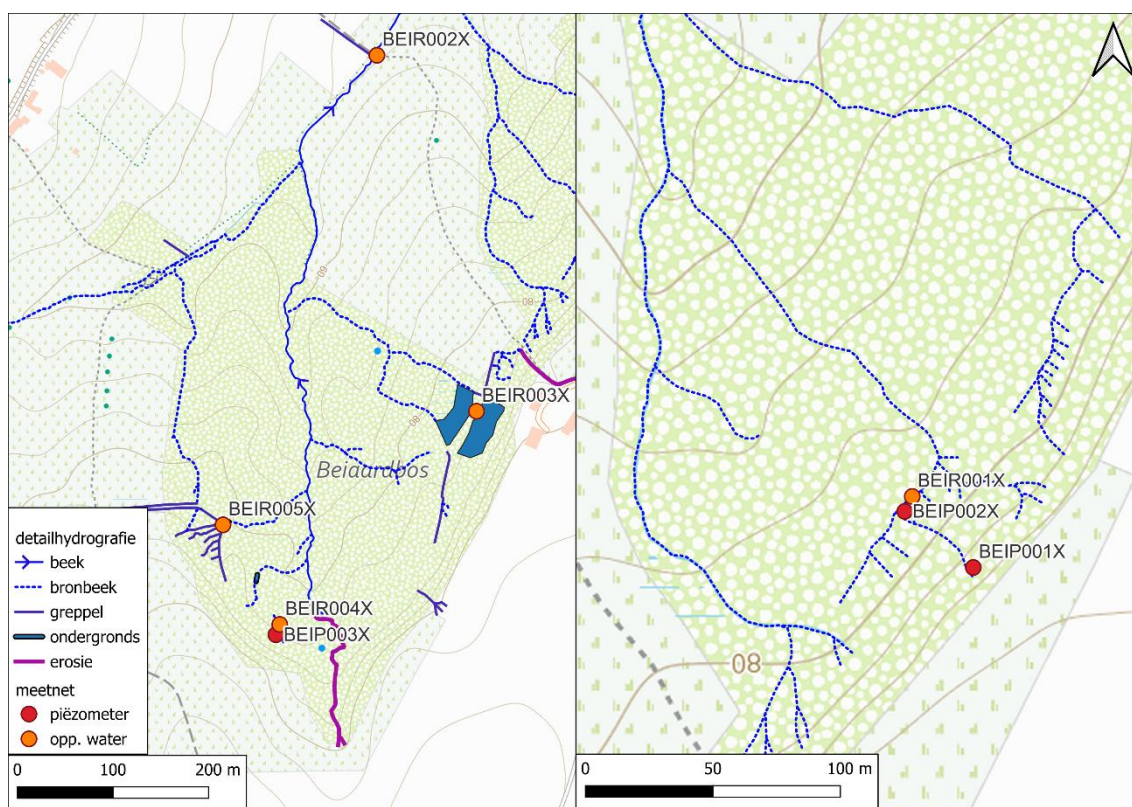
Op het topografische terras, waarop iets meer naar het westen, ook de zuidelijke bronzone gelegen is, valt het afstromende water stil en bezinkt een groot deel van het meegesleurde erosiemateriaal. Per zware regenbui wordt er een laag van meer dan 10 centimeter sediment afgezet (Afbeelding 4). Aan de noordzijde van het bronterras, valt het afstromende water weer steil naar beneden en pikt opnieuw en zeer grote hoeveelheid sediment op. Het resultaat is een 3 tot 4 meter diepe (!!!) erosiegeul (Afbeelding 3) die tot op de dag van vandaag nog steeds actief verder uitdiept. Onderaan de helling stroomt die erosiegeul, die inmiddels is samengevloeid met de bronbeekjes in de Beiaardbeek. Daar wordt opnieuw en masse sediment afgezet.

3.2.4 Grondwaterdynamiek

In het Beiaardbos werden in totaal drie grondwatermeetpunten geplaatst (zie Figuur 40). Het eerste meetpunt, BEIP001, ligt in de noordelijke bronnenzone bovenaan de steilrand net boven een bron van waaruit een aantal van de beekjes (met kalktuf) de helling aflopen.

Het tweede meetpunt, BEIP002, ligt onderaan de steilrand waarop het meetpunt BEIP001 staat, op een topografisch terras dat nagenoeg exact even hoog ligt als het terras waarop de zuidelijke bronzone uittreedt.

Het derde meetpunt, BEIP003, werd geplaatst in een zuidwestelijke bronzone van dit gebied. Op het eerste gezicht lijkt hier minder water aan het oppervlak te komen dan in de noordelijke bronzones waar BEIP001X geplaatst werd.



Figuur 40: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Beiaardbos.

3.2.4.1 Tijdreeksen

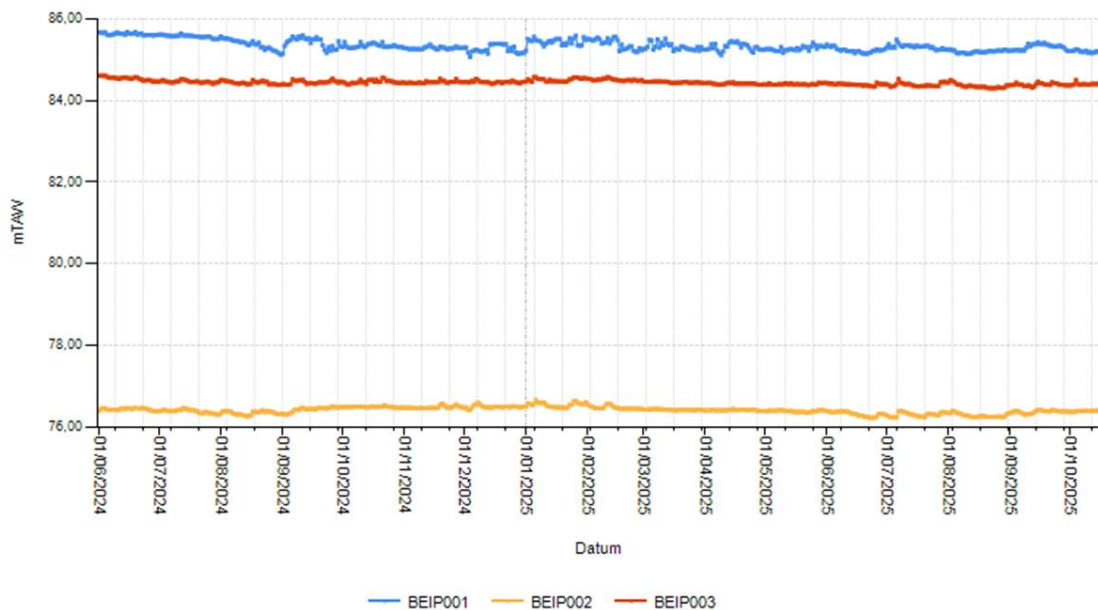
BEIP001 staat iets hoger op de helling dan de bron waardoor het grondwater altijd onder maaiveld ligt doorheen de tijdreeks. Wat opvalt is dat er vrij veel variatie in de grondwaterpeilen aanwezig is. Het resultaat is een nogal “zenuwachtige” tijdreeks (Figuur 41). De heuvel boven dit meetpunt is veel minder hoog dan de heuvel boven het meetpunt in de zuidelijke bronnenzone. Infiltrerend water bereikt bijgevolg sneller het freatische oppervlak. Vandaar dat de individuele piekjes hier scherper en hoger zijn dan in de zuidelijke bronnenzone. Opvallend genoeg blijven de peilen vrij hoog ondanks de zeer droge zomer van 2025.

Iets lager op de helling, in de drassige zone staat BEIP002. Het grondwaterpeil is veel stabielere met minder seizoenale verschillen. Het hele jaar door ligt het peil rond 50 cm onder maaiveld. Op het einde van de tijdreeks, in het voorjaar van 2025, begint het grondwater toch wat dieper

Het peil van het grondwater in het meetpunt BEIP003 blijft doorheen de bemeten periode constanter dan het meetpunt BEIP001, hoewel dezelfde neerslagpiekjes te herkennen zijn. Ze zijn echter minder scherp en minder hoog. Naar alle waarschijnlijkheid is het dikkere leempakket dat boven het bronniveau ligt, verantwoordelijk voor de gedempte schommelingen van het grondwater hier. Het grondwaterpeil fluctueert hier tussen 10 – 35 cm onder maaiveld.



Het maaiveld aan BEIP001 ligt op een hoogte van 85.98 m T.A.W., terwijl de bron iets lager ligt op een hoogte van 85.33 m T.A.W.. Vlakbij, onderaan de steilflank ligt het maaiveld aan BEIP002 op 76.97 m T.A.W.. In het zuiden op de westelijke helling ligt BEIP003 op 84.72 m T.A.W.. BEIP003 ligt vrijwel op dezelfde hoogte als BEIP001 en heeft op basis van het geologisch 3D-model dezelfde geohydrologische oorsprong.

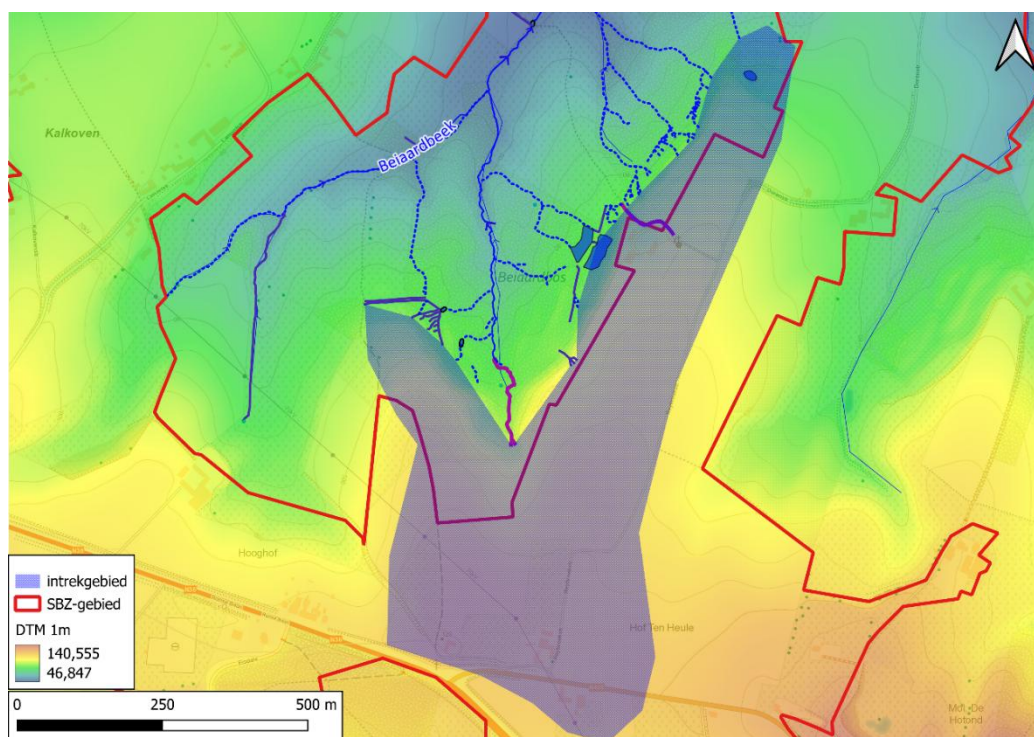


(Bron: data.inbo.be/watina)

Figuur 42: Tijdreeksen van stijghoogten (in m T.A.W.) van het grondwater in het Beiaardbos.

3.2.4.2 Situering van het infiltratiegebied

Het Beiaardbos heeft een steilflank waarlangs alle bronnen ontspringen. Het infiltratiegebied ligt bijgevolg enkel onder het bovenste deel van de heuvel, boven de klei van Aalbeke. In Figuur 43 wordt een ruwe schatting van dit infiltratiegebied weergegeven.



Figuur 43: Ruwe schatting van het infiltratiegebied voor de bronnen in het actiegebied Beiaardbos.

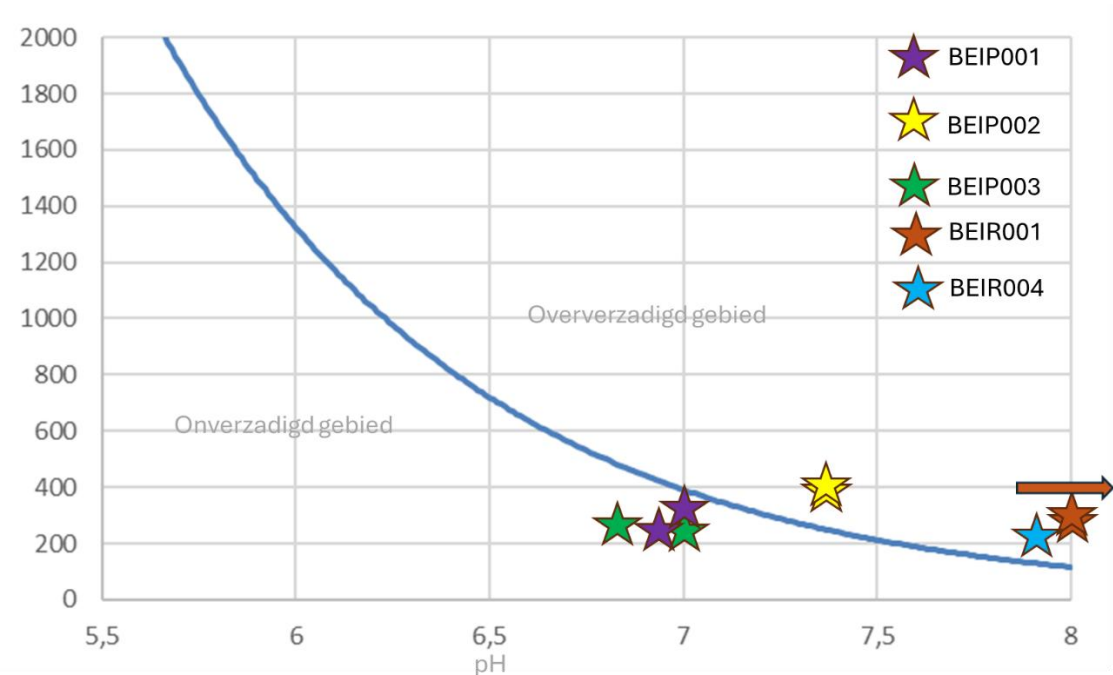
3.2.5 Grondwaterkwaliteit

In totaal werden zes grondwaterstalen genomen in het Beiaardbos. De analysesresultaten van deze stalen wordt weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Analysesresultaten voor het freatische grondwater in het Beiaardbos.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
20/06/2024	BEIP001	593	6,9	239	0,063	0,015	0,48	0,02	52	37,7	22,8	9,8	78,6	12,42	0,21
04/12/2024	BEIP001	814	7,0	322	0,015	0,015	18,44	0,02	61	31,1	19,0	8,0	129,7	16,51	0,05
20/06/2024	BEIP002	700	7,4	408	0,015	0,015	0,05	0,66	16	23,1	9,3	4,1	121,3	14,75	0,23
04/12/2024	BEIP002	668	7,4	397	0,015	0,037	0,02	0,57	17	20,8	9,0	3,7	118,5	14,88	0,04
20/06/2024	BEIP003	463	7,0	222	0,061	0,015	2,27	0,35	26	17,3	13,9	1,4	72,3	7,52	0,56
04/12/2024	BEIP003	480	6,8	265	0,015	0,015	0,05	0,33	20	15,0	11,5	0,7	82,5	8,31	0,10

De pH en elektrische geleidbaarheid voldoen aan de verwachte waarden voor mineraalrijk grondwater uit de formatie van Tielt/Hyon – lid van Egem. Alle stalen hebben een hoge concentratie bicarbonaat en calcium. Bij BEIP003X is dat iets minder dan bij de andere stalen.



Figuur 44: Verzadigingscurve voor bicarbonaat in relatie tot pH (volgens de Temkin adsorptie isotherm-formule) met weergave van de chemische samenstelling van het grond- en bronbeekwater van de twee bestudeerde bronzones in het Beiaardbos.

In de iets hoger gelegen zones waar de bronnetjes samenkomen treedt kalkneerslag op (zie Afbeelding 5). Het gaat hier dus alvast om zeer kalkrijk water waar de abiotische omstandigheden goed zijn (of waren indien geen actieve kalkneerslag meer zou optreden). De mosvegetatie is hier echter zeer beperkt in die mate dat niet gesproken kan worden van het habitattype 7220 sensu stricto. Dergelijke mosvegetaties zijn zeer gevoelig aan nutriënten.



Afbeelding 5: Bronbeekje aan BEIP001 met kalktufneerslag (links) en detailbeeld van de kalktuf (rechts).

Op vlak van nutriënten zijn in het Beiaardbos verschillende problemen vastgesteld.

In alle grondwatermeetpunten werd verhoogde nitraat-stikstofconcentraties vastgesteld. In een aantal gevallen ging het zelfs over extreem hoge concentraties (zelfs boven de VLAREM II-norm). Hier is dus sprake van structurele aanvoer van nitraat via het infiltratiegebied.

Er werd twee keer een verhoogde nitriet-stikstofconcentratie bemeaten. Allebei op 20 juni 2024, zowel in de noordelijke (BEIP001) als in de zuidelijke bronzone (BEIP003X). Een verhoogde concentratie wijst op een actieve vervuiliingsbron (doorgaans huishoudelijk afvalwater of dierlijke mest).

Voor ammonium-stikstof werden verhogingen gemeten in BEIP002 en BEIP003, telkens in beide stalen. Bij BEIP002 liggen deze zelf boven de VLAREM-norm. Aangezien ammonium ook vrij snel omgezet wordt, moet de vervuiliingsbron lokaal en recent zijn.

In BEIP002 werd dan weer (één keer) een verhoogde concentratie orthofosfaat-fosfor gemeten. Fosfaat aantreffen in (bewegend) grondwater, wijst, net zoals voor nitriet, op een actieve en recente vervuiling. Hier ging het wel om één meting.

Sulfaat is, in vergelijking met veel andere plaatsen in Vlaanderen, vrij laag en lijkt niet erg problematisch te zijn hier. Ook chloor is beperkt maar wederom ligt de concentratie bij BEIP001 hoger dan bij de andere meetpunten.

Het infiltratiegebied van beide bronnenzones (Figuur 43) ligt grotendeels onder (intensief uitgebaat) landbouwgebied. Aan de noordelijke bronzone ligt er bovendien een geïsoleerd huis, dat, voor zover kon worden nagegaan, niet aangesloten is op een riolering. Het staat op het zoneringsplan aangeduid als “individueel te optimaliseren buitengebied - IBA gepland”. De aanwezigheid van stikstof in combinatie met fosfor in grondwater leidt tot sterke verruiging van de vegetaties, wat met name in de noordelijke bronzone wel opvalt.

3.2.6 Oppervlaktewaterkwaliteit

In het Beiaardbos werden acht oppervlaktewaterstalen genomen in vijf verschillende meetpunten (zie Figuur 40 voor de locaties op kaart).

Meetpunt BEIR001 ligt iets stroomafwaarts van de piëzometer BEIP002 in het “verzamelbeekje”.

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

Tabel 7: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Beiaardbos.

meetpunt	datum	O2	NPOC	T.N	CZV	BZV
BEIR001X	12/06/2024	9,6	2,59	15,71		
BEIR001X	25/03/2025	10,5	3,41	15,73	3	<3
BEIR002X	12/06/2024	10,6	4,53	5,98		
BEIR002X	25/03/2025	10,9	3,29	6,43	5	<3
BEIR003X	12/06/2024	9,9	8,26	8,61		
BEIR003X	25/03/2025	9,8	6,63	11,21	11	<3
BEIR004X	12/06/2024	10,3	1,91	5,84		
BEIR005X	25/03/2025	11,2	2,06	10,32	3	<3

CZV en BVZ werden viermaal bemonsterd in 2025. Er werd nergens een gehalte BVZ boven het detectielimiet waargenomen. In BEIR003X werd de hoogste concentratie CZV van 11 mg/l gevonden. Ook hier lijkt het bemonsterd oppervlaktewater dus niet sterk beladen met organisch materiaal. De concentratie opgeloste zuurstof is overal voldoende hoog.

3.2.7 Biotiek

Hier en daar staan wat mossen in de bron maar op het eerste gezicht niets noemenswaardig. Alhoewel er dus kalktufafzetting is, kan deze zone niet geklasseerd worden als habitatype 7220.

3.2.7.1 Vuursalamander

Voor het Beiaardbos is actueel geen gekende vuursalamanderpopulatie gekend. Er zijn na 1978 geen verdere gegevens beschikbaar van de voormalige populatie. Gezien de historische aanwezigheid lijkt het wenselijk werk te maken van soortherstel in dit gebied. Mede door de grote erosie- en verdrogingsproblematiek in het zuidelijk deel, valt het te betwijfelen of er nog geschikt voortplantingswater en habitat beschikbaar is. De diep ingesneden beek fungeert hoogstwaarschijnlijk ook als verspreidingsdrempel voor de soort. In het noordelijk deel zijn de omstandigheden gunstiger maar werden geen vuursalamanders tijdens het veldwerk aangetroffen. Indien gewenst kan gericht gezocht worden met klassieke surveys of nieuwe eDNA-bemonstering. De belangrijkste herstelmaatregelen om geschikt leefgebied te creëren zijn het beperken van de erosie, verdroging en instroom van nutriënten.

3.2.7.2 Vissen

Op basis van de meest recente gegevens uit Pauwels et al. 2026, komt in die actiegebied geen rivieronderpad of beekprik voor. Ook hier lijkt spontane vestiging van deze soorten in de nabije toekomst weinig waarschijnlijk.

3.2.7.3 Insecten

Er zijn geen waarnemingen van gewone bronlibel of gewone beekloper beschikbaar in dit gebied. Ook tijdens het veldwerk werden deze soorten niet waargenomen. Vermoedelijk is de gewone bronlibel wel aanwezig aangezien ze vlakbij in het Hotondbos ook werd waargenomen.

3.2.8 Knelpunten en aanbevelingen

3.2.8.1 Knelpunten rond grondwaterdynamiek

De grondwatertafelschommelingen lijken normaal voor wat voor dergelijke systemen kan verwacht worden. De watervoerende lagen (hier de formatie van Tielt) voor beide bronzones, voorzien de bronnen doorlopend van water. In de weliswaar korte bemeten periode, werd er geen droogval vastgesteld, hoewel er sprake was van een zeer droog jaar (zomer 2025). Het lijken hier dan ook permanente bronnen te zijn. Er liggen wat oude drainagestructuren zowel in de zuidelijke als in de noordelijke bronnenzone, maar die zijn de voorbije decennia spontaan aan het verondiepen door achterwege blijven van onderhoud. Het lijkt niet aangewezen om hier actief in te grijpen.

Nagenoeg het volledige (geschatte) voedingsgebied van de bronnen ligt onder landbouwuittasting (en buiten SBZ-gebied). Er zijn geen grondwateronttrekkingen bekend in het infiltratiegebied. Herbebossen van een deel van het infiltratiegebied in een rand van het actuele Beiaardbos (een buffer van ca. 100-150 meter zal niet alleen zorgen voor een drastisch afnemen van de erosieproblematiek, maar zal ook positieve effecten hebben op grond- en bronbeek- (& Beiaardbeek-)water. Wegnemen van erosieproblematiek betekent ook verhogen van infiltratie van neerslagwater (vermindering van oppervlakkige afstroming van neerslagwater betekent onvermijdelijk een groter aandeel neerslagwater dat infiltreert. Meer infiltratie betekent hogere freatische grondwaterstanden in de watervoerende laag en een hoger brondebiet, en dus een kleinere kans op droogvallen van bronnen.

3.2.8.2 Knelpunten rond nutriënten in grond- en oppervlaktewater

Op vlak van nutriënten in het grondwater zijn er hier problemen. Zowel de concentraties van nitraat- en ammonium-stikstof in het grondwater in beide bronzones zijn duidelijk verhoogd; sporadisch zijn ook de concentraties van nitrietstikstof en orthofosfaat-fosfor verhoogd. Zeker in de noordelijke bronzone lijken die toe te wijzen aan de geïsoleerde woning die, voor zover als kon worden nagegaan, niet aangesloten lijkt op een riolering. He huishoudelijk afvalwater zal dan ofwel infiltreren (via een sterfput) of oppervlakkig afstromen vanuit een (niet gedetecteerd) lozingspunt. In ieder geval is het opvallend dat in de bronnenzones palend aan de woning, verhoogde concentraties van zowel nitriet als orthofosfaat worden aangetroffen. Nitriet heeft een korte levensduur of verdwijnt doorgaans snel uit het systeem. Orthofosfaat wordt sterk in de bodem gebonden en blijft dus plant onbeschikbaar. Beide stoffen meten in het grondwater, impliceert dus een actieve vervuiliingsbron. Het loont hier zeker de moeite om na te gaan of de woning een IBA heeft (wat normaal het geval zou moeten zijn). Indien er een IBA aangelegd werd, lijkt het meer dan waarschijnlijk dat het onderhoud daarvan niet nauwkeurig genoeg wordt uitgevoerd. Bij achterwege blijven van regelmatig onderhoud, functioneert een IBA immers niet en ontstaat een overloop van ongezuiverd afvalwater. Indien geen IBA werd aangelegd, is het aangewezen om alle stappen te ondernemen opdat er alsnog één zou aangelegd worden.

In de Beiaardbeek zelf, waar ze het SBZ_H deelgebied verlaat in het noorden zijn de concentraties van nitraat sterk verhoogd, maar ook de nitrietconcentraties zijn “meetbaar” geworden. Gelukkig is er ook hier geen meetbaar orthofosfaat in het beekwater aangetroffen. Met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid zijn de nitraten hier afkomstig van afstromend water dat hoofdzakelijk infiltreert van onder de landbouwgronden in het infiltratiegebied. De waarden blijven weliswaar onder de VLAREM-II norm, maar ze zijn veel te hoog voor een goede ecologische kwaliteit van de waterloop. Het heeft er alle schijn van dat de te hoge

Aangezien er slechts twee stalen genomen werden op momenten in de extreem natte voorzomer van 2024 en het dito voorjaar van 2025, is het aangewezen om in de volgende jaren nog een paar staalnames te organiseren om na te gaan of het niet om extreme gebeurtenissen gaat.

Veruit het meest schrijnende probleem voor het Beiaardbos en dan met name voor de zuidelijke bronnenzone is de wel zeer extreme proportie die de erosieproblematiek hier aanneemt. De aard en de omvang zijn uitgebreid geschetst in de §3.2.3.3 bodem en erosie.

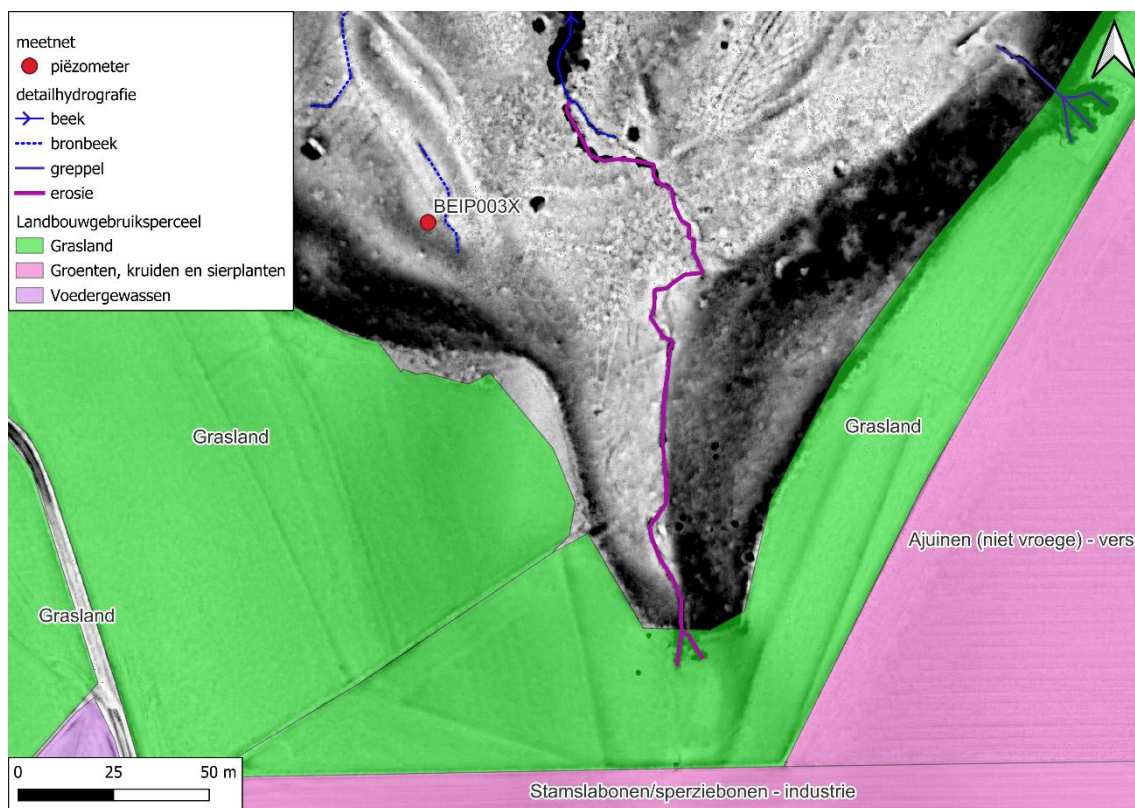
Eén akkerperceel met een oppervlakte van ca. 4 ha (320*130 meter) is verantwoordelijk voor dit compleet disproportionele erosieprobleem (Figuur 46).

Een minimale oplossing is te vinden in een drastische beperking van teeltkeuze. De bodem moet hier jaarrond bedekt zijn om oppervlakkige afstroom tot een minimum te beperken. In de praktijk betekent dat permanent grasland. De sterk hellende terreinen verder naar het noordwesten die aan de westzijde palen aan het bos met de zuidelijk bronnenzone vertonen zo goed als geen sporen van afstromend regenwater, erosie of sedimentatie. Behalve windworp en occasionele pijperosie is in die zone helemaal niets te zien. Die sterk hellende terreinen zijn actueel allemaal onder permanente graslanduitbating. Tijdelijk grasland met regelmatig inzaaien van raaigras is niet aangewezen als oplossing. Een absoluut duurzame oplossing is herbebossing van de volledige akker.

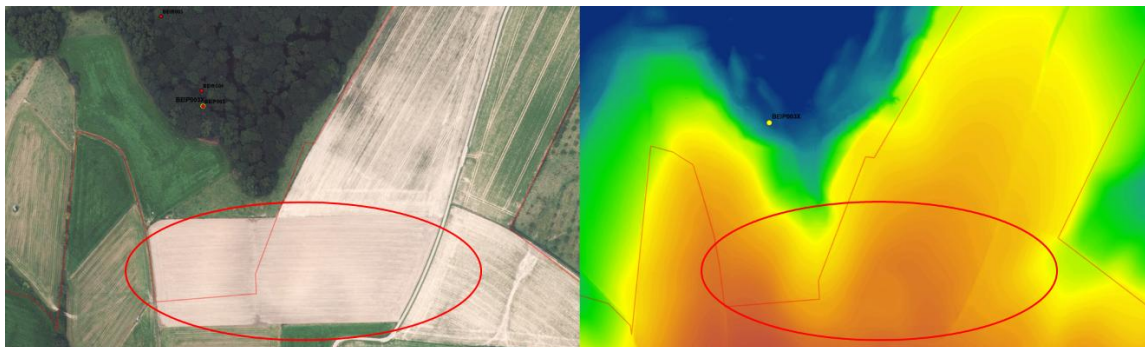
Drempels leggen in de erosiegeul, een wadi of swale aanleggen om het water te laten infiltreren i.p.v. afstromen of het diepste deel van de spectaculaire erosiegeul dempen betekent alleen maar gevolgen bestrijden. Het probleem gaat daarmee niet weg. Bij elke min of meer intense regenbui (10mm/m²) ontstaat op deze 4 ha grote, hellende akker een neerslagoverschot van 200 m³ (bij een voorzichtige schatting van 50% surface-run off). Nog afgezien van het feit dat de aanleg van een wadi (bezinkbekken) dat een dergelijk volume kan bergen in een landschap met deze topografie en flinke uitdaging zou vormen, zal dat water niet snel genoeg kunnen infiltreren om volledig ter beschikking te zijn bij weer een volgende bui. Ook regelmatig leegruimen (want de oppervlakkige afstroming wordt niet gestopt en de enorme hoeveelheden sediment zullen die wadi snel opvullen, met vermindering van de opvangcapaciteit tot gevolg) betekent een erg hoge recurrente kost.

Hier geen werk van maken betekent dat de spectaculaire erosie verder zal evolueren. Daarbij wordt de bouwvoor van zuidelijk gelegen akker langzaam maar zeker weg geërodeerd. De akker wordt met andere woorden steeds minder bruikbaar en steiler. Het materiaal wordt tussentijds afgezet op het bronterras in het Beiaardbos en de nu al erg diepe erosiegeul wordt nog dieper, zorgt voor verder schrijdende verdroging in het bos en massale sedimentaanvoer naar de Beiaardbeek, die regelmatig zal moeten geruimd worden om blokkades en overstromingen in de vallei te vermijden. De kwaliteit van de beek zal ten slotte verder achteruit gaan

Herbebossing is ook meegenomen in het bebossingsplan voor het GRUP "Rond Ronse" dat verder uitgewerkt wordt door de Vlaamse Landmaatschappij (VLM, 2023). De volledige zuidkant van het SBZ-gebied wordt voorzien als bosuitbreidingsgebied. Om de erosie een halt toe te roepen wordt hier dus best prioritair werk van gemaakt.



Figuur 45: Landbouwgebruiksparcelen 2024 aan de zuidkant van het Beiaardbos (DHMII Skyview 0.25 m).



Figuur 46: Orthofoto (links) en DHM-VI II (rechts) voor de probleemakker aan de zuidrand van het Beiaardbos

Ten westen van de noordelijke bronzone zijn er eveneens erosieproblemen langs het wandelpad dat een voorzetting is van de Reybroekstraat, naast het geïsoleerde huis nr 1. Hier loopt het water vanop de akkers die aan het verharde deel van de Reybroekstraat palen naar de straat, die als gebetonneerd afvoerkanaal fungeert. Op het einde van de verharding (aan de toegang tot de geïsoleerde woning) stroomt het water van de helling af langs het onverharde wandelpad het bos in. Het afstromende water is daar al zwaar beladen met afgespoeld sediment van de akkers, maar aangezien het aan snelheid wint, wordt het wandelpad gewoon weggegraven door het afstromende water. Vandaag worden de gevolgen hier bestreden door sporadische aanvoer van bouwpuin.



Figuur 47: Orthofoto (links) en DHM-VI II (rechts) voor de probleemakker en oosten van de noordelijke bronnenzone van het Beiaardbos

Zonder het wegnemen van de oorzaak, wordt dat ingevoerde puin op zijn beurt weggespoeld bij een volgende bui en verzamelt lager op de helling als een soort puinkegel. Het mee gespoelde water loopt over die puinkegel het natuurgebied in waarbij al het getransporteerd en uitermate voedselrijke sediment zich uitspreidt over de aanpalende percelen die intussen een hypertroof vegetatiebeeld vertonen.

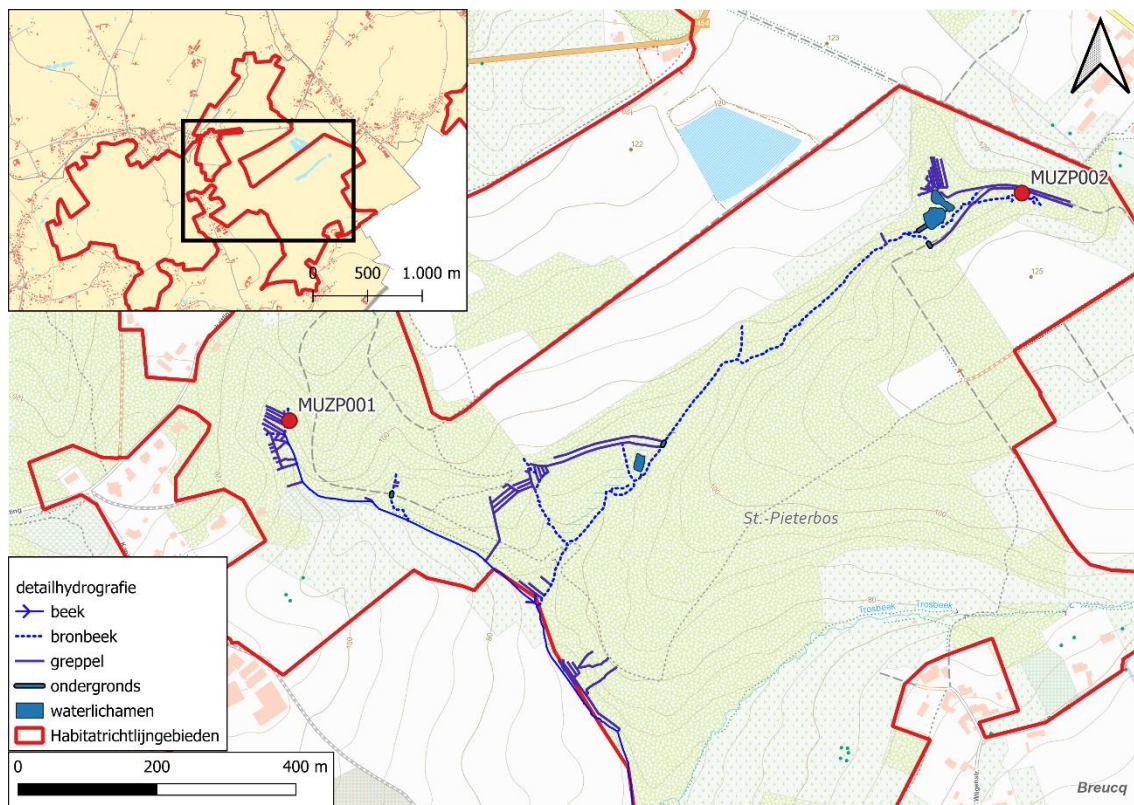
De omvang van de problemen is hier veel beperkter dan aan de zuidelijk bronnenzone. Momenteel is het echter niet duidelijk in hoeverre er ook een bijdrage komt van afstromend water vanuit de bebouwing en de tuin rond de geïsoleerde woning. Dat moet nog in detail bekeken worden. Vanop de akkers ten noorden en ten zuiden van de Reybroekstraat komt er slechts vanuit een kleine oppervlakte water afgespoeld (indicatief aangeduid met rode ovaal op Figuur 47). Hier heeft het er alle schijn van dat met kleinschalige maatregelen (brede grasbuffers langs de Reybroekstraat en/of een wadi van beperkte omvang, het probleem sterk kan ingeperkt worden.

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

3.3 MUZIEKBOS

3.3.1 Situering

Volgend actiegebied is gesitueerd in het SBZ-deelgebied: BE2300007-14 in de gemeente Ronse. Dit habitatrichtlijngebied heeft een totale oppervlakte van 277 hectare. Grote delen hiervan zijn bebost en zijn opgedeeld in Bos Ter Eecken in het noorden, het Muziekbos in het westen en Sint-Pietersbos in het oosten. Het deel Sint-Pietersbos ligt ten oosten van het Muziekbos en wordt vaak ook tot het Muziekbos gerekend. Het actiegebied ligt in het “Sint-Pietersbos gedeelte”, maar in deze studie zal consequent de benaming Muziekbos gebruikt worden. Dit om verwarring te vermijden. Het beheer wordt uitgevoerd door ANB.



Figuur 48: Situering van het actiegebied in het Muziekbos met aanduiding van de piëzometers en de detailhydrografie.

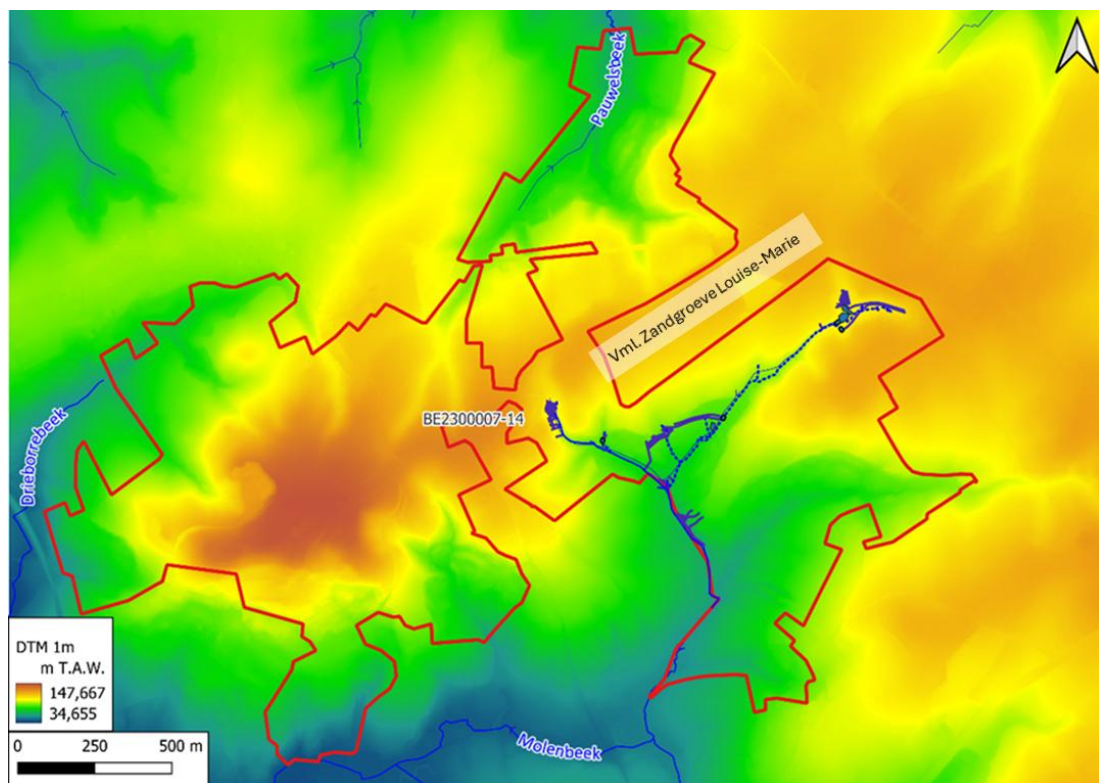
In het oostelijke deel van SBZ-H gebied ligt de voormalige groeve “Marie-Louise”. Daar werd in de jaren 70-80-90 van de vorige eeuw aan zandwinning gedaan. Vermoedelijk is daar het zand van Vlierzele (zie verder) weggegraven tot op (mogelijks ook in) de klei van Merelbeke. De groeve-activiteiten hebben sinds begin van deze eeuw plaats gemaakt voor de exploitatie van een stort voor “bedrijfsgebonden, niet gevaarlijke, niet-reinigbare gronden”.

