

Archeologische en paleo-ecologische evaluatie van de vallei van de Zwarte Beek

Beringen (provincie Limburg)

Luc Allemeersch

INBO.R.2010.56

Auteurs:

Luc Allemeersch

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse overheid

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

allemeersch.luc@skynet.be

Wijze van citeren:

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

D/2010/3241/401

INBO.R.2010.56

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Management ondersteunende diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Elise Beke

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed – Vlaanderen

Begeleidende stuurgroep:

Sara Briers en David Depraetere: Vlaamse Landmaatschappij

Annemie Witters: stad Beringen

Peter Van den Hove: Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed

Myriam Van den Broeck: Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed

Ingrid Vanderhoydonck: Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed

Katia Nagels: Agentschap Natuur en Bos

Jan Bastiaens: Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed

Chris Dictus: beleidsmedewerker Natuurpunt

Willy Vanlook: conservator van de Vallei van de Zwarte Beek (Natuurpunt)

Archeologische en paleo-ecologische evaluatie van de vallei van de Zwarte Beek

(Beringen, provincie Limburg)



Allemeersch Luc

INBO.R.2010.56

Bestek 2009-Archeo06
D2010/3241/401

Dankwoord/Voorwoord

Venen vormen niet alleen mysterieuze landschappen en hoog gewaardeerde natuurgebieden. Venen vormen ook een uitzonderlijk bodemarchief dat duizenden jaren landschapsgeschiedenis en activiteiten van de mens in dit landschap opgeslagen heeft.

Als natuurgebied wordt de vallei van de Zwarte Beek internationaal gewaardeerd. In dit kader zijn al vele studies uitgevoerd. Over de veenlaag zelf was de kennis eerder beperkt.

Daarom bestelde het Agentschap Ruimtelijke Ordening en Onroerend Erfgoed Vlaanderen een studie om de vallei op archeologisch en paleo-ecologisch vlak te evalueren. Deze evaluatie kan door het Agentschap R-O Vlaanderen gebruikt worden als uitgangspunt voor het opstellen van een beschermingsdossier archeologie, meer in het bijzonder een historische en archeologische toelichtingnota bij het beschermingsdossier.

Een stuurgroep met vertegenwoordigers van eigenaars, bevoegde agentschappen en specialisten kwam samen op 21 mei, 24 augustus en 14 oktober 2010.

Dit rapport kon alleen maar tot stand komen dank zij de hulp, medewerking en adviezen van veel mensen. Vooreerst was er de vlotte manier waarop toelating gegeven werd door Natuurpunt, het Agentschap Natuur en Bos en de Militaire Overheid om het gebied te betreden.

Om te beginnen zijn er de leden van de begeleidende stuurgroep die in de loop van het jaar mij vlot met kleine, praktische zaken en bij de rapportering geholpen hebben. Het gaat om Sara Briers en David Depraetere van de Vlaamse Landmaatschappij, Annemie Witters van de stad Beringen, Peter Van den Hove, Myriam Van den Broeck en Ingrid Vanderhoydonck van het Agentschap Ruimte en Erfgoed, Katia Nagels van het Agentschap Natuur en Bos, Jan Bastiaens van het Vlaams Instituut voor Onroerend Erfgoed, Chris Dictus van Natuurpunt en Willy Vanlook, conservator van de Vallei van de Zwarte Beek.

Samen met Willy Vanlook wil ik tevens Joël Burny bedanken. Naast de conservator is hij ook al decennia bezig met de geschiedenis van de vallei. Zij hebben de interesse voor de cultuurhistorie steeds onder de aandacht gehouden van zowel het brede publiek als het beleid en het onderzoek.

Marcel Van Waerebeke, natuurwachter bij het Agentschap Natuur en Bos, bezorgde mij digitaal kaartmateriaal en prachtige foto's. Elise Beke heeft mij als jobstudente bijgestaan bij het uitpikken van macroresten, het aanmaken van kaartmateriaal en het boren.

De fysico-chemische analyses werden in volle vakantieperiode uitgevoerd door de collega's Els Mencke en Gerrit Genauw. Filiep 't Jollyn heeft me wegwijis gemaakt in

Turboveg. Tony Van Tilborgh heeft me met raad en daad bijgestaan bij het maken van cartografisch materiaal.

Voor de boringen heb ik medewerking gekregen van de collega's Guy Laurijssens en Ward Vercruysse én van Chris De Caluwé, mijn vrouw.

Verder ben ik ook degelijk geholpen door enkele specialisten van het VIOE. Marc De Bie nam mijn twijfels weg bij de methodiek voor archeologische prospectie. Met Jan Bastiaens heb ik een aantal moeilijk herkenbare macroresten en met Koen Deforce een aantal moeilijk herkenbare microresten doorgenomen.

Voor de rapportering kon ik beroep doen op meerdere collega's: Bruno Devos voor de chemische aspecten van het veen, Piet De Becker voor de ecohydrologische aspecten en Willy Huybrechts voor de paleo-ecohydrologische invalshoek. Piet De Becker heeft tevens mijn boringen verwerkt binnen een uitgebreide databank met boringen in de vallei van de Zwarte Beek.

Tenslotte wil ik zeker Geert De Blust, verantwoordelijke voor dit project, bedanken die mij steeds tijdig geholpen en doorverwezen heeft.

Anderlecht, 26 oktober 2010

Samenvatting / English abstract

De Zwarte Beek is een zijrivier van de Demer in het bekken van de Schelde (Beringen, Belgisch Limburg). Ten oosten van Beringen-Koersel is er in de middenloop nog een veengebied aanwezig van meer dan 200 ha.

Enkele nieuwe raaien met boringen werden uitgezet om de beste plaats te vinden voor de berging van een sequentie. Bij deze boringen werd het veen gekenmerkt aan de hand van herkenbare macrofossielen van planten.

Op de uitgekozen plaats hebben de afzettingen, die de vallei opvullen een dikte van 560 cm. Deze werden vooral op macrofossielen onderzocht. Vier ^{14}C -dateringen en een beperkt aantal niveaus, die op pollen onderzocht werden, geven ons voldoende informatie om de onderzochte stalen te plaatsen binnen het Laat-Glaciaal of het Holoceen.

Een paleovallei is opgevuld met gyttja, dat zeer veel vivianiet bevat, zeggeveen en zand. De sedimentatie startte vroeg in het Laat-Glaciaal. Vanaf het Preborea tot het laatste gedeelte van het Atlanticum is er een doorlopende veengroei. De veengroei startte met een verlanding in lokale depressies maar meestal met een vervening op de zachte hellingen. Het grootste gedeelte van het veenpakket is wel opgebouwd als een doorstroomveen. Op enkele niveaus bevat het doorstroomveen veel houtresten. De top van het veen is gedateerd in het laatste gedeelte van het Atlanticum. Het blijft voorlopig een open vraag waarom de tweede helft van het Holoceen ontbreekt in het onderzochte profiel.

De aangroei van het holoceen veen hebben we geschat op 0,73 mm per kalenderjaar. Het percentage koolstof en het organisch gehalte zijn zeer hoog. Dit wijst er op dat we de invloed van een rivier op het veen mogen uitsluiten.

De veenlaag in de smalle middenloop is één van de dikste in het Vlaams Gewest. De veenlaag is er zeer goed bewaard. We gaan er momenteel van uit dat deze veenlaag het meest geschikt is in het Vlaams gewest om het landschap te reconstrueren tijdens de eerste helft van het Holoceen. Dit veengebied van bijna 50 ha wordt als natuurgebied beheerd. Elzenbroekbossen en mesotrofe zeggenvenen (kleine zeggenvegetaties) zijn tegenwoordig, net zoals in de eerste helft van het Holoceen, in de vallei aanwezig.

Archaeological and palaeoecological evaluation of the valley of the *Zwarte Beek* (Beringen, province of Limburg-Belgium)

The *Zwarte Beek* is a tributary of the *Demer* in the Scheldt basin. In the middle-coarse, eastern of Beringen-Koersel there is still a peat surface of more than 200 ha.

Some new rows of borings, with description of the plant macrofossils in the field were made to search the best place to sample the valley deposits.

The deposits, filling up the valley have a thickness of 560 cm. The samples were principally analyzed upon macrofossil remains. Four ¹⁴C-datings and a limited number of levels for pollen analysis give us enough information to situate the different levels in a Holocene and Late Glacial time scale.

A palaeovalley is filled up with gyttja, very rich on vivianite, sedge peat and sands. Sedimentation started early in the Late Glacial. During the Holocene there is a continuous peat layer from the Preboreal until the last part of the Atlantic. Peat growth started with a terrestrialization in local depressions but mostly with a paludification upon gentle slopes. The largest part of the peat is a percolation mire peat. At some levels in the huge percolation peat, peat is rich on wood remains. The top of the peat must be situated at the last part of the Atlantic. The reason for the lacking of younger peat (second half of the Holocene) is still an open question.

We estimate the rate of the peat growth at about 0.73 mm/calendar year. The percentage of organic matter and C is very high, which excludes influence of a river.