3.3.2 Topografie en Hydrografie

Het Muziekbos ligt tegen de zuidflank van de oost-west lopende heuvelrug van de Vlaamse Ardennen in het noorden van de gemeente Ronse. Het hoogste punt ligt hier aan de Geuzentoren in het westelijk gedeelte op een hoogte van zo’n 147 m T.A.W.. In het zuidwesten van de zuidelijke vallei ligt het maaiveld tussen 35 – 50 m T.A.W.. Er is dus een groot topografisch niveauverschil aanwezig. De heuvelrug heeft een breedte van ca. 400 – 800 meter en wordt

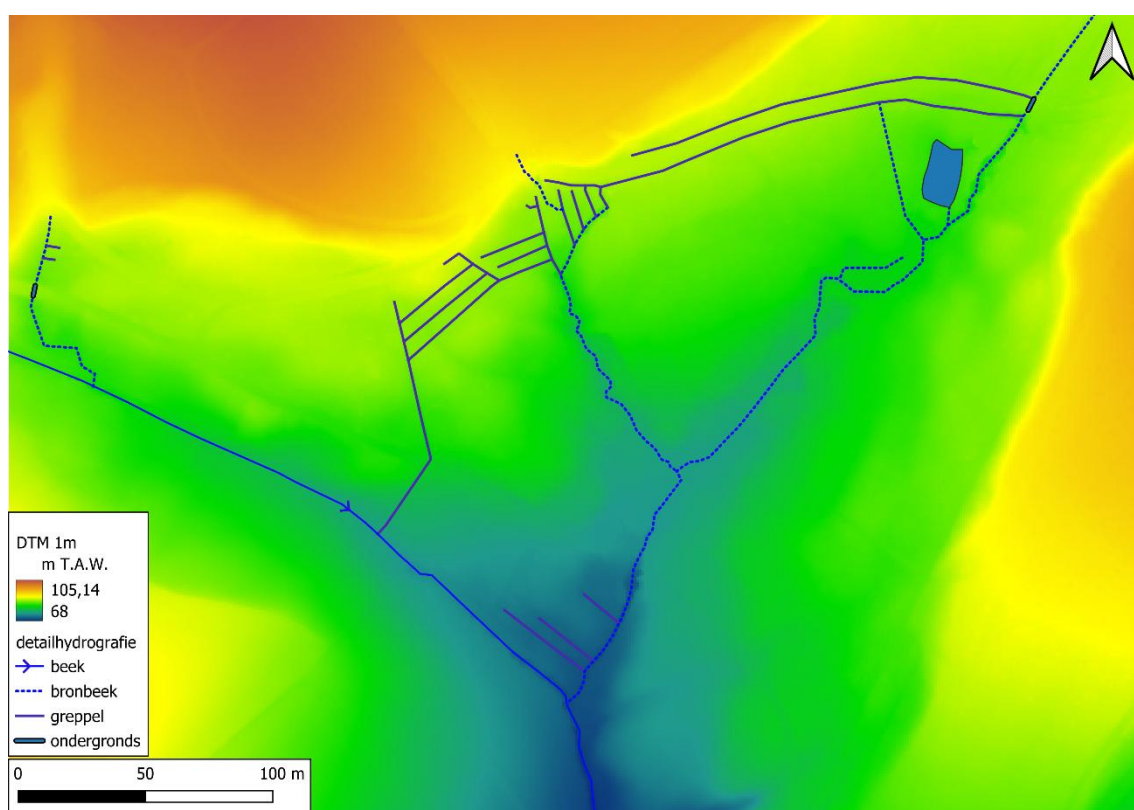
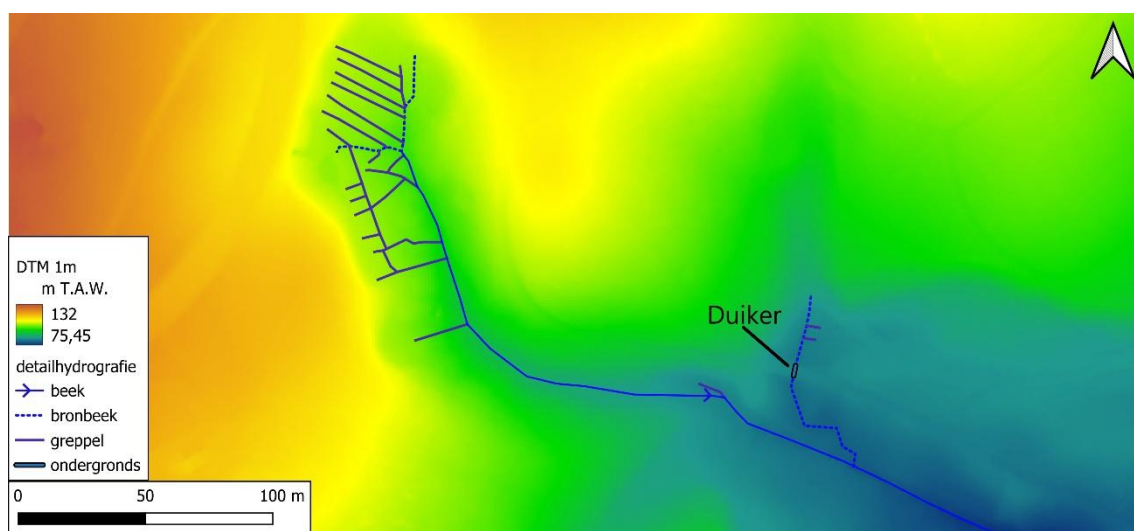
breder naar het noordoosten. Van nature lijken de infiltratiegebieden voor de bronnen dus beperkt in oppervlakte te zijn. In tegenstelling tot het gros van de bronnen in deze studie, die ontspringen en afwateren aan de noordzijde van een helling, liggen deze bronnen dus op de zuidkant. De oostelijke bronbeek is het langst en loopt richting het zuidwesten om uiteindelijk samen te komen met de westelijke bronbeek. Beide bronnen ontstaan als een puntbronnetje met een aantal drassige zones in het bronhoofd die afwateren naar het zuiden. De westelijke bronbeek loopt langs de zuidrand van het bos en wordt gevoed door een aantal andere, kortere bronbeekjes beekjes vanuit het noordoosten.

De bronbeekjes uit het actiegebied lopen verder naar het zuiden en komen samen uit in de Trosbeek (dat is een plaatselijke naam die niet is opgenomen in de Vlaamse Hydrologische Atlas). Ten noorden van het bedrijfspark “Klein Frankrijk” komt deze beek uit in de Molenbeek die verder westwaarts stroomt. Ook hier maken de waterlopen deel uit van het Boven-Scheldebekken.



Figuur 49: DHMII overzicht van het habitatrichtlijngebied BE2300007-14 aan het Muziekbos.

De westelijke bron (waar meetpunt MUZP001 naast staat) bevindt zich op een hoogte van ongeveer 105 m T.A.W. De bovenste vochtige zone ligt op 105.63 m T.A.W., het maaiveld aan het meetpunt MUZP001 ligt op 104.55 m T.A.W. De bronbeek aan het meetpunt is ondiep (ca. 25 cm) ingesneden ten opzichte van het omliggende maaiveld. De westelijke valleiflank van het bronvalleitje is privédomein en afgesloten met een fijnmazig raster. In Figuur 50 is de detailbegreppeling op een ondergrond van het DHM weergegeven. Hier zijn flinke pogingen ondernomen om de bronzone droog te leggen.



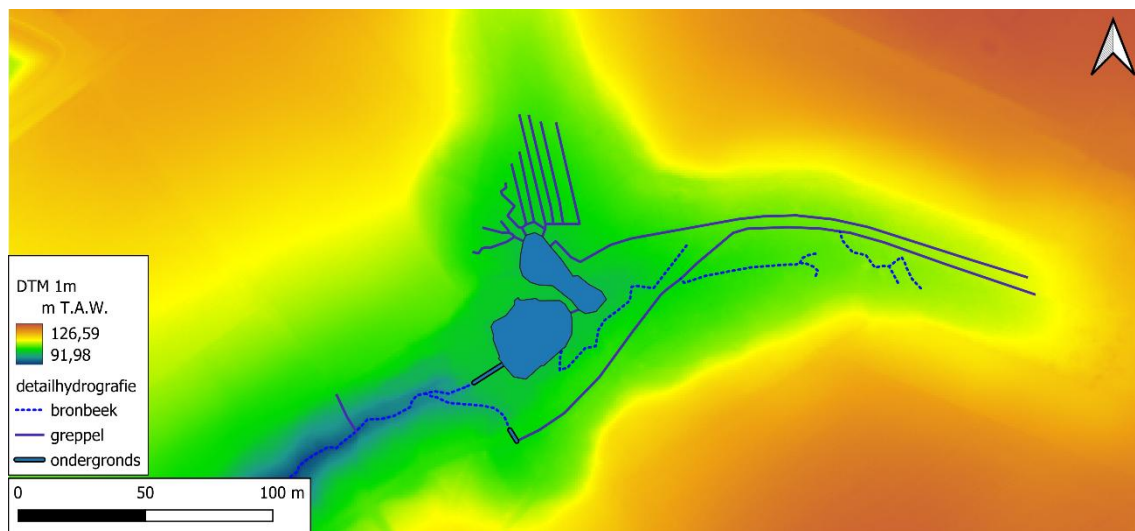
Figuur 51: Detailhydrografie van het centraal gedeelte van het actiegebied in het Muziekbos.

Verder stroomafwaarts stroomt het zijbeekje via een duiker onder het wandelpad door naar de hoofdbeek (Figuur 50). Het zijbeekje is voor en na de duiker ongeveer 25 – 40 cm diep ingesneden. Voor de duiker ligt ze op een niveau van 86.02 m T.A.W., na de duiker ligt ze op een niveau van 84.84 m T.A.W.. Het wandelpad ligt een stuk hoger op 87.45 m T.A.W..

Nog eens 150 meter verder stroomafwaarts is er een samenvloeiing met een beekje dat vanuit het oosten komt, waarin het dalhoofd van de oostelijke bronzone gelegen is. In dat valleitje in

Figuur 51 is een vijver weergegeven die in de praktijk niet meer bestaat. De dijk die aan de stroomafwaartse zijde water moest ophouden is intussen doorgebroken door gebrek aan onderhoud.

Verder richting oostelijk brongebied is nog een oude bosweg herkenbaar met drainagegreppels langs. In het dalhoofd van de oostelijke bronzone is nog wel een vijver aanwezig. In feite bestaat die vijver uit twee verdiepen gescheiden door een dijkje. Het oostelijke, stroomopwaartse deel van de vijver wordt gevoed vanuit een diffuse bronzone die met een rabattenstructuur gedraineerd wordt, vermoedelijk om het water sneller in de vijver te krijgen. Het water van het oostelijke vijverdeel stroomt over het middendijkje naar het westelijke deel van de vijver waarvan het peil lager is. Dat westelijk deel wordt op peil gehouden door een dijk aan de westkant van de vijver. Van daaruit loopt het water over de dijk of door de duiker terug naar de lageregelegen bronbeek.



Figuur 52: Detailhydrografie van het oostelijk bovenstrooms gedeelte in het actiegebied van het Muziekbos.

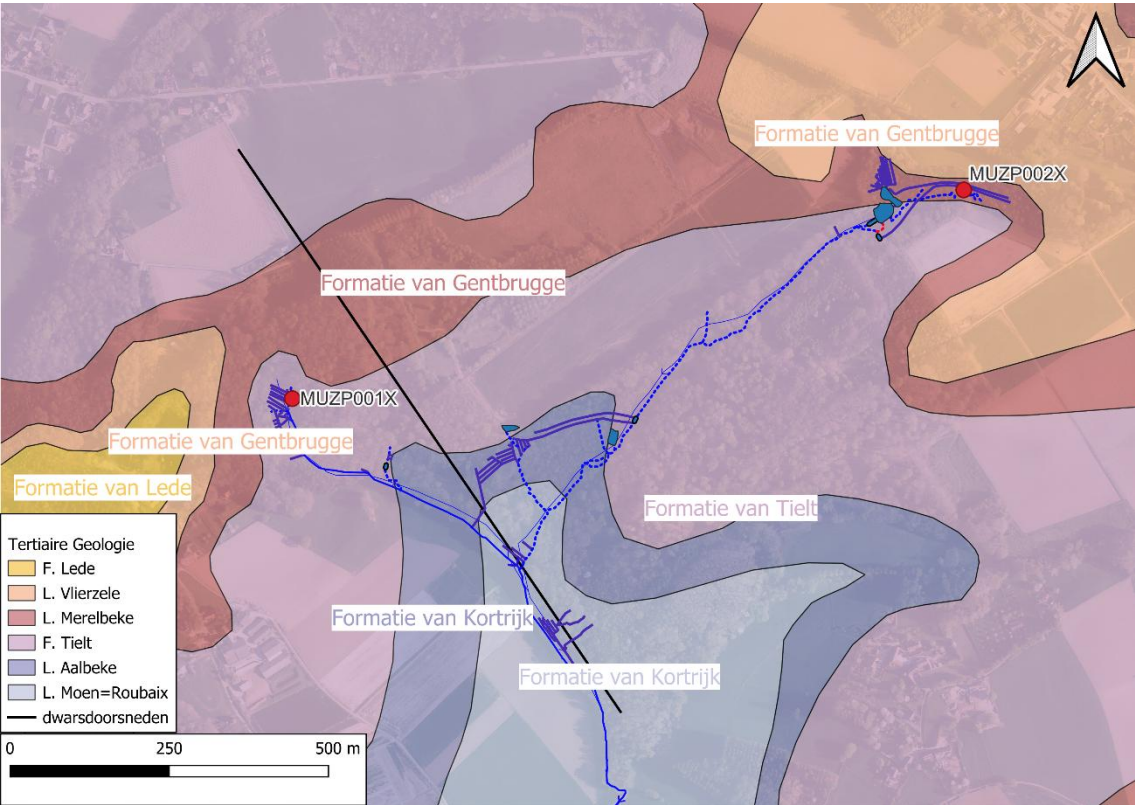
3.3.3 Geohydrologie

3.3.3.1 Tertiaire geologie

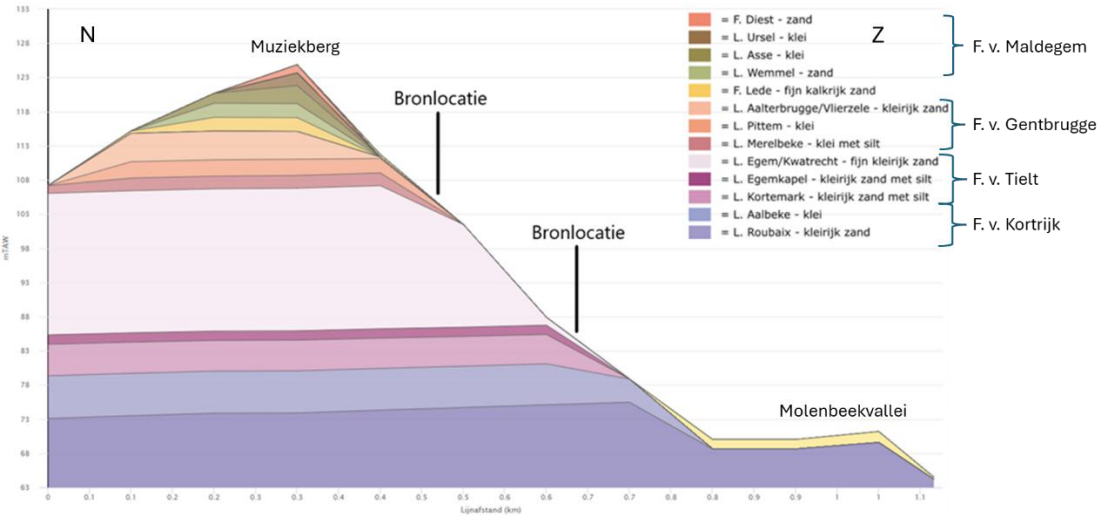
Op de heuvelrug van de Vlaamse Ardennen ter hoogte van het Muziekbos komt enkel op het hoogste punt nog een klein eilandje bestaande uit een afzetting van de formatie van Diest voor (niet zichtbaar op Figuur 53). Daaronder ligt klei van de formatie van Maldegem. De formatie van Diest is in theorie watervoerend, maar is hier te klein qua omvang (oppervlakte en dikte) om aanleiding te geven tot permanente, wel soms tijdelijke bronnen. De actieve (en permanente) bronzones van het actiegebied situeren zich dus niet op dit niveau (Diestaanbronnen) maar alvast op een niveau lager.

Op de hogere delen van de heuvelrug (links op Figuur 53) ligt de formatie van Lede die bestaat uit lichtgrijs fijn (in regel mineraalrijk) zand. Daaronder ligt de formatie van Gentbrugge. Het lid van Vlierzele is watervoerend. Het lid van Vlierzele wordt onderaan hydrologisch begrensd door de klei van het lid van Merelbeke. Op die klei van Merelbeke stapelt zich grondwater op (in het lid van Vlierzele) dat hier voor bronvorming zorgt. Het gaat hier dus om zgn. Gentbrugge-Vlierzele-bronnen.

Lager op de hellingen, onder de formatie van Gentbrugge, ligt de formatie van Tielt. Nog lager ligt de formatie van Kortrijk met bovenaan het lid van Aalbeke dat bestaat uit donkergrijze tot blauwe klei. Op die klei ontstaat dus een derde bronniveau de Tielt/Hyon-Egem-bron.



Figuur 53: Tertiair geologische lagen t.h.v. het actiegebied in het Muziekbos met aanduiding van de geologische dwarsdoorsnede (Figuur 54).

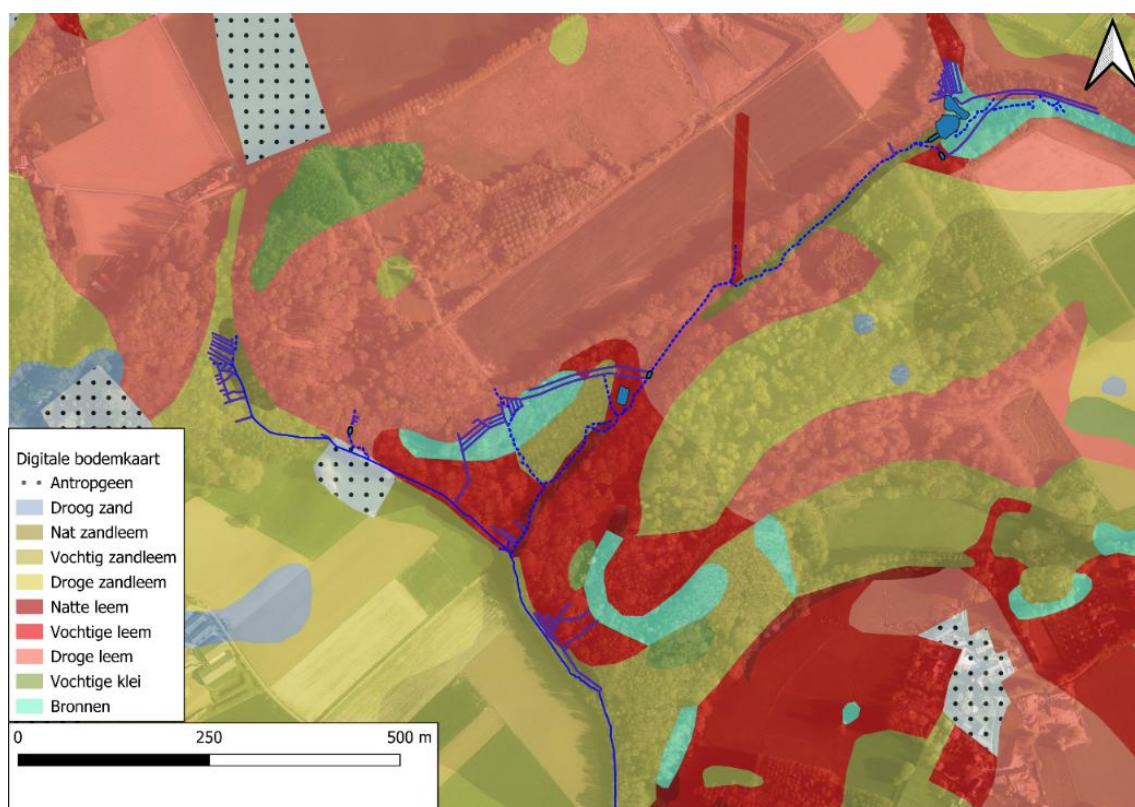


Figuur 54: Geologische NW-ZO dwarsdoorsnede doorheen het Muziekbos met indicatieve aanduiding van de bronlocaties.

3.3.3.2 Quartaire geologie

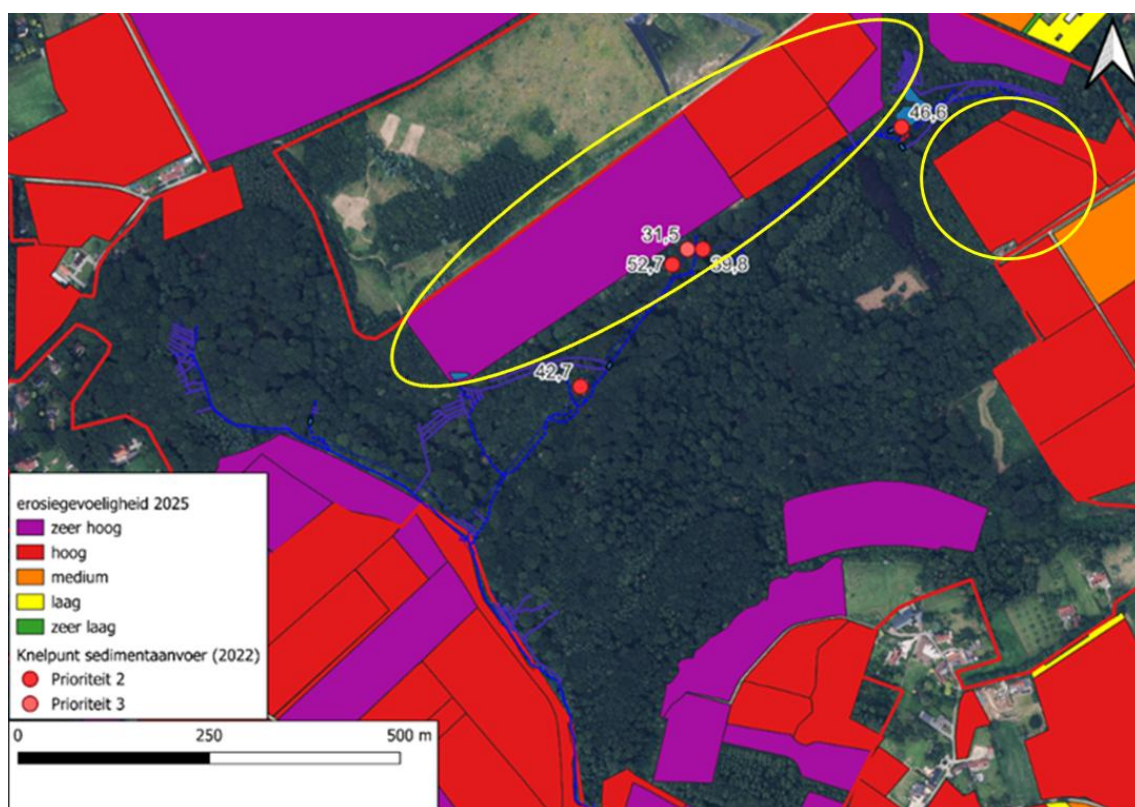
3.3.3.3 Bodem en erosie

Bovenop de helling bestaat de bodem voornamelijk uit droge leem. Op de hellingen gaat de textuur over van leem naar zandleem. Ter hoogte van de westelijke bron wordt een oppervlakte nat zandleem aangeduid. Centraal en aan de oostelijke bronzone worden er bronnen aangeduid met een variatie van textuur. Centraal langs de bronbeek wordt ook nog vochtige leem aangeduid. De antropogene bodem langs de westelijke bronbeek staat gedefinieerd als “sterk vergraven gronden”.



Figuur 56: Digitale bodemkaart t.h.v. het actiegebied in het Muziekbos.

Uit de erosiegevoeligheidsstudie (Renders *et al.*, 2021) blijken zowat alle percelen rondom het actiegebied een hoge tot zeer hoge erosiegevoeligheid te hebben (Figuur 57).

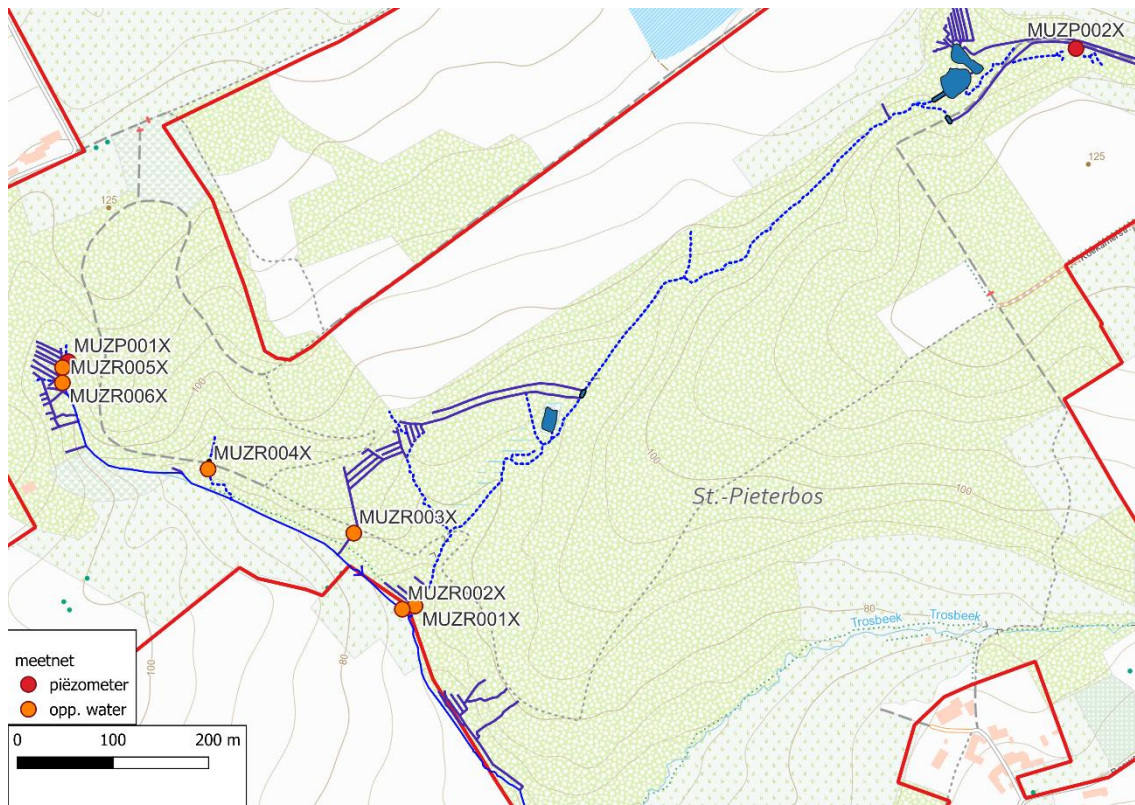


Figuur 57: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het Muziekbos (DOV, 2025).

Het lange akkerperceel dat tegen de volledige zuidkant van de ex-zandgroeve/stort gelegen is en een akkerperceel aan de zuidkant van het dalhoofd van de oostelijke bronzone zijn de bron van vrij aanzienlijke erosieproblemen met sedimentatie van het materiaal in de oostelijke bronvallei en grote hoeveelheden sediment in suspensie bij piekafvoeren. Dat wordt ook weerspiegeld in de gemodelleerde sedimentaanvoer in die studie (cijfers langs de oostelijke bronbeek in Figuur 57). De cijfers variëren tussen 30 en meer dan 50 ton/jaar. Alle locaties die gemodelleerd werden hebben een hoge prioriteit voor aanpak gekregen in die studie.

3.3.4 Grondwaterdynamiek

In het Muziekbos werden twee grondwatermeetpunten geïnstalleerd (zie Figuur 58). Meetpunt MUZP001X staat in de westelijke bronzone en werd op 31 mei 2024 initieel gezet zonder grindstorting in het boorgat rond de filter. Door de aanwezigheid van een kleilaag op geringe diepte, vulde het grondwater niet goed aan in de piëzometer en bleken de metingen onbetrouwbaar. Op 11 juni 2024 werd ze herplaatst met een filter van 1 m en met grindstorting. Uiteindelijk bleek de piëzometer nog steeds niet te functioneren. Op 15 mei 2025 werd ze uiteindelijk herplaatst als een ondiepere peilbuis. De buis is nu geperforeerd over de volledige lengte zodat water vlotter in en uit kan en de metingen correct zijn. Het bronbeekje heeft ter hoogte van de bron een laag debiet en is niet diep ingesneden aan het bronhoofd. Langs de beek liggen verschillende drassige bronzones. De vegetatie rond deze zones bestaat hoofdzakelijk uit hangende zegge, ijle zegge en groot heksenkruid (Afbeelding 6).



Figuur 58: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Muziekbos.

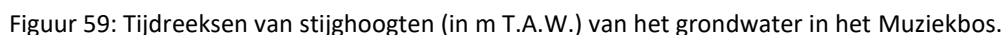
Meetpunt MUZP002X werd aan de noordoostelijke bronzone gezet. Er lijkt hier een oude bosweg aanwezig te zijn waarlangs twee greppels water afvoeren vanuit de bronnetjes. Ten zuiden van deze greppels en op dezelfde topografische hoogte als het meetpunt liggen drassige zones die aanleiding geven tot bronbeekjes. Die komen iets verder stroomafwaarts samen met de greppels. Uiteindelijk komen de greppels (en bronbeekjes uit) in een bosvijvercomplex. De vijver wordt via een ondergrondse buis gedraineerd waarbij het water naar beneden stort in een beek. Dit zorgt alvast voor extra uitslijting van de al diep ingesneden beek. Daarna loopt die door tot aan de westelijke kant van het bos om daar samen te komen met de westelijke bronbeek.



Abbeelding 6: locaties van grondwatermeetpunt MUZP001X (links) en MUZP002X (rechts)

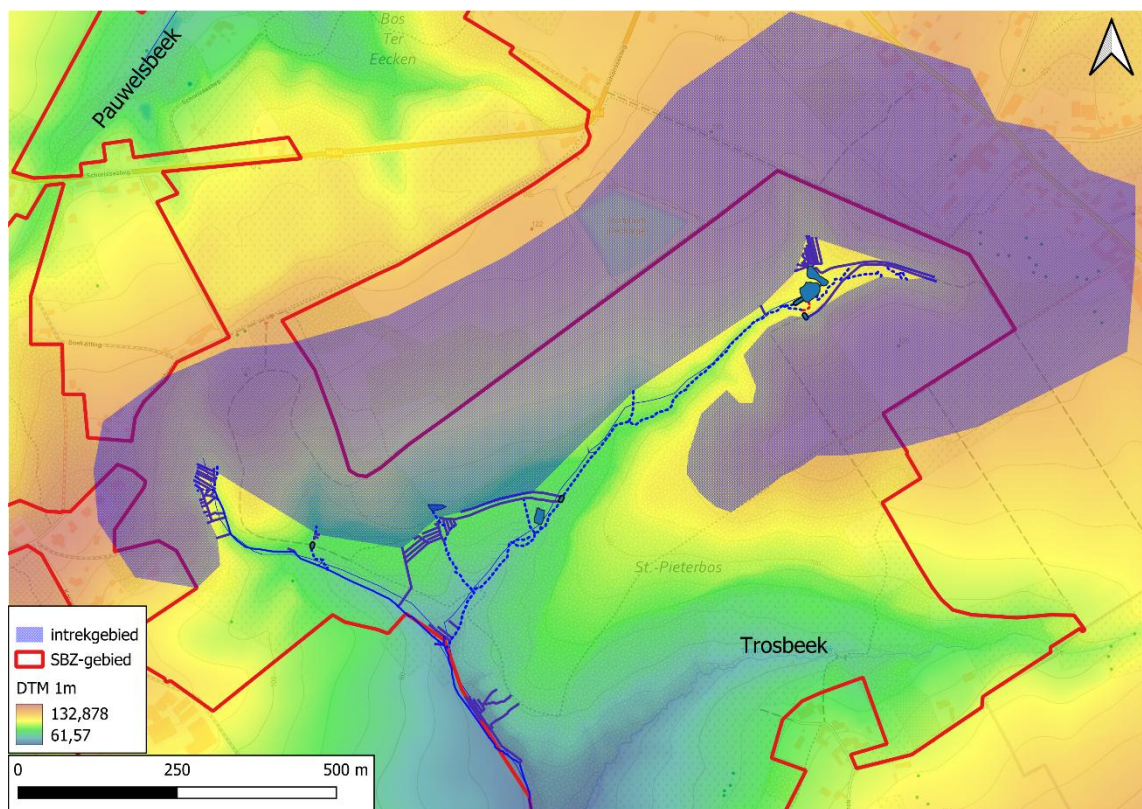
3.3.4.1 Tijdreeksen

De tijdreeksen met de stijghoogten voor het grondwaterpeil voor beide meetpunten is weergegeven in Figuur 59. Hoewel beide bronzones uit hetzelfde watervoerende pakket



Figuur 60: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m onder maaiveld) in het Muziekbos.





Figuur 61: Ruwe schatting van het infiltratiegebied voor de bronnen in het actiegebied Muziekbos

3.3.5 Grondwaterkwaliteit

Er werden vier grondwaterstalen genomen in het Muziekbos. De eerste staalname was in juni 2024 en de tweede in december van hetzelfde jaar. De analyseresultaten zijn weergegeven in Tabel 8.

Tabel 8: Analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Muziekbos.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
20/06/2024	MUZP001	345	6,3	49	0,132	0,015	14,31	0,02	31	22,5	11,8	2,5	42,8	4,86	0,04
04/12/2024	MUZP001	358	6,0	36	0,015	0,015	14,74	0,02	34	30,9	12,2	0,8	46,2	5,30	0,05
20/06/2024	MUZP002	317	6,5	118	0,020	0,015	1,29	0,54	19	23,0	17,9	3,7	36,5	6,30	4,58
04/12/2024	MUZP002	426	6,5	212	0,015	0,015	1,46	0,60	13	21,7	24,8	0,8	54,0	10,01	3,11

De pH van om en bij 6 en elektrische geleidbaarheid van 340 µS/cm zijn hier in overeenstemming met de verwachte waarden voor matig mineraalrijk grondwater uit de formatie van Gentbrugge uit het lid van Vlierzele.

Op basis van de vrij lage pH's en bicarbonaatconcentraties is travertijnvorming in de bronbeekjes hier zeer onwaarschijnlijk. Een blik op Figuur 62 leert dat de punten diep in de onverzadigde zone zitten op een theoretisch diagram met de verzadigingscurve voor bicarbonaat in relatie tot pH. Ook het bronwater in de bronbeekjes bovenaan de helling vertoont vlak bij de bronnen zelf geen enkele afzetting van kalktuf. Naarmate het bronbeekje verder van de helling afstroomt komt er steeds meer water bij afkomstig uit de formaties van Tielt en Kortrijk. Dat water is duidelijk rijker aan bicarbonaat, en andere mineralen, de pH neemt ook geleidelijk aan toe. Dat wordt mooi geïllustreerd in de Figuur 62. Het water van de westelijke bronbeek net stroomafwaarts van het grondwatermeetpunt MUZP001, met name de meetpunten

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

The graph plots bicarbonate concentration $[\text{HCO}_3^-]$ (in mg/l) on the y-axis against pH on the x-axis. A blue curve represents the saturation level. The area above the curve is labeled 'Oververzadigd gebied' (oversaturated) and the area below is 'Onverzadigd gebied' (undersaturated). Data points for various samples are plotted as stars.

Sample	pH	$[\text{HCO}_3^-]$ (mg/l)	Region
MUZP001	6.0	~50	Onverzadigd gebied
MUZP001	6.3	~50	Onverzadigd gebied
MUZP002	6.5	~150	Onverzadigd gebied
MUZP002	6.5	~250	Onverzadigd gebied
MUZR005/6	7.2	~50	Onverzadigd gebied
MUZR004	7.4	~250	Onverzadigd gebied
MUZR003	7.9	~300	Onverzadigd gebied
MUZR003	8.0	~350	Onverzadigd gebied

In beide grondwatermeetpunten werden verhoogde nitraat-stikstofconcentraties vastgesteld. In de westelijke bron gaat het om zeer hoge waarden ($> 14 \text{ mg N/l}$), in de oostelijke bron gaat het om iets meer dan 1 mg N/l . Hier is dus sprake van structurele aanvoer van nitraat via het infiltratiegebied.

De ammonium-stikstof concentraties blijven hier zeer beperkt en orthofosfaat-fosfor wordt niet aangetroffen in de grondwaterstalen.

Het infiltratiegebied van beide bronnenzones met piëzometers ligt grotendeels onder bos. Enkel een deel van het infiltratiegebied ten zuiden van de oostelijke bron ligt in landbouwgebied.

3.3.6 Oppervlaktewaterkwaliteit

In dit actiegebied werden in totaal 10 oppervlaktewaterstalen genomen verspreid over 6 meetpunten (zie Figuur 58). Alle meetpunten liggen aan de oostkant van het actiegebied. We bespreken van stroomopwaarts naar stroomafwaarts. Meetpunt MUZR005X aan de westelijke bron werd eenmaal bemonsterd aangezien bij de tweede stalname te weinig debiet in de beek aanwezig was om een kwaliteitsvolle stalname te verzekeren. Uiteindelijk werd gekozen om meetpunt MUZR006X iets verder stroomafwaarts te bemonsteren.

MUZR004X werd 200 m stroomafwaarts van MUZR006 bemonsterd waar een zijbronbeekje in het bronbeekje dat van de westelijke bron komt, uitmondt ter hoogte van een duiker onder het pad. Dit bronbeekje is beperkt in lengte en voert bronwater af dat vanuit het noorden afkomstig is.

Meetpunt MUZR003X ligt nog eens 160 meter verder stroomafwaarts op een wandelpad langs de helling. Hierover stroomt een bronbeekje dat ontstaat uit een aantal bronnetjes die vlak tegen de noordelijke akker (die onderaan de opgevlude voormalige zandgroeve ligt) liggen. MUZR002X ligt een tiental meter stroomopwaarts (van de samenvloeiing) van de westelijke met de oostelijke bronbeek en geeft een algemeen beeld van de westelijke bronbeek.

MUZR001X ligt in de oostelijke bronbeek aan een watervalletje voor de samenvloeiing met de westelijke bronbeek. Dit meetpunt moet een algemeen beeld geven over de oppervlaktewaterkwaliteit van oostelijke bronbeek.

Tabel 9: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Muziekbos

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
12/06/2024	MUZR001	567	8,1	139	0,011	0,015	7,14	0,02	84	38,2	19,9	1,9	79,9	9,3	0,04
25/03/2025	MUZR001	572	8,0	136	0,009	0,015	7,89	0,02	85	38,6	20,4	1,8	80,5	9,3	0,05
12/06/2024	MUZR002	599	7,9	158	0,015	0,015	5,14	0,02	81	46,5	18,3	2,7	86,0	10,5	0,03
25/03/2025	MUZR002	600	7,9	147	0,010	0,015	5,12	0,02	87	47,3	19,1	1,9	84,9	10,3	0,05
12/06/2024	MUZR003	1.149	8,1	277	0,015	0,015	1,64	0,02	185	136,6	29,8	3,5	186,2	22,7	0,05
25/03/2025	MUZR003	1.161	7,9	270	0,015	0,015	1,17	0,02	187	132,5	30,2	2,6	182,3	22,5	0,05
12/06/2024	MUZR004	864	7,4	223	0,015	0,015	5,67	0,02	132	76,9	19,7	2,3	137,3	15,5	0,05
25/03/2025	MUZR004	831	7,4	220	0,015	0,015	5,88	0,02	122	67,5	19,3	1,9	129,7	14,7	0,05
12/06/2024	MUZR005	329	7,2	42	0,015	0,015	12,83	0,02	37	20,5	12,0	2,0	39,4	5,4	0,04
25/03/2025	MUZR006	416	7,7	65	0,015	0,015	7,99	0,02	60	33,5	21,4	1,4	47,7	5,8	0,05

De geleidbaarheid van MUZR003 & MUZR004 liggen (soms ver) boven de 800 µS/cm, wat te wijten is aan vervuiling. Nitriet, ammonium en orthofosfaat worden niet of nauwelijks aangetroffen in de oppervlaktewaterstalen. De nitraat concentraties zijn voor alle meetpunten hoog tot zeer hoog.