The peat layer in the smaller middle-coarse is one the thickest in the Flanders region (Belgium). The peat is very well conserved and we suppose it is the best deposit in Flanders to reconstruct the first half of the Holocene. This peat area with a surface of nearly 50 ha is managed as a nature area. Vegetations such as alder carr and mesotrophic mire, which were present in the first half of the Holocene, are still present in the valley.

Inhoud

Hoofdstuk 1. Beknopt overzicht van de fysische en historische geografie van het studiegebied op basis van literatuur, (historische) kaarten en DHM.... 10

1.1 Situering.....	10
1.2 LIDAR-hoogtepunten	13
1.3 Geologie	14
1.4 Geomorfologie	15
1.5 Hydrologie	28
1.6 Pedologie	29
1.7 Archeologie	33
1.8 Veenonderzoek	34
1.9 Bespreking historische kaarten	40
1.10 Bespreking teksten en fotografisch materiaal	56

Hoofdstuk 2. Onderzoek naar het voorkomen en aard van het veen in de vallei van de Zwarte Beek..... 65

2.1 Aard van de gegevens	65
2.2 Algemene bespreking	66
2.3 Transsekten mét bepaling van dikte en macroscopische beschrijving	69
2.4 Reconstructie ecologische randvoorwaarden voor veenvorming	81

Hoofdstuk 3. Berging van één geselecteerde kwaliteitsvolle, continue sequentie. 83

3.1 Ligging	83
3.2 Berging.....	83
3.3 Versnijden van de stalen	86

Hoofdstuk 4 Datering van de geselecteerde sequentie aan de hand van C14-onderzoek 88

4.1 AMS-methode.....	88
4.2 Keuze van de stalen	89
4.3 De resultaten.....	90

Hoofdstuk 5. Paleo-ecologisch onderzoek van de geselecteerde sequentie..... 91

5.1 Macroresten	91
5.2 Palynologisch onderzoek	105

Hoofdstuk 6. Paleo-ecohydrologische karakteristieken uit de geselecteerde sequentie 107

6.1 De zones A, B en C.....	107
6.2 De zones D, E en F.....	108
6.3 De zones G en H	109
6.4 De zones I en J	109
6.5 Wat kwam erna?.....	110

Hoofdstuk 7. Beschrijving van de actuele vegetatie ter hoogte van de selecteerde sequentie en het omliggende valleigebied..... 113

7.1 De opnames	113
7.2 Indeling van de vegetatie-opnames	115

7.3 De vegetatiekaart	116
7.4 Vergelijking met de BWK en de Natura-2000 habitatindeling	118
7.5 Bespreking van de huidige vegetaties en de mogelijke veenvorming.....	118
Hoofdstuk 8. Beschrijving van de actuele bedreigingen van het veen	121
8.1 Verdroging	121
8.2 Vernatting met regenwater.....	122
8.3 Vernatting met voedselrijk water	122
8.4 Verstoring veenprofielen	122
8.5 Keuzes bij natuurbeheer/behoud erfgoedwaarde	123
Hoofdstuk 9. Inschatting van snelheid van veenvorming en mogelijkheden tot koolstofsequestratie.....	125
9.1 Inschatten van snelheid van veenvorming	125
9.2 Bepaling koolstofgehalte bij geselecteerde sequentie	125
9.3 Vergelijking met andere bodems	127
9.4 Maatschappelijk belang koolstofsequestratie in veenbodems.....	127
Hoofdstuk 10. Korte evaluatie van eventueel aanwezige archeologische sites (niet-vlakdekkend booronderzoek)	130
10.1 Inleiding	130
10.2 Methodiek	131
10.3 De prospectie.....	131
10.4 Besluit	132
Hoofdstuk 11. Conclusies en aanbevelingen.....	135
11.1 Veen als bodemarchief.....	135
11.2 Beschermingsmaatregelen vanuit het beleidsdomein onroerend erfgoed	135
11.3 Unieke waarde van het veen in het studiegebied	135
11.4 Voorstel tot afbakening van specifiek onroerend erfgoed	140
11.5 Maatregelen voor de conservering van specifiek onroerend erfgoed.....	141
Tekstbijlage 2.3.1.....	143
Humificatiegraad von Post	160
Tekstbijlage 10.3.....	161
Tekstbijlage 11.4.....	167

1.1 Situering

10

1.2 LIDAR-hoogtepunten

1.2.1 Algemeen

LIDAR staat voor **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging. Het is een technologie die de afstand tot een bepaald object of oppervlak bepaalt door middel van het gebruik van laserpulsen. De afstand tot het object of oppervlak wordt bepaald door de tijd te meten die verstrijkt tussen het uitzenden van een puls en het opvangen van een reflectie van die puls.

Hoogwaterproblematiek bracht het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap er toe een nauwkeurig en gebiedsdekkend digitaal hoogtemodel te ontwikkelen. In 2004 was een nauwkeurig, multifunctioneel en gebiedsdekkend **D**igitaal **H**oogtemodel (DHM) voor Vlaanderen klaar. De technische coördinatie en verspreiding gebeuren door het **A**gentschap voor **G**eografische **I**nformatie **V**erwerking.

Voor het vervaardigen van een digitaal hoogtemodel komen verschillende technieken in aanmerking waaronder laseraltimetrie (of laserscanning), fotogrammetrie, topografie, vliegtuig INSAR en satelliet INSAR (*Inferometric Synthetic Aperture Radar*). Voor het DHM-Vlaanderen werd geopteerd om enkel laseraltimetrie en fotogrammetrie aan te wenden.

Laseraltimetrie is een techniek waarbij het aardoppervlak wordt gescand d.m.v. een lasersysteem dat aan boord van een vliegtuig of helikopter wordt gemonteerd. De laserscanner werkt in het InfraRood-spectrum.

Gesynchroniseerd met de laserwaarnemingen worden stand- en plaatsbepalingen van het vliegtuig uitgevoerd. Met de standbepaling wordt verwezen naar de schommelingen van het vliegtuig die door het gebruik van een Inertieel Navigatie Systeem (INS) berekend kunnen worden. Onder plaatsbepaling verstaan we de coördinaten die berekend worden met behulp van een *Global Positioning System* (GPS). Daarna worden deze gegevens (lasermetingen, GPS- metingen en INS-metingen) bij elkaar gebracht.

Rekening houdend met de afstand tussen de aarde en het vliegtuig en met de stand en plaats van het vliegtuig wordt de hoogte van het terrein gemeten. Laserscanning is geen selectieve techniek, dit betekent dat zowel de maaiveldhoogte (de grondpunten) als de hoogte van alle voorkomende topografische objecten wordt geregistreerd tijdens het verzamelen van de data.

In functie van het gestelde doel om een DHM van het grondoppervlak te bekomen, worden de brongegevens in het dataverwerkingsproces door middel van filtering opgesplitst in twee deelverzamelingen (bv ASCII bestanden) met enerzijds de grondpunten en anderzijds de vegetatiepunten.

De deelverzameling grondpunten bestaat enkel uit de punten gelegen ter hoogte van de grond of ter hoogte van het maaiveld. De deelverzameling vegetatiepunten bestaat uit punten gelegen ter hoogte van topografische objecten zoals gebouwen

of vegetatie. Beide datasets worden gekenmerkt door een verzameling onregelmatig verspreide punten met een dichtheid van gemiddeld 1 punt per 4 m².

De nauwkeurigheid van de verzameling grondpunten uit laserscanning wordt bepaald door het type terrein. De gemiddelde afwijking t.o.v. het controlebestand bedraagt 7 cm op kort gras en verharde oppervlakken, tot 20 cm voor terreinen gekenmerkt door meer complexe vegetatie.

1.2.2 Eigen verwerking en gebruik

De gegevens werden door AGIV aangeleverd met een dichtheid van 1 punt per 4 m². Dit werd door extrapolatie verfijnd tot pixels van 25 x 25 cm of 16 punten per m².

Bij een volledige overzichtskaart (zie kaart 1.4.1) zijn de hoogteverschillen te groot om het microreliëf te bestuderen in de vallei van de Zwarte Beek. Daarom werd de vallei in het studiegebied in een 10-tal gedeelten opgesplitst. De hellende flanken werden zoveel mogelijk buiten beschouwing gelaten. Zo ontstonden er deelkaartjes met slechts 5 à 6 m hoogteverschil. Bij de kleuren werd gekozen voor een indeling die bij de conventionele kleurkeuze aansluit. Beschaduwing (*hill shade*) om hoogteverschillen te beklemtonen werd niet toegepast.

Deze LIDAR-beelden geven zeer nuttige informatie over het microreliëf in de vallei. De beelden worden in dit inleidend hoofdstuk bij de geomorfologie (1.4) gebruikt als illustratiemateriaal.

1.3 Geologie

Algemene geologische informatie, ouder dan het Quartair, is samengevat bij Matthijs (1999).

De jongste en belangrijkste formatie is de Formatie van Diest.

Voor het huidige reliëf en de hydrologie is deze afzetting uit het Mioceen het belangrijkste.

Deze formatie bestaat uit een glauconietrijk middelmatig tot grof zand. Door verwerking is het zand meestal geelbruin en aaneengekit tot ijzerzandsteenbanken. Gewoonlijk worden ze naar onder toe fijner en kleirijker. Naar het noordoosten toe (Helchteren, Hechtel) wordt het zand fijner en komen er meerdere kleilaagjes in voor. Sommige auteurs plaatsten die dan ook in de Formatie van Kasterlee.

De Zanden van Diest komen voor in een lange westzuidwest-oostnoordoost gerichte, geulvormige insnijding. Sterke stromingen langs de toenmalige kust zorgden ervoor dat de Zanden van Diest afgezet werden als zandbanken. De zandbankenstructuur is na het terugtrekken van de Diestzee in het reliëf goed bewaard gebleven in het westen van Limburg tussen het Kempens plateau en Diest. Het reliëf wordt gekenmerkt door langgerekte heuvelruggen.

Onder de Formatie van Diest bevinden zich de Formatie van Voort en de Formatie van Bolderberg. Deze vormen een belangrijke aquifer of watervoerende laag die op de Formatie van Boom rust. Water dat op het Kempens Plateau of op de langgerekte heuvelruggen infiltreert, kan aan de oppervlakte komen in de valleien. Het water is ijzerrijk door het verblijf in de glauconietrijke Formatie van Diest.

Op bepaalde plaatsen van het Kempens Plateau (net ten oosten van mijnsteenbergh Heusden-Zolder) zijn deze zanden niet bedekt door rivierafzettingen.

De Quartairgeologie is samengevat bij Frederickx E. & Gouwy S. (1996).

Afzettingen van Maas en Rijn op het Kempens Plateau

Op dit gedeelte van het Kempens Plateau zijn zowel sedimenten van Maas als van Rijn aanwezig. Ter hoogte van Helchteren vloeiden Rijn en Maas samen in het Midden-Pleistoceen. Ten zuiden van Helchteren is er geen materiaal van de Rijn.

De Zanden van Lommel zijn grove, niet verweerde grijze zanden met weinig grind. Mineralogisch onderzoek leert ons dat ze vooral uit materiaal van de Rijn bestaan.

De Zanden van Winterslag zijn grove grindrijke zanden. Deze zijn hier vooral door de Maas achtergelaten.

Op het Kempens Plateau kunnen deze rivierafzettingen soms tot 20 m dik zijn. Dit valt moeilijk te verklaren door rivierwerking omdat het geen erosierivieren waren. Een verhoogde tektoniek in de periode van die afzettingen kan een mogelijke verklaring zijn.

Eolische afzettingen

Buiten de valleien komt overal een eolische afzetting voor. Deze dekzanden zijn plaatselijk zeer dun zijn zoals op delen van het Kempens Plateau. Ze kunnen lokaal wel verwaaid zijn tot stuifduinen gedurende het Laat-Glaciaal en de tweede helft van het Holoceen.

Alluviale afzettingen

Deze quartairgeologische kaart bevat nauwelijks gegevens over de alluviale afzettingen. De enige doorsnede is afkomstig van Aggenbach et al. (1990) die het op zijn beurt overgenomen heeft van Allemeersch (1987). Een verdere bespreking hierover volgt bij de bespreking van het veenonderzoek (zie hoofdstukken 5 en 6).

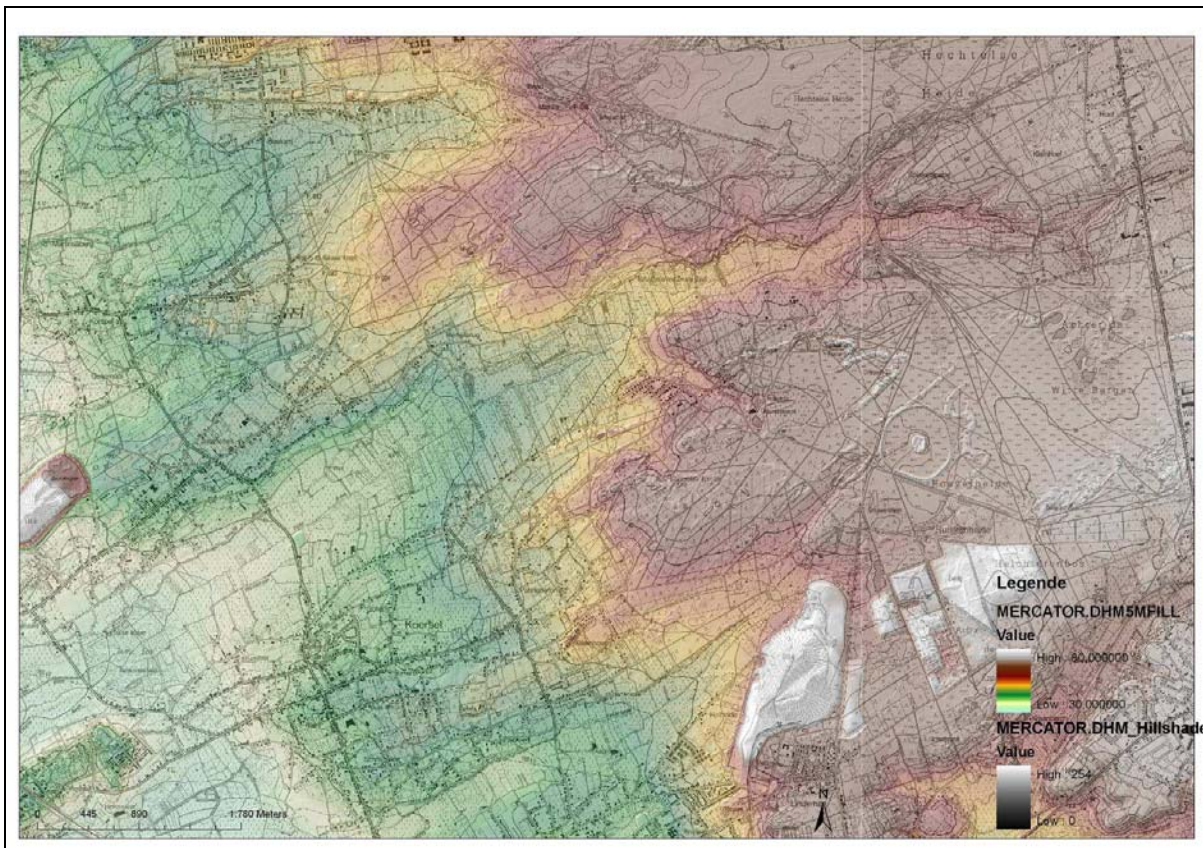
1.4 Geomorfologie

1.4.1 De vallei binnen een groter geheel

De vallei van de Zwarte Beek stroomt in het studiegebied zowel op het Kempens Plateau als in het Heuvelland van Lummen. Het Kempens Plateau is een sedimentatielandschap terwijl de rest van de Kempen een erosielandschap vormen.

Het Kempens Plateau is een enorme waaivormige vlakte die zich uitstrekt van Zutendaal tot Lommel-Neerpelt. Deze vlakte helt lichtjes van het zuiden naar het noorden. Ze verbreedt ook van zuid naar noord. Bijna alle morfologische elementen zijn dalinsnijdingen en eolische reliëfs. Deze laatste kunnen zowel accumulatiereiliëfs zijn (duinen) als uitgewaaid kommen. Deze kommen kunnen omgevormd zijn tot vennen. De Zwarte Beek ontspringt op het Kempens Plateau op een hoogte van 70 m.

Bij de westelijke plateaurand bevindt zich tussen beiden het Glacis of Pediment van Diepenbeek-Beringen. Op de kaart (1.4.1) is er een relatief scherpe overgang waar te nemen van het Plateau naar de lager gelegen gebieden. Die liggen op ongeveer 45 m. De westelijke plateaurand is sterk doorsneden door valleien die zich ontwikkeld hebben loodrecht op de plateaurand. De Zwarte Beek is er een duidelijk voorbeeld van. Daardoor heeft de plateaurand een onregelmatige vorm. Deze onregelmatige vorm zorgt er voor dat de vallei van de Zwarte Beek stroomopwaarts Hemelrijk en het Melkpad langs drie zijden door een hoger gelegen reliëf omgeven is (zie ook kaart 1.1b).



Kaart 1.4.1: digitaal hoogtemodel van de Vallei van de Zwarte Beek en omgeving: bovenloop en middenloop (© DHM AGIV, topografische kaart NGI).

Aan de voet van het Kempens Plateau bevindt zich het Glacis of Pediment van Diepenbeek-Beringen. Het is een noordwest-zuidoost gerichte strook die continu

afhelt in zuidwestelijke richting. Het oppervlak van dit gebied is zeer licht golvend door de insnijdingen van de beken die het Plateau draineren.

Het centrum van Beringen ligt op één van de heuvels van het Heuvelland van Lummen. Dit verder westelijk gelegen gebied is een golvend landschap. Het reliëf wordt er bepaald door de Formatie van Diest en het rivierstelsel. De rivieren in dit gebied lopen parallel aan de strekking van de heuvels die noordoost-zuidwest is.

De hoogste reliëfs (zie kaart 1.4.1) bestaan uit afvalbergen. De afgeplatte kegels zijn de mijnsteenbergen van de vroegere steenkoolmijnen van Beringen en Heusden-Zolder.