De sulfaatconcentraties zijn, met uitzondering van het bronwater in de westelijke bron, vlak bij de bron (MUZR005/6) hoog tot veel te hoog (vooral opnieuw in MUZR003 en MUZR004). Hetzelfde geldt voor chloride, calcium en magnesium. Op zich zijn de concentraties van die stoffen niet toxisch, maar in deze analyses werden slecht 14 chemische variabelen bemeaten. De waarden wijken, zeker voor de meetpunten MUZR003 & MUZR004 sterk af van wat te verwachten is op basis van de normale concentraties voor water uit de formatie van Tielt en Kortrijk. Aangezien het voor die twee meetpunten om bronwater gaat dat van onder de voormalige zandgroeve, nu stort afkomstig is, is het zeer waarschijnlijk dat er gecontamineerd water vanuit het stort weglekt in zuidelijke richting. De plasticfolie die het percolaatwater moet tegenhouden en afvoeren naar een zuiveringsinstallatie, lijkt alvast niet optimaal te functioneren. Het percolaatwater werd in 2013 en 2016 verspreid over de stort-site op vier locaties bemonsterd en bemeaten. Daarbij werden (zeker vanuit ecohydrologisch oogpunt)

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

Tabel 10: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Muziekbos.

meetpunt	datum	O2	NPOC	T.N	CZV	BZV
MUZR001X	12/06/2024	10,7	5,93	7,94		
MUZR001X	25/03/2025	10,3	2,94	8,1	4	<3
MUZR002X	12/06/2024	10,6	4,49	5,6		
MUZR002X	25/03/2025	10,0	3,55	5,47	6	<3
MUZR003X	12/06/2024	10,3	6,31	2,15		
MUZR003X	25/03/2025	9,6	5,96	1,53	11	<3
MUZR004X	12/06/2024	9,9	3,07	6,32		
MUZR004X	25/03/2025	9,3	2,35	6,21	4	<3
MUZR005X	12/06/2024	10,4	4,89	13,3		
MUZR006X	25/03/2025	10,0	5,45	8,48	11	<3

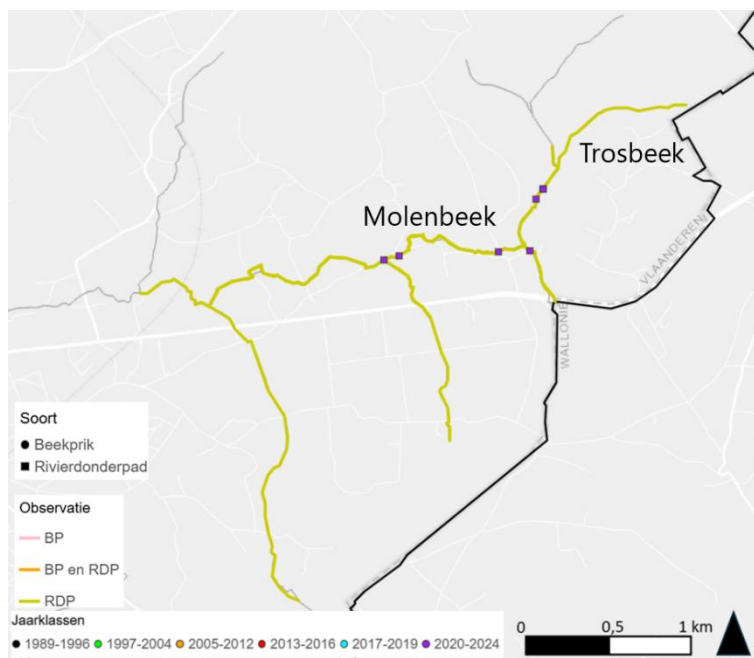
3.3.7 Biotiek

Het westelijk Muziekbos (dus niet het oostelijk deel in deze studie, ook gekend als Sint-Pietersbos) werd onderzocht in het rapport van Speybroek *et al.* (2024). Het wordt als prioritair gebied geclassificeerd. Genetica en habitat scoren voldoende maar populatie scoort onvoldoende. Op landschapsschaal ligt het westelijk Muziekbos wat geïsoleerd. Er is nog geen populatie gevonden in het actiegebied (Sint-Pietersbos) van deze studie.

De huidige populatie is klein en ligt onder het draagvlak van het gebied. Het versterken van verbindingen met de andere bosdelen is dus essentieel. De knelpunten in het Muziekbos zijn voornamelijk recreatie, schaarste aan waterhabitat, verdroging, erosie en inspoeling. Uit deze studie blijkt alvast dat de waterkwaliteit ook nog onvoldoende is op vlak van nutriënten. Beheer moet vooral gericht zijn op het uitbreiden van geschikt waterhabitat in het gehele Muziekbos. In het actiegebied moet zo snel als mogelijk de sterke erosie en insnijding een halt toegeroepen worden. Momenteel is de stroomsnelheid te hoog om geschikt voortplantingswater te zijn voor de soort. Het plaatsen van stuwen en andere ingrepen (zie verder) aan de waterloop zijn hier aangewezen.

3.3.7.2 Vissen

Er komt geen beekprik voor in het gebied. Het Muziekbos vormt wel een belangrijk bovenstrooms gebied voor een populatie rivierdonderpad aanwezig op de Trosbeek en Molenbeek. De oppervlaktewaterkwaliteit, nutriëntenstroom en sedimentenstroom van dit gebied heeft dus een directe impact op de stroomafwaartse populatie. De meest recente (en enige) vangstgegevens dateren uit 2021.



Figuur 63: Aanwezigheid van rivierdonderpad ter hoogte van de Molenbeek en Trosbeek stroomafwaarts van het Muziekbos (uit Pauwels et al. 2026).

3.3.7.3 Insecten

Zowel gewone bronlibel als gewone beekloper zijn aanwezig in het Muziekbos. Beide soorten komen zowel in het oostelijk als westelijk bos voor. De relatieve aantallen zijn vrij beperkt. Ze vormen eerder een randpopulatie ten westen van het zwaartepunt rond het Brakelbos en de Everbeekse bossen.

3.3.8 Knelpunten en aanbevelingen

3.3.8.1 Knelpunten rond grondwaterdynamiek

De grondwatertafelschommelingen in de bronnen bovenaan de oostelijke en westelijke bronvalleitjes lijken normaal voor wat voor dergelijke systemen kan verwacht worden. De watervoerende laag (hier de formatie van Gentbrugge – lid van Vlierzele) voorziet de beide bronnen doorlopend van water, ook in de droge zomer van 2025. Ter hoogte van de bronnen zelf (aan de huidige grondwatermeetpunten MUZP001 & MUZP002) is er geen sprake van verdroging - het zijn permanente bronnen.

Er is voornamelijk verdroging vast te stellen langsheen de volledige loop van de oostelijke bronbeek. De meeste voormalige bronzones die aan de noordrand van dat valleitje te vinden zijn, drogen in de zomer uit. Dat heeft naar alle waarschijnlijkheid te maken met het “wegknippen” van een niet onaanzienlijk deel van het infiltratiegebied van die bronzones, als gevolg van de zandwinning en daarna het afdichten van de stort-site met klei en een HDPE folie. De begrijpelijke bedoeling daarvan is om het neerslagwater dat op de stort-site valt, op die folie te verzamelen en af te voeren naar een zuiveringsinstallatie om zo contaminatie met polluenten in het weglekkende percolaatwater naar het grondwater in de omgeving (naar de bronnen van het Muziekbos en verder naar de Trosbeek en Molenbeek), te voorkomen. Dat verontreinigde percolaatwater wordt afgevoerd naar het noorden om via een zuivering in de Pauwelsbeek terecht te komen. Weliswaar wordt op die manier een belangrijk deel (niet alles – zie verder!) van de mogelijke polluenten afgevoerd, maar daarbij wordt ook een niet onaanzienlijk deel (naar schatting ca 20-25%) van het infiltratiegebied uit het hydrologische systeem van het Muziekbos gehaald uiteraard met gevolgen voor het totale volume water dat ter beschikking was in het hydrologische systeem van het Muziekbos. Door deze ingreep is het debiet van de bronnen aan de noordzijde van de oostelijke bronbeek logischerwijs sterk afgenomen. Dat leidt tot droogval van die hele rits bronnen, met een structurele verdroging en verruiging van de vegetatie in die oostelijke bronbeekvallei als gevolg.

In diezelfde oostelijke bronbeek, liggen in het bronhoofd en ter hoogte van de samenvloeiing met de westelijke bronbeek, nogal wat oude drainagestructuren. Die (meer dan waarschijnlijk) aangelegd zijn lang voordat de oude zandgroeve geëxploiteerd en bekleed werd met een plastic folie. Het historische brondebiet moet tot dan veel groter zijn geweest. De bronbeek zelf is in het verleden rechtgetrokken en verdiept. De exploitatieweg die door de vallei liep, werd ook drooggehouden door parallel gegraven greppels.

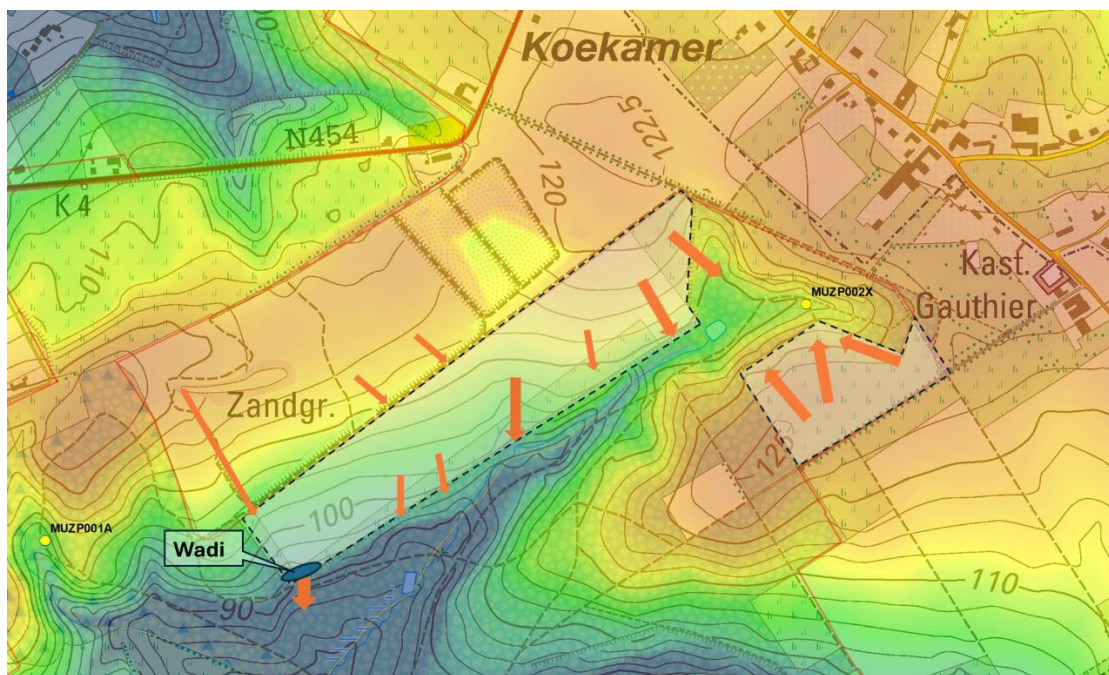
Weghalen van die oude drainagestructuren en verondiepen van de beek zal ongetwijfeld bijdragen in het milderen van de verdrogingsverschijnselen. Verondiepen van de beek heeft maar zin als de piekafvoeren gestopt worden. Het zal echter de verschijnselen hooguit minder ernstig maken, maar de fundamentele verdroging van het gebied wordt er niet mee opgelost. Dat kan alleen volledig opgelost worden mocht er ooit overwogen worden om dat stort af te graven en de afdichting te verwijderen wat zeer onwaarschijnlijk is. De afdichting wordt best zorgvuldig gecontroleerd. Indien mogelijk wordt die afdichting bij het niet opgevulde deel verwijderd en de resterende put gevuld met zuiver, niet vervuild bodemmateriaal. Zo wordt toch een deel van de oppervlakte weer functionerend infiltratiegebied. Of dit zelfs mogelijk is, vergt uiteraard meer en gericht onderzoek.

De rest van het infiltratiegebied ligt voor een belangrijk deel onder oud bos en onder een paar akkers. Het aandeel infiltratiegebied dat onder bos ligt, is proportioneel het grootst (naar schatting ca. 50-60%) en functioneert optimaal. De akkers nemen de rest van het ingeschatte

infiltratiegebied in (ca. 20-25%). Herbebossen daarvan zal de run-off verminderen en de aanvulling van de grondwatertafel en de brondebieten ten goede komen.

3.3.8.2 Erosieproblematiek

Het zijn de grote akkers aan de zuidrand van de voormalige stort-site en een akker ten zuiden van de oostelijke bron (aangeduid in Figuur 64) die verantwoordelijk zijn voor de sedimentrijke piekdebieten die optreden in de oostelijke bronbeek.



Figuur 64: Erosieproblematiek in het Muziekbos (akkers omlijnd met stippellijn)

Die zorgen ervoor dat een belangrijker deel van het neerslagwater oppervlakkig afstroomt dan onder bos het geval is. Samen met het oppervlakkig afstromen van neerslagwater wordt erosiemateriaal in de oostelijke bronbeek getransporteerd (oranje pijlen) en op locaties met wat minder topografisch verhang (zoals bijvoorbeeld de twee bosvijvertjes in het in het oostelijke dalhoofd), afgezet.

De oostelijke akker aan de zuidrand van het oostelijke dalhoofd zorgt er met name voor dat er belangrijke hoeveelheden sediment samen met piekafvoeren al vanaf het begin van in het dalhoofd in de vallei terecht komen. De grootste hoeveelheid is echter afkomstig van grotere en kleinere instroompunten langsheen de zuidrand van de lange akker die aan de noordrand van het oostelijke bronvalleitje gelegen is.

In een poging om sedimentafvoer van die akker te beperken, werd in de uiterste zuidwesthoek een wadi aangelegd. Die werkt echter niet naar behoren. Niet alleen leent de ondergrond zich niet voor infiltratie (klei), de oppervlakte ervan is veel te klein, waardoor die zeer snel vult en overloopt naar het onderliggende bronvalleitje. De wadi functioneert in feite als een sedimentvang. Het massaal afstromende erosiemateriaal bezinkt daar massaal, waardoor de wadi zeer snel opgevuld geraakt (en nog sneller overloopt!) waardoor regelmatig onderhoud zal nodig blijven. Dit is met andere woorden niet echt een oplossing, laat staan een duurzame oplossing.

Een moeilijker oplosbaar probleem is het weglekken van percolaatwater aan de zuidwestkant van de stort-site. Tijdens deze studie werden verhoogde sulfaat-, chloor- en magnesiumconcentraties gemeten in het oppervlaktewater aan MUZR003 en MUZR004 (zie hoger). Dat is een probleem dat met OVAM moet aangekaart worden. Alvast de afdichting van het stort zal moeten gecontroleerd worden

3.3.8.4 Knelpunt van het vijvertje in de oostelijke bronvallei.

Het afwaartse vijvertje (Figuur 51) is intussen verdwenen als gevolg van erosie bij piekafvoeren van het beekje en gebrek aan onderhoud van de oude exploitatieweg die hier de vallei kruiste over een dijk waarachter dan het vijvertje ontstond.

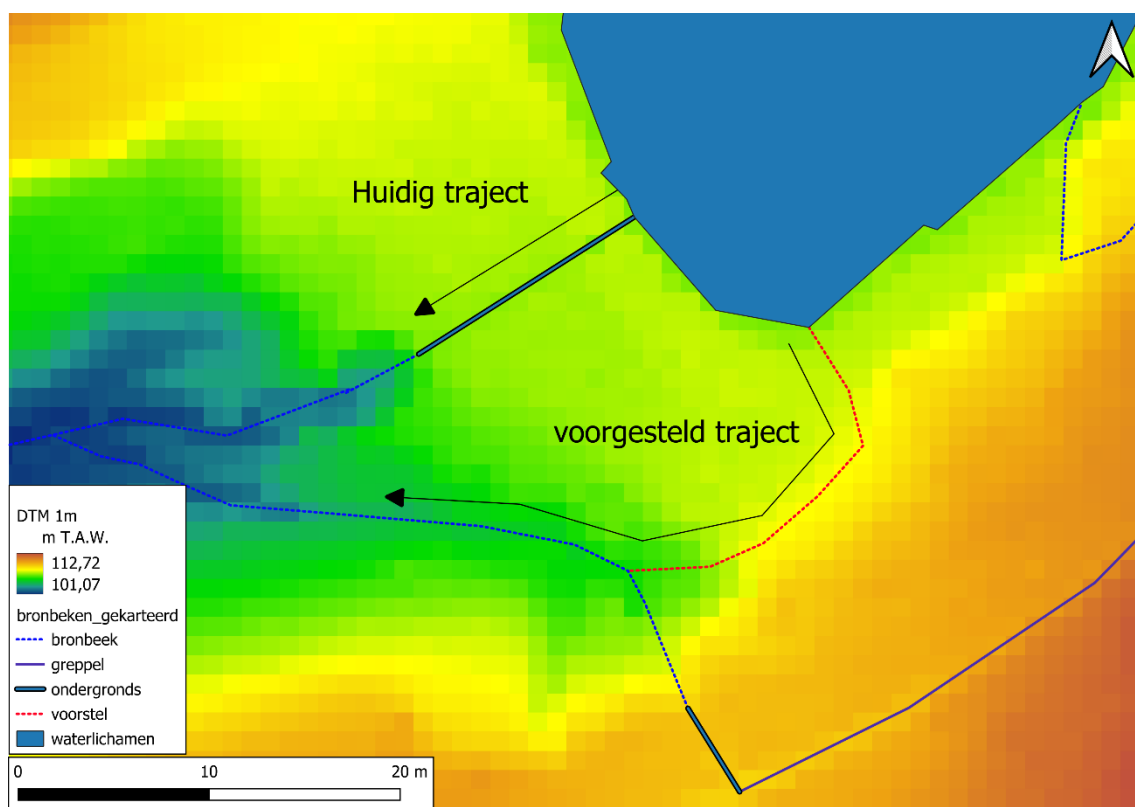
In het dalhoofd van het oostelijke beekje liggen nog twee vijvertjes (Figuur 52) waarover tijdens een terreindiscussie i.k.v. van deze studie op 31 maart 2025 van gedachten werd gewisseld.

Die vijvertjes zijn ontstaan door het bronvalleitje af te dammen met een dijkje dwars door de het valleitje. Ten oosten van dat dijkje ontstond dan een plas met een peil dat ca. 1-1.5 meter hoger ligt dan het verder stromende bronbeekje. Gezien de erosieproblematiek hier, fungeren die vijvertjes momenteel als sedimentvang. Ze slibben dus snel dicht. Bovendien is er een acuut probleem bij de overloop van de vijvertjes aan de westzijde. Het overloopwater valt van meer dan een meter hoogte ongeleid naar beneden waardoor er onderaan het dwarsdijkje een flinke erosiekuil ontstaat.

Zeker bij piekafvoeren wordt dat dijkje steeds verder ondergraven, met dijkverzakkingen en regelmatige herstel noodzaak tot gevolg (Afbeelding 7). Zeker nadat het beekwater de vijver verlaat, is het onderverzadigd aan sediment en begint de beek sterk in te graven. Ze neemt dan, bij piekafvoer, immers opnieuw sediment, met sterk insnijdende werking tot gevolg (Afbeelding 8).



Afbeelding 7: Bosvijver (links) aan de oostelijke bronzones en stroomafwaartse drainage (links).



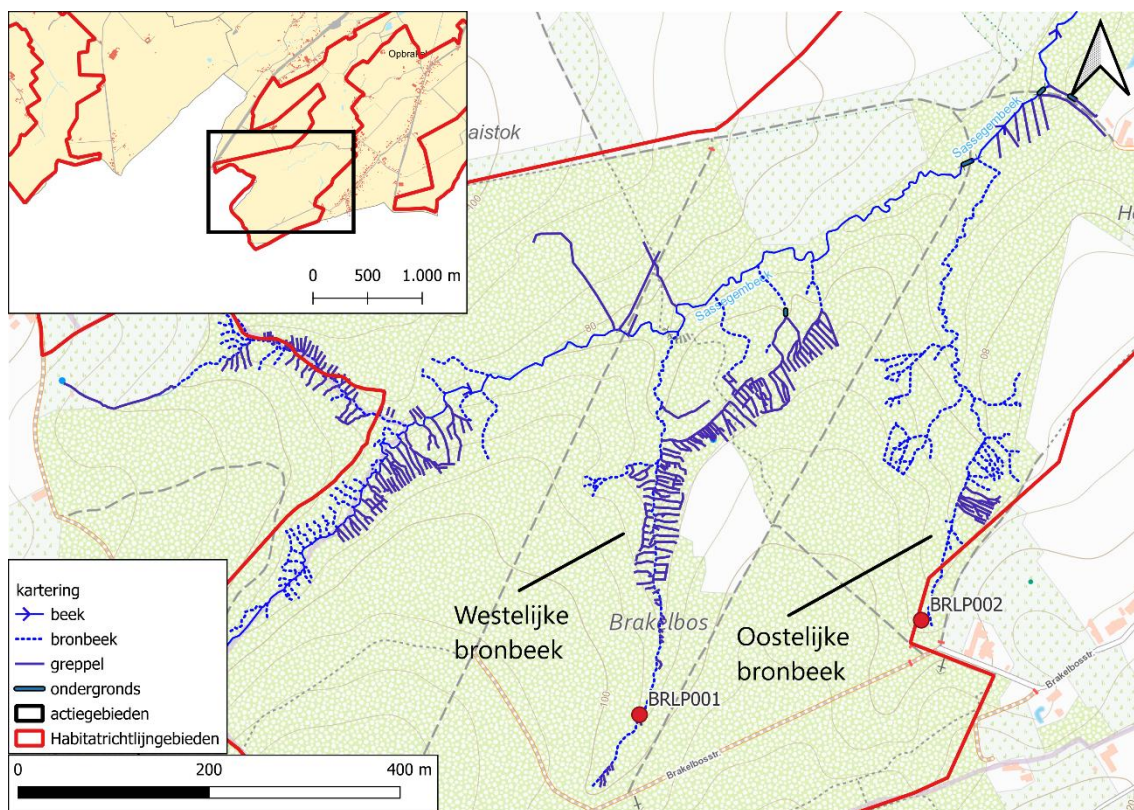
Figuur 65: DHMII beeld van de huidige situatie aan de bosvijver en aanduiding van voorgesteld traject.

Een tweede, veel meer systeemgerichte en duurzamere optie, is het finaal weghalen van de dijkconconstructie waarbij de vijver opgeheven wordt en de beek over de volledige lengte opnieuw haar originele loop kan innemen. Deze optie heeft evenwel maar zin als eerst de akkers minimaal onder permanent grasland liggen, maar liever nog herbebost worden.

3.4 BRAKELBOS

3.4.1 Situering

Het vierde actiegebied ligt in het Brakelbos dat net zoals het Kluisbos aan de gewestgrens ligt. Dit bos maakt aan Vlaamse kant deel uit van het SBZ-deelgebied BE2300007-6. De totale oppervlakte van het SBZ-deelgebied is 243 hectare waarvan het Brakelbos ongeveer 52 hectare deel van uit maakt. Het Brakelbos wordt beheerd door het ANB.

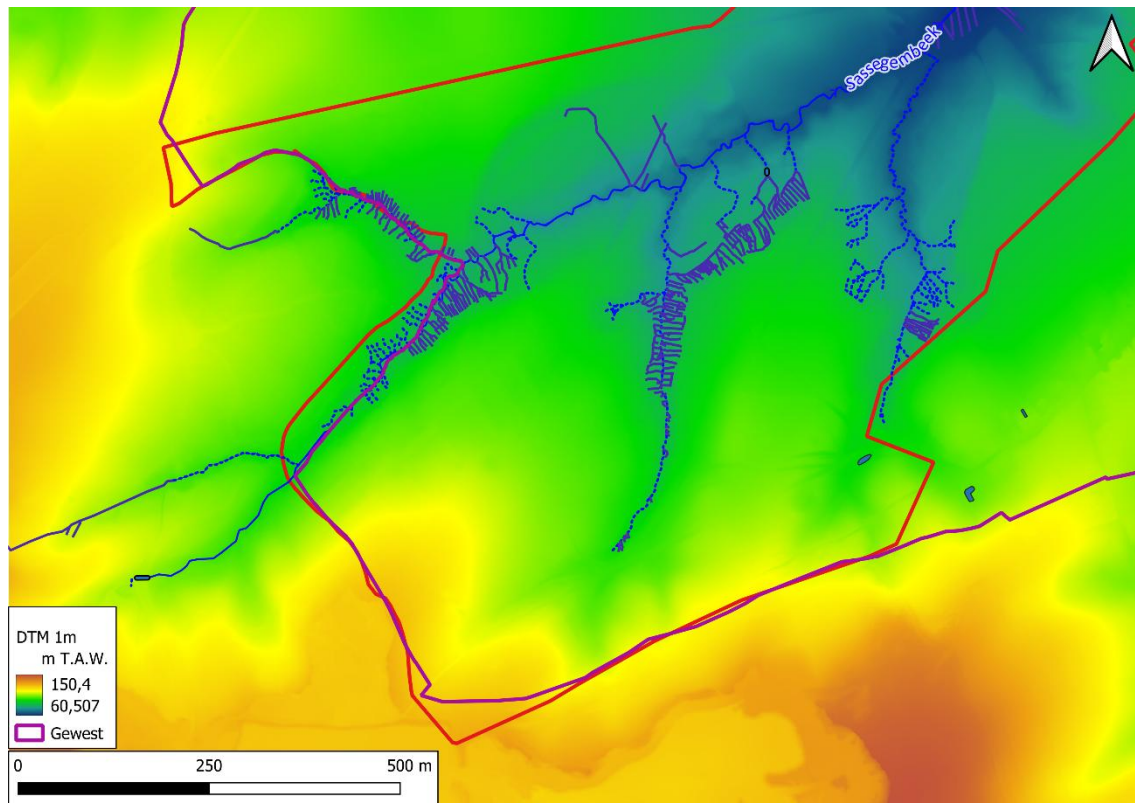


Figuur 66: Situering van het actiegebied in het Brakelbos met aanduiding van de piëzometers en de detailhydrografie.

3.4.2 topografie en Hydrografie

Het Brakelbos ligt op de noordflank van de oost-west verlopende heuvelrug van de Vlaamse Ardennen. Aan de zuidrand, net over de grens in Wallonië, ligt de Rhodesberg waarvan een groot deel vroeger is afgegraven in functie van zandwinning. Die voormalige groeve werd, anders dan in het Muziekbos (nog?) niet opgevuld met stortmateriaal. De hoogste plaatsen liggen nu rond 150 m T.A.W.. In de diepste gedeeltes van de bronvalleitjes ligt het maaiveld rond 65 m T.A.W.. Er is dus een topografisch hoogteverschil van ca. 90 meter op een afstand van minder dan een kilometer. De hoofdwaterloop van het Brakelbos is de Sassegembeek, die in het westen van het bos (in het Waalse deel) ontspringt en in noordoostelijke richting wegstroomt naar de Zwalmbeek. In het Brakelbos komen vier bronzones met onderscheiden bronbeekjes voor (Figuur 66). De westelijke twee bronbeken zijn in feite het oorsprongsgebied van de Sassegembeek en vormen de grens met Wallonië. De twee bronbeken die behandeld worden in deze studie, liggen geheel in Vlaanderen. Die worden in deze studie de westelijk en de oostelijke bronbeek genoemd.

De westelijke bronzone en bronbeek ligt centraal in het bos. De bron ontspringt iets ten noorden van de Brakelbosstraat. Het beekje stroomt door een vrij diepe en steile vallei in noordelijke richting door het bos naar de Sassegembeek.



Figuur 67: DHMII overzicht van het Brakelbos met de detailhydrografie van de onderscheiden bronbeekjes.

De oostelijke bronzone en bronbeekje ligt tegen de oostrand van het Brakelbos en loopt eveneens in noordelijke richting naar de Sassegembeek waar ze een kleine 500 meter stroomafwaarts van de monding van de westelijke bronbeek, eveneens in uitmondt.

Karakteristiek voor de beide bronvalleities is dat de westelijke (bronbeek-)valleihelling minder steil is dan de oostelijke valleiflank. De bronbeek in de westelijke bronvallei ligt een dertigtal centimeter onder het omliggende maaiveld; in de oostelijke bronvallei is dat met een vijftigtal centimeter iets dieper. De oostelijke bronzone in het dalhoofd van het valleitje is wat debietrijker dan de bron in het dalhoofd van de westelijke bronvallei. Tijdens het veldwerk werd daar in de natte periode een tweede bronbeekje opgemerkt dat recent ontstaan is. Het is momenteel nog oppervlakkig ingesneden maar lijkt actief sediment stroomafwaarts te voeren. De westelijke “bovenste” bron is duidelijk veel stabiel.

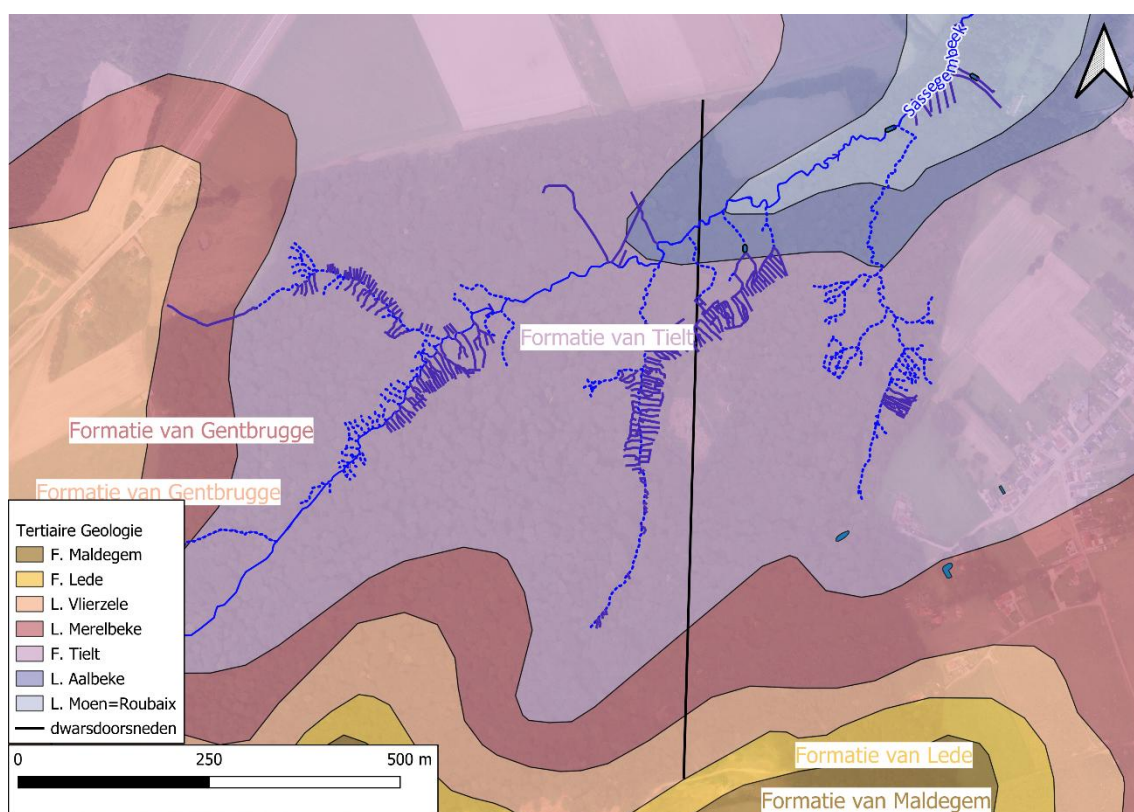
3.4.3 Geohydrologie

3.4.3.1 Tertiaire geologie

Op de hoogste delen van de heuvel in het zuiden komt de formatie van Maldegem (meer bepaald het lid van Wemmel) en de formatie van Lede voor. Daaronder ligt de formatie van Gentbrugge waarvan het bovenste lid eveneens zand is, namelijk het lid van Vlierzele. De zandgroeve aan Waalse kant lijkt het zand van Wemmel (formatie van Maldegem) en het zand

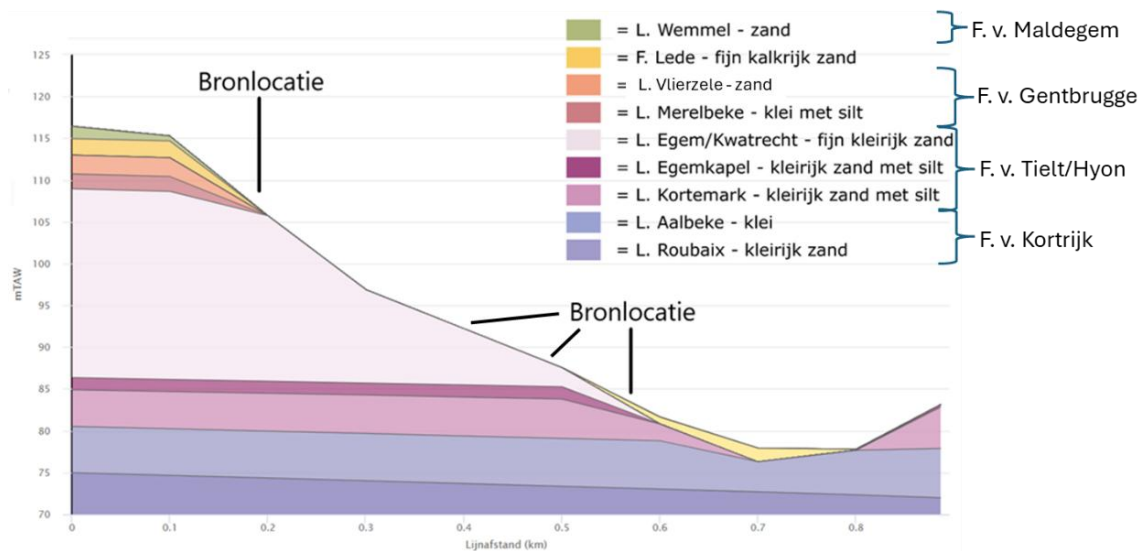
van de formatie van Lede en het zand van Vlierzele (van de formatie van Gentbrugge) te exploiteren tot op de onderliggende kleilaag (het lid van Merelbeke). Het bovenste bronniveau in het Brakelbos wordt met andere woorden gevoed door water afkomstig uit de zanden van Lede en van Vlierzele. Het eigenlijke brongebied en het hoogste bronniveau uit de westelijke bronzone die in dit rapport bestudeerd wordt, zijn zgn. Gentbrugge-Vlierzele bronnen (de vroegere Paniseliaanbronnen).

Als de bronbeekjes (zowel de twee takken van de Sassegembeek als de westelijke en de oostelijke bronvalleitjes die in dit rapport specifiek bekeken worden) verder van de helling aflopen, stromen ze door afzettingen van de formatie van Tielt en ontvangen daar steeds meer water uit naarmate ze verder afzakken. Het watervoerende gedeelte van die formatie zijn de zanden van het lid van Egem. De grote hoeveelheid zijtakjes aan de bronbeekjes die in Figuur 68 te zien zijn, voeren grondwater af uit de zanden van Egem, het zijn met andere woorden Tielt/hyon – Egembronnen (vroeger Ieperiaan bronnen genoemd). In het Brakelbos zelf ligt grotendeels de formatie van Tielt.



Figuur 68: Tertiair geologische lagen t.h.v. het Brakelbos met aanduiding van de geologische dwarsdoorsnede (Figuur 69).

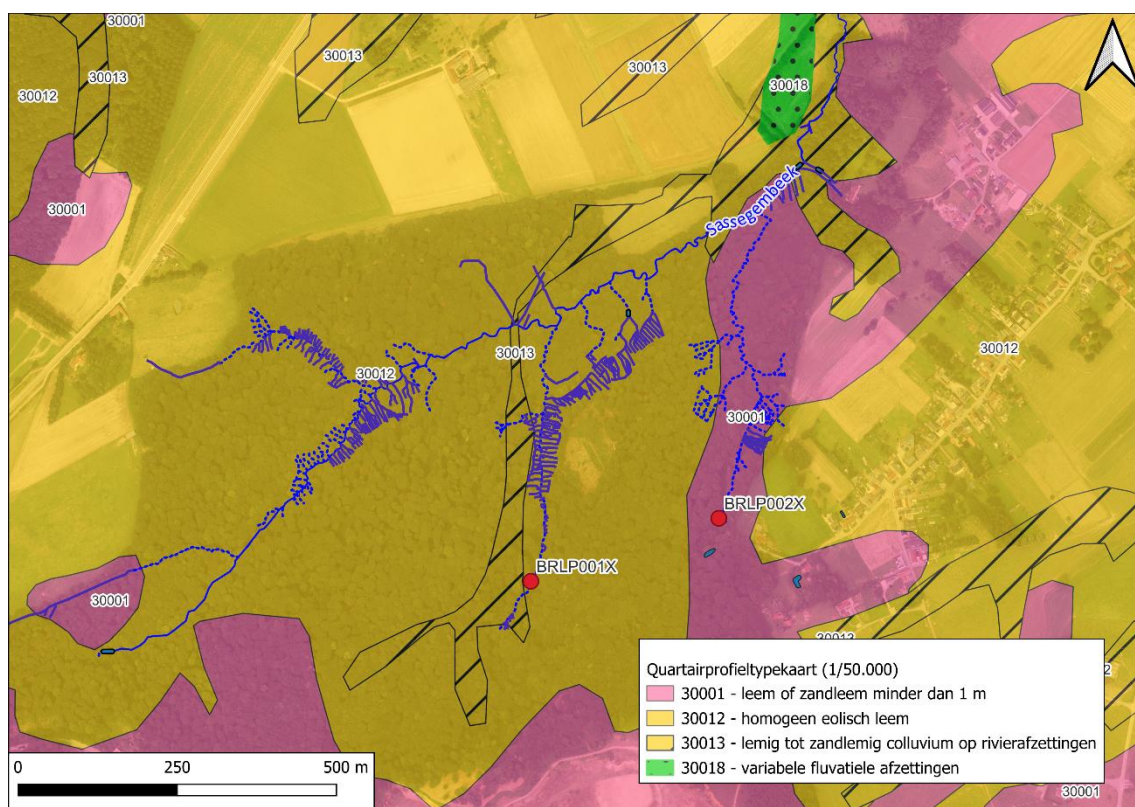
Op Figuur 69 wordt een geologische dwarsdoorsnede doorheen het Brakelbos weergegeven gebaseerd op een recentere herinterpretatie van de lithostratigrafische gegevens. De bronlocaties worden indicatief op de doorsnede aangeduid. Het hoogste bronniveau bevindt zich op ongeveer 93-110 m T.A.W.. Dat is de Gentbrugge-Vlierzele bron. Het meetpunt BRLP001 dat in het dalhoofd van het westelijke bronvalleitje geplaatst werd, staat in die watervoerende laag. Alle andere bronnen en bronnetjes in de beide bestudeerde bronvalleitjes zijn Tielt/Hyon-Egem bronnetjes en liggen op een hoogte van 75 – 88 (uitzonderlijk eens tot 92) m T.A.W (zie ook boxplots in Figuur 8).



Figuur 69: Geologische Z-N dwarsdoorsnede doorheen het Brakelbos met indicatieve aanduiding van de bronlocaties.

3.4.3.2 Quartaire geologie

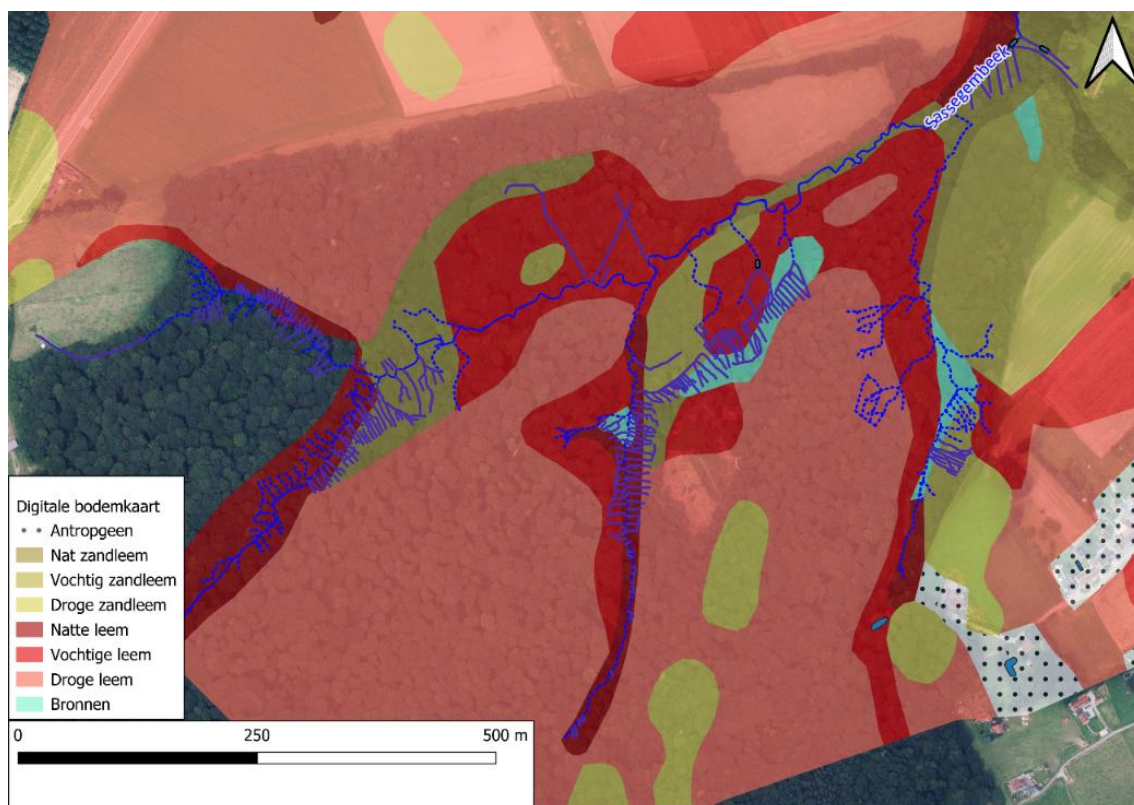
De quartairprofieltypekaart lijkt op het eerste gezicht niet echt overeen te komen met de hydrografie van het Brakelbos. De lemig tot zandlemige colluviale afzettingen op rivierafzettingen (profieltype 30013) lijken niet langs de bronbeek en Sassegembeek te liggen maar ten westen of noorden ervan. Ook in het stroomopwaartse gedeelte van de Sassegembeek worden er geen rivierafzettingen aangeduid. Aan de oostelijke bronbeek op de helling ligt > 1 m lemig tot zandlemig materiaal (profieltype 30001). De rest van het gebied wordt aangeduid met homogene eolische leemafzettingen (profieltype 30012).



Figuur 70: Quartairstratiotypekaart (1/50.000) (Bogemans & Van Molle, 2005) voor het Brakelbos.