Ten oosten van de mijnsteenbergen van Heusden-Zolder liggen er opgevolde en iets boven het oorspronkelijk oppervlak opgehoogde vroegere zandgroeven.

De vallei zelf

De vallei kunnen we in het studiegebied opdelen in 3 zones (zie kaart 1.1b):

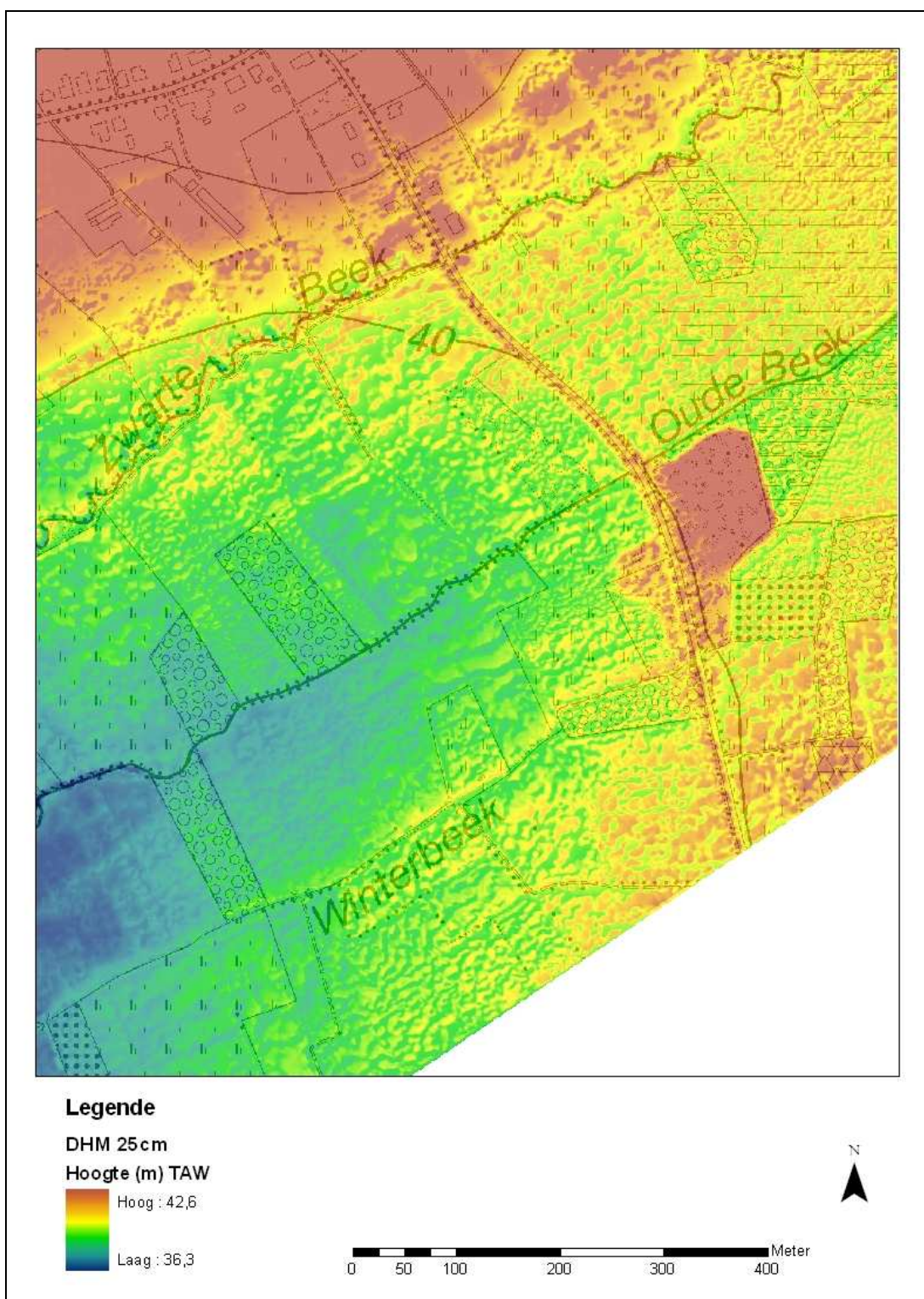
- de bovenloop waar de vallei smal is en volledig ingesneden in het Kempens Plateau. Dit is stroomopwaarts de westelijke tankbaan
- de smalle middenloop waar de vallei ingesneden is in de helling van de westelijke steilrand. Dit is stroomafwaarts de westelijke tankbaan tot net voor Hazerik (voetpad)
- verder stroomafwaarts de brede middenloop waar de vallei buiten het Kempens Plateau ligt.

In de vallei zijn er drie waterlopen aanwezig: de Zwarte Beek, de Oude Beek en de Winterbeek. Deze staan al vermeld op de kaart van Ferraris (1771-1778).

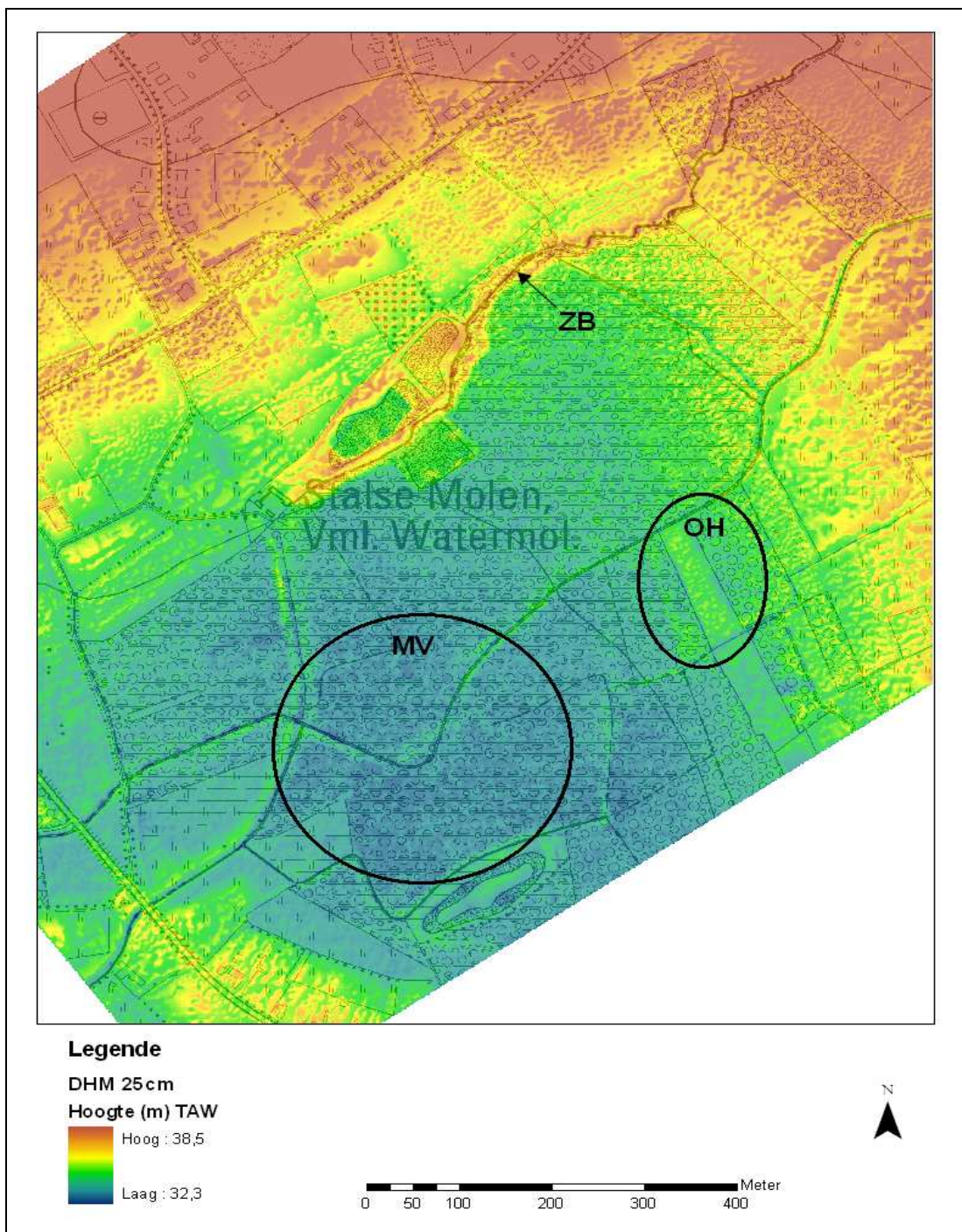
De Zwarte Beek stroomt steeds tegen de noordelijke valleirand. De Oude Beek stroomt meestal centraal (zie kaart 1.4.2a). De Winterbeek is pas stroomafwaarts Nieuwendijk aanwezig.

De Winterbeek en de Oude Beek zijn in feite gegraven waterlopen (grachten). In de smalle middenloop is de Oude Beek of het verlengde ervan (de Hoogbosvliet) uitgegraven op of vlakbij plaatsen waar het veenlichaam het dikst is (Allemeersch, 1987; Aggenbach et al., 1990; De Becker, 2009).