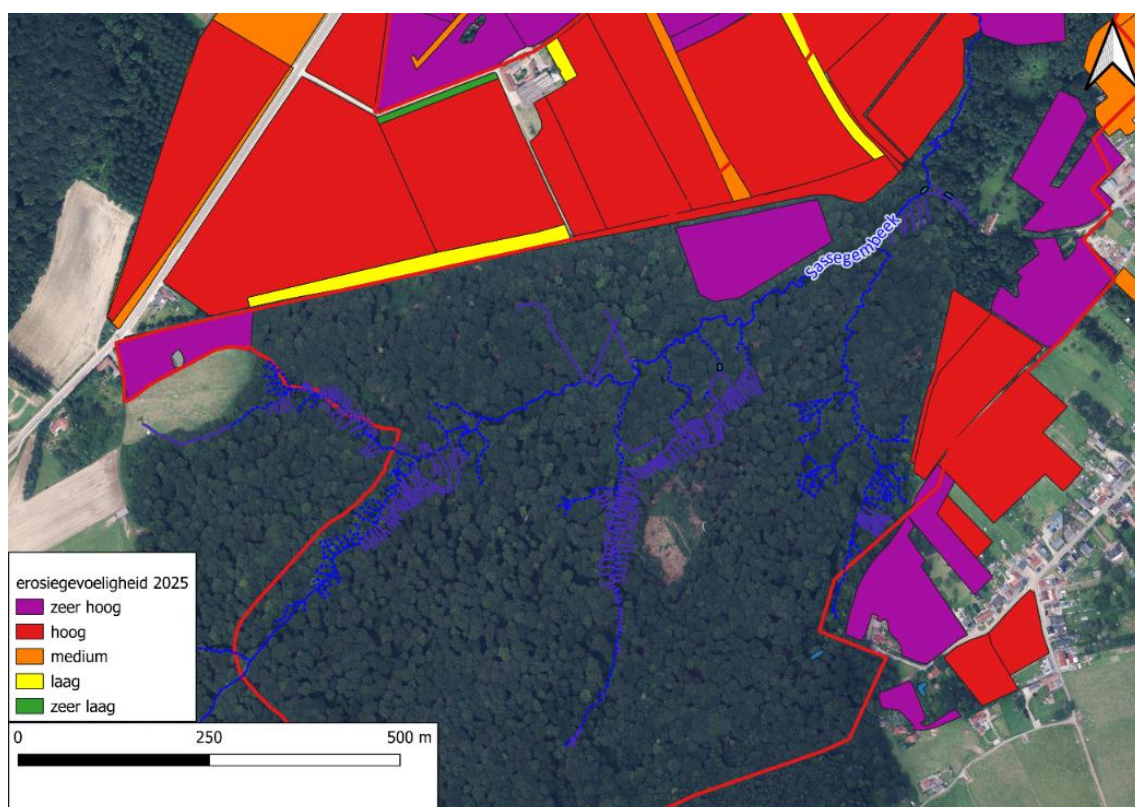
3.4.3.3 Bodem en erosie

De bodems in de bronzones worden voornamelijk gekenmerkt door natte leem en zandleem (Figuur 71). In de valleien gaat dit over in vochtige leem en zandleem. Aan verschillende bronnen wordt ook bodemtype “B” aangeduid wat staat voor een variatie aan textuurklasse, drainageklasse en profielontwikkeling op korte afstand. Op de hellingen bestaat de bodem grotendeels uit droge leem en zandleem. Aan het bronhoofd van de oostelijke bronbeek komt ook antropogene “bebouwde zone” bodem voor.



Figuur 71: Digitale bodemkaart t.h.v. het actiegebied in het Brakelbos.

Op de erosiegevoelighedskaart (Figuur 72) hebben nagenoeg alle terreinen (aan Vlaamse kant) rond het Brakelbos een hoog tot zeer hoog risico voor erosie. Aan Waalse kant is dat niet het geval omdat ze daar ofwel bebost zijn ofwel in de zandgroeve liggen. Er komen echter geen gemodelleerde erosieknelpunten voor in het gebied. Voornamelijk aan de oostkant van het bos waar er bronnen voorkomen lijkt er een risico op afspoeling te zijn. Op het terrein leek de afspoeling daar echter beperkt te zijn.

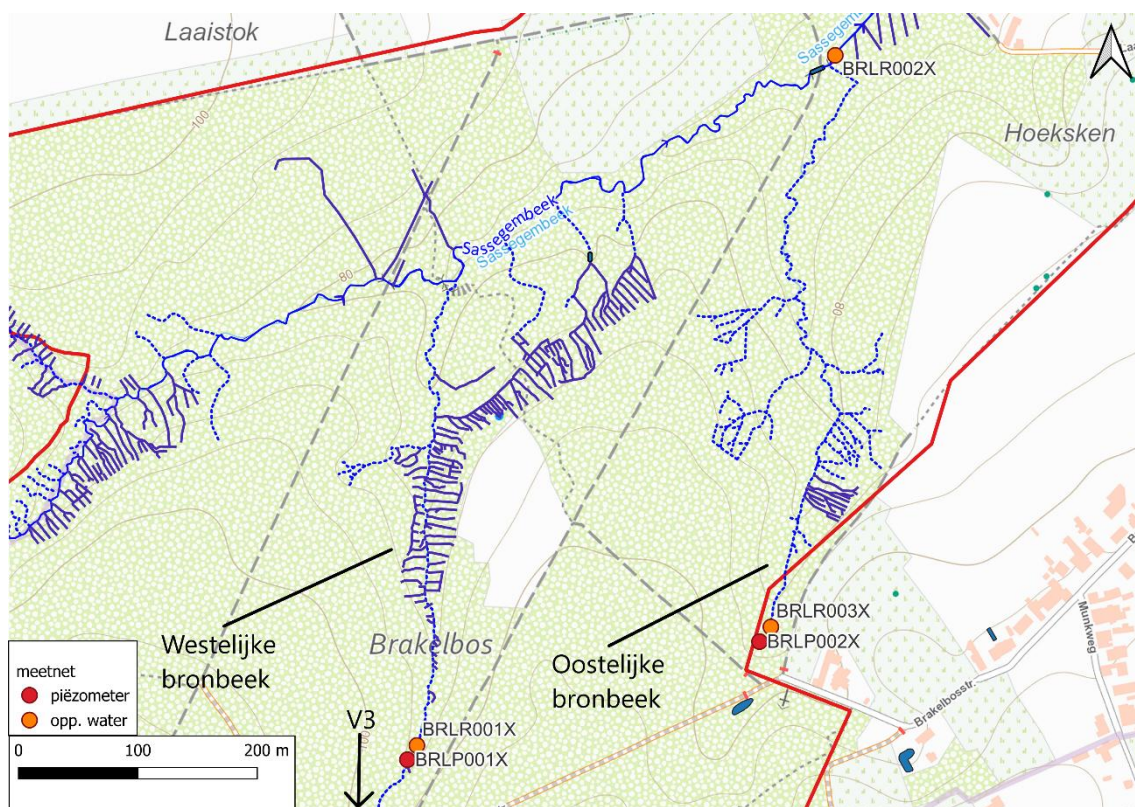


Figuur 72: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het Brakelbos (DOV, 2025).

3.4.4 Grondwaterdynamiek

In het Brakelbos werden twee grondwatermeetpunten geplaatst (zie Figuur 73). Het meetpunt BRLP001 bevindt zich in het dalhoofd van het westelijke bronvalleitje op een hoogte van 94 m T.A.W., ten noorden van de afgegraven Rhodesberg. Ter hoogte van de bron is hier uitzonderlijk eens geen grote drassige zones te vinden. Het brondebiet is beperkt.

Het tweede meetpunt, BRLP002X, in het dalhoofd van de oostelijke bronzone, ligt op 92 m T.A.W., ten noorden van het niet afgegraven deel van de Rhodesberg. De beek is hier niet diep ingesneden en voert meer water af dan de westelijke bronbeek. De bronzone waar het meetpunt geplaatst is, bestaat uit een open drassige plek.



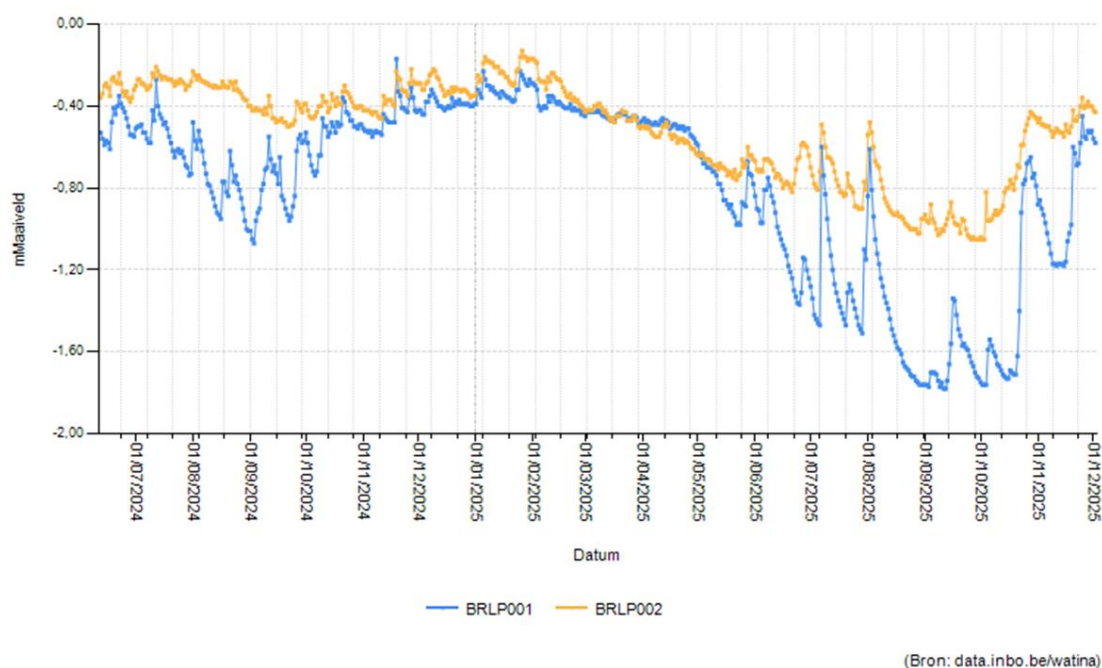
Figuur 73: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Brakelbos.

3.4.4.1 Tijdsreeksen

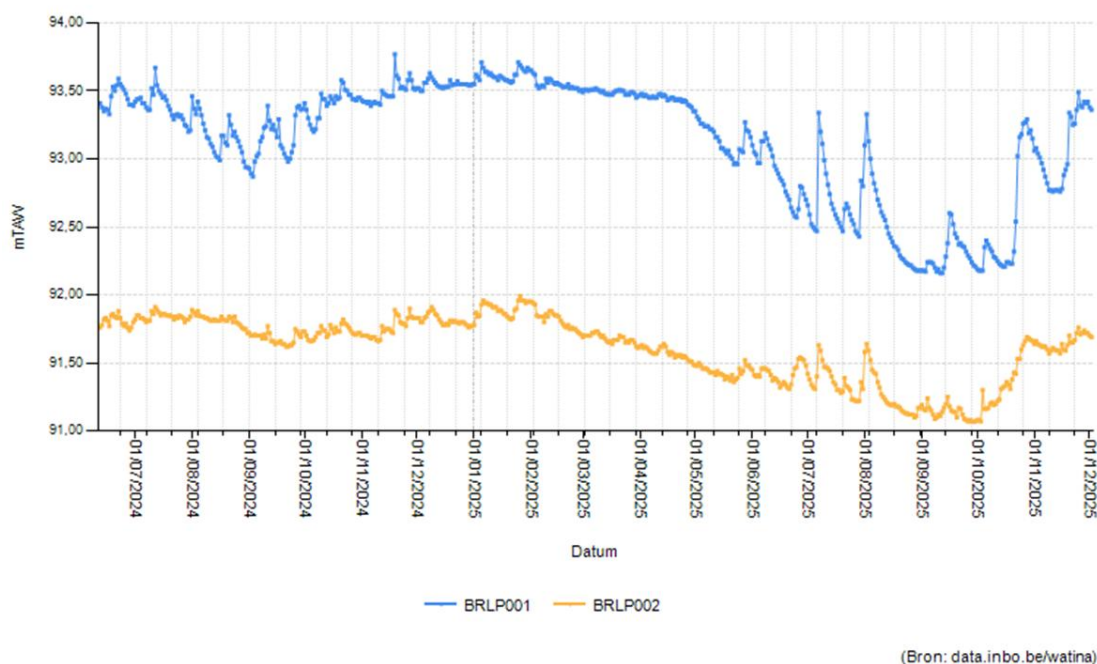
In Figuur 74 worden de grondwaterpeilmetingen uit het Brakelbos weergegeven. Het maaiveld aan BRLP001 ligt op een hoogte van 93.94 m T.A.W.. BRLP002 ligt iets lager op 92.12 m T.A.W.. BRLP001 en BRLP002 vertonen gelijkaardige patroon van neerslagpiekjes. Beide meetreeksen vertonen seizoenale schommelingen. Die laatste zijn in de historisch natte zomer veel kleiner dan in de zomer van 2025, die niet historisch droog maar toch bij de drogere zomers van de voorbije decennia kan gerekend worden. De totale amplitude van beide meetpunten is grondig anders: deze van BRLP001 is veel groter ($> 1.5\text{m}$) dan deze van BRLP002 ($< 1\text{m}$).

Het watervoerende pakket is in de zandgroeve grotendeels weggegraven, ten oosten ervan (nog?) niet. De afstand die een infiltrerende regendruppel moet afleggen in de ondergrond tussen het neervallen op het maaiveld en het bereiken van het freatische oppervlak is in de omgeving van het westelijke meetpunt veel kleiner dan in het geval van het oostelijke meetpunt. De reactietijd van het freatische oppervlak op neerslagbuien in het “dunne” westelijke (afgegraven) deel van de watervoerende laag is sneller dan in het dikke oostelijke (niet afgegraven) deel. Dat verklaart de veel heviger, zenuwachtigere tijdsreeks in BRLP001, vergeleken met BRLP002.

In de zomer van 2025, zakt het grondwaterpeil in het westelijke meetpunt weg tot meer dan 1.6 meter onder maaiveld. De bron (in het dalhoofd althans) was nagenoeg drooggevallen. Lager langs de westelijke bronbeek was dat niet het geval, daar komt er voeding vanuit de onderliggende watervoerende laag (formatie van Tielt/Hyon). Die laag is veel minder gevoelig voor seizoenale schommelingen en neerslagbuien omdat ze uitgestrekter, dieper en grotendeels afgedekt wordt door bovenliggende zand- en kleilagen, waardoor het langer duurt voor een infiltrerende regendruppel de dieper liggende watertafel bereikt.



Figuur 74: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m onder maaiveld) in het Brakelbos.

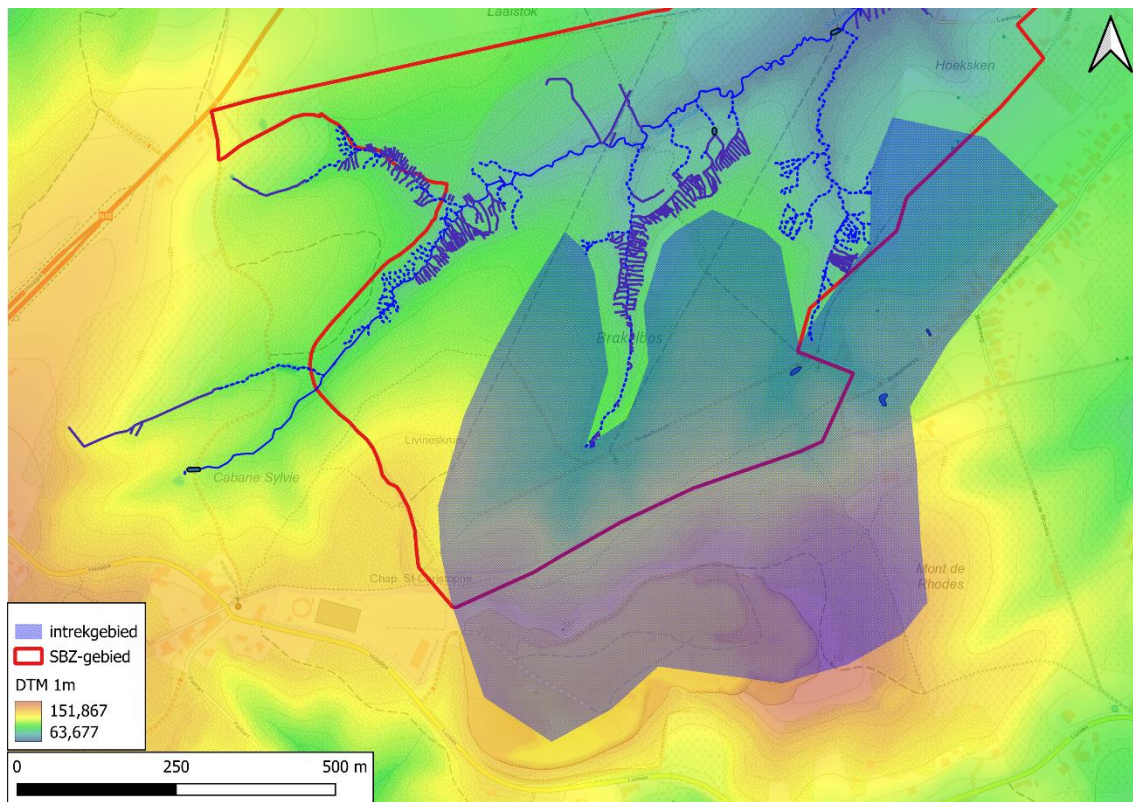


Figuur 75: Tijdreeksen van stijghoogten (in m T.A.W.) van het grondwater in het Brakelbos.

3.4.4.2 Situering van het infiltratiegebied

De besproken bronnen van het Brakelbos worden gevoed vanuit het zuiden. Uiteraard stroomt het bronwater in de bronvalleitjes ook vanuit de flanken aan de oost- en de westzijde naar het bronbeekje toe. Figuur 76 geeft een indicatieve ligging van het mogelijks infiltratiegebied weer.

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



Figuur 76: Ruwe schatting van het infiltratiegebied voor de bronnen in het actiegebied Brakelbos

3.4.5 Grondwaterkwaliteit

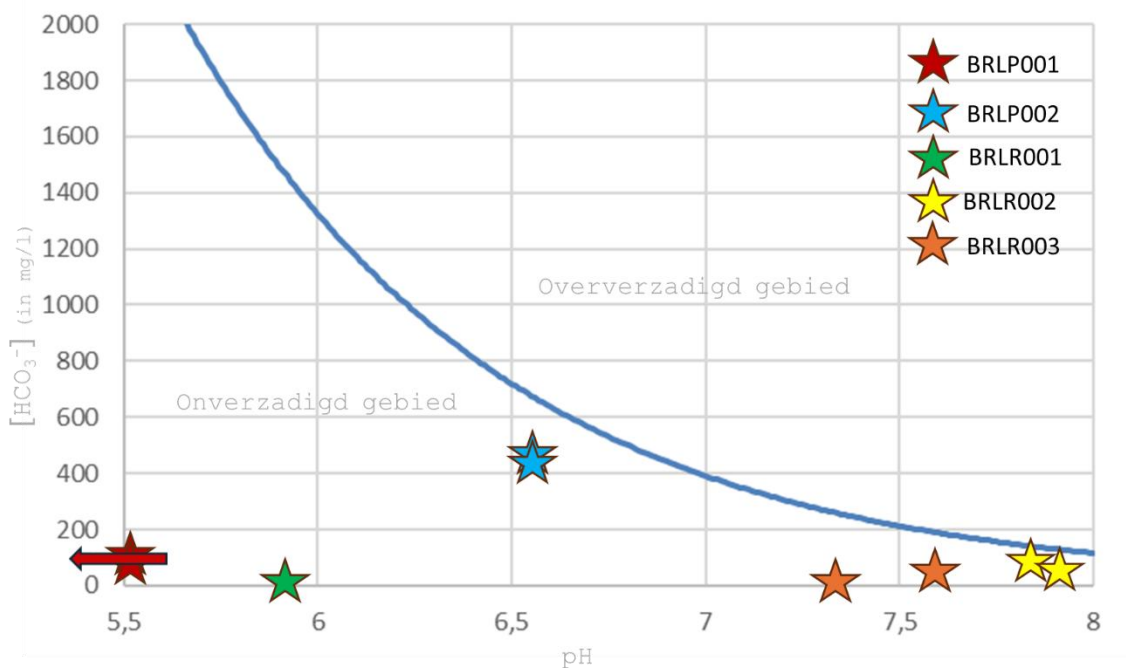
In de twee grondwatermeetpunten van het Brakelbos werden twee keer grondwaterstalen genomen. In Tabel 11 worden de analyseresultaten weergegeven.

Tabel 11: analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Brakelbos.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
20/06/2024	BRLP001	140	4,9	1	0,017	0,015	0,53	0,02	31	14,6	8,7	1,9	8,5	2,72	0,06
04/12/2024	BRLP001	145	5,1	1	0,015	0,015	3,79	0,02	26	10,8	9,1	1,2	9,2	2,96	0,05
20/06/2024	BRLP002	450	6,6	247	0,015	0,015	0,02	2,08	6	18,9	14,9	7,2	56,4	8,82	41,62
04/12/2024	BRLP002	480	6,6	276	0,015	0,015	0,01	2,08	7	19,1	15,1	6,3	59,0	9,46	47,95

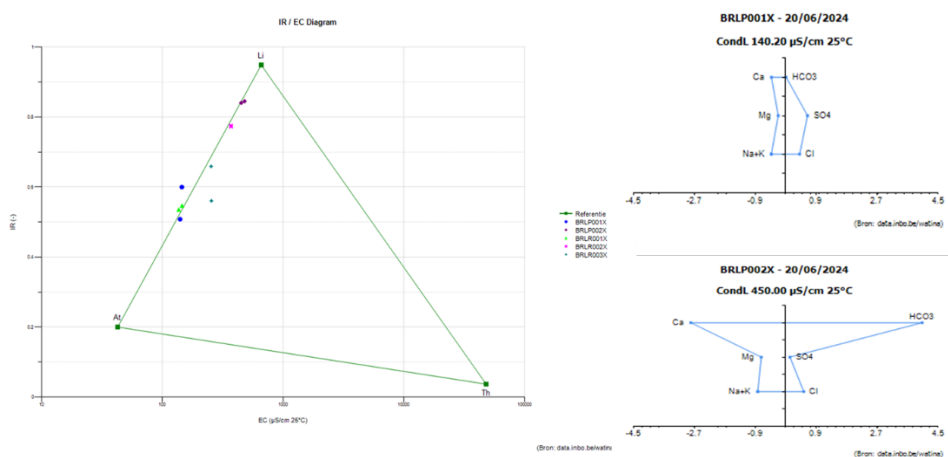
BRLP001 heeft een grondig andere chemische samenstelling van het grondwater dan BRLP002. Dat komt bijvoorbeeld tot uiting in de waarden voor elektrische geleidbaarheid. Die zijn in het geval van het westelijke meetpunt een factor 3 lager dan in het oostelijke meetpunt. Dat heeft alles te maken met de lage concentraties van de minerale ionen (Na, K, Ca, Mg, Cl). Ook de pH zit daar gevoelig lager dan in het oostelijke meetpunt.

Om de vergelijking met de andere onderzochte gebieden volledig te maken, werd ook hier een verzadigingscurve voor bicarbonaat weergegeven (Figuur 77). Hier is geen sprake van kalktufvorming, noch in de bronhoofden van de beide bemeten bronsystemen, noch verder stroomafwaarts (op basis van de chemische samenstelling van de Sassegembeek bij het uitstromen van het Brakelbos (BRLR002)).



Figuur 77: Verzadigingscurve voor bicarbonaat in relatie tot pH (volgens de Temkin adsorptie isotherm-formule) met weergave van de chemische samenstelling van het grond- en bronbeekwater van de twee bestudeerde bronzones in het Brakelbos

Het is pas bij het verwerken van de gegevens, laat in de loop van dit project, dat de vrij specifieke geohydrologische situatie in het Brakelbos duidelijk werd. Om die reden is er niet gekeken naar de chemische samenstelling van het bronbeekwater van de beide bronvalleitjes, net voor ze samenstromen met de Sassegembeek. Het is de verwachting dat het bronbeekwater verder stroomafwaarts (maar voor het bronbeekje in de Sassegembeek uitmondt) wel oververzadigd is en wel kalktufneerslag kan vormen door de bijmenging van het mineraalrijkere bronwater van de Formatie van Tielt. Dat is echter noch visueel, noch op basis van metingen vastgesteld.



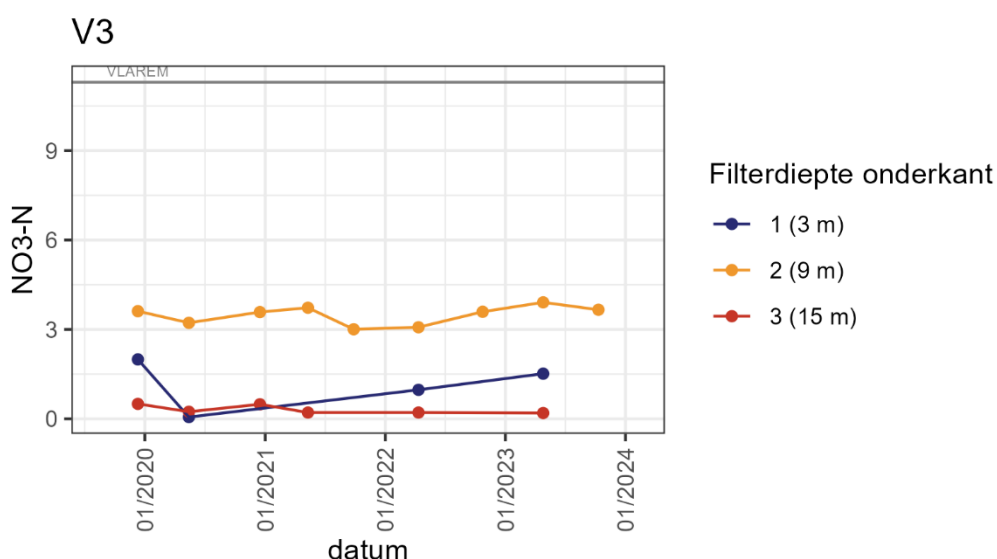
Figuur 78: IR/EC- (links) en Stiff- diagrammen (rechts) voor grond- en oppervlaktewater in het Brakelbos

De verschillen in watertypes worden ook duidelijk geïllustreerd in de IR/EC- en de Stiff-diagrammen in Figuur 78.

Op basis van de topografie en chemische samenstelling van het grondwater kan geconcludeerd worden dat BRLP001 in de formatie van Gentbrugge- lid van Vliezele zit, en het meetpunt BRLP002 in de formatie van Tielt/Hyon - lid van Egem.

Nutriëntenconcentraties in het grondwater vallen al bij al nog goed mee. Ortofosfaat en nitriet zijn niet meetbaar, nitraat is verhoogd in het meetpunt BRLP001 en nagenoeg afwezig in het meetpunt BRLP002. Ammonium vertoont net het omgekeerde beeld en ligt dan weer vrij hoog.

Iets ten zuiden langs de weg ligt het VMM meetpunt V3 (zie Figuur 73). Dat meetpunt (op hoogte 102,98 m T.A.W.) bestaat uit een piëzometer met filterstellingen op drie diepten. De eerste filterdiepte (2 – 3 m) zit vermoedelijk eerder in het quartaire dek. De tweede filter (8 – 9 m) zit vermoedelijk in het zand van Vliezele en de derde filterstelling (14 - 15 m) zit in het zand van Egem. De nitraatconcentraties geven een vergelijkbaar beeld met wat kon worden vastgesteld uit de twee meetpunten in de oostelijke en de westelijke bronhoofden. Uit de metingen van 2020 t.e.m. 2023 blijkt de grondwatersamenstelling zeer gelijkaardig te zijn aan BRLP001. Enkel in filter 3 is er iets hogere elektrische geleidbaarheid (+/- 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en pH (+/- 6) gemeten.



Figuur 79: Nitraatstikstofconcentraties in VMM meetpunt V3 iets ten zuiden van BRLP001X.

Sulfaat en chloride concentraties zijn in beide meetpunten laag.

Over het algemeen (met uitzondering van de verhoogde ammoniumconcentraties in BRLP002) kan dus gesteld worden dat het grondwater aan beide meetpunten van aanvaardbare tot goede kwaliteit is.

3.4.6 Oppervlaktewaterkwaliteit

In dit actiegebied werden in totaal zes oppervlaktewaterstalen genomen over drie verschillende meetpunten (zie Figuur 73). BRLR001X ligt in de bronbeek, iets stroomafwaarts van piëzometer BRLP001X. BRLR002X ligt stroomafwaarts van de samenkomst van de Sassegembeek met de oostelijke bronbeek. Het laatste meetpunt, BRLR003X, ligt iets stroomafwaarts in de bronbeek aan de bronzone waar piëzometer BRLP002X staat.

3.4.7.1 Vuursalamander

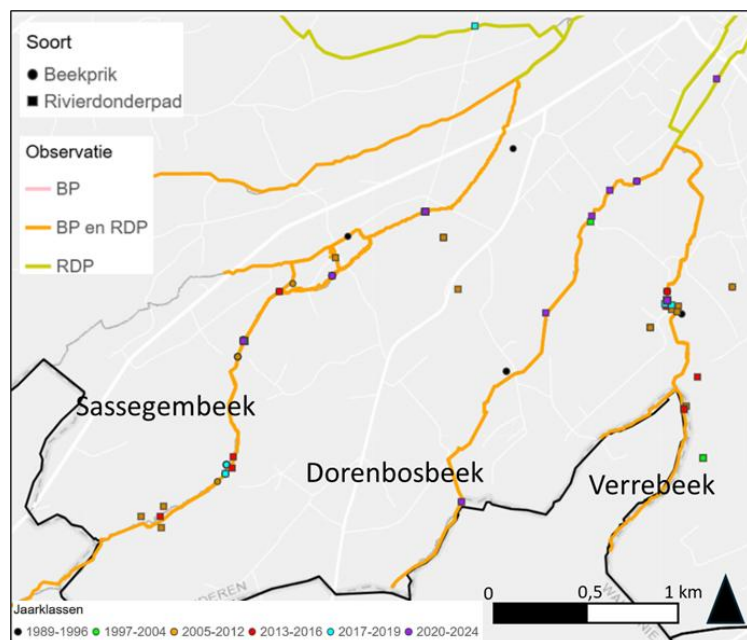
In het Brakelbos is er een gekende populatie aanwezig. Ze wordt als prioritair aangeduid aangezien het populatie-criterium een onvoldoende kreeg. Het is momenteel onduidelijk of het meetnettransect representatief is voor het gebied. Verder onderzoek is daarvoor nodig. Genetisch is de populatie divers en scoort ze gunstig. Qua habitat is er genoeg oppervlakte aanwezig en scoort het gebied voldoende. Op landschapsschaal loopt de populatie door over de gewestgrens. Op termijn kan gewerkt worden aan connecties tussen de andere bossen in de omgeving. Knelpunten voor de soort zijn hier een beperkt aanbod waterhabitat, overbetreding, inspoeling uit landbouw en erosie.

In de westelijke bronbeek werd een larve aangetroffen tijdens het veldwerk ondanks de iets zuurdere en mineraalarme condities van de beek. De diepe ligging van de beek en de beperkte beschaduwing kunnen mogelijks een knelpunt vormen. Het debiet is zeer beperkt en de grondwaterschommelingen hoog. Dit bronbeekje lijkt dus bijzonder kwetsbaar te zijn aan verdroging. De afvoer van water tegenhouden door middel van natuurlijke barrières is aangeraden.

3.4.7.2 Vissen

De bronbeken van het Brakelbos vormen een belangrijk habitat voor zowel beekprik als rivierdonderpad. In het bos is er verschillende keren bemonsterd over een periode van 2008 tot 2018. Verder stroomafwaarts werd in 2022 nog rivierdonderpad waargenomen. De laatste waarneming van beekprik in het gebied bevindt zich in de Sassegembeek en was in 2017. Voor rivierdonderpad was dit 2018, beide trajecten liggen stroomafwaarts van een duiker.

Aangezien beide soorten hier aanwezig zijn is dit een prioritair te beschermen gebied. Mogelijke maatregelen zijn het verbeteren van de habitatkwaliteit, beperken van nutriënteninstroom, beperken van sedimentaanvoer en het verwijderen van de duiker als vismigratieknelpunt. De VIS-databank leert ons dat ook beekforel aanwezig is in de Sassegembeek.

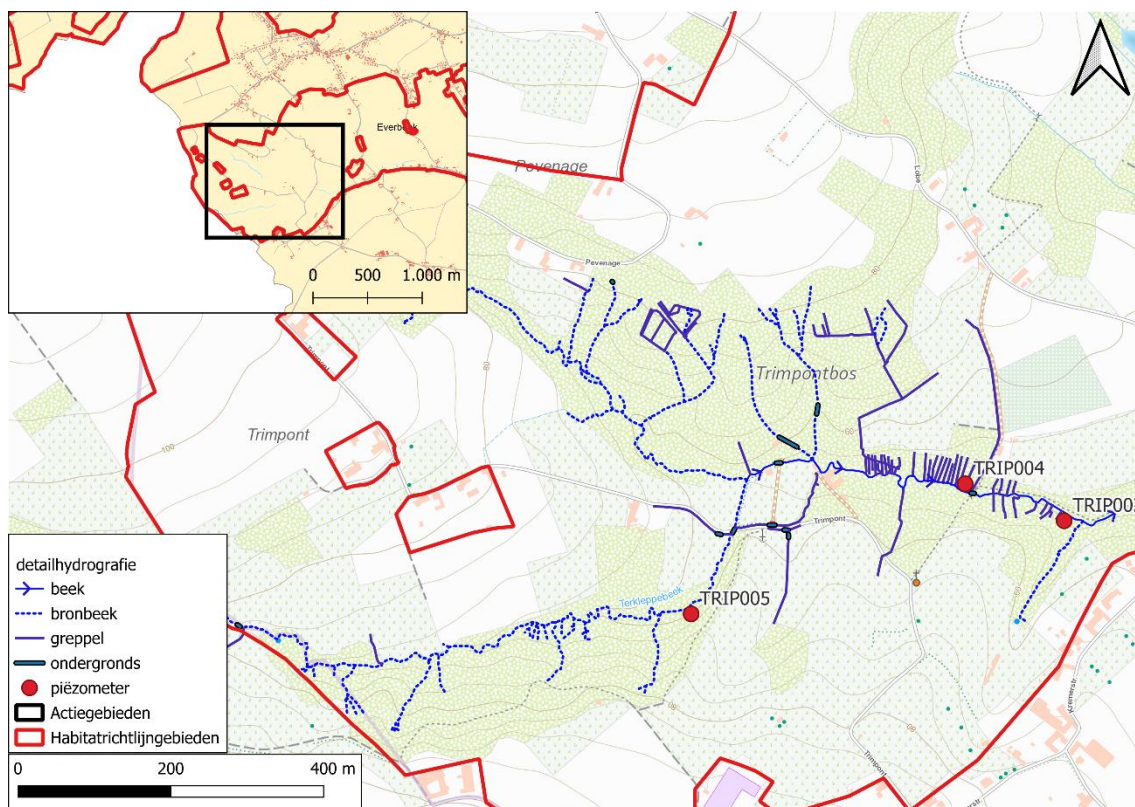


Figuur 80: Aanwezigheid van rivierdonderpad en beekprik ter hoogte van de Sassegembeek aan het Brakelbos (uit Pauwels et al. 2026).

3.5 TRIMPONTBOS

3.5.1 Situering

Het Trimpontbos maakt samen met het Hayesbos, Steenbergbos en de Keelenberg deel uit van de Everbeekse bossen die beheerd worden door Natuurpunt. Het actiegebied bestaat uit het zuidelijk en oostelijk deel van het Trimpontbos. Het bos behoort tot het SBZ-deelgebied BE2300007-9. Het SBZ-deelgebied heeft een oppervlakte van 257 hectare. Ongeveer 28 hectare is bebost in dit gebied. In dit actiegebied ligt de focus op de bronnen in het zuidwestelijk gedeelte en de zone in het oostelijk deel.



Figuur 81: Situering van het actiegebied in het Trimpontbos met aanduiding van de piëzometers en de detailhydrografie.

3.5.2 Topografie en Hydrografie

Hydrografisch bestaat het Trimpontbos uit een zuidwestelijke bronbeek en de Terkleppebeek (ook wel Molenbeek genoemd). Het bos waarin de Terkleppebeek ontspringt, wordt lokaal het Kapellebos genoemd. De bronnen ontspringen hier voornamelijk op de rechteroever van de beek, uit de noordflank waarop het Kapellebos gelegen is.

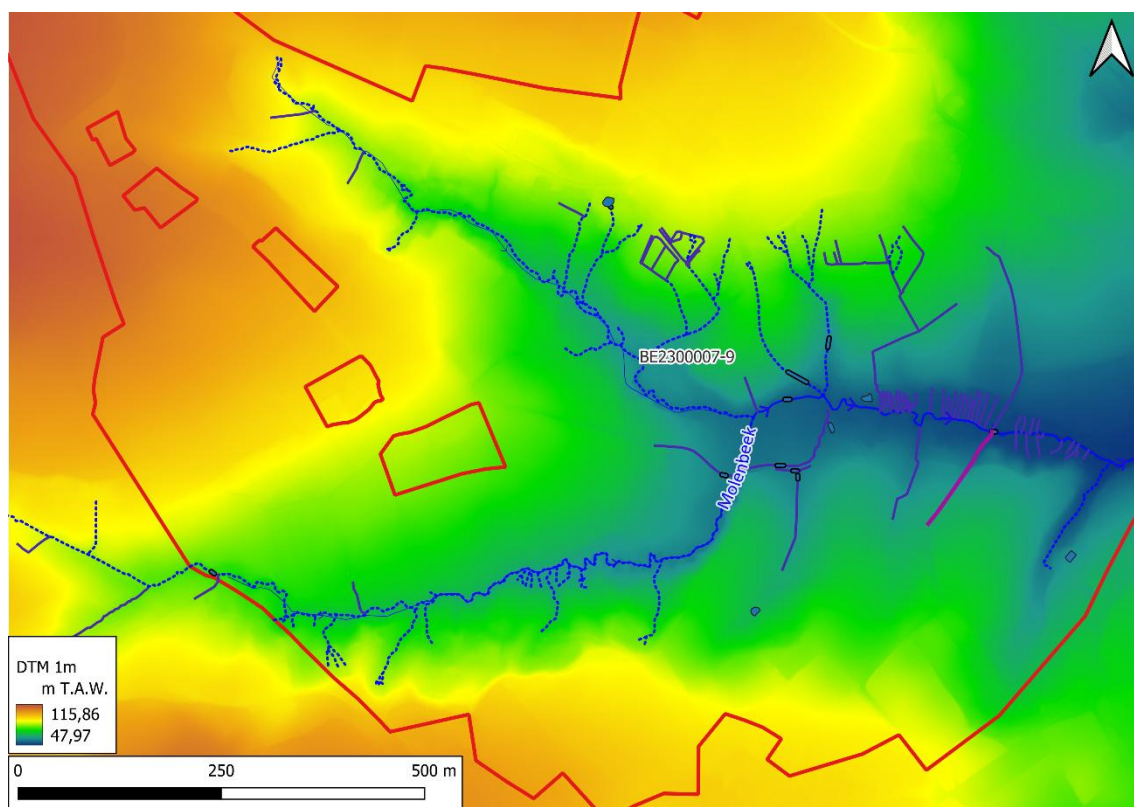
De noordwestelijke bronbeek (onbenoemd in het VHA) krijgt het overgrote deel van het bronwater vanuit de zuidgerichte valleiflank waarop het Trimpontbos (s.s.) gelegen is.

In deze studie zal consequent over Trimpontbos (s.l.) gesproken worden voor het volledige gebied. Centraal in het gebied ligt de samenvloeiing van de noordwestelijke bronbeek.

In het noorden, langs de rechteroever van de noordwestelijke bronbeek en ook nog langs de Terkleppebeek voorbij de samenvloeiing, zijn tal van drainagestructuren aangelegd in het verleden, die het bronwater versneld afvoeren, omwille van landbouw en/of bewoning.

Het meetpunt TRIP005 staat aan een drassige zone in het zuiden van het gebied (zie Figuur 89) op een hoogte van 58.21 m T.A.W.. De oever van de Terkleppebeek ligt daar op 57.67 m T.A.W. hoogte terwijl de beekbodem op 57.08 m T.A.W. ligt. De beek snijdt hier dus een 60 cm diep in en is breder dan 1 m. Verder stroomafwaarts snijdt de beek dieper en dieper in.

Ter hoogte van meetpunt TRIP004A ligt de beek dieper dan 1m70 in het landschap. Iets verder stroomafwaarts aan TRIP002A ligt de beek iets ondieper op ongeveer 1 m. In het algemeen snijdt de beek zich dus vrij diep uit in het landschap. De Terkleppebeek is altijd watervoerend en vertoont veel structuurvariatie.



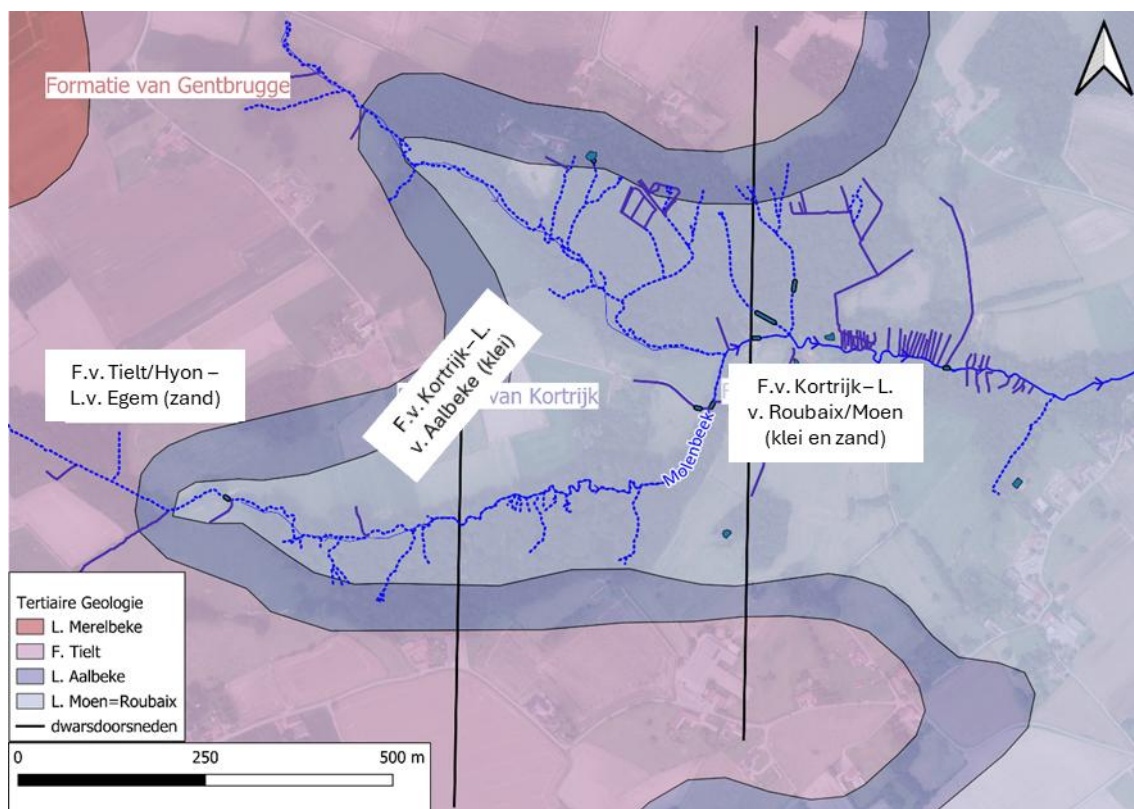
Figuur 82: DHMII overzicht van het Trimpontbos.

3.5.3 Geohydrologie

3.5.3.1 Tertiaire geologie

Het Trimpontbos ligt aan de oostelijke uitloper van de oostwest verlopende heuvelrug van de Vlaamse Ardennen ten westen van Geraardsbergen. De heuvels zijn hier wat lager, een aantal van de bovenste tertiair geologische lagen die in de andere gebieden een rol spelen, komen hier niet meer voor. Dat is het geval voor de formatie van Diest, Maldegem en Lede (zie Figuur 5). De formatie van Gentbrugge – met de klei van Merelbeke bedekt een klein stukje van de top van de heuvel in het westen. Een belangrijk deel van de flanken bestaat uit de dagzomende formatie Tielt/Hyon die samen met het quartaire dek, de belangrijkste watervoerende laag van het gebied mag beschouwd worden. Onderaan die afzetting zit de klei van Aalbeke (formatie van Kortrijk).

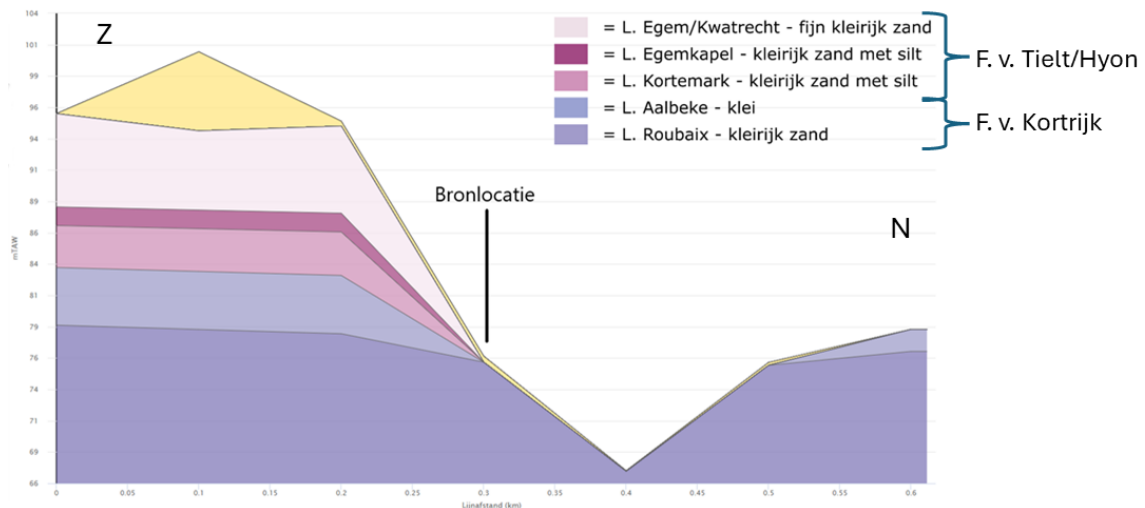
De bronnen ontstaan voor het overgrote deel op de contactzone tussen de formatie van Tielt en de formatie van Kortrijk. De valleitjes zijn echter flink dieper ingesneden, dwars door de klei van Aalbeke tot een heel eind in de onderliggende laag, van de formatie van Kortrijk met het lid van Roubaix. Deze zijn staan niet op de tertiaire geologische kaart maar zijn wel zichtbaar op de geologische dwarsdoorsneden (Figuur 84 en Figuur 85) hieronder.



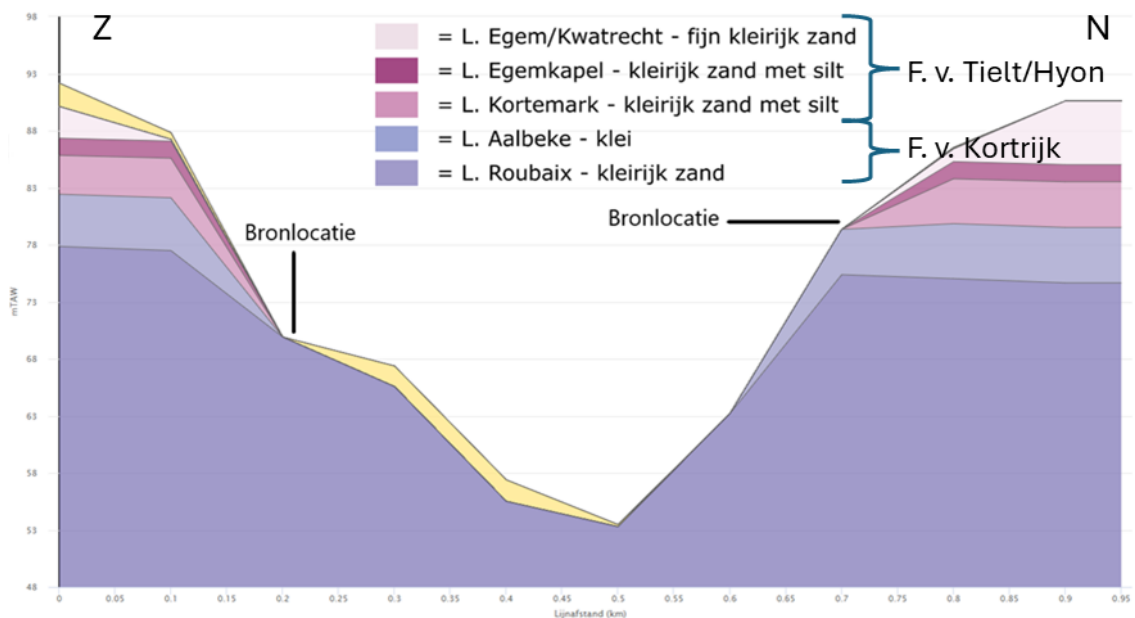
Figuur 83: Tertiair geologische lagen t.h.v. het Trimpontbos met aanduiding van de ligging van de geologische dwarsdoorsneden (Figuur 84 en Figuur 85).

Op Figuur 84 wordt de geologische dwarsdoorsnede doorheen de zuidwestelijke deel van de Terkleppevallei weergegeven. De meeste bronnen ontstaan hier, zoals gezegd, op de zuidflank op de helling waar de klei van Aalbeke snijdt. Het water komt uit de formatie van Tielt gelopen.

Op Figuur 85 wordt een geologische dwarsdoorsnede doorheen de Terkleppevallei gegeven stroomafwaarts van de samenvloeiing met de noordwestelijke bronbeek. Ook aan de noordzijde vinden de bronnen hun oorsprong op dezelfde grens (Formatie van Tielt-zand van Egem en Kortrijk – klei van Aalbeke). Alle bronnen hebben in dit actiegebied dezelfde hydrogeologische oorsprong.



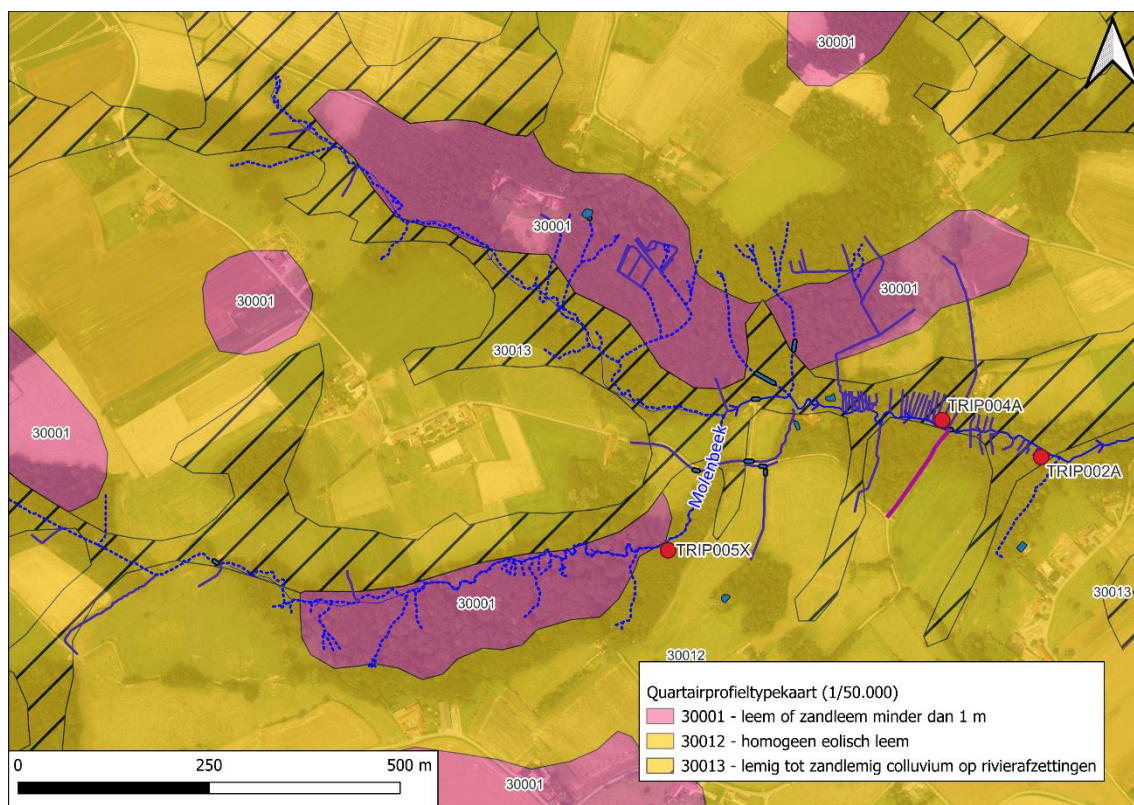
Figuur 84: Geologische Z-N dwarsdoorsnede doorheen het zuidelijke Terkleppevalleijte met indicatieve aanduiding van de hoger gelegen bronlocaties.



Figuur 85: Geologische Z-N dwarsdoorsnede doorheen de Terkleppevallei stroomafwaarts van de samenvloeiing met de noordwestelijke bronbeek met indicatieve aanduiding van de bronlocaties.

3.5.3.2 Quartaire geologie

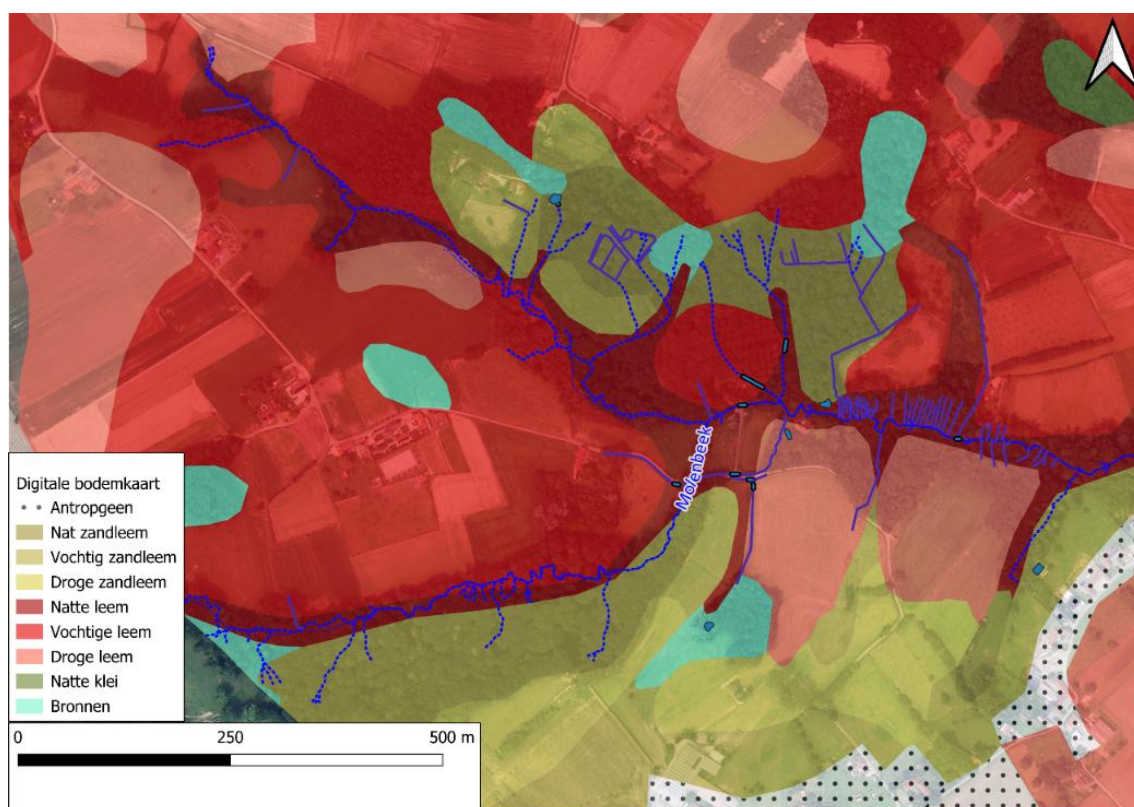
Ter hoogte van de bronbeken ligt er lemig (colluviaal) materiaal op de rivierafzettingen (profieltype 30013). Op de hellingen waar bronnetjes liggen komt voornamelijk > 1 m lemig tot zandlemig materiaal voor (profieltype 30001). In de rest van het gebied worden homogene eolische leemafzettingen aangeduid (profieltype 30012).



Figuur 86: Quartaairprofieltypekaart (1/50.000) (Bogemans & Van Molle, 2005) voor het Trimpontbos.

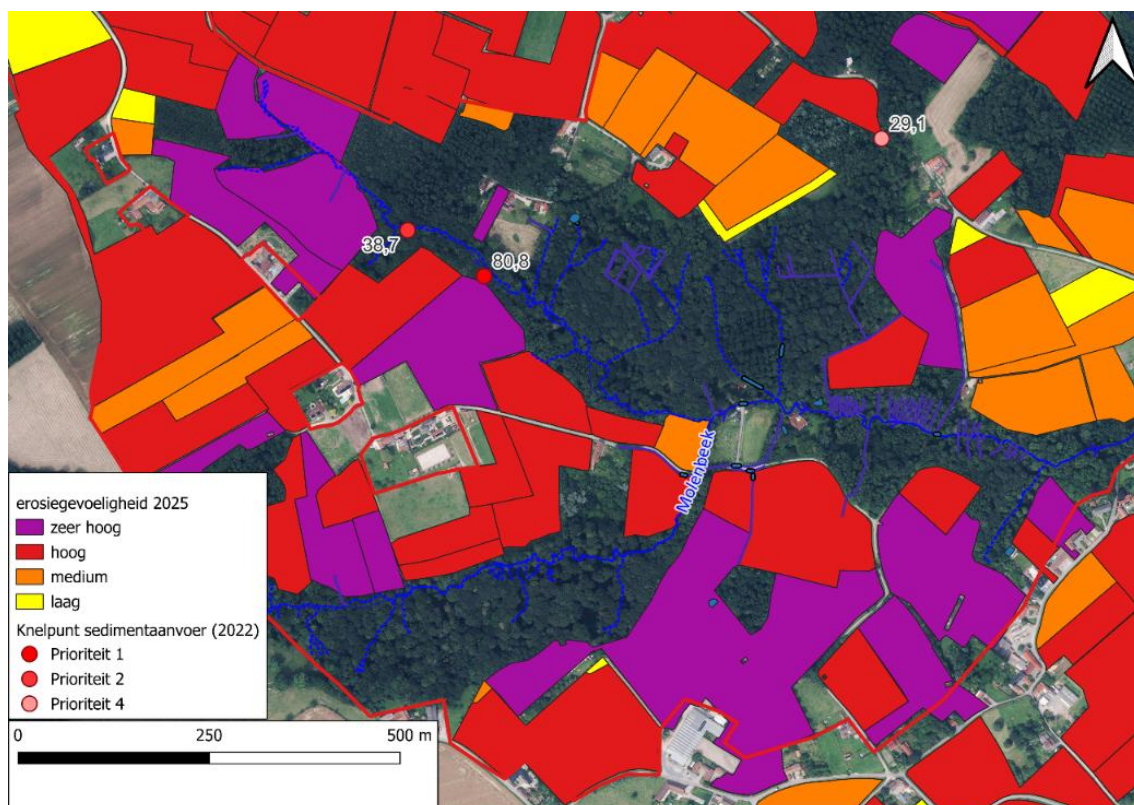
3.5.3.3 Bodem en erosie

In de diepste valleigedeelten komt natte leem voor als bodemtype. Op de hellingen is dit eerder vochtige leem tot droge leem op de hoogste delen. In de bronzones in het noorden en de valleiflank in het zuiden is het aandeel zand groter en spreken we dus van zandleem. Niet toevallig zijn daar de meeste bronnen aanwezig. Hier en daar wordt ook het bodemtype “B” aangeduid wat staat voor een variatie aan textuurklasse, drainageklasse en profielontwikkeling op korte afstand.



Figuur 87: Digitale bodemkaart t.h.v. het Trimpontbos.

Ook in dit actiegebied komen heel wat percelen voor met een hoge tot zeer hoge erosiegevoeligheid. Op basis van de erosieknelpunten lijkt de noordelijke tak het meest risico te lopen. Aan de bronbeek, ten noorden van percelen met zeer hoge erosiegevoeligheid, worden twee knelpunten gemodelleerd (Renders *et al.*, 2021). Het meest stroomopwaartse knelpunt heeft een waarde van 38.7 ton/jaar en wordt als prioriteit 2 geklasseerd. Iets verder stroomafwaarts ligt een ander knelpunt van 80.8 ton/jaar dat als prioriteit 1 staat aangeduid. Ten noorden van het actiegebied ligt nog een knelpunt van 29 ton/jaar. Ook tijdens het veldwerk werd aan deze plaatsen erosie en een grote sedimentaanvoer opgemerkt. Erosie neemt hier nergens de spectaculaire proporties aan zoals die in Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos en ook in het Burreken te zien zijn. De hellingen zijn hier dan ook minder steil. Maar het verschil met alle andere gebieden is dat erosie en sedimentatie hier doorheen het hele gebied prominent aanwezig is.



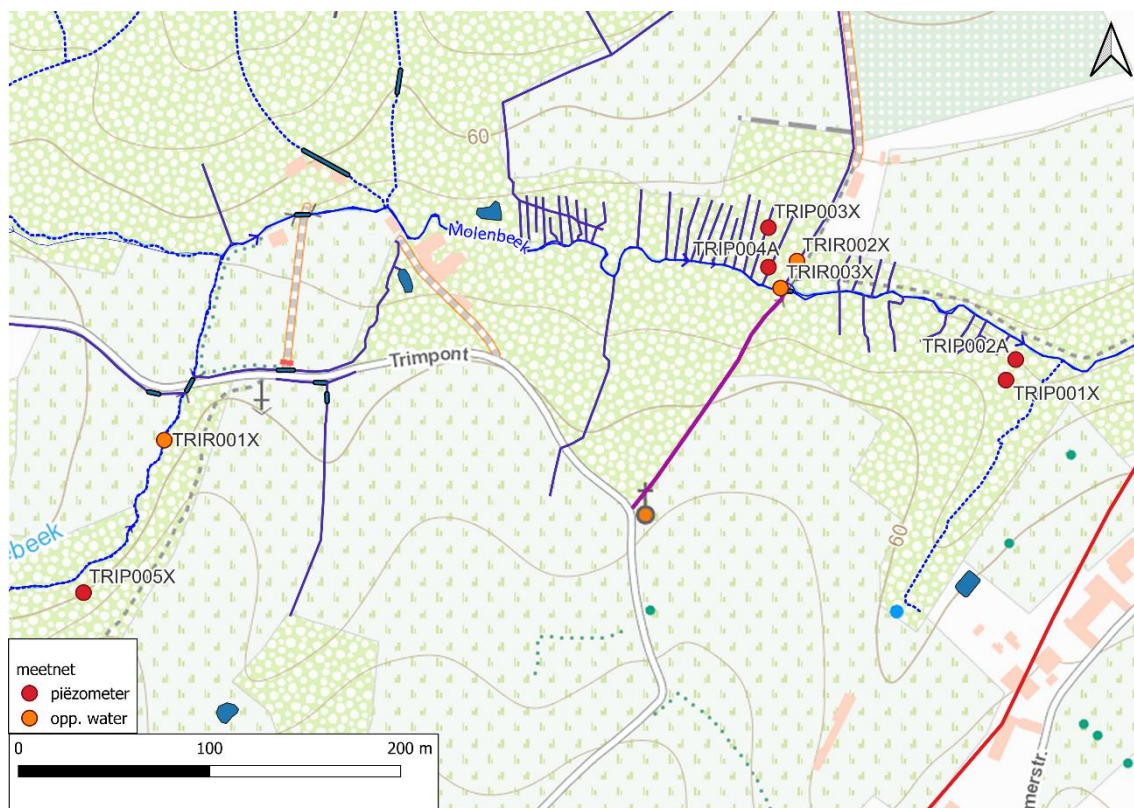
Figuur 88: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het Trimpontbos (DOV, 2025).

3.5.4 Grondwaterdynamiek

In het actiegebied zijn nu drie meetpunten: TRIP002, TRIP004 en TRIP005 actief bemeten door middel van een hydrostatische datalogger. TRIP005 werd nieuw geplaatst in het bovenstroomse zuidwestelijke deel van de Terkleppebeekvallei, in een bronzone tegen de noordgerichte flank van het Kapellebos, ten zuiden van de “Trimpont”-straat (Afbeelding 9).

De meetpunten TRIP001, TRIP002, TRIP003 en TRIP004 dateren van een oude ecohydrologische studie naar standplaatsvereisten van beekbegeleidende bossen (De Becker *et al.*, 2004) maar zijn sindsdien niet meer bemeten. Er werd voor gekozen om de meetpunten TRIP002 en TRIP004 te herstellen en opnieuw te bemeten voor deze studie. TRIP002 staat helemaal stroomafwaarts in het studiegebied op de zuidflank van de Terkleppebeek (wat lager op de helling en dus dichterbij de beek dan een oud meetpunt TRIP001, dat niet hersteld werd). Ze staat in een drassige zone waaruit een moeilijk waarneembaar (klein debiet) bronbeekje lijkt naar de Terkleppebeek te lopen. Het voormalige meetpunt TRIP003 stond normaal gezien iets noordelijker dan TRIP004A maar werd niet meer teruggevonden in het veld. Er is nogal wat stormschade in het perceel en vermoedelijk ligt het meetpunt dus begraven onder een omgevallen boom.

Het meetpunt TRIP004 staat aan de noordkant van de Terkleppebeek, ca 200 meter stroomafwaarts van de samenvloeiing met de noordwestelijke bronbeek in een deel van het Trimpontbos dat met een hele reeks parallelle greppels wordt droog getrokken



Figuur 89: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Trimpontbos.



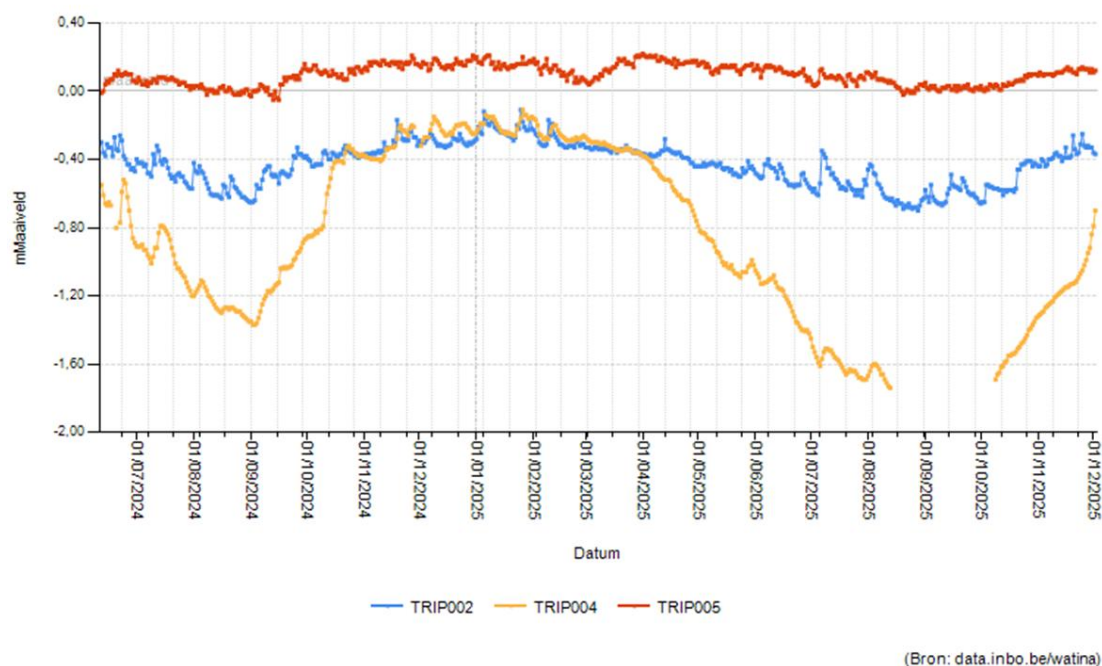
Afbeelding 9: TRIP005X ter hoogte van een bronzone onderaan de helling langs de zuidelijke Terkleppebeek.

3.5.4.1 Tijdreeksen

Op Figuur 90 zijn de tijdreeksen voor de grondwaterpeilmetingen in het Trimpontbos weergegeven. De tijdreeksen van TRIP002 en TRIP005 zijn overduidelijk beïnvloed door toestromend grondwater. Het gaat in beide gevallen om diffuse bronnen met een klein debiet. De toestroom is echter ruim voldoende om grondwaterstands dalingen als gevolg van

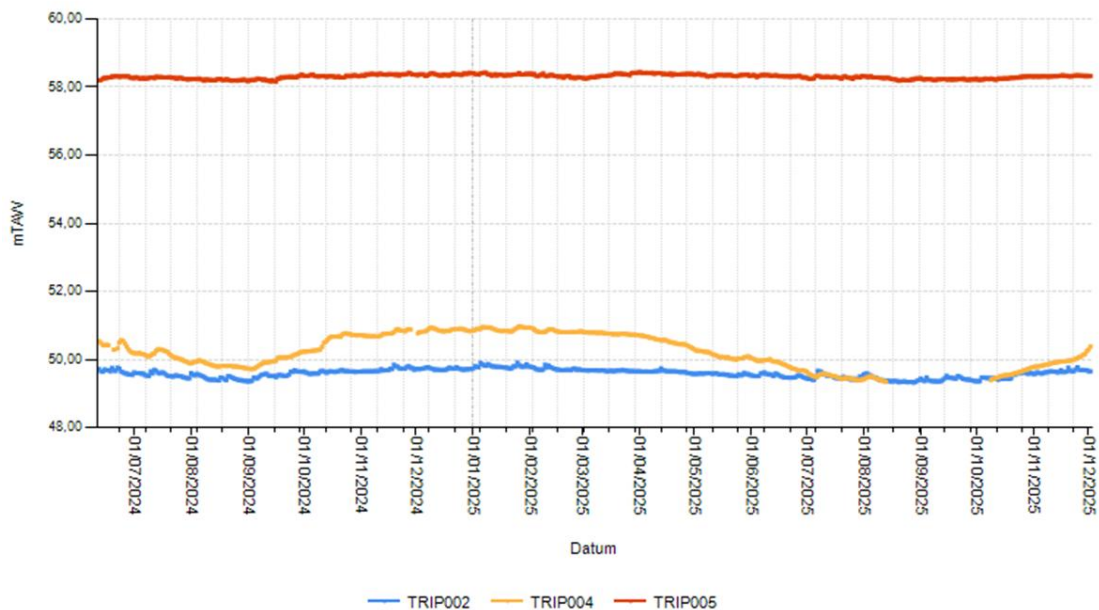
toegenomen evapotranspiratie (in de zomer) nagenoeg volledig te compenseren. Er is in beide gevallen nauwelijks een seizoenale fluctuatie te zien. Aan het meetpunt TRIP005 staat het grondwaterpeil permanent boven maaiveld. Het is in deze omgeving één van de weinige (diffuse) bronnen die niet of nauwelijks onderhevig zijn geweest aan drainage.

De tijdreeks van de grondwaterpeilmetingen van het meetpunt TRIP004 vertoont een volledig ander gedrag. Hier zijn wel degelijk en uitgesproken seizoenale fluctuaties. Het grondwaterpeil zakt in de zomer van 2025 helemaal weg tot meer dan 1m60 meter onder maaiveld. Dit is een zone van het bos dat erg grondig gedraineerd is.



Figuur 90: Tijdreeksen van grondwaterpeilmetingen (in m onder maaiveld) in het Trimpontbos.

De variatie in grondwaterdynamiek in dit gebied is groter dan bij de aanvang van de studie verwacht. Om de hydrologie van het gebied beter te begrijpen, zou hier nog verder, uitgebreider moeten gemeten worden. Idealiter zouden de beekpeilen op een paar locaties bemeeten moeten worden om een beter beeld te krijgen van de piekafvoeren en de drainerende werking van de uitgediepte Terkleppebeek.

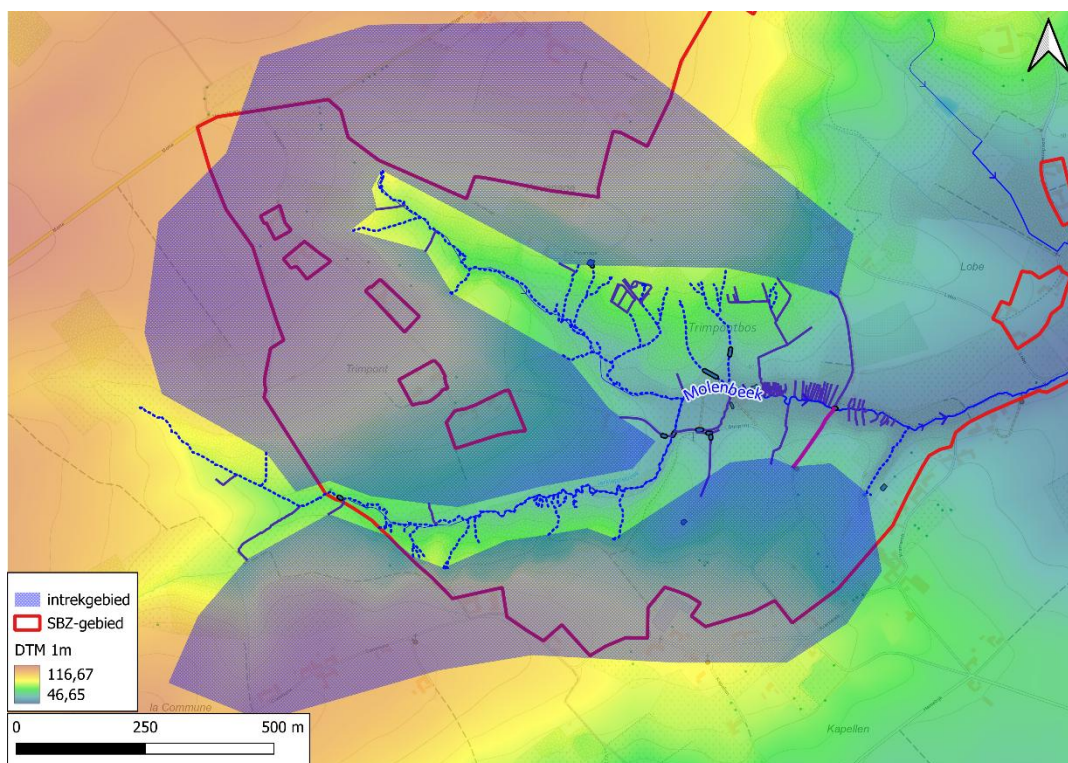


(Bron: data.inbo.be/watina)

Figuur 91: Tijdreeksen van stijghoogten (in m T.A.W.) van de grondwaterpeilen in het Trimpontbos.

3.5.4.2 Situering van het infiltratiegebied

Aan het Trimpontbos liggen er bronnen zowel in het noorden als zuiden waardoor er verschillende indicatieve infiltratiegebieden afgebakend kunnen worden op Figuur 92. Deze geven slechts een ruwe inschatting vanwaar het grondwater afkomstig kan zijn. Het gebied tussen de zuidwestelijke en noordwestelijke bronbeken is volledig infiltratiegebied.



Figuur 92: Ruwe schatting van het infiltratiegebied voor de bronnen in het actiegebied Trimpontbos.

3.5.5 Grondwaterkwaliteit

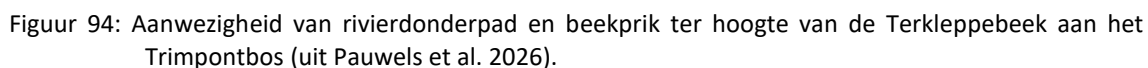
De drie meetpunten die voor deze studie opnieuw in gebruik genomen (TRIP002 en TRIP004) werden of nieuw geplaatst (TRIP005) werden twee keer bemonsterd. De analyseresultaten zijn weergegeven In Tabel 14.

Tabel 14: analyseresultaten voor het freatische grondwater in Trimpont.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
20/06/2024	TRIP002	640	6,7	180	0,015	0,015	0,03	0,20	94	55,0	13,6	5,7	97,6	10,25	1,44
04/12/2024	TRIP002	622	6,7	191	0,015	0,015	0,09	0,16	93	51,9	13,8	2,6	100,4	10,48	0,17
20/06/2024	TRIP004	860	6,9	456	0,015	0,015	0,03	10,34	28	42,2	22,3	8,8	120,4	14,12	34,36
04/12/2024	TRIP004	668	6,5	264	0,015	0,015	0,01	2,39	86	36,6	20,1	3,3	101,5	12,20	19,20
20/06/2024	TRIP005	636	7,2	202	0,015	0,015	0,05	0,02	118	32,5	10,9	4,4	100,7	13,70	1,32
04/12/2024	TRIP005	647	7,1	223	0,015	0,015	0,01	0,02	121	30,2	10,7	1,3	107,4	14,98	1,23

Het grondwater is in alle stalen mineraalrijk met hoge bicarbonaat concentraties en hoge pH's, calcium en magnesiumconcentraties. Alle stalen behalve één uit TRIP004 hebben een elektrische geleidbaarheid van ongeveer 650 µS/cm. De pH ligt met een waarde van +/- 7 overal ongeveer gelijk. Nochtans is het grondwater hier niet oververzadigd aan bicarbonaat (Figuur 93) waardoor er nergens kans is op travertijnvorming. Het brondebiet is overigens overal zo laag dat organisch materiaal (vallende bladeren van bomen ed.) niet door het water afgevoerd worden en er geen echte bronkuilen en bronbeekjes ontstaat waarin abundante mosvegetaties kunnen ontwikkelen, laat staan travertijn afzetten.

De duiker op de zuidelijke bronbeek is daarbij een prioritair op te lossen vismigratieknelpunt. Stroomopwaarts op de westelijke bronbeek liggen een aantal knelpunten sedimentaanvoer die zo snel mogelijk aangepakt moeten worden. Deze zorgen immers voor nutriënt- en sedimentaanvoer wat negatieve effecten heeft op beide soorten. Daarnaast is het verzekeren van een goede habitatkwaliteit essentieel om beide soorten hier te behouden.



Ter hoogte van het Trimpontbos komen zowel gewone bronlibel als gewone beekloper voor. Het aantal waarnemingen is hier eerder beperkt maar heeft vermoedelijk meer te maken met de meetinspanning. Iets naar het noorden worden beide soorten een pak meer waargenomen in het Hayesbos waar over het algemeen meer waarnemingen van soorten zijn.

Het Trimpontbos bestaat uit een lappendeken van versnipperde bosfragmenten, graslanden, akkers en verspreide bebouwing. Veel percelen zijn privé-eigendom waardoor grootschalige herstelmaatregelen (nog?) niet uit te voeren zijn. Het gebied ligt wel in SBZ-gebied waardoor op termijn de situatie zou moeten verbeteren.

Tijdens deze studie werd duidelijk dat de variatie in grondwatertafelschommelingen groter is dan oorspronkelijk gedacht (zie Figuur 90). Dat er een verdrogend effect is staat buiten kijf maar het is op dit moment niet mogelijk om duidelijke conclusies te trekken over de exacte impact van de drainage. Duidelijk is wel dat er verschillende brongebieden aanwezig zijn die in het verleden aan drainage ontsnapt zijn en nog een zeer constante toestroom van bronwater kennen (zie Figuur 89, TRIP005). Daarnaast zijn er andere zones die diep ontwaterd zijn, en erg

diepe grondwaterstanden kennen in de zomer (zie Figuur 89, TRIP004). De inspanningen die in deze studie gebeurd zijn, volstaan niet om de problematiek van hydrologisch herstel in Trimpontbos op een voldoende manier in beeld te brengen. Hier zullen nog inspanningen met een uitgebreider meetnet aan grondwatermeetpunten en peilschalen voor oppervlaktewaterpeilen noodzakelijk zijn.

3.5.8.2 Knelpunten inzake waterkwaliteit

Ook het beeld van de waterkwaliteit is zonder twijfel onvolledig met de erg beperkte set van meetpunten in een gebied dat zo divers is als Trimpont. Op het eerste gezicht is de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit erg goed, met geen meetbare orthofosfaat, nitriet of ammonium. Ook de nitraatconcentraties zijn over het algemeen laag. Maar uit de beperkte set van meetpunten blijkt ook dat bijvoorbeeld de geïsoleerde bewoning ten noorden van de Terkleppenbeek in het eigenlijke Trimpontbos (s.s.) voor nutriëntenproblemen zorgt, zowel in grond als in oppervlaktewater. Het heeft er alle schijn van dat de verspreide bebouwing voor oppervlaktewaterkwaliteitsproblemen zorgt, die niet buitensporig groot zijn, maar toch aanwezig zijn (verhoogde nitraatconcentraties in oppervlaktewater). Op basis van de meetresultaten van zowel de grond- als oppervlaktewaterkwaliteit lijkt het aangewezen om in te zetten op het beperken van afvalwater dat het gebied zomaar kan instromen (zowel via oppervlakte- als grondwater).

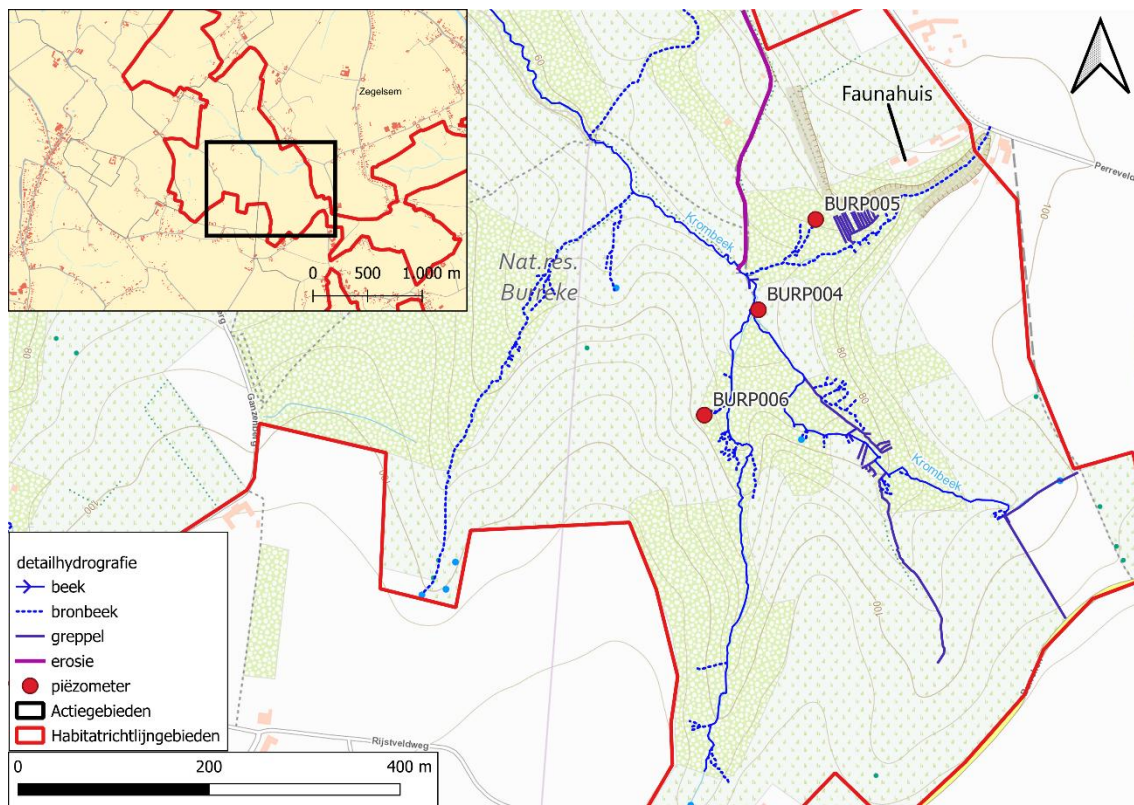
3.5.8.3 Knelpunten inzake erosie

Een zeer belangrijk probleem in het gebied is de aanwezige erosie. Hier wordt zichtbaar een flinke hoeveelheid erosiemateriaal verzet door piekafvoeren in de waterlopen. Overal in het gebied zijn kleinere en grotere erosie en sedimentatielocaties te vinden die echter nooit de omvang aannemen van de andere onderzochte gebieden (met uitzondering van Brakelbos waar er geen grote problemen werden vastgesteld. Maximaal inzetten op bosuitbreiding en habitatverbinding lijkt hier dan ook aangewezen. Oppervlakkige afstroom van neerslagwater over akkers zorgt voor piekafvoeren in de Terkleppebeek en de noordwestelijke beek. Die piekafvoeren werden echter niet bemeten. Hier een meetcampagne opstarten kan op korte termijn (na één of twee jaar meten) al een beeld vormen van de omvang van de problematiek. In ieder geval is nu al duidelijk uit de gemodelleerde sedimentvrachten op de prioritaire erosie/sedimentatieknelpunten (zie Figuur 88) dat het om een aanzienlijk probleem gaat. De Terkleppebeek snijdt daardoor steeds dieper in en draineert zo naar alle waarschijnlijkheid het gebied steeds meer. Vermoedelijk moet hier een heel programma aan kleinschalige erosiebestrijding uitgerold worden (kleine sedimentvangen, akkerrandenbeheer, gericht bebossen van de steilste terreinen onder landbouw. Alleen is een duidelijk overzicht, met de huidige kennis, op dit ogenblik niet te maken.