De Zwarte Beek heeft een sterk natuurlijk patroon. Deze waterloop stroomt wel buiten het veenlichaam in de volledige middenloop. In de bovenloop stroomt die boven op het veen.



Kaart 1.4.2a: LIDAR-beeld van de vallei met de Nieuwendijk (basisgegevens: © AGIV).



Kaart 1.4.2b: LIDAR-beeld van de vallei met de Stalse Molen (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: ZB: Zwarte Beek MV: mijnverzakkingsgebied in de vallei OH: opgehoogd

Het veen is er op bepaalde plaatsen bedekt met recente sedimenten van de beek (Aggenbach et al., 1990; Baeyens, 1976). Op andere plaatsen vindt men veen tot aan de oppervlakte (mond. meded. Piet De Becker, INBO).

De natuurlijke beek stroomt niet alleen volledig aan de valleirand; de Zwarte Beek stroomt er ook door een gedeelte dat hoger ligt dan het centrale gedeelte van de vallei (zie kaart 1.4.2a). De Oude Beek ontwatert het laagst gelegen gedeelte.

Helemaal benedenstrooms het studiegebied bevindt zich een komvormige, laaggelegen zone (zie kaart 1.4.2b) in de vallei. Het is een mijnverzakkingsgebied (Vansteelandt, 1993). Deze verzakking loopt nog door in zuid-zuidoostelijke richting buiten de vallei. Meer stroomafwaarts moeten de Oude Beek en de Zwarte Beek door een hoger gelegen gedeelte van de vallei stromen. Net voor de Stalse Molen is de Zwarte Beek gekanaliseerd. De beek ligt er enkele meter boven het centrale deel van de vallei. Op de kaart liggen enkele duidelijk hoger gelegen percelen. Het aangeduide perceel is kunstmatig opgehoogd (mond. meded. Willy Vanlook).

De vallei lijkt een vlak gebied, opgebouwd door een veenpakket. In de middenloop – tussen de westelijke tankbaan en Nieuwendijk – daalt het reliëf in de vallei van 57 m tot 40 m. Bij een gedetailleerde hoogtekaart (zie kaart 1.4.2c) stellen we vast dat het microreliëf nauw kan samenhangen met het (vroegere) gebruik van de percelen. Op veel plaatsen is er turf en/of ijzererts gewonnen. De ontgonnen percelen zijn niet allemaal even veel opgevuld. De natuurlijke successie kan ook minder ver gevorderd zijn. Dit weerspiegelt zich sterk in het microreliëf.

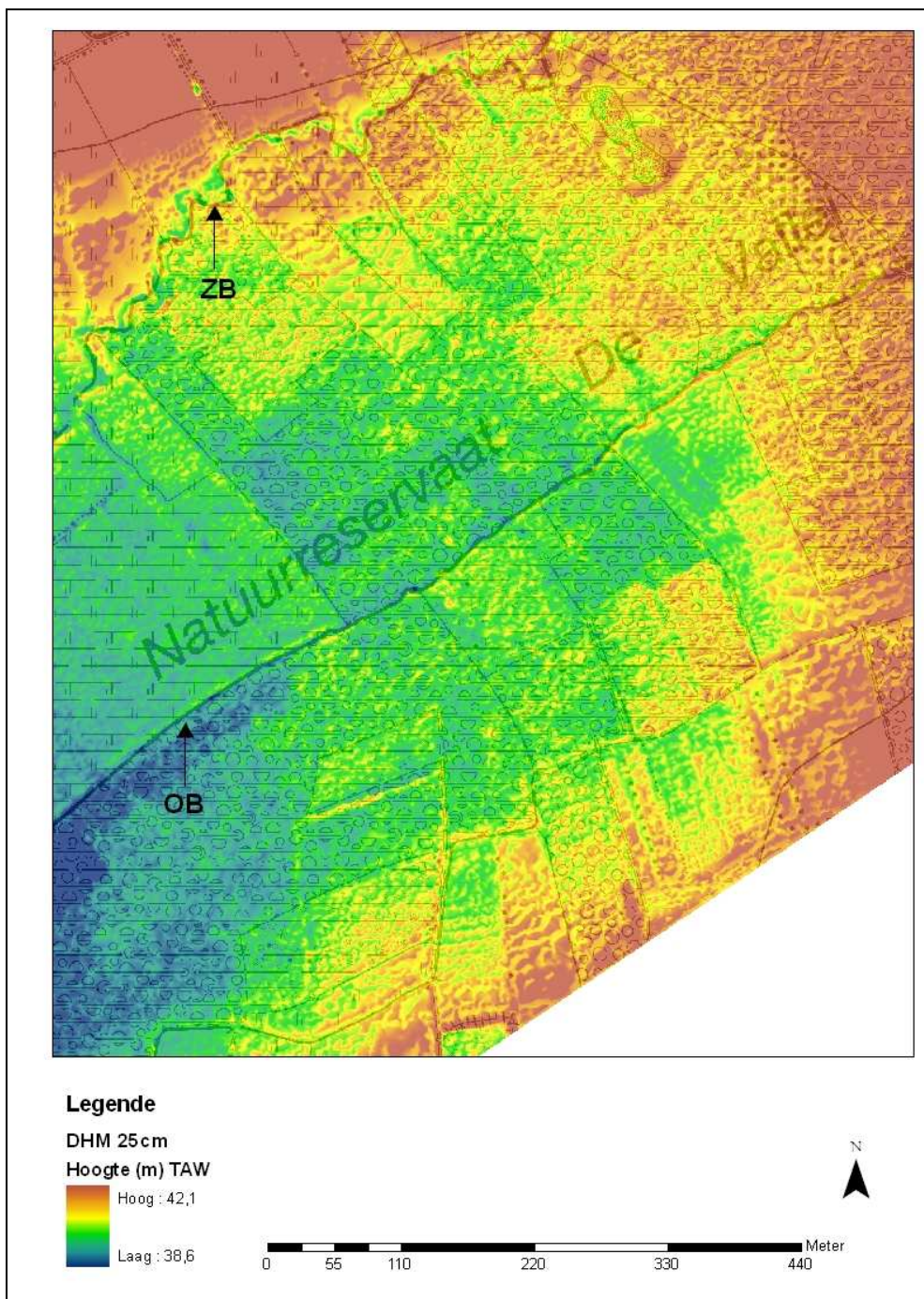
In het stroomafwaartse gedeelte van de Oude Beek is er een bredere laaggelegen zone. Dit is een gevolg van inklinking en eventueel erosie van het veen langs de Oude Beek (De Becker, 2009). Net zoals op vorige kaarten stroomt de Oude Beek door de laagst gelegen zone en ligt de Zwarte Beek volledig aan de buitenkant van de vallei.

Aansluitend bij het stroomafwaartse gedeelte van de Zwarte Beek zijn er greppels te zien. Ze wijzen op restanten van wateringen toen de vallei bevoeid werd (Burny, 1986).

De omgeving van het begin van de Oude Beek is met een pijl aangeduid op kaart 1.4.2d. Tot in de jaren 70 van de XX^e eeuw was hier een bron (mond. med. Willy Vanlook). Meer stroomopwaarts is de Oude Beek eind vorige eeuw verlengd met enkele greppels. De Hoogbosvliet was de belangrijkste. Midden de jaren 80 is deze Hoogbosvliet sterk uitgediept geweest. Enkele jaren later is die gedeeltelijk opgevuld geweest en nu wordt de Hoogbosvliet niet meer uitgediept of geruimd. Op de westelijke helft van de kaart zijn de effecten van een uitgediepte greppel op het veenlichaam wel te zien. Door de inklinking en zelfs erosie van het veen langs de greppel is er een bredere, laaggelegen zone langs de Oude Beek ontstaan.