3.6 BURREKEN

3.6.1 Situering

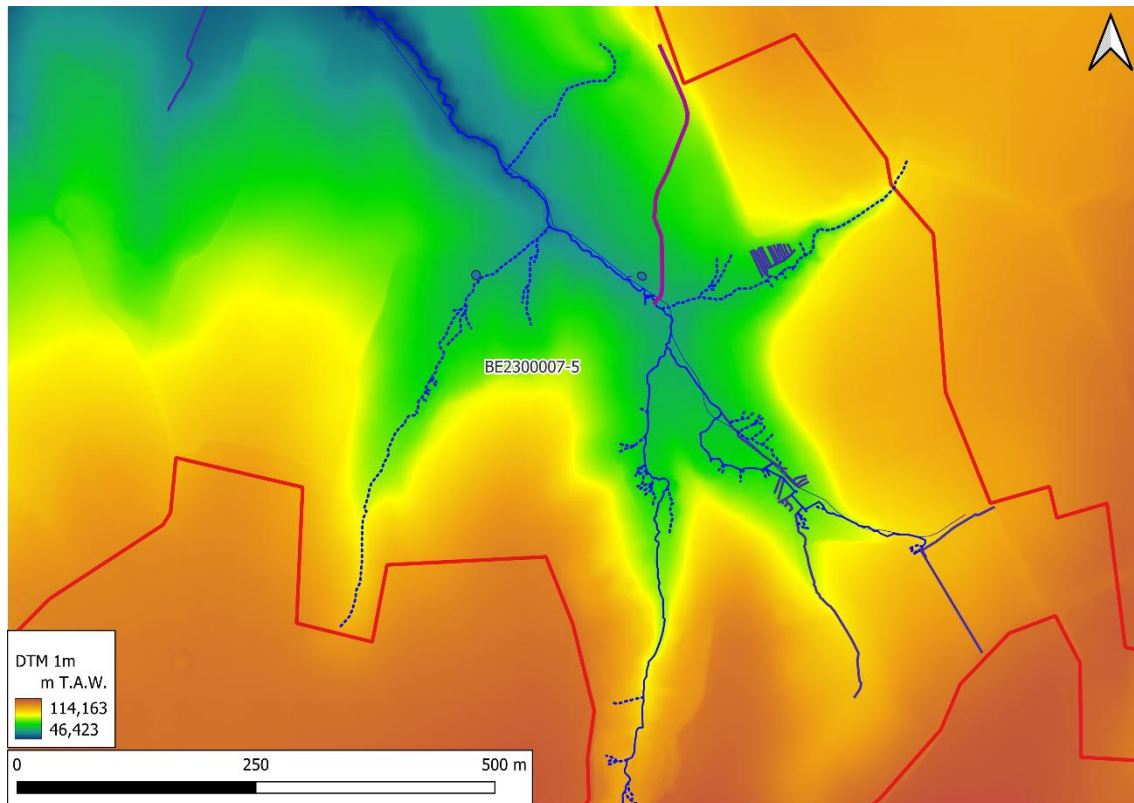
Het actiegebied ligt in het natuurgebied 't Burreken dat op de grens ligt tussen de gemeenten Maarkedal (deelgemeente Schorisse) in het westen en Brakel (deelgemeente Zegelsem) in het oosten. Het grootste deel van de oppervlakte ligt in de gemeente Brakel. Dit natuurgebied maakt onderdeel uit van het SBZ-deelgebied BE2300007-5 (Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuid-Vlaamse bossen) met een oppervlakte van 278 hectare. Slechts een beperkt deel is eigendom van en wordt beheerd door Natuurpunt. Het Burreken bestaat uit een afwisseling van bossen en graslanden.



Figuur 95: Situering van het actiegebied in het Burreken met aanduiding van de piëzometers en de detailhydrografie.

3.6.2 Topografie en Hydrografie

Het Burreken heeft een vrij sterk reliëf en is gelegen langs de westflank van een noordelijke uitloper van de (hoofdzakelijk oost-west georiënteerde) heuvelrug van de Vlaamse Ardennen (zie ook Figuur 4). Centraal door het gebied stroomt de Krombeek waarin een aantal beekjes uitmonden. Langs die, soms diep in het landschap ingesneden, valleitjes zijn tal van bronnetjes te vinden. De Krombeek stroomt in noordwestelijke richting, naar de Maarkebeek.



Figuur 96: DHMI overzicht van het Burreken.

Ter hoogte van het noordoostelijk zijvalleitje aan het faunahuis treedt ravijnvorming op (zie verder onder §3.6.3.3 bodem en erosie).

3.6.3 Geohydrologie

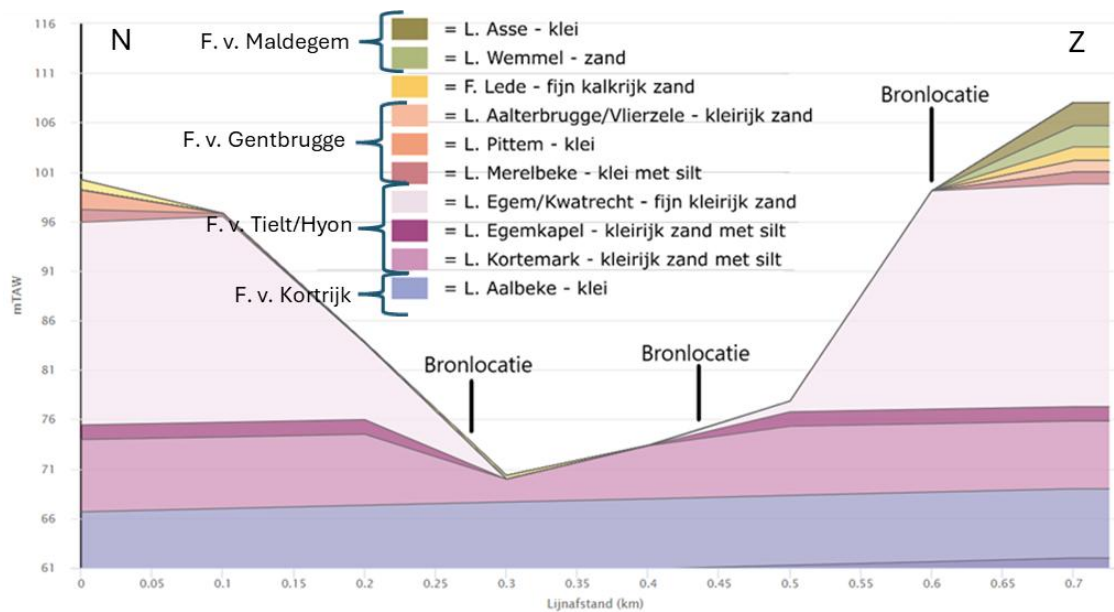
3.6.3.1 Tertiaire geologie

Bovenop de heuvels ten zuiden en oosten van het Burreken dekt de formatie van Formatie van Maldegem de heuveltop af. Op de tertiair geologische kaart wordt deze enkel maar weergegeven in het zuiden. Bij recentere herinterpretatie van de lithostratigrafische gegevens die gebruikt worden om de geologische dwarsdoorsneden mee te genereren, komt die formatie wel voor in het oosten (zie Figuur 98 en Figuur 99).

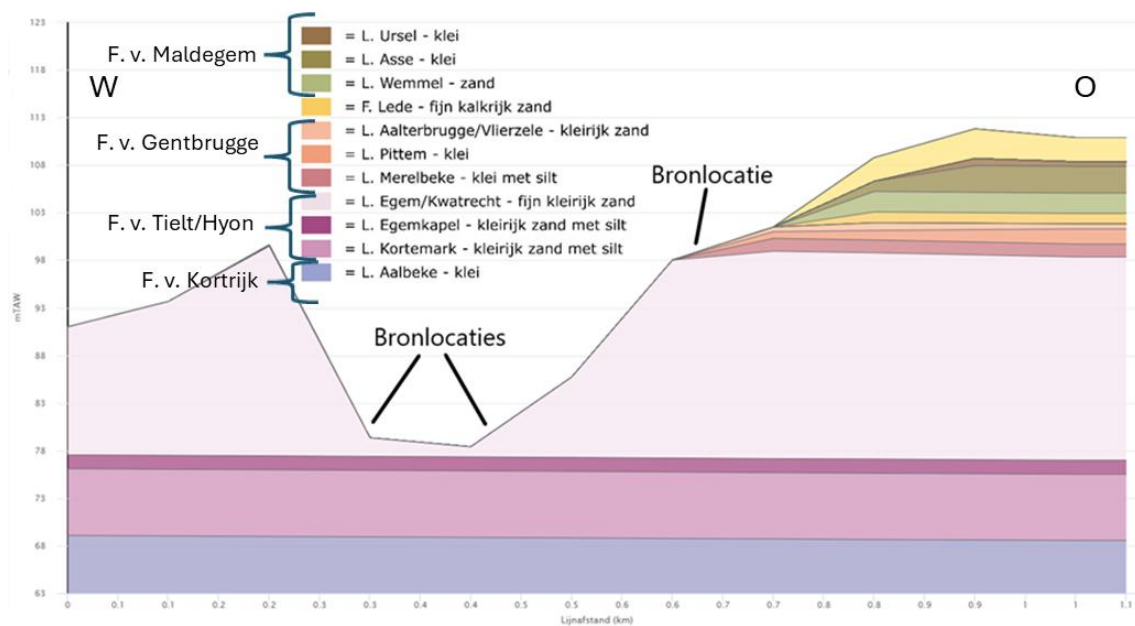
Hieronder ligt de formatie van Lede, met kalkrijke zanden, die eveneens over de volledige heuvelkruin voorkomt. Onder de Formatie van Lede is de formatie van Gentbrugge te vinden, die bovenaan bestaat uit het lid van Vlierzele, een zandige afzetting, met daaronder klei van het lid van Merelbeke (en mogelijks ook het lid van Pittem). Op die kleilaag is het bovenste bronniveau te vinden, de zgn. Gentbrugge-Vlierzele bron (vroeger Paniseliaanbron genoemd). Het merendeel van de bronnen lijkt hier echter op een lager niveau te ontspringen. Onder de klei van Merelbeke ligt de formatie van Tielt/Hyon die met het lid van Egem (fijne mineraalhoudende zanden) de belangrijkste watervoerende laag is.

In alle andere in deze studie onderzochte gebieden dagzoomt langs de helling ook nog de formatie van Kortrijk. Aangezien het Burreken een viertal kilometer meer naar het noorden ligt ten opzichte van de andere onderzochte gebieden, en de tertiair geologische lagen met een helling van ca 2% in noordelijke richting afhellen, is de klei van Aalbeke, het bovenste lid van de

Op Figuur 98 wordt een noord-zuid dwarsdoorsnede weergegeven. Op de figuur worden de Tielt/Hyon-Egem-bronniveaus aangeduid. Ze komen effectief aan de voet van de helling voor. Het is in dit bronniveau dat de actueel actief bemeten grondwatermeetpunten staan (zie verder). Hoger op de helling is de Gentbrugge-Vlierzele-bron (ex-Paniseliaan-bron) te vinden. Anders dan bijvoorbeeld in het Brakelbos, staan in het Burreken geen grondwatermeetpunten in dat bronniveau.



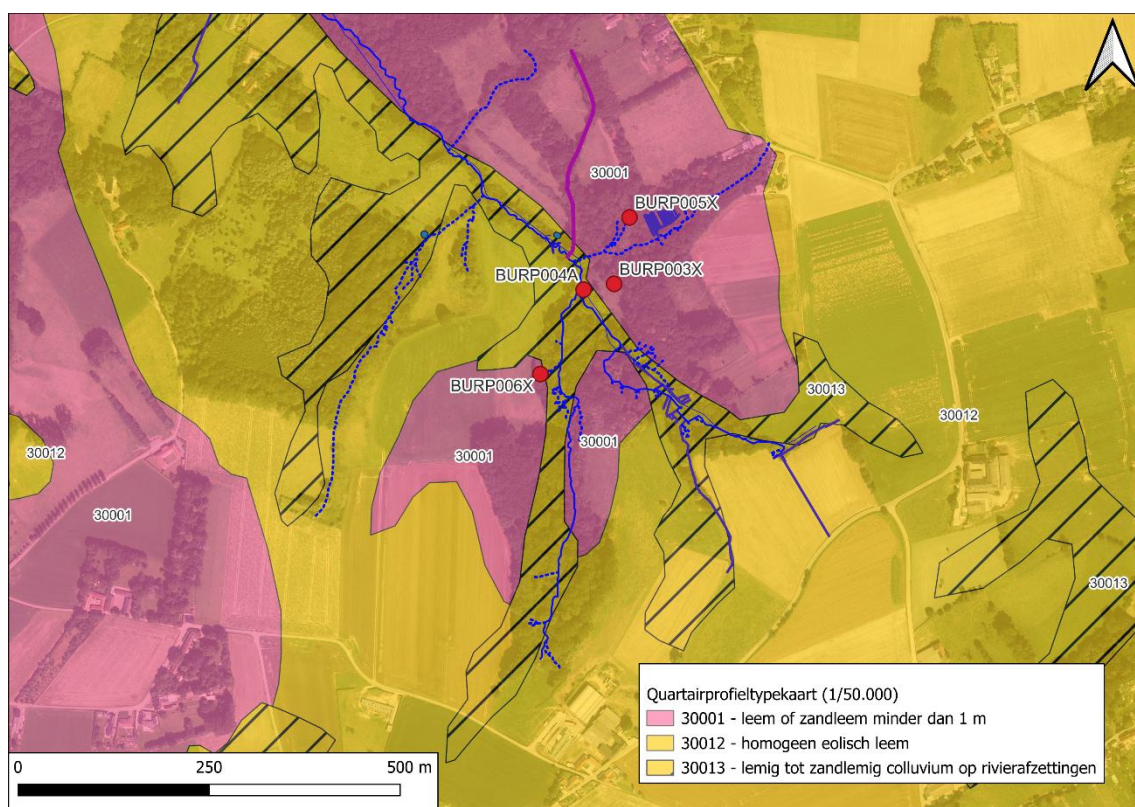
Figuur 98: Geologische N-Z dwarsdoorsnede doorheen de vallei met indicatieve aanduiding van de bronlocaties.



Figuur 99: Geologische W-O dwarsdoorsnede doorheen de vallei met indicatieve aanduiding van de bronlocaties.

3.6.3.2 Quartaire geologie

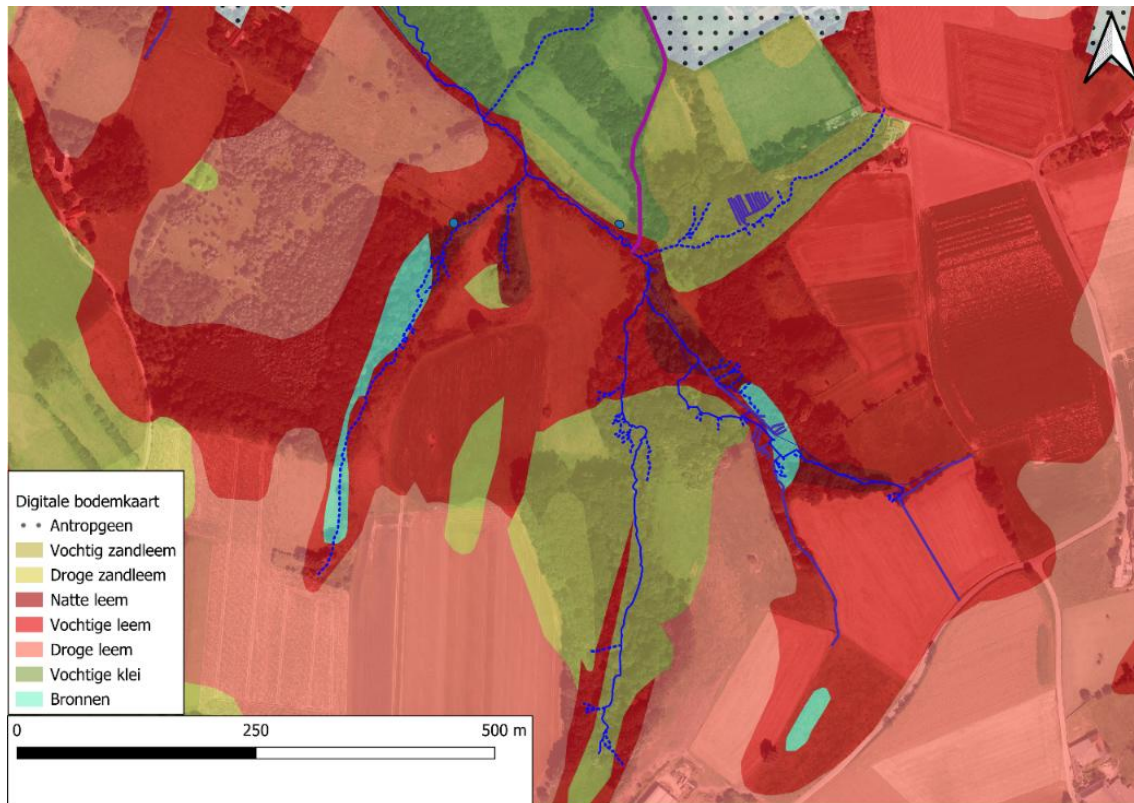
Ook hier liggen de typische quartaire afzettingen zoals gezien in de rest van de actiegebieden. Ter hoogte van de bronbeken is colluviaal materiaal afgezet op de eolische en rivierafzettingen (profieltype 30013). Op een aantal hellingen liggen pakketten lemig tot zandlemig materiaal van > 1 m (profieltype 30001). De rest van het gebied wordt aangeduid met homogene eolische leemafzettingen (profieltype 30012).



Figuur 100: Quartaairprofieltypekaart (1/50.000) (Bogemans & Van Molle, 2005) voor het actiegebied in het Burreken.

3.6.3.3 Bodem en erosie

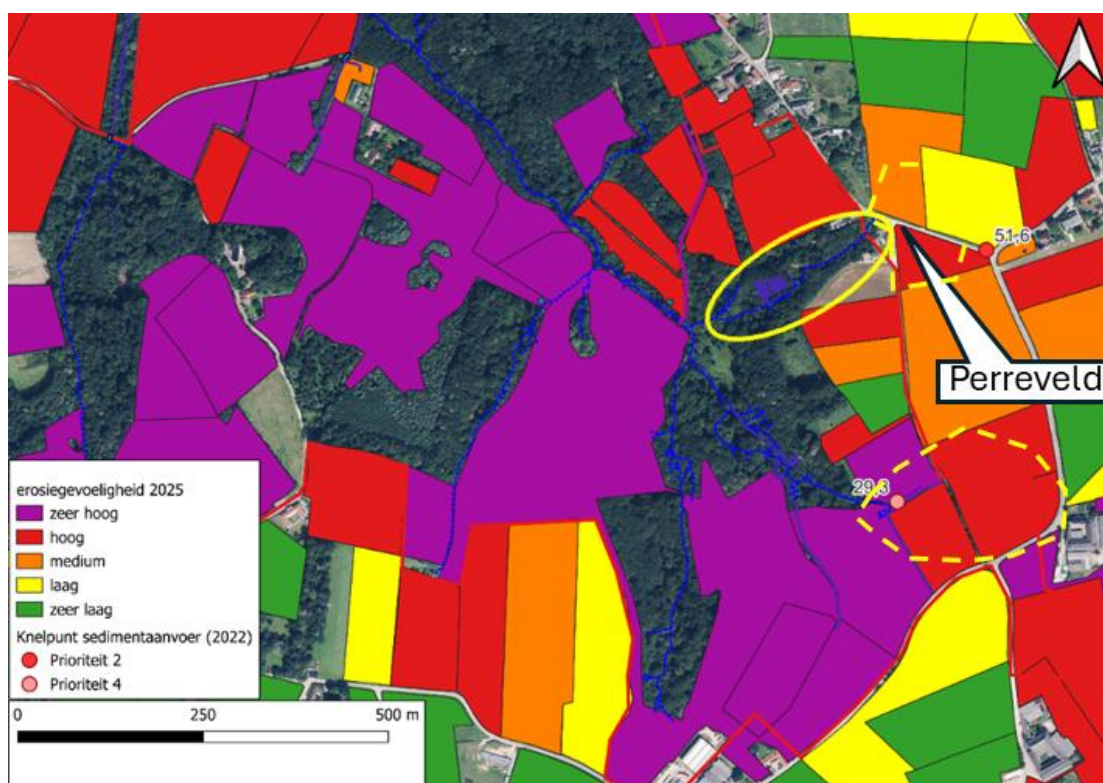
De bodem bestaat grotendeels uit de combinatie van vochtig tot natte leem en vochtige tot droge zandleem. Op de hellingen komt meer droge leem voor. In het noorden wordt vochtige klei aangeduid. In tegenstelling tot het zuiden, waar vooral vochtige leem en zandleem voorkomen, liggen hier zo goed als geen bronnen. Vermoedelijk zijn ze afgedekt door de kleibodem. Waar zandleem aangeduid is, komen dan weer wel bronnen voor. Op een aantal plaatsen komt ook bodemtype "B" voor. Hier komt een variatie aan textuurklasse, profielontwikkeling en drainageklasse op korte afstand voor. Dit neemt natuurlijk niet weg dat dit op andere plaatsen waar bronnen voorkomen ook zo is.



Figuur 101: Digitale bodemkaart t.h.v. het Burreken.

De erosiegevoeligheid van de overgrote meerderheid van de percelen in en direct rond het Burreken wordt hoog tot zeer hoog ingeschat. Het merendeel van de percelen dat aan de bosfragmenten grenst, heeft een zeer hoge gevoeligheid (paars op Figuur 102). Op basis van de veldwaarnemingen treedt quasi overal ook effectief aanzienlijke erosie op in de omgeving van de bronbeken.

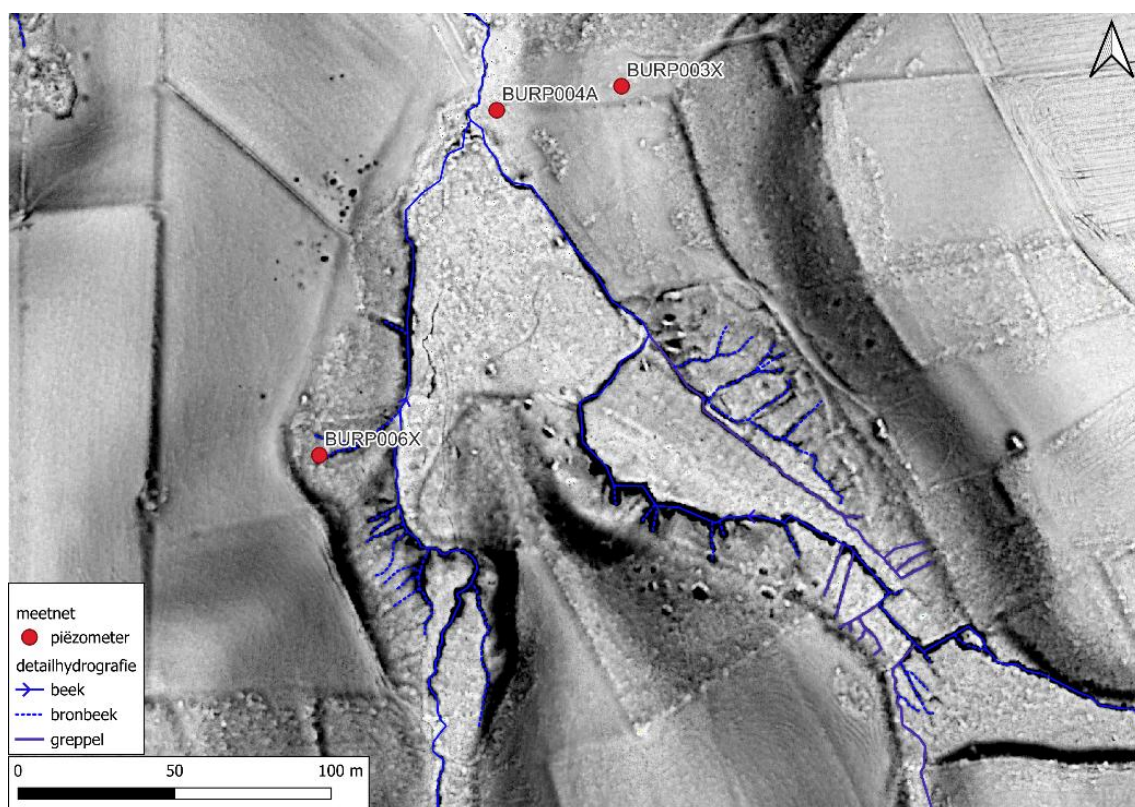
Er werd voor het gebied van het Burreken slechts één prioritair erosieprobleem gemodelleerd, aan de zuidoostelijk gelegen bron van de krombeek, waar er geschat wordt dat 29.3 ton sediment/jaar wordt weg geërodeerd en lager op de helling afgezet. Verder naar het noorden (maar niet direct aan het gebied grenzend) ligt nog een knelpunt met een modelwaarde van 51.6 sediment/jaar.



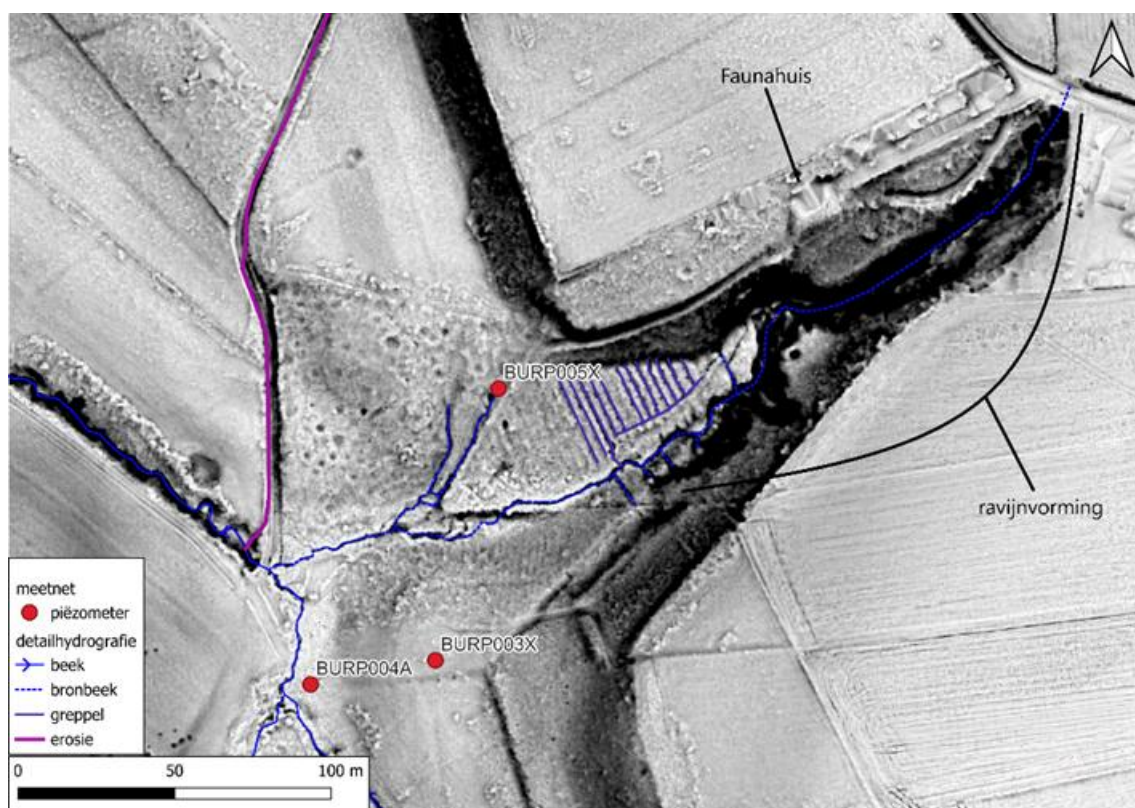
Figuur 102: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het Burreken (DOV, 2025).

Dat zuidoostelijk gelegen erosieprobleem wordt geïllustreerd in Figuur 104. Daar ontstaan op dit ogenblik diepe erosiegeulen waardoor de Krombeek zich dieper in het landschap lijkt in te snijden. Het oppervlakkig afstromende neerslagwater dat deze erosie veroorzaakt, is afkomstig van bovengelegen akkers (in gele stippellijn aangeduid op Figuur 102).

Voor het meest spectaculaire probleem, in de noordoostelijke zijvallei, net ten zuiden van het zgn. Faunahuis, werd de inschatting van de hoeveelheid getransporteerd sediment echter niet gemaakt (geel omlijnd op Figuur 102). Hier neemt de erosie erg extreme vormen aan, vergelijkbaar met de situatie in het Beiaardbos (zie §3.2.3.3). Het heeft er alle schijn van dat de omvang van het probleem hier beduidend groter is dan de twee bovengenoemde “prioritaire” problemen. In dat noordoostelijke zijvalleitje sleurt afstromend neerslagwater grote hoeveelheden sediment mee van uit de helling (zie Figuur 104). De erosieproblemen ontstaan hier niet links en rechts naast het beekje maar vanaf het boven gelegen Perreveld waarop bij hevige neerslag zowel vanuit het noordwesten als vanuit het zuidwestwesten water komt toegestroomd en ter hoogte van de knik in de weg naar beneden valt in het kleine valleitje. Dat water is niet alleen afkomstig van de het verharde wegdek, maar ook van de akkers die direct ten noordoosten van de weg liggen (zone in gele stippellijn aangeduid op Figuur 102). Hier is een actief proces van ravijnvorming volop aan de gang dat bij elke flinke regenbui verder gezet wordt. Onderaan de helling, waar het topografische verhang van de beek afneemt, stapelen brokstukken van bouw materiaal, dode bomen en allerlei afval zich op. De bronbeek in dit ravijn wordt gekenmerkt door hoogteverschillen in de vorm van kleine watervalletjes en is ontoegankelijk door omgevallen bomen en losliggend puin.



Figuur 103: Overzicht van de Krombeekvallei en zuidelijke zijvallei op het DHM Vlaanderen II, Skyview factor 0.25m.



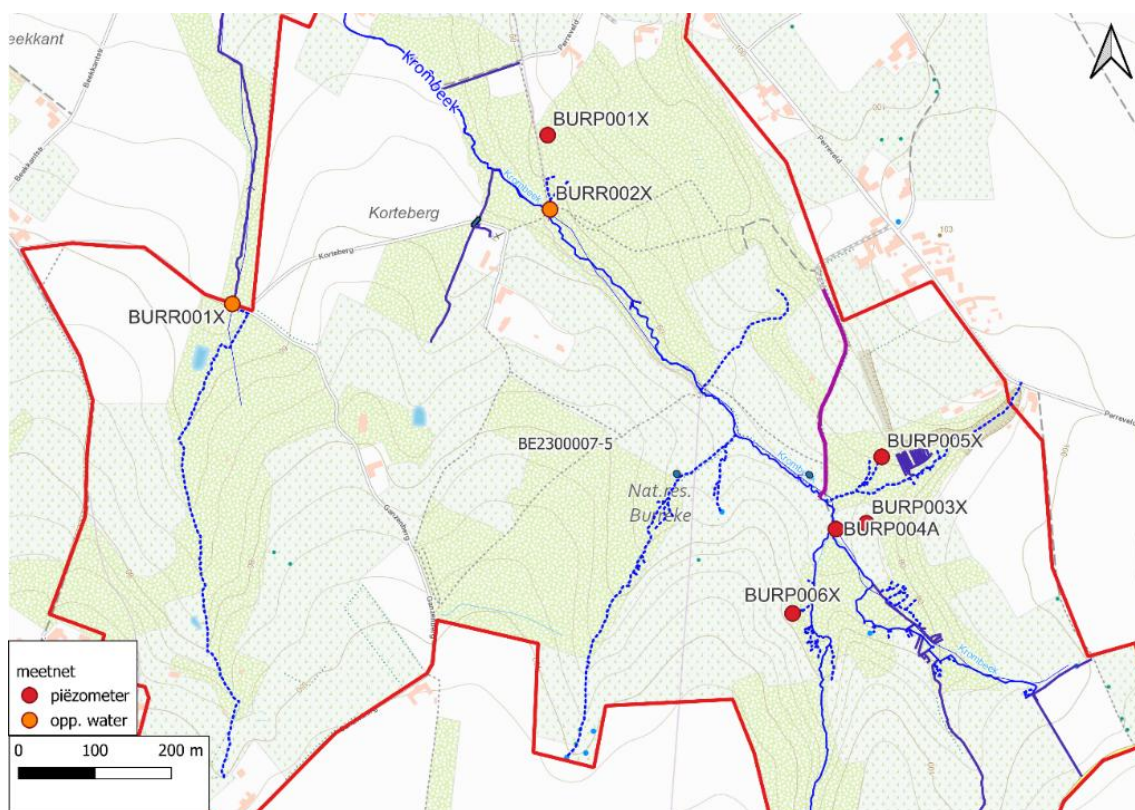
////////////////////////////////////

Figuur 104: Overzicht van de noordoostelijke zijvallei op het DHM Vlaanderen II, Skyview factor 0.25m.

In feite is erosie en ravijnvorming een natuurlijk proces in dit soort landschap, maar dat wordt hier uiteraard versterkt door ontbossing en de toename van piekdebieten als gevolg van de toename van oppervlakkige afvoer van regenwater (dat onder akkers veel minder makkelijk infiltreert dan onder bos of grasland). Landgebruik zorgt al langer voor meer bodemerosie maar ook klimaatverandering zorgt voor een versterking van ravijnvorming (Vanmaercke *et al.*, 2016). Hier moeten maatregelen dus de stroomsnelheid en kracht van het water beperken om verdere instorting van de helling te voorkomen.

3.6.4 Grondwaterdynamiek

In totaal staan in het Burreken drie actieve grondwatermeetpunten. Net zoals in het Trimpontbos zijn er in het verleden hier al meetpunten geplaatst (De Becker *et al.*, 2004). Ze werden echter niet meer teruggevonden. Er werden drie nieuwe meetpunten geïnstalleerd.



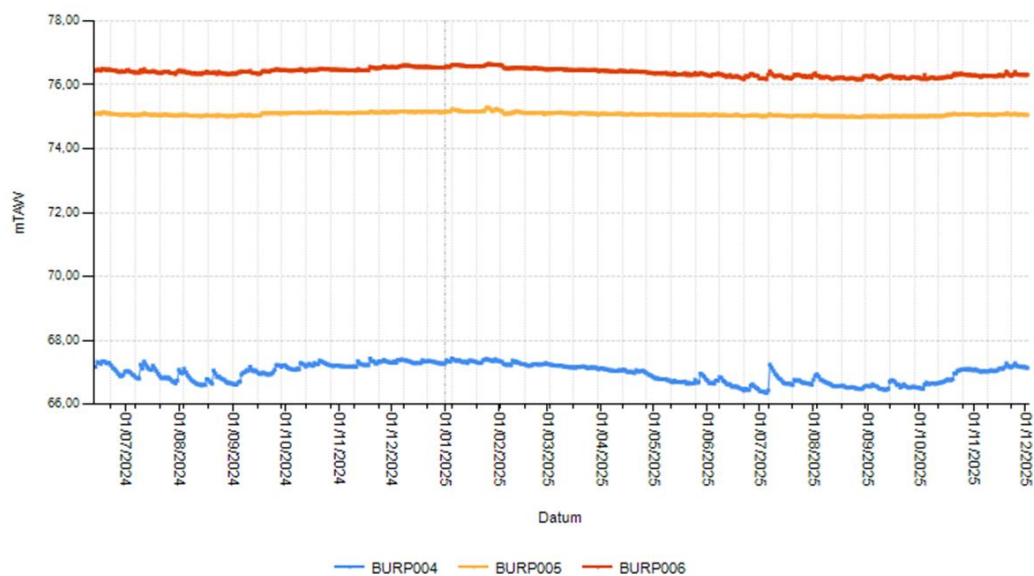
Figuur 105: Aanduiding van grond- en oppervlaktewatermeetpunten t.h.v. het Burreken.

Grondwatermeetpunt BURP004 werd op dezelfde plek gezet waar de vroegere, intussen verdwenen versie van dit meetpunt gestaan moet hebben. BURP004A werd ten oosten van de Krombeek geplaatst in een drassige zone waar veel Reuzenpaardenstaart maar ook Watermunt staat (Afbeelding 10).



BURP006 is in de bron zelf gezet terwijl BURP005 iets boven de bron staat. Hierdoor liggen de grondwaterpeilen aan BURP005 rond 45 – 50 cm onder maaiveld terwijl die van BURP006 rond maaiveld liggen. Meetpunt BURP004 ligt in de vallei van de Krombeek. De tijdreeks vertoont een veel grotere dynamiek in het grondwaterpeil. De seizoenale fluctuaties zijn veel duidelijker; in de bronzones komt dermate veel grondwater toegestroomd dat het effect van evapotranspiratie grotendeels gecompenseerd wordt. In de vallei, weg van (i.e. lager dan) de effectieve bronzones, is dat niet het geval. Er is niet zo'n groot verschil in fluctuaties tussen de zomer van 2024 en 2025 hoewel het neerslagoverschot in beide zomers sterk verschillend was. Dat feit, gecombineerd met de beperkte totale amplitude van om en bij de 60-90 cm op jaarbasis suggereert dat in de vallei toch ook nog sprake is van toestromend grondwater (kwel) dat gedraineerd wordt.

BURP004 ligt in de vallei waar het maaiveld op een hoogte van 67.53 m T.A.W. ligt. In de huidige bemeten periode zakt het grondwater hier tot 1 meter weg onder maaiveld tot 66.51 m T.A.W..



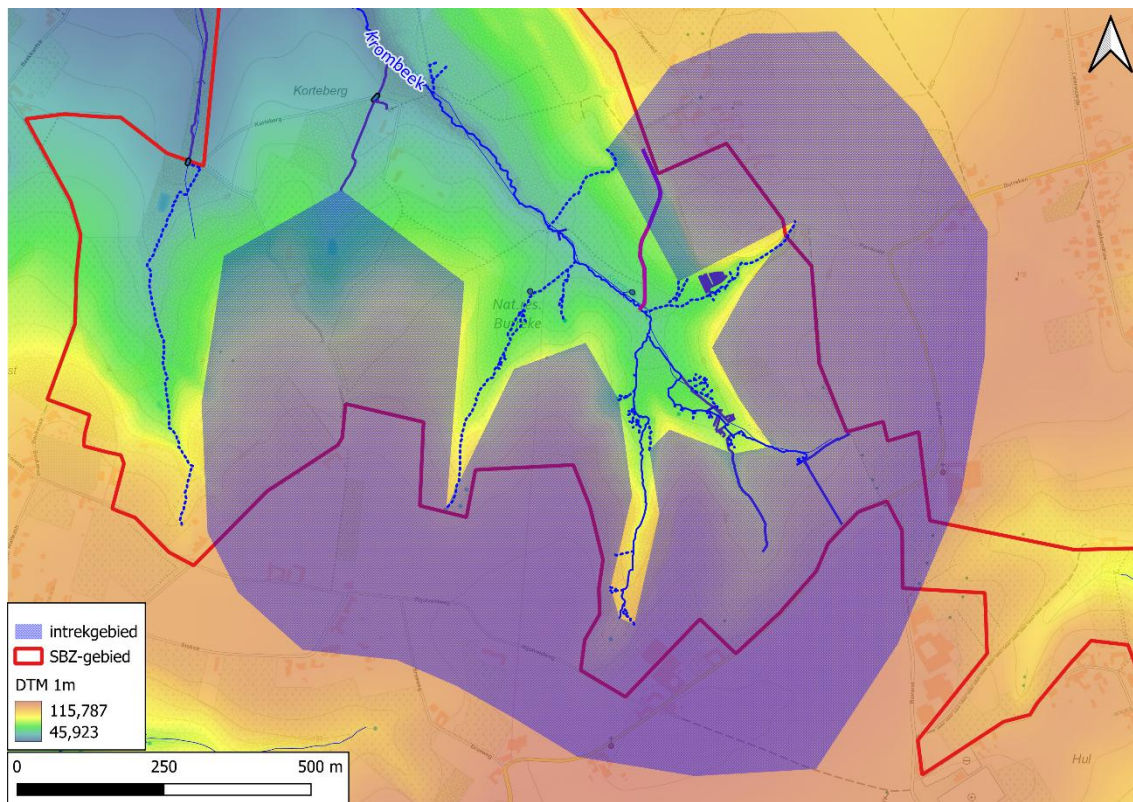
(Bron: data.inbo.be/watina)

Figuur 107: Tijdreeksen van stijghoogten (in m T.A.W.) van de grondwater in het Burreken.

3.6.4.2 Situering van het infiltratiegebied

Op Figuur 108 wordt een indicatieve inschatting gemaakt van het infiltratiegebied van de bekeken bronnen in het Burreken. De grote omvang van het waarschijnlijke infiltratiegebied en de afwezigheid van (bekende) grondwaterwinningen en de grote omvang van de watervoerende laag hier, verklaart het vrij groot brondebiet.

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



Figuur 108: Ruwe schatting van het infiltratiegebied voor de bronnen in het actiegebied Burreken.

3.6.5 Grondwaterkwaliteit

In Tabel 17 worden de analyseresultaten voor het grondwater in het Burreken weergegeven.

Tabel 17: analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Burreken.

datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO ₃	N-NO ₂	P-PO ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	SO ₄	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot
d/m/y	code	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
20/06/2024	BURP004	899	7,0	580	0,015	0,015	0,01	0,27	3	25,9	14,7	2,9	159,3	18,62	18,39
04/12/2024	BURP004	1.047	6,8	711	0,015	0,015	0,01	0,35	3	24,1	14,9	2,2	188,7	22,69	32,22
20/06/2024	BURP005	833	7,3	323	0,015	0,015	0,02	0,02	127	41,1	10,1	5,4	146,4	15,17	0,05
04/12/2024	BURP005	804	7,2	316	0,015	0,015	0,01	0,02	127	41,0	10,3	3,3	146,7	15,44	0,05
20/06/2024	BURP006	790	7,4	374	0,015	0,015	0,03	0,02	73	35,0	10,4	7,4	134,2	15,58	0,05
04/12/2024	BURP006	779	7,3	374	0,015	0,015	0,04	0,02	76	34,5	9,8	6,5	138,5	16,53	0,05

Het valt meteen op dat het grondwater hier, in vergelijking met de andere bestudeerde gebieden in de Vlaamse Ardennen, wel zeer mineraalrijk is. Alle grondwaterstalen hebben een hoge geleidbaarheid van rond 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Het tweede staal van BURP004 heeft een geleidbaarheid van 1047 $\mu\text{S}/\text{cm}$ maar dit komt eerder door de hogere ijzer en calciumconcentraties en niet per se door vervuiling. De pH ligt bij alle stalen rond 7. De concentraties bicarbonaat en calcium liggen overal zeer hoog.

Op een zgn. Temkin-adsorptie diagram kan worden nagegaan of er potentie is voor kalktufvorming (Figuur 109). De analyseresultaten voor de drie bemonsterde punten geven punten die allemaal gelegen zijn in het oververzadigde gebied van de grafiek. Travertijnvorming is dus mogelijk. In de realiteit wordt een bescheiden hoeveelheid aangetroffen in een aantal bronbeekjes. De variatie in chemische samenstelling van het grondwater in dit gebied is groter dan wat in de loop van deze studie bemonsterd werd; er zijn hier hoger op de helling locaties waar mineraalmer water uit de formatie van Gentbrugge uittreedt; in de beperkte set van

The graph plots pH (x-axis, 5.5 to 8) against Hardness in DGH (y-axis, 0 to 2000). A blue curve represents the saturation boundary. The area above the curve is labeled 'Oververzadigd gebied' (oversaturated region), and the area below is labeled 'Onverzadigd gebied' (undersaturated region). Data points for various locations are plotted as stars:

- BURP004 (purple star) at approximately (6.8, 750)
- BURP005 (yellow star) at approximately (7.2, 300)
- BURP006 (green star) at approximately (7.4, 350)
- BURR001 (red star) at approximately (7.9, 200)
- BURR002 (orange star) at approximately (8.0, 350)

Most data points are located in the undersaturated region, indicating that the water is not saturated with respect to the carbonate minerals at those locations.