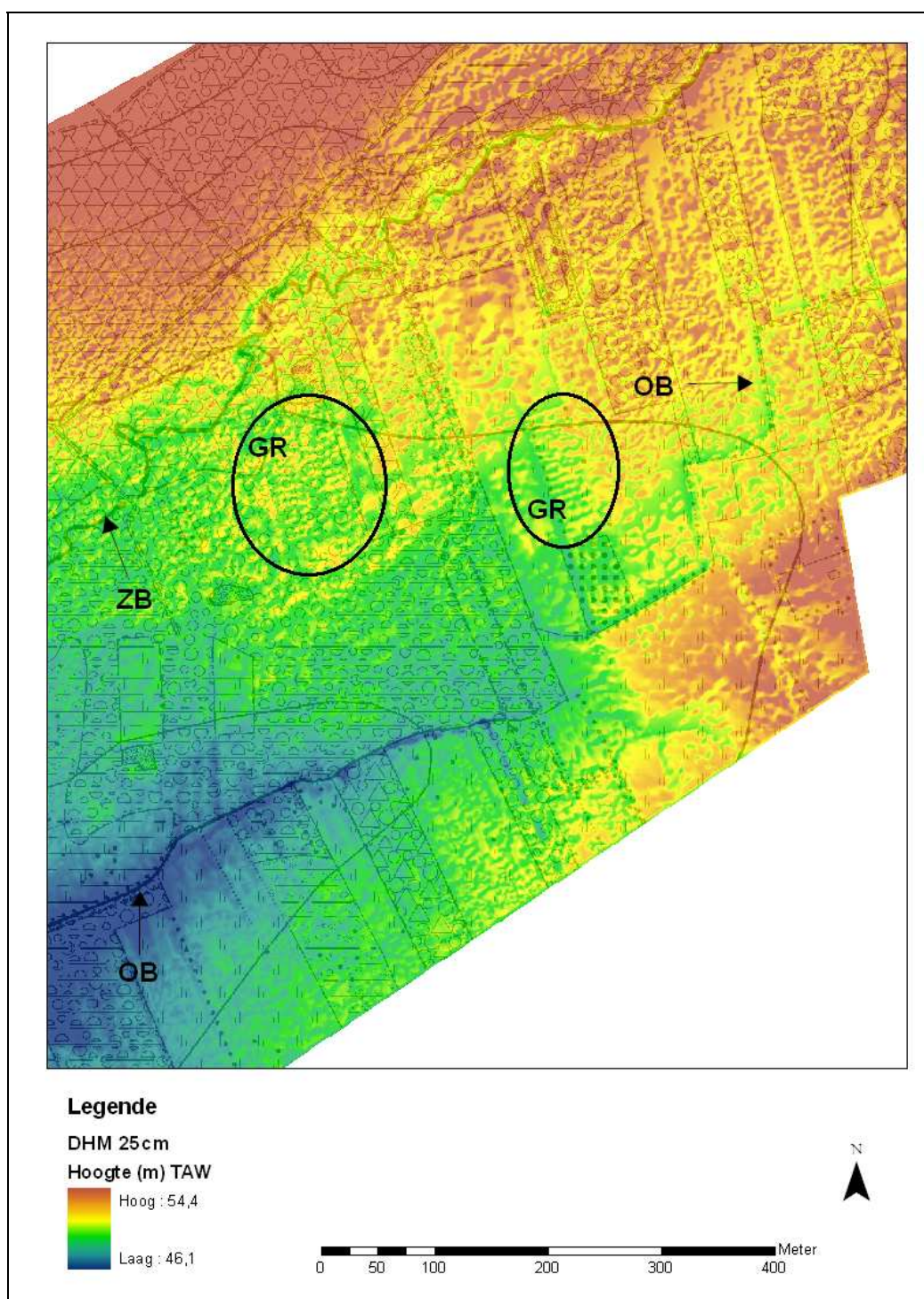
Op deze kaart ligt de overgang van de smalle middenloop (stroomopwaarts) naar de brede middenloop. De hogere ligging van de Zwarte Beek t.o.v. de Oude Beek komt op kaart 1.4.2d zeer duidelijk tot uiting.

De oostelijke GR-zone op de kaart en de onmiddellijke omgeving ervan worden gekenmerkt door bredere, langwerpige laagtes, loodrecht op de Oude Beek en smallere laagtes, loodrecht op de vorige. Het zijn vermoedelijk de restanten van vroegere bevoeiingssystemen (Burny, 1986). In het midden van de XX^e eeuw werden sommige greppels mogelijks verder uitgediept of onderhouden om het gebied te ontwateren. Door de drainerende werking van een uitgediepte Oude Beek konden greppels, die vroeger tijdelijk water aanvoerden, later gebruikt worden om water af te voeren.



Kaart 1.4.2c: LIDAR-beeld van de vallei stroomafwaarts Hemelrijk (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: ZB: Zwarte Beek OB: Oude Beek Ter oriëntatie: de hoogtelijn van 42,5 m dwars de Oude Beek en de Zwarte Beek (zie kaart 1.1b).



Kaart 1.4.2d: LIDAR-beeld van de vallei ter hoogte van Hazerik (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: ZB: Zwarte Beek OB: Oude Beek GR: greppels en rabatten

Ter oriëntatie: het knuppelpad loopt tussen beide zones, aangeduid met GR.

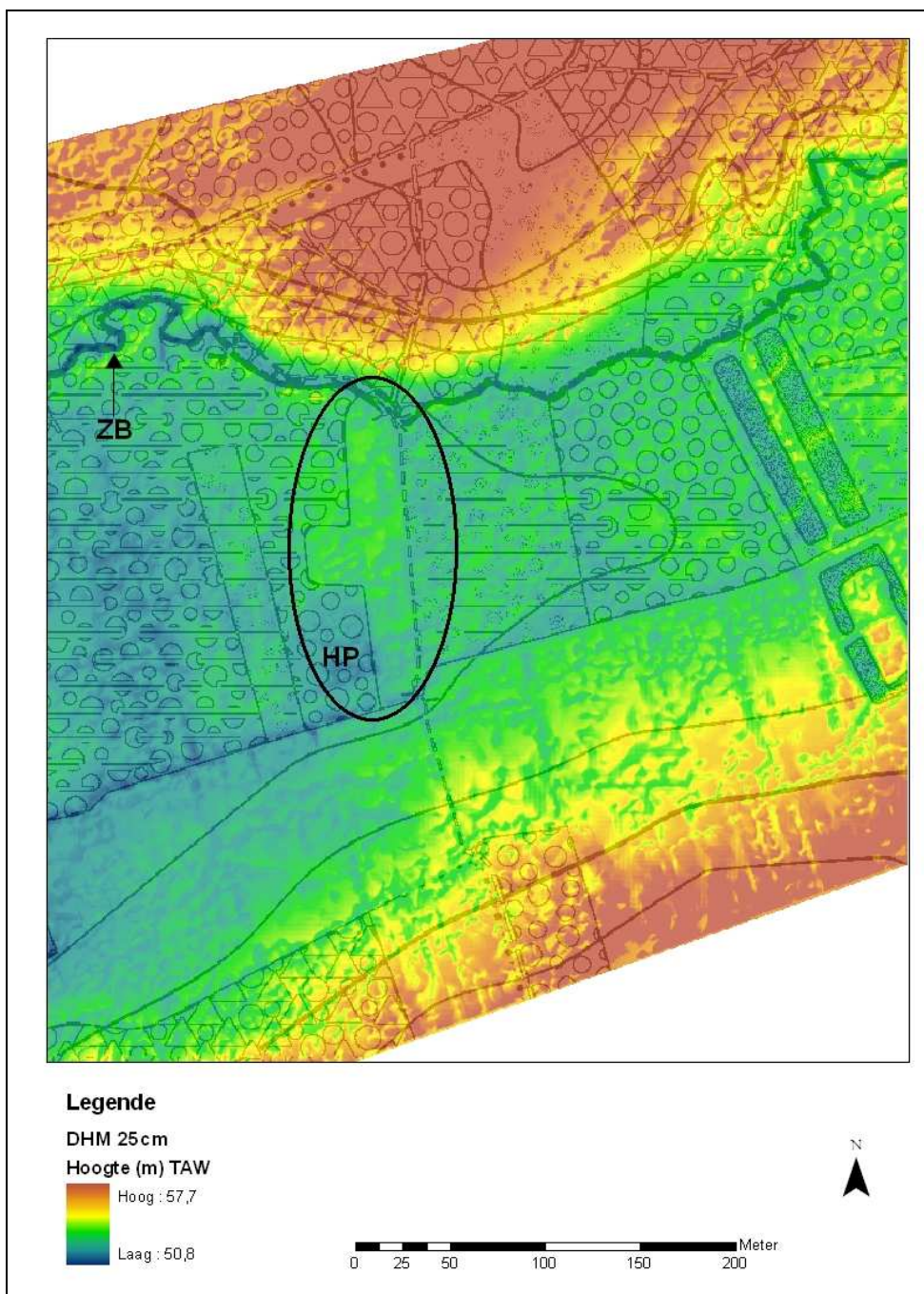
Het reliëf in de westelijke GR-zone bevat ook langwerpige laagtes. Het zijn rabatten die aangelegd werden bij het bebossen van percelen, die door de landbouw opgegeven werden.

Een paar percelen, aangeduid binnen de HP-zone op kaart 1.4.2e, liggen iets hoger dan de aangrenzende percelen. Uit recente verkennende boringen in het kader van deze studie en vroegere boringen (Allemeersch, 1987) weten we dat het veenpakket, zeker verderaf van de Zwarte Beek er meer dan 4 m dik is. De percelen er naast zijn zeer drassig en nauwelijks toegankelijk. De hogere ligging van de HP-zone wijst op een niet of nauwelijks uitgeveend 'eiland', omringd door percelen die minstens gedeeltelijk uitgeveend zijn.

De twee laaggelegen, langwerpige rechthoeken helemaal in het oosten op de kaart zijn vijvers, gegraven na het landbouwkundig gebruik van de vallei in de 2^e helft van de XX^e eeuw. Deze vijvers zijn vermoedelijk in een uitgeveende zone gegraven. De andere, zuidelijker gelegen laagte is gedeeltelijk in het onderliggende zandpakket uitgegraven. Dit zand is vermoedelijk ter plaatse opgestapeld.

De H-zone op kaart 1.4.2f ligt hoger dan de omgeving. Het ligt op de grens met het Militair Domein. Het gebied tussen de (restanten van) het verlengde van de Oude Beek (Hoogbosvliet) en de Zwarte Beek wordt slechts extensief beheerd. De perceelsgrenzen zijn in het microreliëf minder zichtbaar. De samenstelling en de dikte van het veen op deze plaats worden in hoofdstuk 2 besproken. Het veen is er plaatselijk meer dan 5 m dik. Net zoals bij kaart 1.4.2e wijzen de microtopografie en de samenstelling van het veen er op dat hier een zone aanwezig is waar weinig veen gewonnen is. De top van het veen is er niet verstoord en de H-zone ligt iets hoger dan de omgeving, die vermoedelijk wel afgegraven en gedeeltelijk aangevuld is.

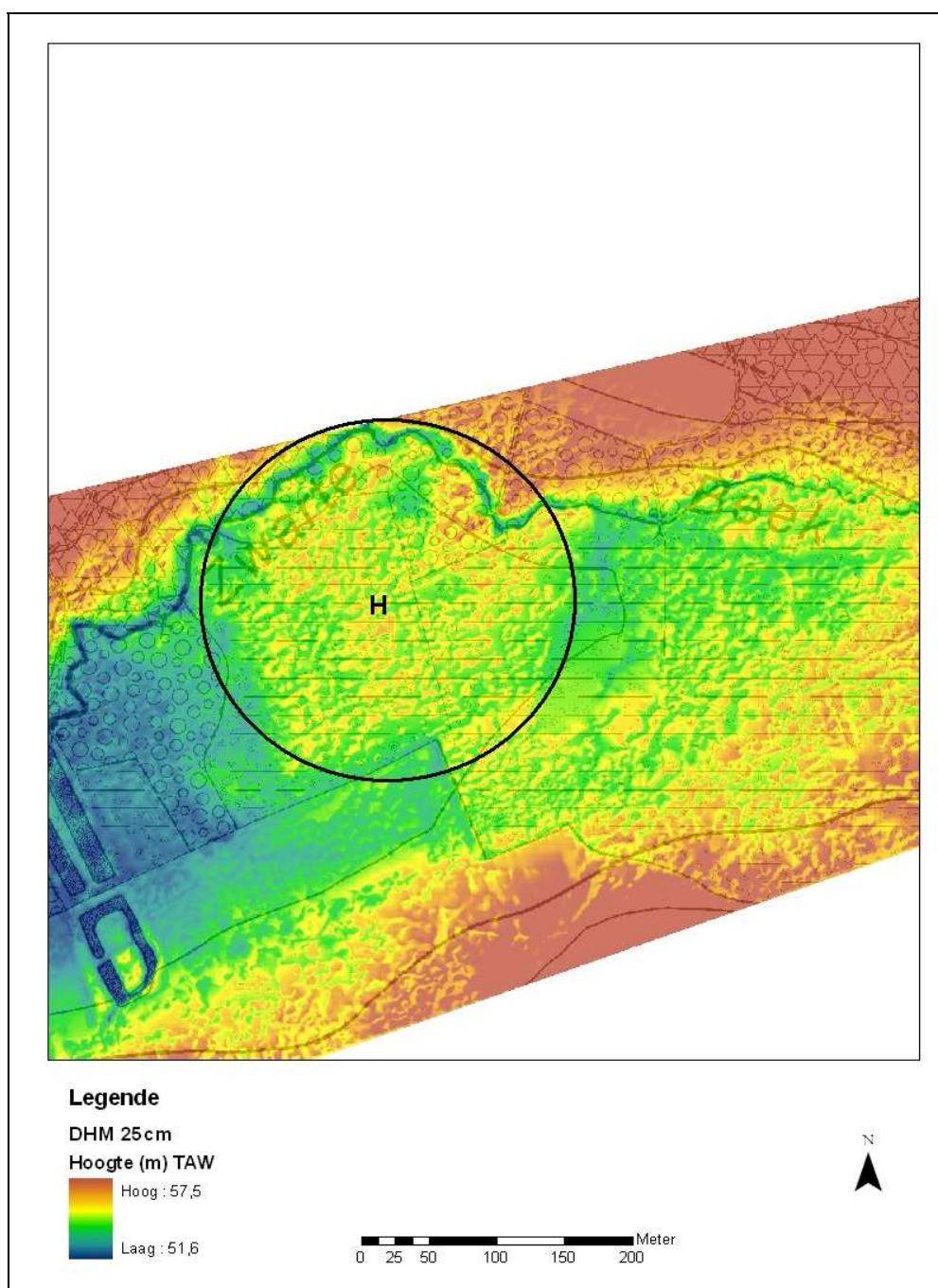
Voor de H-zone op kaart 1.4.2g geldt er een gelijkaardig verhaal. Landbouwkundig gebruik is al meerdere decennia achterwege gebleven. Microtopografie weerspiegelt zich niet meer in perceelsgrenzen. Midden in de vallei, ten zuiden van de Zwarte Beek, is er wel een zone die duidelijk hoger ligt dan de omgeving.



Kaart 1.4.2e: LIDAR-beeld van de vallei ter hoogte van voetpad voetbalveld (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: ZB: Zwarte Beek HP: hogergelegen percelen

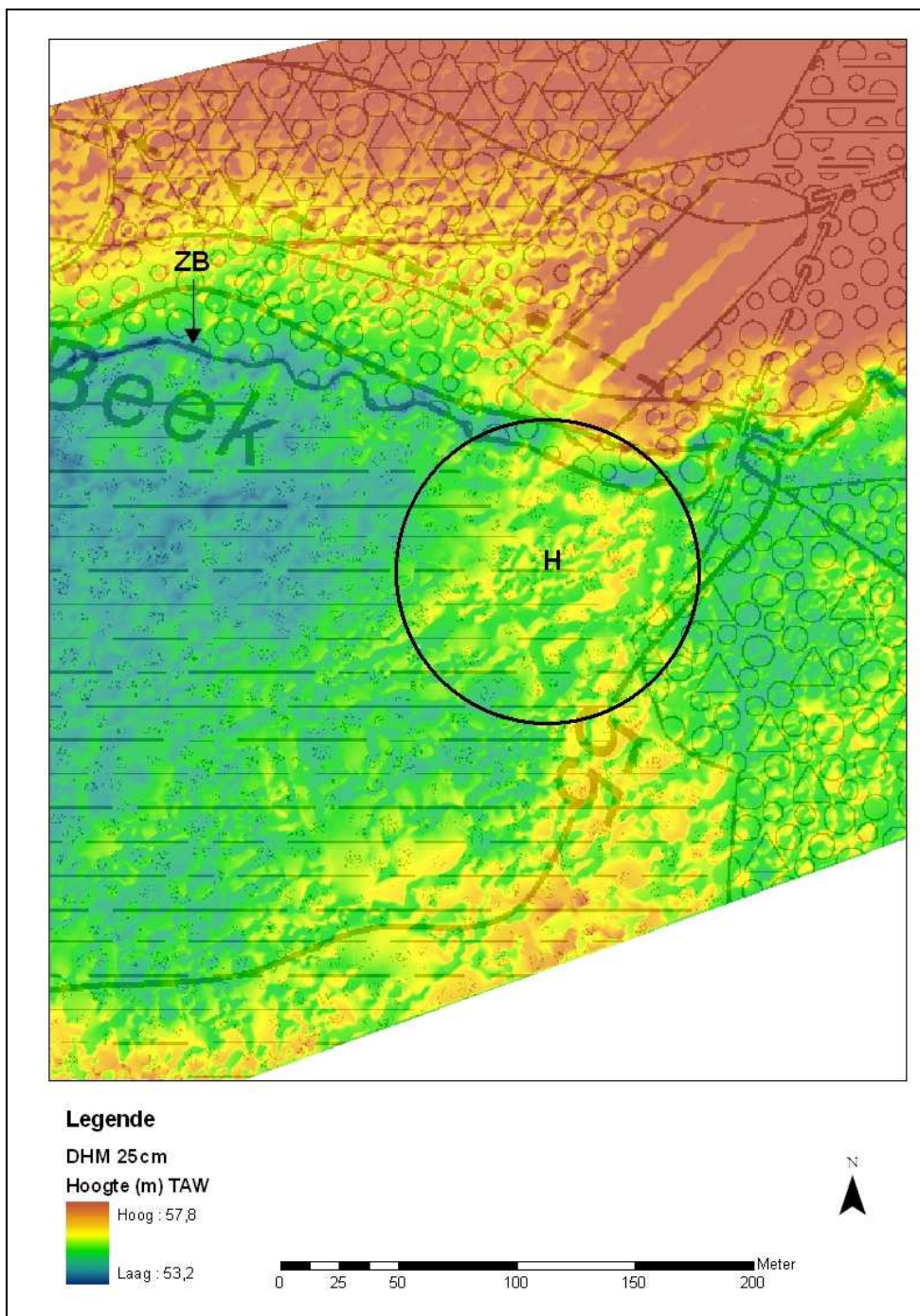
Ter oriëntatie: de stippellijn doorheen HP komt overeen met het voetpad bij het voetbalveld doorheen de vallei.



Kaart 1.4.2f: LIDAR-beeld van de vallei op de grens met het Militair Domein (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: H: hoger gelegen valleizone

Ter oriëntatie: de vijvers van kaart 1.4.2e staan in het westen op deze kaart.