Op vlak van nutriënten is het grondwater in dit gebied “*on-Vlaamse Ardennen-achtig*” zuiver! Er werd geen nitriet en orthofosfaat gemeten. Op vlak van nitraat zijn het zeer lage concentraties (ongezien voor deze regio) die dicht bij de bepaalbaarheidsgrens liggen. Ammonium werd enkel in kleine concentraties gemeten in BURP004. Hier lijkt dus wel iets van actieve vervuiling aanwezig.

datum	meetpunt	EC25 µS/cm	pH	HCO3 mg/l	NO3-N mg/l	NO2-N mg/l	NH4-N mg/l	PO4-P mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fetot mg/l
25/04/2001	BURP004	902	6,7	495	0,050	0,005	0,10	0,010	120	57,0	29,8	0,8	172,0	18,60	16,64
29/07/2003	BURP004	860	6,9	440	0,050	0,005	0,10	0,036	86	58,2	27,2	2,1	147,0	15,60	0,52
20/06/2024	BURP004	899	7,0	580	0,010	0,015	0,27	0,015	3	25,9	14,7	2,9	159,3	18,62	18,39
04/12/2024	BURP004	1047	6,8	711	0,010	0,015	0,35	0,015	3	24,1	14,9	2,2	188,7	22,69	32,22

Bij BURP004 is er zo goed als geen sulfaat aanwezig. Bij de andere meetpunten werd wel een verhoging gemeten. In vergelijking met het begin van deze eeuw is de afname echt spectaculair. Een trend die op wel meer plaatsen in Vlaanderen te zien is en meer dan waarschijnlijk rechtstreeks het gevolg is van de opeenvolgende mestactieplannen. Chloride is aanwezig in het

3.6.7 Biotiek

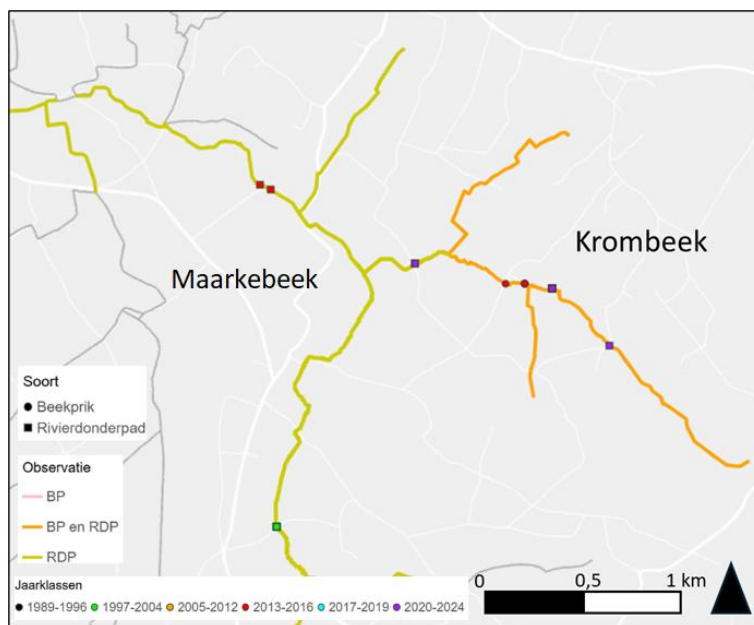
3.6.7.1 Vuursalamander

Het Burreken (en bij uitbreiding de Ganzenberg) herbergt een populatie vuursalamanders. Op vlak van populatie en genetica scoren ze gunstig. Op vlak van habitat scoren ze voldoende. De grootste knelpunten vormen hier versnippering, inspoeling van nutriënten en beperkte genetische uitwisseling met meer zuidelijk gelegen populaties. Er wordt best ingezet op het verbinden van de bosfragmenten en het omvormen van populieraanplanten. Op lange termijn wordt best verbinding gemaakt met de deelpopulaties aanwezig ten oosten van de straten Kanakkendries en Rovost.

3.6.7.2 Vissen

Op de Maarkebeek komt enkel rivierdonderpad voor. In 2014 werd beekprik gevangen op de Krombeek maar het is twijfelachtig of deze nog aanwezig is. In 2024 is tijdens een bemonstering geen enkele beekprik meer gevangen. Het is niet uitgesloten dat er nog beekprik aanwezig kan zijn maar het gaat hier alleszins om een zeer kleine populatie. De reden van de achteruitgang lijkt hoofdzakelijk de instroom van sediment te zijn. Een specifieke locatie is de Weverbeekstraat waar naast een aantal vismigratieknelpunten ook erosie een duidelijk probleem vormt.

De rivierdonderpad doet het een stuk beter in de Krombeek, in 2021 werden er nog gevangen (zie figuur). Uit mondelinge communicatie (niet in de data van Pauwels et al. 2026) bleken in 2024 ook juveniele rivierdonderpadjes gevangen te zijn op de Krombeek.



Figuur 110: Aanwezigheid van rivierdonderpad en beekprik ter hoogte van de Maarkebeek en Krombeek (uit Pauwels et al. 2026).

3.6.7.3 Insecten

Gewone bronlibel en gewone beekloper komen beide voor in het gebied maar werden niet waargenomen tijdens het veldwerk. Voor gewone bronlibel is het Burreken één van de meest noordelijke gebieden waar sprake is van een populatie. Meer noordelijke waarnemingen zijn vermoedelijk eerder zwervende individuen.

3.6.8 Knelpunten en aanbevelingen

3.6.8.1 Knelpunten voor grondwaterdynamiek

Voor wat grondwaterdynamiek betreft, zijn er, op basis van de beperkte set van meetpunten, geen problemen vast te stellen. Alvast de Tielt/Hyon-Egem-bronnen kennen een constant debiet dat kennelijk niet beïnvloed wordt door het optreden van natte of droge jaren (zoals resp. in 2024 en 2025).

3.6.8.2 Nutriënten in grond- en oppervlaktewater

Op vlak van grondwaterkwaliteit gaat het hier (opnieuw op basis van een erg beperkte set van meetpunten) over uitermate proper water. Er kon in één meetpunt (BURP004) worden vastgesteld dat de grondwaterkwaliteit sinds het begin van deze eeuw een zeer sterke verbetering heeft doorgemaakt. In het beekwater van de Krombeek daarentegen zijn er wel degelijk verhoogde nutriëntenconcentraties gemeten. Er moeten dus bronnen van vervuiling in het gebied zijn die in deze beperkte studie niet gedetecteerd werden. Of die nutriënten uit grondwater (bronnen), dan wel uit lozingspunten van afvalwater afkomstig zijn, is niet duidelijk. Hier moet gericht onderzoek naar gebeuren om daar een beter zicht op te krijgen. Nutriënten komen dus vermoedelijk met het oppervlaktewater mee. Afspoeling van nutriënten via afstromend (neerslag)water wordt best vermeden. Hierbij kunnen aan de randen van de graslandpercelen erosiedrempels geplaatst worden. Ook via de wandelpaden wordt veel sediment meegevoerd. Ook hier wordt best gekeken hoe het inslijten van die paden gestopt wordt door het plaatsen van erosiedrempels.

3.6.8.3 Erosieproblematiek

Een veel groter probleem hier is erosie die op een paar plaatsen buiten proportioneel groot is. Met stip op nummer één is de ravijnvorming in het noordoostelijke zijvalleitje van de Krombeek (net ten zuiden van het Faunahuis). Op deze plek wordt onwaarschijnlijk veel materiaal meegesleurd tijdens piekdebieten. De oorzaak ervan is versnelde afvoer van neerslagwater langs Perreveld; water dat voor een groot deel van de akkers ten noordoosten van die Perreveldstraat afstroomt (aangeduid in Figuur 102). Uit een eerste ruwe inschatting van de omvang van het probleem, lijkt het niet haalbaar om hier met kleinschalige maatregelen, de problemen opgelost te krijgen. De volumes water die hier naar beneden geleid worden zijn afkomstig van een te grote oppervlakte akker, om met de inzet van wadi's of drempels de klus te kunnen klaren. Dit werd recent duidelijk bij het aanleggen van een erosiedam aan de noordkant van de weg bij het Perreveld, waardoor de afstroom van sediment zich gewoon iets verder oostwaarts verplaats heeft (pers. med. Ann De Rycke). Het heeft er alle schijn van dat hier oplossingen moet uitgewerkt worden vergelijkbaar met de oplossingen die voorgesteld werden bij de bespreking van de (gelijkaardige) erosieproblematiek in het Beiaardbos (§3.2.8.3).

4 AANBEVELINGEN VOOR VERDERE MONITORING VAN DE HYDROLOGIE

Na het opmaken van een ecohydrologische systeembeschrijving werd per actiegebied (Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos, Brakelbos, Trimpontbos & Burreken) een oplistijng van knelpunten gemaakt. In Tabel 21 wordt een overzicht gegeven van de behandelde aandachtspunten. Daaruit komen een aantal hydrologische aandachtspunten naar voor.

Tabel 21: Samenvattende tabel met knelpunten in de zes bestudeerde actiegebieden in de Vlaamse Ardennen. (rood: probleem, groen: geen of beperkt probleem, ???? vermoedelijk te weinig info).

	Kluisbos	Beiaardbos	Muziekbos	Brakelbos	Trimpontbos	Burreken
Grondwaterpeil					????	
Drainagestructuren						
Grondwaterkwaliteit - nutriënten					????	????
Infiltratiegebied in orde						
Erosieproblemen IN het gebied						
Erosieproblemen aan de rand						

De huidige bemeten periode van de piëzometers volstaat eigenlijk niet om onderbouwde uitspraken te kunnen doen over de grondwaterdynamiek in de actiegebieden. Het bemeten jaar 2024 was uitzonderlijk nat en is dus niet representatief voor een gemiddeld jaar. 2025 was dan weer een uitzonderlijk droog jaar in de zomer. Idealiter wordt een langere periode bemeten om een goed idee te hebben van toestand. Om representatieve en betrouwbare karakteristieke grondwaterstanden (GXG's) te bepalen is in principe 7 jaar aan metingen noodzakelijk. Ook als er veranderingen optreden in het grondwaterregime, als gevolg van de verwachte klimaatwijziging, ingrepen zoals zandgroeves, drainagewerken, of natuurherstelwerken. De effecten kunnen maar ingeschat worden als er goede tijdreeksen ter beschikking zijn. Pas dan kan er geëvalueerd worden en gericht ingegrepen. Het is dus sterk aan te raden om het huidige, minimale netwerk aan huidige meetpunten te behouden en te blijven opvolgen. In principe staan alle meetpunten nu perfect in orde, ze zijn uitgerust met een hydrostatische datalogger die twee keer per dag registreert. De tijdsinvestering bedraagt 2 uitleesrondes per jaar.

Voor Trimpontbos en Burreken werd vastgesteld dat er onvoldoende meetpunten geïnstalleerd zijn en opgevolgd worden om een goed overzicht te krijgen van alle hydrologische knelpunten in die gebieden. Indien in de toekomst zou gepland worden om iets te doen aan de verdroging of instroom van nutriënten, dan moet er gericht gewerkt worden om het meetnet van op te volgen punten verder uit te bouwen. Dat kan alleen in overleg met de terreinbeheerders. Voor de vier andere gebieden lijkt het actuele meetnet te volstaan, tenzij er nog specifieke vraagstellingen zouden opduiken, anders dan deze die behandeld werden in deze studie.

De waterkwaliteit van de grondwatermeetpunten werden in kader van deze studie tweemaal per jaar bemeaten. Hierbij wordt getracht om vijfjaarlijks de grondwaterkwaliteit in meetpunten te bemeaten.

Idealiter wordt in een aantal beken ook peilschalen geplaatst waarmee het oppervlaktewaterpeil gemeten kan worden. Indien gewenst kan in plaats van 12-uurlijkse metingen ook uurlijkse metingen uitgevoerd worden waardoor piekdebieten beter waargenomen kunnen worden. Uit deze studie wordt alvast aangeraden om aan de Beiaardbeek

Het uitbreiden van het meetnet naar andere gebieden en bronnen wordt sterk aangeraden. Dergelijke gebieden zijn vaak beperkt in omvang en hebben een zeer specifieke geohydrologie. Informatie over de grondwaterdynamiek aan de bronnen is noodzakelijk om een goede inschatting te kunnen maken van de potentiële risico's van het brongebied.

5 PRAKTISCHE HANDLEIDING

Hieronder volgt een praktische handleiding voor gebiedsbeheerders met enkele handvaten voor het identificeren van hydrologische en abiotische problemen in bronbossen (habitattypen 91E0: vallei- en bronbossen), en formuleren we aanbevelingen voor duurzame, klimaatadaptieve herstelmaatregelen. De bevindingen zijn gebaseerd op de ervaringen en kennis opgedaan tijdens de ecohydrologische karakterisatie van zes actiegebieden (Kluisbos, Beiaardbos, Muziekbos, Brakelbos, Trimpontbos en Burreken) tijdens deze studie.

5.1 KNELPUNTEN

De basis voor bronherstel is een grondige analyse van de **potentiële knelpunten**. De focus ligt hier hoofdzakelijk op **verdroging, eutrofiëring en erosie**.

5.1.1 Verdroging en grondwaterdynamiek:

In de Vlaamse tertiair geologische context is het niet abnormaal om in eenzelfde gebied twee of meer (tot zelfs vier!) bronniveaus aan te treffen. Het is hierbij belangrijk te achterhalen of de bron een tijdelijk (seizoenaal) of permanent karakter heeft. Doorgaans hebben de bronnen die boven op de heuvel liggen, een kleiner infiltratiegebied (de watervoerende laag heeft een beperkte omvang). De lager gelegen bronniveaus hebben doorgaans een groter infiltratiegebied en dus vaker een permanent karakter.

1. **Analyse van bestaande data:** Indien er al hydrologische data beschikbaar zijn in het gebied (bv. via de databank WATINA, <https://watina.inbo.be/>), evalueer dan de beschikbare tijdreeksen van grond- en/of oppervlaktewatermeetpunten (piëzometers of peilschalen) op seizoensfluctuaties en droogvalrisico. Om onder de heersende klimatologische omstandigheden alle variatie mee te hebben in de metingen wordt aanbevolen om 7 jaar metingen te verzamelen. Dat is ideaal voor het berekenen van onder meer representatieve karakteristieke grondwaterstanden (GXG's) maar ook om geen conclusies te trekken op basis van een toevallig nat of droog jaar. Aangezien langdurige tijdreeksen bijna nooit voorhanden zijn, moet voorzichtig omgesprongen worden met interpretaties uit korte meetreeksen. In regel vertonen tijdreeksen van bronnen vrij kleine seizoenale schommelingen. Hoe hoger de bron in het landschap gelegen is, des te vaker en groter de seizoenale schommelingen.
2. **Analyse van beschikbare (historische) kaartlagen:** Gebruik bestaande kaartlagen zoals het DTM Vlaanderen II (Agentschap Digitaal Vlaanderen, 2014) om bronnen, bronbeken, drainage- en greppelstructuren te identificeren via een desktop-analyse. Ga na of er vergunde grondwateronttrekkingen in het vermoedelijke infiltratiegebied aanwezig zijn via de kaartlaag van huidige grondwaterwinningen op de Datavindplaats Vlaanderen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2002). Ook via historische cartografie, beschikbaar op de datavindplaats Vlaanderen, kunnen (verdwenen) bronzones (teruggevonden worden (<https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/raadpleegdienst-voor-historische-cartografie>). Houd hierbij rekening dat deze kaarten niet altijd correct en/of juist gegeorefereerd zijn, de nodige voorzichtigheid is dus geboden.
3. **Veldwaarnemingen:** Verifieer en beoordeel de aanwezigheid en permanentie van bronnen en de aanwezigheid en toestand van oude drainage- en greppelstructuren door nauwkeurige kartering op het veld. Doe dit zowel in droge (zomer)maanden als natte (winter)maanden.

4. **Meetnet plaatsen/uitbreiden:** Om onderbouwde uitspraken te kunnen maken is het ten eerste aan te bevelen om in het brongebied van interesse een peilbuis te plaatsen en die minimaal een jaar te bemeten volgens de beschreven protocollen (Wackenier *et al.*, 2025). Plaats extra piëzometers en/of peilschalen voor grond- en oppervlaktewater in gebieden met onvoldoende data om een goed beeld te krijgen van grondwaterdynamiek en piekdebieten. Bij bronnen wordt het meetpunt best net boven het eigenlijke bronniveau geplaatst.

5.1.2 Nutriënten, eutrofiëring en waterkwaliteit:

1. **Analyse van bestaande data:** Indien data beschikbaar is voor het gebied (bv. in WATINA, <https://watina.inbo.be/>), evalueer de concentraties van nutriënten (nitraat-N, ammonium-N, nitriet-N, orthofosfaat-P) en andere chemische parameters (sulfaat, chloride, EC, pH) in grond- en oppervlaktewater. Houd hierbij rekening dat de VLAREM-normen niet ecologisch relevant zijn en dus ook niet geschikt zijn. In het algemeen moeten ammonium en nitriet quasi volledig afwezig zijn, aangezien deze stoffen sne omgezet worden en verdwijnen uit het systeem. Hogere concentraties wijzen dus op actieve vervuiling. Orthofosfaten moeten afwezig zijn. Door de sterke bindingen aan het bodemcomplex, zou de concentratie wateroplosbaar fosfaat (i.e. orthofosfaat) onder de bepaalbaarheidsgrens (bij INBO: 0.015 mg/l) moeten liggen.
2. **Nieuwe data verzamelen:** Bij gebrek aan of onvoldoende bestaande data moet nieuwe data verzameld worden volgens beschreven protocollen (Wackenier *et al.*, 2023a). Neem minstens aan elk grond- of oppervlaktewatermeetpunt twee waterstalen die ongeveer een half jaar in de tijd uit elkaar liggen. Bij vermoeden van mogelijke vervuilingbronnen, definieer extra meetpunten om deze in kaart te brengen. Voor grondwater wordt het sterk aangeraden om volgende variabelen steeds te meten: zuurtegraad (pH), geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$), bicarbonaat (HCO_3^-), orthofosfaat-fosfor ($\text{O-PO}_4^{3-\text{P}}$), nitriet-stikstof (N-NO_2), nitraat-stikstof (N-NO_3), ammonium-stikstof (N-NH_4), sulfaat (SO_4), chloride (Cl), natrium (Na), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) en totaal ijzer (Fe_{tot}). Deze geven alvast voor het grond- en oppervlaktewater een algemeen beeld van de waterkwaliteit. Voor het oppervlaktewater kunnen ook opgeloste zuurstof (O_2), zwevende stoffen (ZS), biologisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), organisch koolstof (NPOC), totaal fosfor (TP) en totaal stikstof (TN) gemeten worden, indien gewenst.
3. **Beoordeling gegevens:** De ecologische impact van verhoogde concentraties dient steeds geïnterpreteerd te worden in functie van de lokale systeemkenmerken. Definieer de chemische samenstelling van het grond- en oppervlaktewater. Is het water mineraalrijk/mineraalarm, kalkrijk/kalkarm? Houd rekening dat in één gebied water van verschillende oorsprong en dus andere samenstelling kan voorkomen. Bij het meten van verhoogde nutriëntconcentraties: identificeer de vermoedelijke bronnen van de gemeten nutriëntaanrijking zoals instroom uit landbouw (nitraat, sulfaat), afvoer van huishoudelijk afvalwater (nitriet, ammonium, fosfaat), of invang van atmosferische depositie in bossen (nitraat).

5.1.3 Erosie, sedimentatie en piekdebieten:

1. **Analyse van beschikbare kaartlagen:** Gebruik bestaande kaartlagen zoals de landbouwgebruikspcelen (Agentschap Landbouw en Zeevisserij, 2016), erosiegevoeligheidskaart, potentiële bodemerosietaart, afstromingskaarten, kaarten sedimenttransport en sedimentaanvoer, knelpunten sedimentaanvoer (alle te vinden op: <https://www.dov.vlaanderen.be/page/bodemerositie>), etc. om risicopcelen te identificeren.
2. **Veldwaarnemingen:** Karteer het gebied grondig, bepaal de omvang van erosiegeulen/ravijnvorming en de aanwezigheid van dikke sedimentafzettingen aan bronzones en beken. Probeer voor zover mogelijk bij hevige neerslag erosiemomenten goed te documenteren. Spendeer speciale aandacht aan storingssoorten zoals grote brandnetel en/of speenkruid gedomineerde vlekken waar sediment afgezet werd.
3. **Oorzaakanalyse:** Wanneer de erosieproblematiek goed in kaart gebracht is, lokaliseer de oorsprong (vaak onbedekte, steile akkers) van de oppervlakkige afvoer van regenwater die erosie en piekdebieten veroorzaakt.

5.2 MAATREGELEN

De **aanbevolen maatregelen** richten zich op het **herstel van de hydrologie, verbetering van de waterkwaliteit en het stoppen van erosie**, ter verzekering van de gunstige staat van instandhouding van de aanwezige habitattypen.

5.2.1 Verdroging en grondwaterdynamiek:

1. **Aanpak (oude) drainage:** Overweeg het dempen of verondiepen van oude drainagestructuren/greppels waar dit nuttig is en het geen grote verstoring van de bosvegetatie veroorzaakt.
2. **Grondwaterwinningen:** Bij aanwezigheid van vergunde grondwaterwinningen, ga na wat de (mogelijke) impact hiervan kan zijn. Gebruik hiervoor bijvoorbeeld de voortoets (<https://voortoets.omgeving.vlaanderen.be/>). Voor freatische lagen (bovenste lokale bronniveau) kan hiervoor ook de grondwatersimulator gebruikt worden (<https://www.dov.vlaanderen.be/page/grondwatersimulator>).
3. **Versterk de waterretentie in de boszone:** Verondiepen van (rechtgetrokken en) diep ingesneden bronbeken (evt. met materiaal van de aanpalende oevers) vermindert de drainerende werking van de diep ingesneden beek. **OPGELET:** Dit is enkel effectief nadat de erosieproblematiek in het bovenstroomse gebied is gestopt en geen piekdebieten meer aanwezig zijn. **Bij piekdebieten snijdt de beek zich gewoon terug in het landschap!**

5.2.2 Nutriënten, eutrofiëring en waterkwaliteit:

1. **Aanpak landbouwwater afspoeling:** Zet in op omzetting naar bos of permanent grasland in het infiltratiegebied en op probleemmakers om de aanvoer van nitraat en sulfaat te stoppen.
2. **Aanpak huishoudelijk afvalwater:** Controleer of geïsoleerde woningen en clusters aangesloten zijn op riolering of een goed onderhouden Individuele Behandeling Afvalwater (IBA) hebben. Indien nodig, dring aan op aanleg of correct onderhoud van IBA's.

- ### 5.2.3 Erosie, sedimentatie en piekdebieten:

Referenties

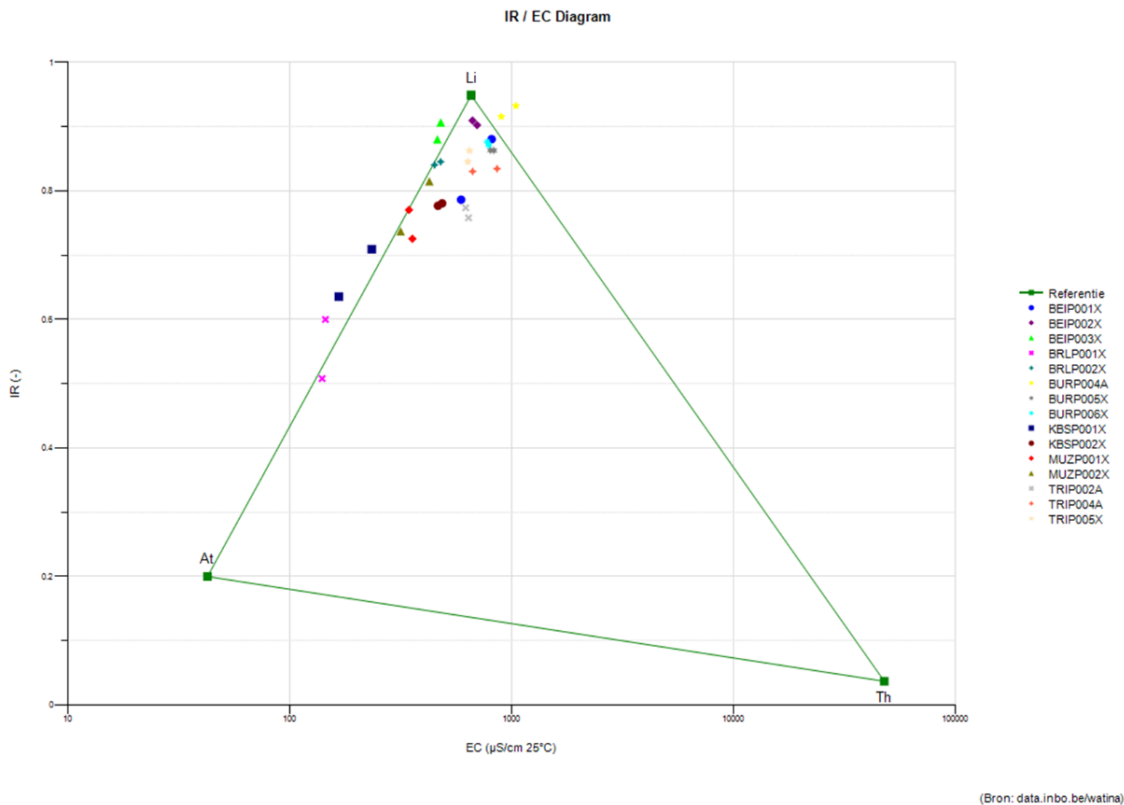
- Agentschap Digitaal Vlaanderen (2014). Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, DTM, raster, 1 m. <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/digitaal-hoogtemodel-vlaanderen-ii-dtm-raster-1-m>.
- Agentschap Landbouw en Zeevisserij (2016). Landbouwgebruikspercelen. <https://www.vlaanderen.be/DataCatalogRecord/47c5540f-bf7c-45fc-9a74-8e60547cde82>.
- Bervoets L. & Schneiders A. (1989). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest, Deel I: Het Denderbekken. Universitaire Instelling Antwerpen/Wilrijk in opdracht van AMINAL/Brussel - Bestuur Algemeen Milieubeleid - Dienst Water en Bodem.
- Bogemans F. (2005). Technisch verslag bij de opmaak van de quartairgeologische overzichtskaart van Vlaanderen. VUB. <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/34492>.
- Bogemans F. (2007). Toelichting bij de Quartairgeologische kaart [van België, Vlaams Gewest]: kaartblad 29 [- 37], Kortrijk [1/50 000]. Vlaamse Overheid, Dienst Natuurlijke Rijkdommen, Brussel.
- Bogemans F. & Van Molle M. (2005). Toelichting bij de Quartairgeologische kaart [van België, Vlaams Gewest]: kaartblad 30, Geraardsbergen [1/50 000]. Vlaamse Overheid, Dienst Natuurlijke Rijkdommen, Brussel.
- BOVA ENVIRO+ NV (2018). Ontheffingsnota: Aanleg en exploitatie van een bedrijfsgebonden monostortplaats voor niet-gevaarlijke niet reinigbare gronden te Ronse. Nr. MR17251. BOVA ENVIRO+ NV.
- Buysschaert E. (1976). Hydrogeologische studie van de bronnen in het Zwalmgebied. UGent, Gent, België, 70 p. <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001915276>.
- Criel D. (1994). Bronbossen van de Vlaamse Ardennen. ECONNECTION.
- De Becker P. (2020). Ecohydrologische gebiedsbeschrijvingen van natuurgebieden in Vlaanderen in het kader van PAS. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://pureportal.inbo.be/nl/publications/ecohydrologische-gebiedsbeschrijvingen-van-natuurgebieden-in-vlaa>.
- De Becker P., Jochems H. & Huybrechts W. (2004). Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende alno-padion & Alnion incanae-gemeenschappen. Instituut voor Natuurbehoud. <https://pureportal.inbo.be/nl/publications/onderzoek-naar-de-abiotische-standplaatsvereisten-van-verschillen>.
- De Knijf G. & Paelinckx D. (2014). Typische faunasoorten van de verschillende Natura 2000 habitattypes, in functie van de beoordeling van de staat van instandhouding op niveau Vlaanderen. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- De Knijf G., Wils C. & Maes D. (2021). IUCN Rode lijst van de libellen (Odonata) in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://doi.org/10.21436/inbor.67358994>.
- De Saeger S., Dhaluin P., Erens R., Guelinckx R., Hennebel D., Jacobs I., Kumpen M., Oost F.V., Spanhove T., Leyssen A., Oosterlynck P., Dam G.V., Hove M.V. & Wils C. (2023). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2023. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://pureportal.inbo.be/en/publications/biologische-waarderingskaart-en-natura-2000-habitatkaart-uitgave--5>.

- De Smet D. (1989). Hydrogeologie van brongebieden in de streek van Oudenaarde. UGent, Gent, België.
- Deckers J., De Koninck R., Bos S., Broothaers M., Dirix K., Hambsch L., Lagrou D., Lanckacker T., Matthijs J., Rombaut B., Van Baelen K. & Van Haren T. (2019). Geologisch (G3Dv3) en hydrogeologisch (H3D) 3D-lagenmodel van Vlaanderen uitgevoerd in opdracht van Vlaams Planbureau voor Omgeving (Departement Omgeving) en Vlaamse Milieumaatschappij. <https://researchportal.be/nl/publicatie/geologisch-g3dv3-en-hydrogeologisch-h3d-3d-lagenmodel-van-vlaanderen>.
- Depaepe W. & De Becker P. (2026). Systeembeschrijvingen van een aantal bronnen in Haspengouw. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Brussel.
- DOV (2025). Potentiële bodemerosiekaart per perceel (2025). Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV).
- Hendrix W.P.A.M. (1990). Bronnen in Zuid-Limburg. Beken en Beekdalen in Zuid-Limburg, Natuurhistorisch Maandblad (79): 50-63.
- Houthuys R. (2014). A reinterpretation of the Neogene emersion of central Belgium based on the sedimentary environment of the Diest Formation and the origin of the drainage pattern. *Geologica Belgica*. <https://popups.uliege.be/1374-8505/index.php?id=4602>.
- Kinds L. (1983). Vegetatiekundige en ecologische studie van bronbossen van het Zuidvlaamse Heuvelland. UGent, Gent, België.
- Lock K., Stoffelen E., Vercauteren T., Bosmans R. & Adriaens T. (2013). Updated Red List of the water bugs of Flanders (Belgium): (Hemiptera : Gerromorpha & Nepomorpha). *Bulletin van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Entomologie = Bulletin de la Société royale belge d'entomologie* 2013 (149): 57-63.
- Loose S., Vercoutere B. & Stuckens J. (2006). Ecohydrologisch onderzoek naar dagzoombronnen in het West-Vlaams Heuvelland. Haskoning Belgium bvba, Mechelen.
- Maréchal R. & Laga P. (1988). Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen. Nationale Commissies voor Stratigrafie. Commissie: Tertiair. Belgische Geologische Dienst, Brussel.
- Masel R.I. (1996). Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surfaces. John Wiley & Sons, 826 p.
- Nagels A., Schneiders A., Weiss L. & Wils C. (1993). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest. Boven-Schelde. Universitaire Instelling Antwerpen/Wilrijk in opdracht van AMINAL/Brussel - Bestuur Algemeen Milieubeleid - Dienst Water en Bodem, Antwerpen, België.
- Paelinckx D., De Saeger S., Oosterlynck P., Vanden Borre J., Westra T., Denys L., Leyssen A., Provoost S., Thomaes A., Vandevoorde B. & Spanhove T. (2019). Regionale staat van instandhouding voor de habitattypen van de Habitatrichtlijn. Rapportageperiode 2013 - 2018. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel.
- Pauwels I., Thienpont K. & Coeck J. (2026). Extra leefgebied voor beekpik en rivierdonderpad in Vlaanderen via herstel van oeverzones. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Renders D., Van de Wauw J., Gobeyn S., Van Ransbeeck N. & Deproost P. (2021). Operationaliseren en optimaliseren van het submodel WaTEM/SEDEM in CN-WS voor de modellering van erosie en sedimenttransport in Vlaanderen. Departement Omgeving, Brussel. <https://researchportal.be/nl/publicatie/operationaliseren-en-optimaliseren-van-het-submodel-watem-sedem-cn-ws-voor-de-modellering>.
- Scheers K. (2024). Bemonstering waterkolom oppervlaktewater. Nr. sfp-114-nl 2024.03. INBO, Brussel. <https://protocols.inbo.be/>.

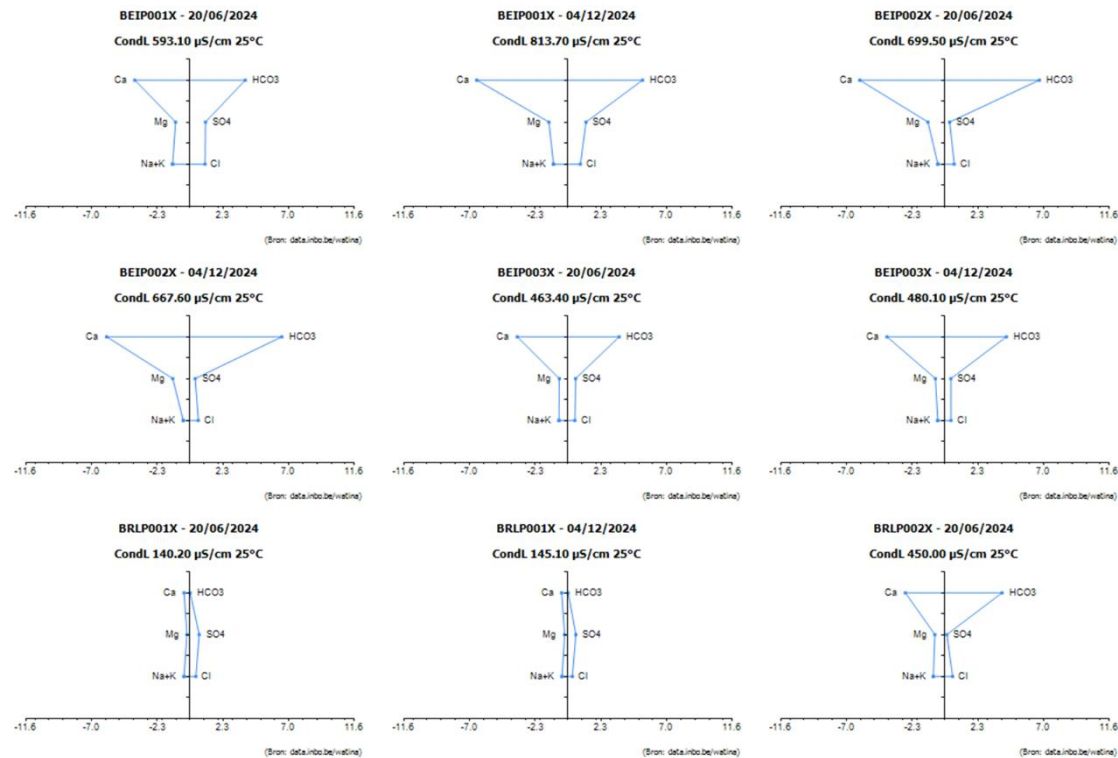
- Speybroeck J., Cox K., van Doorn L., Van Breusegem A., Van Eenaeme D. & Van Daele T. (2024). Populatieonderzoek en beheervisie voor de vuursalamander in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. <https://doi.org/10.21436/inbor.115786497>.
- Steinmann G. (1915). Die Quellen. In: Handbuch der Naturwissenschaften, Vol. 10, 1ste ed. Verlag von Gustav Fischer, Jena, Duitsland, p. 102-119.
- Thienemann A. (1922). Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. Archiv für Hydrobiologie 14: 151-190.
- Van Uytvanck J., De Knijf G., Van Oost F., De Becker P., Wouters J. & Thomaes A. (2018). PAS-gebiedsanalyse in het kader van herstelmaatregelen voor BE2300007. Bossen van de Vlaamse Ardennen en andere Zuidvlaamse bossen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://doi.org/10.21436/inbor.14113483>.
- Vandekerckhove K., De Keersmaeker L., Devos K., Vermeersch G., van Doorn L., Van Den Berge K., Gouwy J. & Dekeukeleire D. (2024). Advies over de handleiding kapmachtigingen en het afwegingskader schoontijd. Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Vanmaercke M., Poesen J., Van Mele B., Demuzere M., Bruynseels A., Golosov V., Bezerra J.F.R., Bolysov S., Dvinskiy A., Frankl A., Fuseina Y., Guerra A.J.T., Haregeweyn N., Ionita I., Makanzu Imwangana F., Moeyersons J., Moshe I., Nazari Samani A., Niacsu L., Nyssen J., Otsuki Y., Radoane M., Rysin I., Ryzhov Y.V. & Yermolaev O. (2016). How fast do gully headcuts retreat? Earth-Science Reviews 154: 336-355. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.009>.
- Vlaamse Milieumaatschappij (2002). Grondwatervergunningen (huidige). Databank Ondergrond Vlaanderen. <https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/grondwatervergunningen-huidige>.
- VLM (2023). Onderzoek naar opportuniteit en haalbaarheid van een landinrichtingsproject Zuidwestelijke Vlaamse Ardennen - fase 1. Vlaamse Landmaatschappij. <https://www.vlaanderen.be/publicaties/landinrichtingsproject-zuidwestelijke-vlaamse-ardennen-fase-1-onderzoek-naar-opportuniteit-en-haalbaarheid>.
- Wackenier M., De Becker P. & Van Daele T. (2023a). sfp-105-nl: Richtlijnen voor het bemonsteren van peilbuizen. Nr. 2023.09. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. <https://protocols.inbo.be/2023.09/index.html>.
- Wackenier M., De Becker P. & Van Daele T. (2023b). Richtlijnen voor het plaatsen van peilbuizen. Nr. sfp-104-nl 2023.07. INBO, Brussel. <https://protocols.inbo.be/>.
- Wackenier M., De Becker P. & Van Daele T. (2023c). Richtlijnen voor het bemonsteren van peilbuizen. Staalname ondiepe peilbuizen en uitvoeren van veldmetingen. Nr. sfp-104-nl 2023.09. INBO, Brussel. <https://protocols.inbo.be/>.
- Wackenier M., De Becker P. & Van Daele T. (2025). sfp-104-nl: Richtlijnen voor het plaatsen van peilbuizen. Nr. sfp-104-nl 2025.05. INBO, Brussel. <https://protocols.inbo.be/>.

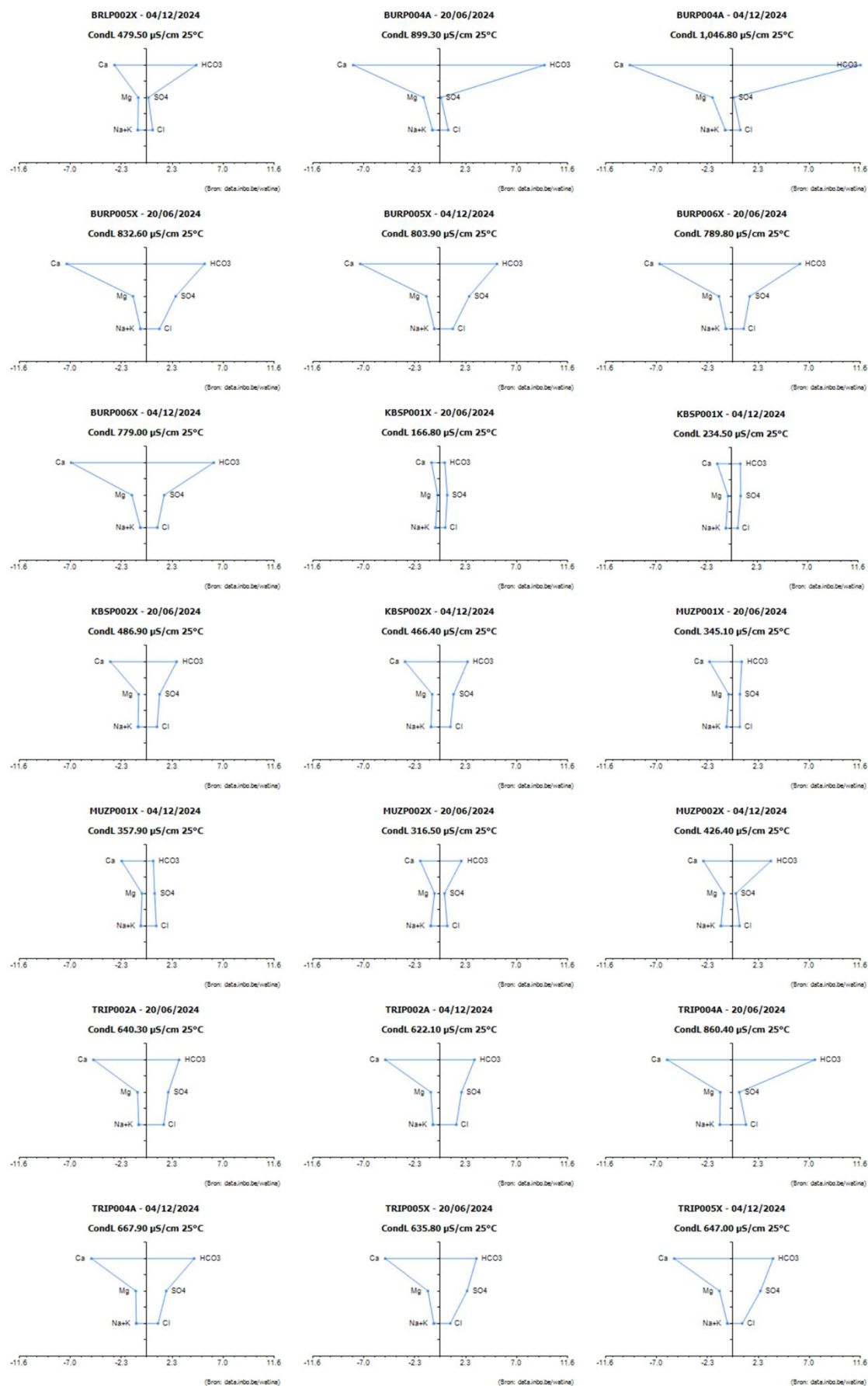
Bijlage 1: Tabel van de gemeten variabelen voor de grondwaterstalen, met aanduiding vermoedelijke watervoerende laag, topografische hoogte maaiveld aan staalnamepunt & amplitude van de grondwatertafelschommelingen.

Bijlage 2: IR/EC diagram voor de grondwaterstalen genomen in functie van deze studie.



Bijlage 3: Stiff diagrammen voor de grondwaterstalen genomen in functie van deze studie.

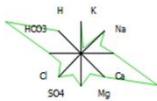




////////////////////////////////////

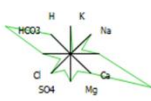
Bijlage 4: Maucha diagrammen voor de grondwaterstalen genomen in functie van deze studie.

BEIP001X - 20/06/2024
CondL 593.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



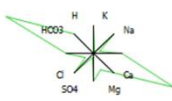
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIP001X - 04/12/2024
CondL 813.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



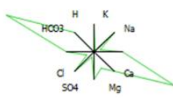
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIP002X - 20/06/2024
CondL 699.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



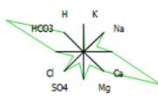
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIP002X - 04/12/2024
CondL 667.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



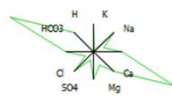
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIP003X - 20/06/2024
CondL 463.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



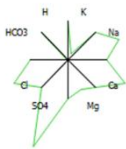
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIP003X - 04/12/2024
CondL 480.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



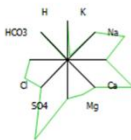
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLP001X - 20/06/2024
CondL 140.20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



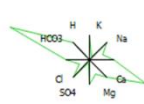
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLP001X - 04/12/2024
CondL 145.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



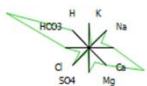
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLP002X - 20/06/2024
CondL 450.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



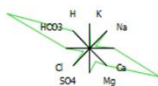
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLP002X - 04/12/2024
CondL 479.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



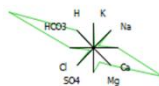
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURP004A - 20/06/2024
CondL 899.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



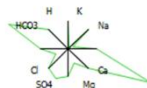
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURP004A - 04/12/2024
CondL 1,046.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



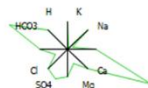
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURP005X - 20/06/2024
CondL 832.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



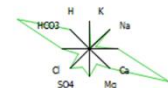
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURP005X - 04/12/2024
CondL 803.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/vaLine)

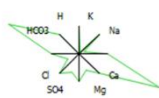
BURP006X - 20/06/2024
CondL 789.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/vaLine)

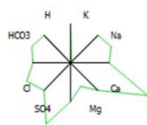
////////////////////////////////////

BURP006X - 04/12/2024
CondL 779.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



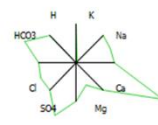
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSP001X - 20/06/2024
CondL 166.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



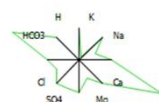
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSP001X - 04/12/2024
CondL 234.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



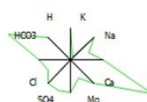
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSP002X - 20/06/2024
CondL 486.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



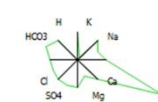
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSP002X - 04/12/2024
CondL 466.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



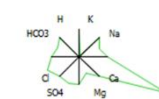
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

MUZP001X - 20/06/2024
CondL 345.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



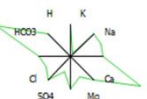
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

MUZP001X - 04/12/2024
CondL 357.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



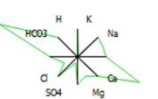
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

MUZP002X - 20/06/2024
CondL 316.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



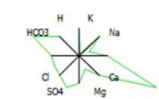
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

MUZP002X - 04/12/2024
CondL 426.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



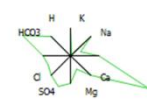
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP002A - 20/06/2024
CondL 640.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



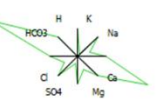
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP002A - 04/12/2024
CondL 622.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



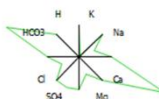
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP004A - 20/06/2024
CondL 860.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



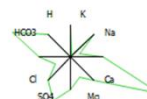
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP004A - 04/12/2024
CondL 667.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



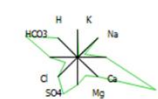
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP005X - 20/06/2024
CondL 635.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/vaLine)

TRIP005X - 04/12/2024
CondL 647.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



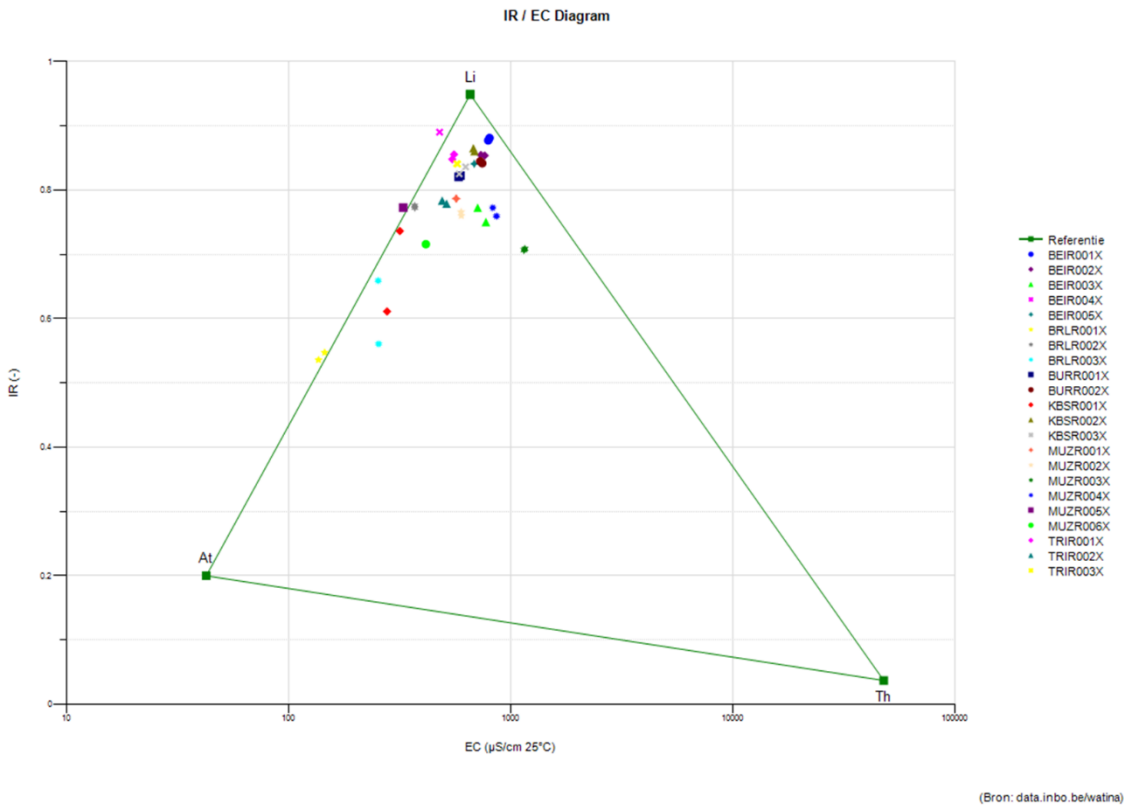
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

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

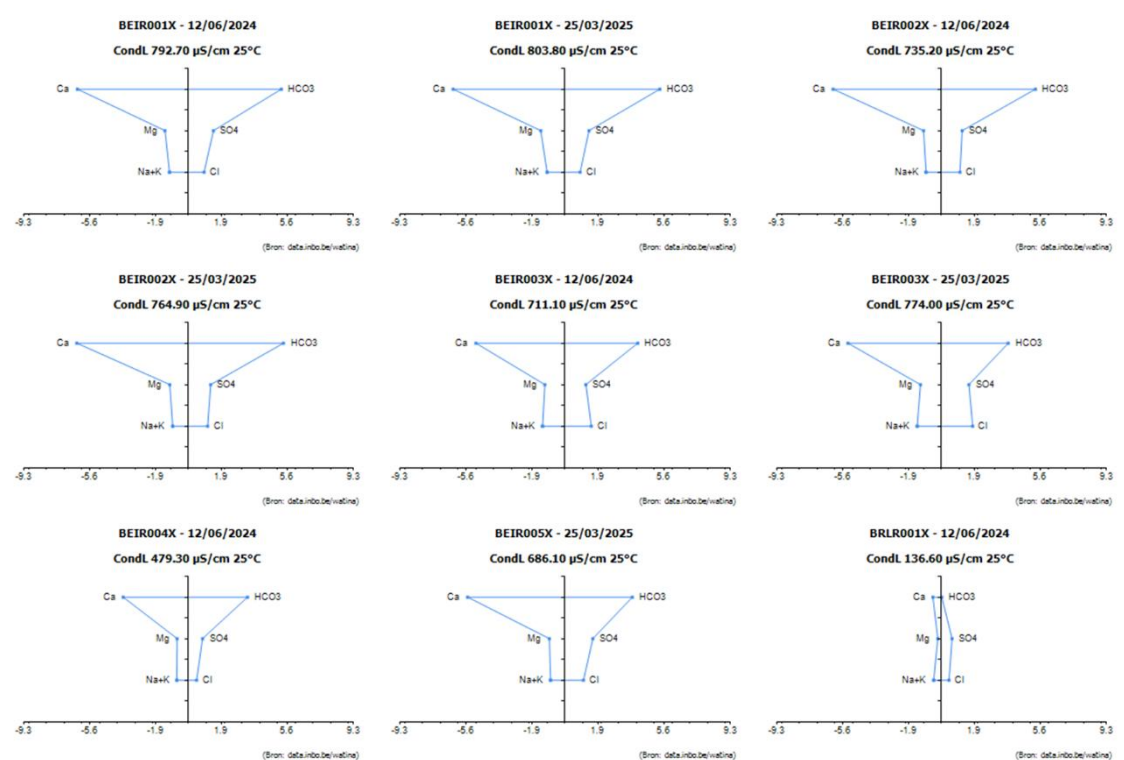
Bijlage 5: Samenvatting van de gemeten variabelen voor de oppervlaktewaterstaalname.

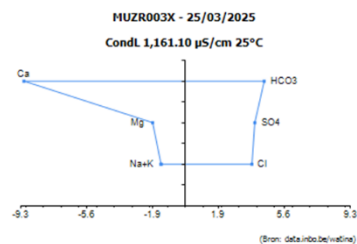
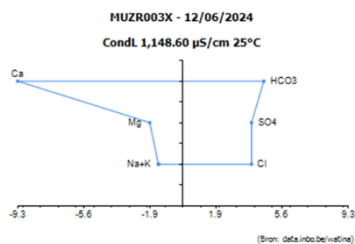
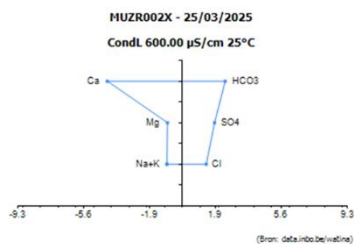
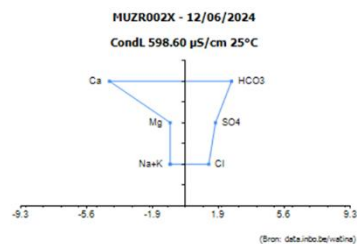
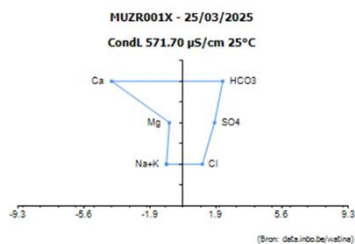
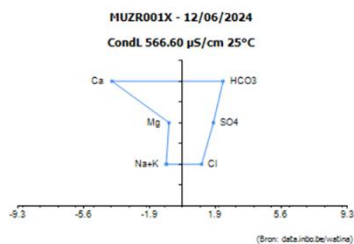
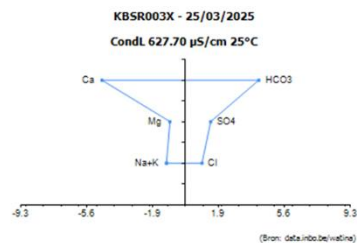
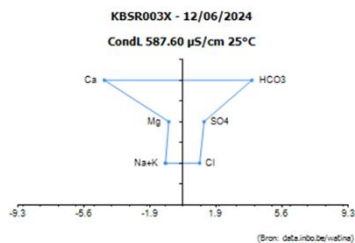
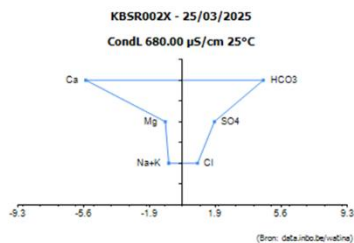
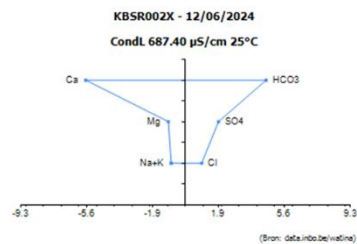
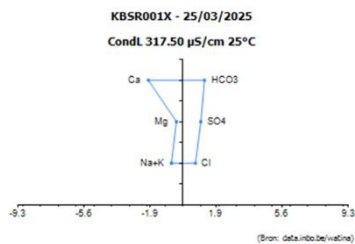
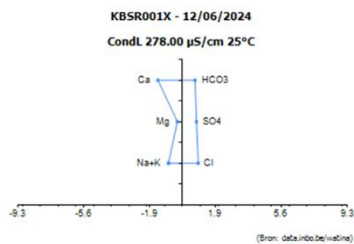
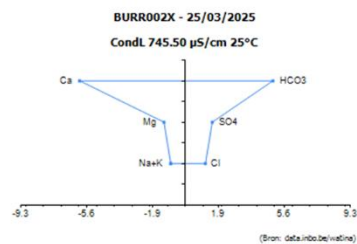
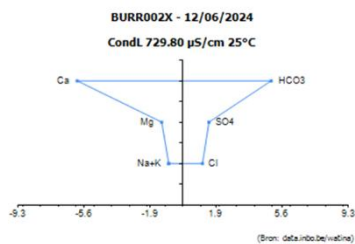
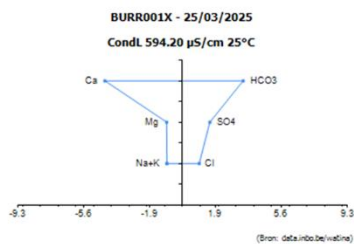
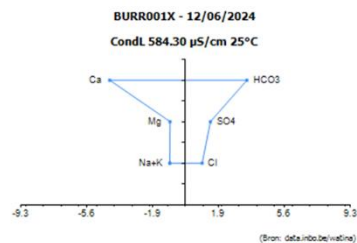
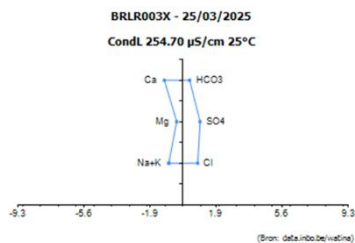
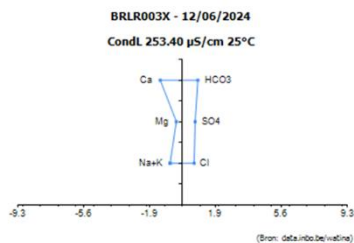
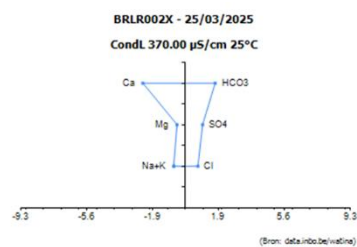
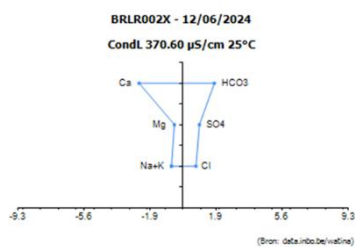
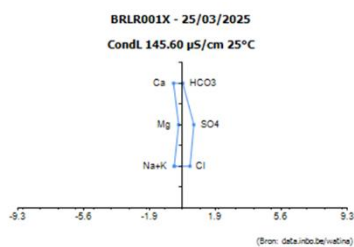
datum	Meetpunt	CondL	pH	HCO3	N-NO2	P-PO4	N-NO3	N-NH4	SO4	Cl	Na	K	Ca	Mg	Fetot	Mn	KATIONE	ANIONEN	EN
d/m/y	code	µS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	(meq/l)	(meq/l)	%
12/06/2024	BEIR001	793	8,3	319	0,015	0,015	14,87	0,02	67	31,0	18,8	10,1	125,5	16,1	0,05	0,05	8,67	8,57	0,59%
25/03/2025	BEIR001	804	8,3	325	0,007	0,015	14,75	0,02	65	30,0	16,9	10,7	126,0	16,6	0,05	0,05	8,68	8,57	0,59%
12/06/2024	BEIR002	735	8,0	323	0,023	0,015	5,49	0,02	56	36,8	17,3	4,7	122,4	12,3	0,05	0,11	8,01	7,89	0,75%
25/03/2025	BEIR002	765	8,1	327	0,020	0,015	6,03	0,02	60	38,2	18,2	4,0	126,2	12,8	0,05	0,11	8,26	8,11	0,93%
12/06/2024	BEIR003	711	7,9	249	0,023	0,015	8,08	0,02	56	52,2	25,0	6,8	100,4	13,8	0,14	0,08	7,42	7,31	0,77%
25/03/2025	BEIR003	774	7,9	230	0,048	0,015	10,47	0,11	74	62,2	28,1	5,7	105,7	14,5	0,10	0,06	7,85	7,81	0,27%
12/06/2024	BEIR004	479	7,9	203	0,015	0,015	5,36	0,02	38	16,1	14,5	1,2	73,7	7,8	0,05	0,01	4,99	4,95	0,44%
25/03/2025	BEIR005	686	8,2	231	0,015	0,015	9,92	0,02	75	36,7	17,5	2,1	109,7	10,7	0,05	0,01	7,18	7,09	0,61%
12/06/2024	BRLR001	137	5,9	1	0,015	0,015	0,42	0,02	28	15,0	9,7	0,8	9,8	2,6	0,48	0,06	1,18	1,05	5,58%
25/03/2025	BRLR001	146	5,9	1	0,015	0,015	0,95	0,02	31	15,0	10,3	0,8	10,2	2,7	0,08	0,05	1,21	1,14	3,11%
12/06/2024	BRLR002	371	7,9	108	0,005	0,015	2,34	0,02	44	25,8	13,8	1,9	49,6	5,9	0,10	0,03	3,62	3,58	0,59%
25/03/2025	BRLR002	370	7,8	102	0,008	0,015	2,94	0,02	46	24,6	14,2	1,8	48,2	5,8	0,07	0,03	3,56	3,54	0,38%
12/06/2024	BRLR003	253	7,6	53	0,015	0,015	1,02	0,02	34	23,1	14,4	3,0	25,3	4,3	0,18	0,04	2,33	2,30	0,68%
25/03/2025	BRLR003	255	7,3	23	0,015	0,015	0,82	0,02	46	29,2	17,6	1,5	21,1	4,3	0,05	0,01	2,22	2,21	0,12%
12/06/2024	BURR001	584	7,9	211	0,026	0,015	2,72	0,02	67	33,2	15,9	7,7	85,7	10,6	0,07	0,08	6,05	5,99	0,49%
25/03/2025	BURR001	594	8,0	208	0,012	0,015	2,63	0,02	74	33,4	16,5	6,3	87,6	10,9	0,05	0,10	6,16	6,08	0,63%
12/06/2024	BURR002	730	8,2	302	0,028	0,015	4,69	0,02	70	38,7	15,4	5,4	119,2	14,6	0,05	0,07	7,96	7,83	0,82%
25/03/2025	BURR002	746	8,2	300	0,020	0,015	5,17	0,02	72	39,7	16,8	4,0	119,5	14,8	0,05	0,06	8,03	7,92	0,68%
12/06/2024	KBSR001	278	6,8	43	0,015	0,015	0,56	0,02	38	31,2	11,7	11,0	27,8	3,6	0,08	0,06	2,49	2,41	1,54%
25/03/2025	KBSR001	318	7,3	74	0,015	0,015	0,62	0,02	48	24,7	14,5	1,0	39,1	4,6	0,05	0,02	2,99	2,95	0,70%
12/06/2024	KBSR002	687	7,6	277	0,015	0,015	0,01	0,02	89	32,3	14,1	7,6	112,7	11,8	1,08	0,13	7,46	7,31	1,00%
25/03/2025	KBSR002	680	7,7	278	0,015	0,015	0,03	0,02	86	30,1	14,1	6,5	109,3	11,8	0,68	0,10	7,24	7,20	0,29%
12/06/2024	KBSR003	588	8,0	236	0,016	0,015	1,76	0,02	57	33,2	19,7	5,2	88,7	9,7	0,09	0,12	6,23	6,12	0,92%
25/03/2025	KBSR003	628	8,1	252	0,017	0,015	1,38	0,02	68	32,7	21,8	4,8	94,5	10,7	0,04	0,08	6,68	6,57	0,80%
12/06/2024	MUZR001	567	8,1	139	0,011	0,015	7,14	0,02	84	38,2	19,9	1,9	79,9	9,3	0,04	0,04	5,68	5,61	0,59%
25/03/2025	MUZR001	572	8,0	136	0,009	0,015	7,89	0,02	85	38,6	20,4	1,8	80,5	9,3	0,05	0,03	5,73	5,65	0,68%
12/06/2024	MUZR002	599	7,9	158	0,015	0,015	5,14	0,02	81	46,5	18,3	2,7	86,0	10,5	0,03	0,03	6,03	5,96	0,60%
25/03/2025	MUZR002	600	7,9	147	0,010	0,015	5,12	0,02	87	47,3	19,1	1,9	84,9	10,3	0,05	0,03	5,98	5,91	0,56%
12/06/2024	MUZR003	1.149	8,1	277	0,015	0,015	1,64	0,02	185	136,6	29,8	3,5	186,2	22,7	0,05	0,03	12,56	12,36	0,82%
25/03/2025	MUZR003	1.161	7,9	270	0,015	0,015	1,17	0,02	187	132,5	30,2	2,6	182,3	22,5	0,05	0,03	12,34	12,15	0,76%
12/06/2024	MUZR004	864	7,4	223	0,015	0,015	5,67	0,02	132	76,9	19,7	2,3	137,3	15,5	0,05	0,01	9,05	8,98	0,40%
25/03/2025	MUZR004	831	7,4	220	0,015	0,015	5,88	0,02	122	67,5	19,3	1,9	129,7	14,7	0,05	0,05	8,58	8,47	0,62%
12/06/2024	MUZR005	329	7,2	42	0,015	0,015	12,83	0,02	37	20,5	12,0	2,0	39,4	5,4	0,04	0,05	3,00	2,95	0,85%
25/03/2025	MUZR006	416	7,7	65	0,015	0,015	7,99	0,02	60	33,5	21,4	1,4	47,7	5,8	0,05	0,02	3,83	3,83	0,03%
12/06/2024	TRIR001	556	8,0	236	0,007	0,015	2,87	0,02	49	26,1	12,6	3,1	87,6	10,8	0,03	0,08	5,90	5,83	0,63%
25/03/2025	TRIR001	547	8,1	215	0,006	0,015	3,21	0,02	54	27,0	12,8	2,5	85,3	10,7	0,05	0,06	5,77	5,64	1,13%
12/06/2024	TRIR002	515	7,7	142	0,016	0,015	6,44	0,02	61	36,1	14,9	2,4	71,9	10,2	0,16	0,09	5,15	5,08	0,75%
25/03/2025	TRIR002	492	7,5	126	0,014	0,015	7,35	0,02	59	32,7	14,0	2,0	66,9	9,8	0,27	0,11	4,82	4,76	0,70%
12/06/2024	TRIR003	578	8,1	239	0,008	0,015	3,05	0,02	50	30,0	14,7	3,9	89,4	11,4	0,05	0,04	6,15	6,03	1,03%
25/03/2025	TRIR003	572	8,2	229	0,007	0,015	2,96	0,02	55	29,3	14,4	3,4	87,9	11,3	0,05	0,07	6,04	5,93	0,94%

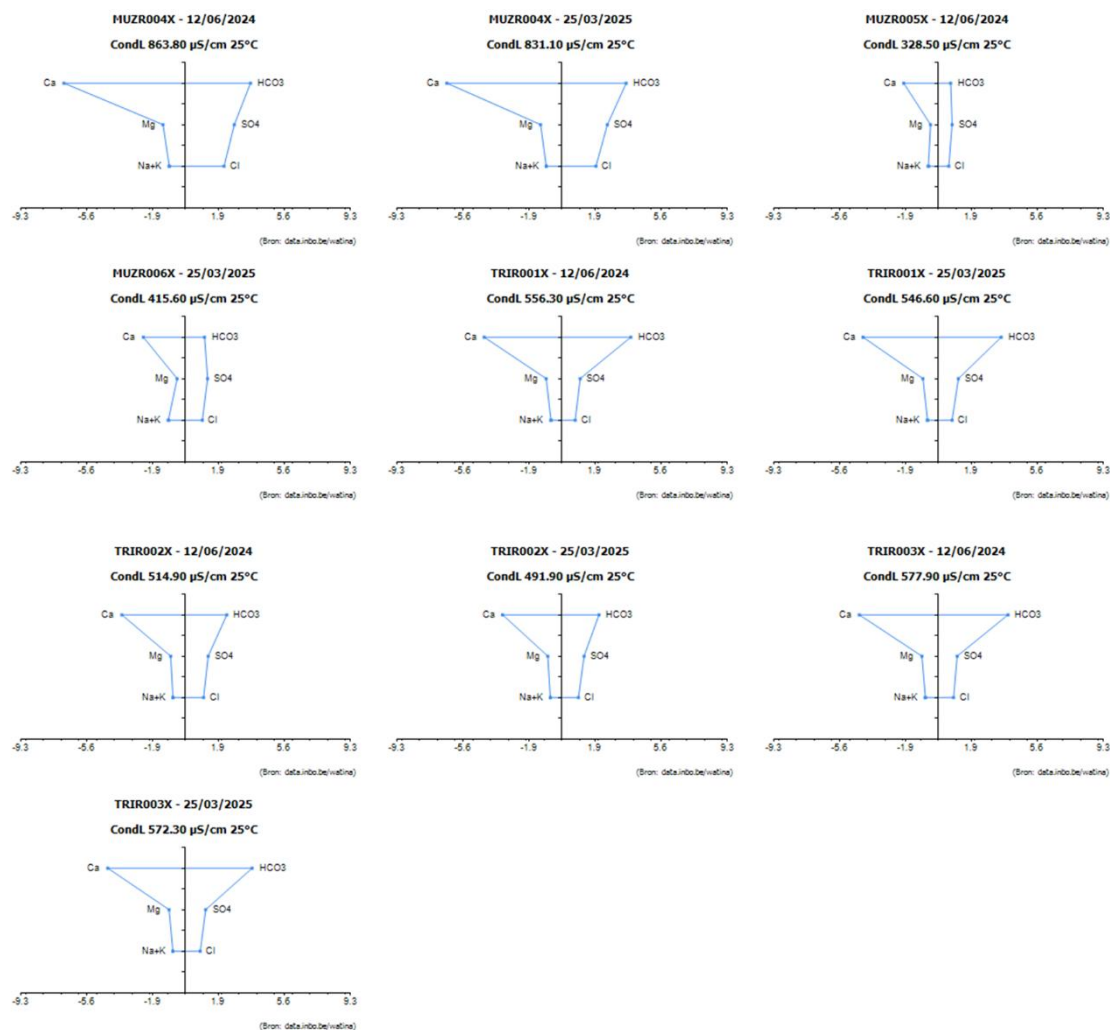
Bijlage 6: IR/EC diagram van de oppervlaktewaterstalen.



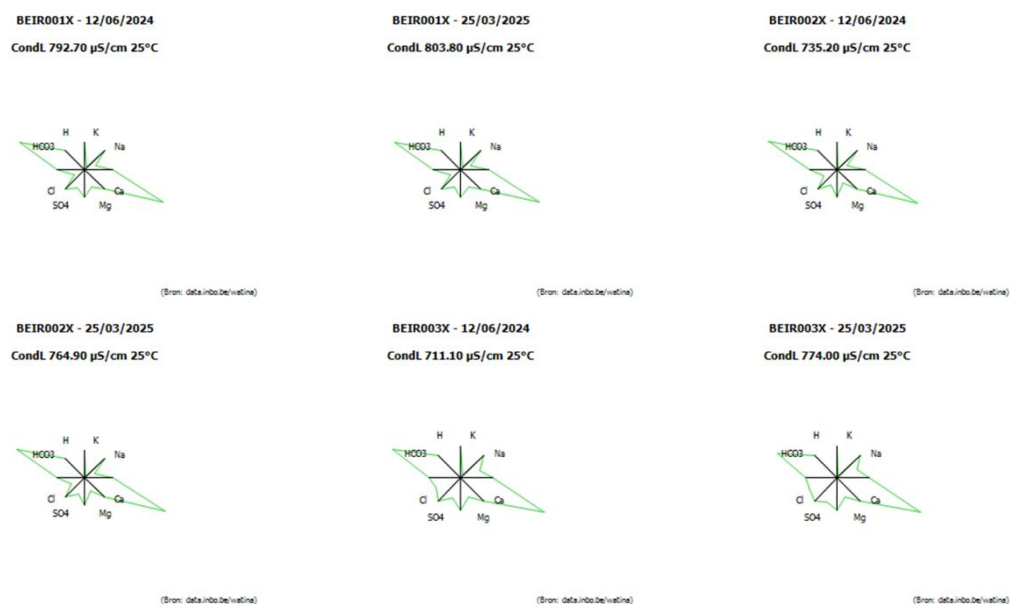
Bijlage 7: Stiff diagrammen voor de oppervlaktewaterstalen



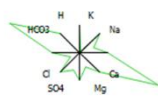




Bijlage 8: Maucha diagrammen voor de oppervlaktewaterstalen

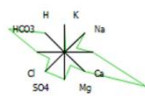


BEIR004X - 12/06/2024
CondL 479.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



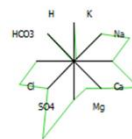
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BEIR005X - 25/03/2025
CondL 686.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



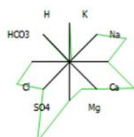
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR001X - 12/06/2024
CondL 136.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



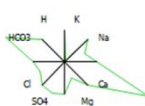
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR001X - 25/03/2025
CondL 145.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



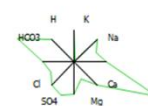
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR002X - 12/06/2024
CondL 370.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



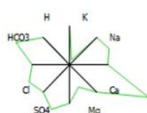
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR002X - 25/03/2025
CondL 370.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



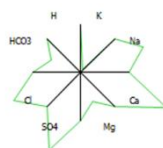
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR003X - 12/06/2024
CondL 253.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



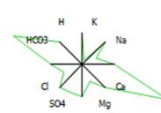
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BRLR003X - 25/03/2025
CondL 254.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



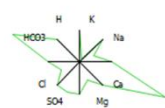
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURR001X - 12/06/2024
CondL 584.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



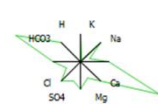
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURR001X - 25/03/2025
CondL 594.20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



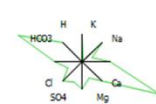
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURR002X - 12/06/2024
CondL 729.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



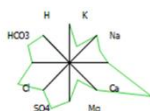
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

BURR002X - 25/03/2025
CondL 745.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



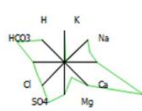
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSR001X - 12/06/2024
CondL 278.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



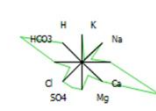
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

KBSR001X - 25/03/2025
CondL 317.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/vaLine)

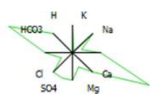
KBSR002X - 12/06/2024
CondL 687.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



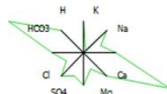
(Bron: data.inbo.be/vaLine)

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

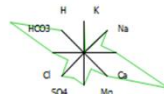
CondL 680.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



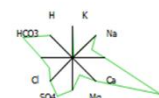
CondL 587.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



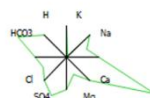
CondL 627.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



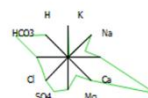
CondL 566.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



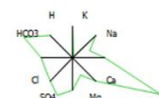
CondL 571.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



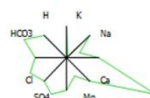
CondL 598.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



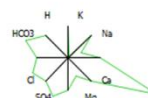
CondL 600.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



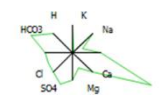
CondL 1,148.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



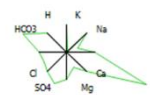
CondL 1,161.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



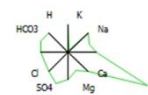
CondL 863.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



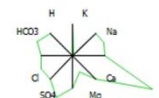
CondL 831.10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



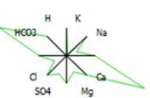
CondL 328.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



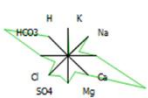
CondL 415.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



CondL 556.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C

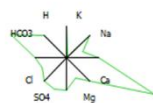


CondL 546.60 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



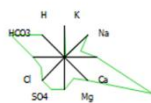
(From: delta.info@bejwa.be)

TRIR002X - 12/06/2024
CondL 514.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



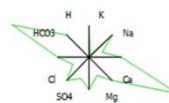
(Bron: data.inbo.be/naLine)

TRIR002X - 25/03/2025
CondL 491.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



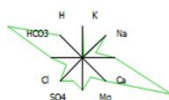
(Bron: data.inbo.be/naLine)

TRIR003X - 12/06/2024
CondL 577.90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/naLine)

TRIR003X - 25/03/2025
CondL 572.30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C



(Bron: data.inbo.be/naLine)

Bijlage 9: overzicht van de gemeten biologisch (BOD) en chemisch (COD) zuurstofverbruik in mg/l uit de oppervlaktewaterstalen.

meetpunt	datum	BOD	COD
BEIR001X	25/03/2025	<3	3
BEIR002X	25/03/2025	<3	5
BEIR003X	25/03/2025	<3	11
BEIR005X	25/03/2025	<3	3
BRLR001X	25/03/2025	<3	13
BRLR002X	25/03/2025	<3	10
BRLR003X	25/03/2025	<3	6
BURR001X	25/03/2025	<3	6
BURR002X	25/03/2025	<3	6
KBSR001X	25/03/2025	<3	12
KBSR002X	25/03/2025	<3	3
KBSR003X	25/03/2025	<3	10
MUZR001X	25/03/2025	<3	4
MUZR002X	25/03/2025	<3	6
MUZR003X	25/03/2025	<3	11
MUZR004X	25/03/2025	<3	4
MUZR006X	25/03/2025	<3	11
TRIR001X	25/03/2025	<3	6
TRIR002X	25/03/2025	<3	12
TRIR003X	25/03/2025	<3	12

Bijlage 10: Overzicht van het organisch koolstof (NPOC) en totaal stikstof (TN) in mg/l van de oppervlaktewaterstalen.

meetpunt	datum	NPOC	T.N
BEIR001X	25/03/2025 0:00	3,41	15,73
BEIR001X	12/06/2024 0:00	2,59	15,71
BEIR002X	25/03/2025 0:00	3,29	6,43
BEIR002X	12/06/2024 0:00	4,53	5,98
BEIR003X	25/03/2025 0:00	6,63	11,21
BEIR003X	12/06/2024 0:00	8,26	8,61
BEIR004X	12/06/2024 0:00	1,91	5,84
BEIR005X	25/03/2025 0:00	2,06	10,32
BRLR001X	25/03/2025 0:00	3,35	1,22
BRLR001X	12/06/2024 0:00	6,78	0,86
BRLR002X	25/03/2025 0:00	3,18	3,2
BRLR002X	12/06/2024 0:00	3,4	2,73
BRLR003X	25/03/2025 0:00	1,99	1,03
BRLR003X	12/06/2024 0:00	2,8	1,36
BURR001X	25/03/2025 0:00	4,22	3,03
BURR001X	12/06/2024 0:00	5,07	3,33
BURR002X	25/03/2025 0:00	3,29	5,45
BURR002X	12/06/2024 0:00	3,98	5,44
KBSR001X	25/03/2025 0:00	9,41	1,8
KBSR001X	12/06/2024 0:00	9,29	1,04
KBSR002X	25/03/2025 0:00	1,94	0,58
KBSR002X	12/06/2024 0:00	1,66	0,29
KBSR003X	25/03/2025 0:00	6,54	1,78
KBSR003X	12/06/2024 0:00	8,18	2,46
MUZR001X	25/03/2025 0:00	2,94	8,1
MUZR001X	12/06/2024 0:00	5,93	7,94
MUZR002X	25/03/2025 0:00	3,55	5,47
MUZR002X	12/06/2024 0:00	4,49	5,6
MUZR003X	25/03/2025 0:00	5,96	1,53
MUZR003X	12/06/2024 0:00	6,31	2,15
MUZR004X	25/03/2025 0:00	2,35	6,21
MUZR004X	12/06/2024 0:00	3,07	6,32
MUZR005X	12/06/2024 0:00	4,89	13,3
MUZR006X	25/03/2025 0:00	5,45	8,48
TRIR001X	25/03/2025 0:00	3,0	3,45
TRIR001X	12/06/2024 0:00	3,41	3,27
TRIR002X	25/03/2025 0:00	5,44	7,74
TRIR002X	12/06/2024 0:00	5,15	7,2
TRIR003X	25/03/2025 0:00	3,22	3,29
TRIR003X	12/06/2024 0:00	3,98	3,62

Lijst van figuren

Figuur 1: Algemeen principe van bron versus kwel.	13
Figuur 2: Morfologische brontypes (vermeld door Thienemann, 1922 als opgesteld door Steinmann).	14
Figuur 3: Regio in de Vlaamse Ardennen met aanduiding van habitatrichtlijngebieden (rood) en actiegebieden (zwart).	16
Figuur 4: Regionaal overzicht van het DHMII met aanduiding van habitatrichtlijndeelgebieden (rood) en uitgekozen actiegebieden (zwart).	18
Figuur 5: Dagzomende tertiair geologische lagen in de Vlaamse Ardennen met situering van de SBZ-gebieden (rode lijnen) en de onderzochte bronbossen (kleurenlegende zie Figuur 6).	18
Figuur 6: Overzicht van de relevante tertiaire geologische formaties & leden met hun dominante samenstelling (naar Maréchal & Laga, 1988) en bronniveaus zoals ze in de Vlaamse Ardennen te vinden zijn.	19
Figuur 7: Mogelijke bronniveaus in de Vlaamse Ardennen (geactualiseerd vanuit Criel, 1994) met watervoerende lagen in het vet.	20
Figuur 8: Boxplots van topografische hoogte van de verschillende onderzochte bronnen in de Vlaamse Ardennen gegroepeerd per brontype (ruwe data in bijlage).	22
Figuur 9: Schematische voorstelling van een piëzometer (links) en een peilbuis (rechts).	23
Figuur 10: Box-plots voor een selectie van chemische variabelen voor het grondwater in de bronbossen van de Vlaamse Ardennen – gerangschikt per watervoerende laag.	27
Figuur 11: Verzadigingscurve voor bicarbonaat in relatie tot pH (volgens de Temkin adsorptie isotherm-formule) met weergave van de mediane chemische samenstelling van de drie bestudeerde brontypes in de Vlaamse Ardennen.	29
Figuur 12: Aanwezigheid van rivierdonderpad en beekprik in de Vlaamse Ardennen (uit Pauwels et al. 2026).	31
Figuur 13: Situering van het actiegebied in het Kluisbos met aanduiding van piëzometers en de detailhydrografie.	32
Figuur 14: DHMII overzicht van het habitatrichtlijngebied BE2300007-38 aan het Kluisbos met indicatie van de onderzochte noordelijke en de zuidelijke bronzones.	33
Figuur 15: Detailhydrografie van het zuidelijk deel van het actiegebied in het Kluisbos.	34
Figuur 16: Detailhydrografie van het noordelijk deel van het actiegebied in het Kluisbos.	34
Figuur 17: Tertiair geologische lagen t.h.v. het Kluisbos met aanduiding van geologische dwarsdoorsneden voor de zuidelijke (Figuur 18) en de noordelijke bronnen (Figuur 19).	35
Figuur 18: Geologische Z-N dwarsdoorsnede doorheen het Kluisbos met indicatieve aanduiding van de zuidelijke bronlocatie (bij meetpunt KBSP001).	36
Figuur 19: Geologische W-O dwarsdoorsnede doorheen het actiegebied in het Kluisbos met indicatieve aanduiding van de noordelijke bronlocatie (bij meetpunt KBSP002).	36
Figuur 20: Quartairprofieltypekaart (1/50.000) (Bogemans, 2007) voor het actiegebied in het Kluisbos.	37
Figuur 21: Digitale bodemkaart t.h.v. het Kluisbos.	38
Figuur 22: Erosiegevoeligheidskaart t.h.v. het actiegebied (links) in het Kluisbos (DOV, 2025) en rechts de aanduiding van probleemperceel (geel omcirkeld) met plaatselijk sedimentdepot (pijl).	38

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

Lijst van tabellen

Tabel 1: Mediane samenstelling van het bronwater uit de drie belangrijkste watervoerende lagen in de Vlaamse Ardennen (staalname periode 2001-2024, aantal = 42).	27
Tabel 2: analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Kluisbos.	43
Tabel 3: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Kluisbos.	45
Tabel 4: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Kluisbos.	46
Tabel 5: Analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Beiaardbos.	63
Tabel 6: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Beiaardbos.	65
Tabel 7: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Beiaardbos.	66
Tabel 8: Analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Muziekbos.	82
Tabel 9: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Muziekbos.	84
Tabel 10: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Muziekbos.	85
Tabel 11: analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Brakelbos.	102
Tabel 12: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Brakelbos.	105
Tabel 13: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Brakelbos.	105
Tabel 14: analyseresultaten voor het freatische grondwater in Trimpont.	118
Tabel 15: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Trimpontbos.	120
Tabel 16: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Trimpontbos.	120
Tabel 17: analyseresultaten voor het freatische grondwater in het Burreken.	135
Tabel 18: Vergelijking van chemische analyseresultaten voor het grondwatermeetpunt BURP004 voor de periode 2001-2003 en de periode 2024.	136
Tabel 19: Analyseresultaten voor het oppervlaktewater in het Burreken.	137
Tabel 20: Overzicht van het zuurstofgehalte, organisch koolstof (NPOC), totaal stikstof (TN), chemisch (CZV) en biochemisch zuurstofverbruik (BZV) uit de oppervlaktewaterstalen van het Burreken.	137
Tabel 21: Samenvattende tabel met knelpunten in de zes bestudeerde actiegebieden in de Vlaamse Ardennen. (rood: probleem, groen: geen of beperkt probleem, ????: vermoedelijk te weinig info).	140