Kaart 1.4.2g: LIDAR-beeld van de vallei binnen het Militair Domein (basisgegevens: © AGIV).

Verklaring: ZB: Zwarte Beek H: hoger gelegen valleizone

Ter oriëntatie: de hoogtelijn van 55 m dwars de vallei (zie bij 1.1b).

1.5 Hydrologie

1.5.1 Hydrologische cyclus en veenvorming

De vorming van laagveen hangt in belangrijke mate samen met de stand van het grondwater. Laagvenen (=minerotrofe venen) zijn sterk afhankelijk van grondwater (zie bij 2.4).

Zolang er meer opbouw is van organisch materiaal dan afbraak, is er vorming van veen. Een zeer hoge grondwaterstand en beperkte schommelingen zijn zeer gunstig voor de vorming en opbouw van laagvenen. Daalt de grondwaterstand of schommelt die te sterk, dan stopt de veengroei doordat de omstandigheden voor afbraak van organisch materiaal beter worden.

De grondwaterstand zal in een veen dalen

- bij verhoogde afvoer. Dit is meestal bovengronds maar kan ook net onder het oppervlak verlopen
- bij een sterkere evapotranspiratie en/of minder neerslag
- bij een sterke daling van de kwel. Bij beperkte daling van kwel zal in veel gevallen de afvoer verminderen zodat het grondwaterpeil gelijk kan blijven.

De verhoogde afvoer wordt vooral door lokale factoren in de vallei beïnvloed.

Evapotranspiratie en neerslag zijn vooral klimatologisch bepaald, waarbij de grootte van die evapotranspiratie sterk afhankelijk is van de bodembedekking.

Kwel speelt meer op een regionaal niveau. Redenen voor verandering kunnen zowel klimatologisch als antropogeen van aard zijn of beiden samen. Door drainage op lokaal niveau kan de kwelwerking wel sterk verminderen (met bvb. verdroging als gevolg), terwijl de kwel op regionaal niveau ongewijzigd blijft.

1.5.2 Grondwater

De aanwezigheid van relatief homogene sedimenten (vooral de Formatie van Diest) en een relatief diep ingesneden vallei die het Kempens Plateau verlaat, zorgt voor een specifieke hydrologische toestand. Dit sediment geeft via het grondwater veel ijzer af, wat voor de afzetting van ijzer gezorgd heeft in de valleien.

Uit de hydrologische modellen van Batelaan & De Smedt (1994) bleek dat de vallei gevoed wordt door grondwater dat vanuit het oosten aangevoerd wordt. Dit is dus evenwijdig met de lengterichting van de vallei. Het is afkomstig uit de Formatie van Diest. Het is mineraalarm grondwater. Daarnaast is er een meer lokale aanvoer van op de flanken van het dal.

De Becker & Huybrechts (2000) stelden vast dat zowel in de zomer als in de winter het grondwaterpeil in het gebied van de smalle middenloop zeer hoog staat. De stijghoogte van het ondiep grondwater volgt de topografie. De hoogste kwelintensiteiten (20-35 mm/dag) vinden we in de smalle middenloop, de

bovenloop en in het mijnverzakingsgebied nabij de Stalse Molen (Van Daele et al. 2001).

Over dit gebied is de grondwaterdynamiek nagenoeg uniform. Ook de hydrochemische variatie is erg beperkt. Alleen onderaan de dalflanken is er op sommige plaatsen een verhoogde invloed van atmosferisch water. Dit water heeft zich over een kortere afstand in de ondiepe ondergrond verplaatst.

1.5.3 Oppervlaktewater

De enige natuurlijke waterloop is de Zwarte Beek. Oude Beek en Winterbeek zijn grachten die zijn aangelegd om de vallei te draineren (zie ook bij 1.9). Natuurlijke stilstaande wateroppervlakken komen in de vallei niet voor. Het zijn alle vergraven terreinen. Alleen enkele vennen op het Kempens Plateau zijn natuurlijk van oorsprong.

1.6 Pedologie

Volgens de bodemkaart (Baeyens, 1975a: 1975b: 1976) is de dalbodem in de middenloop nagenoeg volledig ingenomen door veengronden. Zie hiervoor kaart 1.6. Voor veengronden wordt op de bodemkaart slechts één symbool gebruikt. Hierop komen we uitvoerig terug in het volgende hoofdstuk.

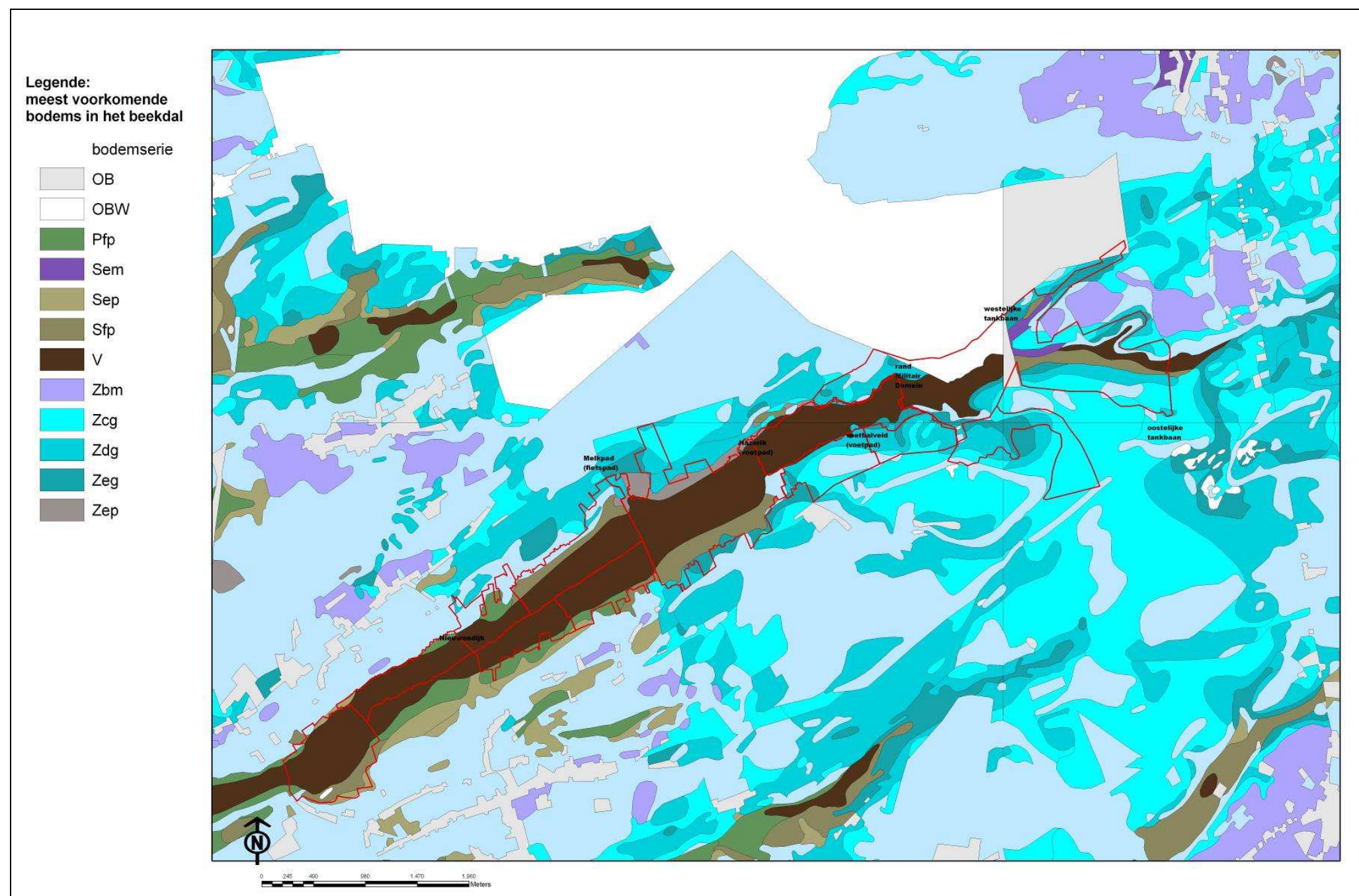
Langs de Zwarte Beek bevinden zich in het brede gedeelte van de middenloop alluviale gronden. Ze horen – logischerwijze – tot de nattere drainageklassen (e, f). De textuur is zowel lemig zand (S) als licht zandleem (P). De sedimenten van deze bodems zijn door overstromingen van de Zwarte Beek in een smalle zone langs de beek afgezet.

Op de zeer flauwe helling van de zuidelijke valleirand in de brede middenloop is de overgang van de valleibodem naar de dalflank nog ingetekend als alluviale grond. Ze horen tot de nattere drainageklassen (e, f). De textuur bestaat vooral uit lemig zand (S) en in beperkte mate uit licht zandleem.

In de bovenloop is er ter hoogte van Spiekelspade een zone waar het veen niet aanwezig is aan de oppervlakte maar wel in de ondergrond. De bodem bestaat uit lemig zand (S) en is er zeer nat (drainageklasse f). Meer stroomopwaarts is het veen wel aanwezig in een smalle strook in het dal.

De noordelijke dalflank is onderaan minder nat: er is een natte, lemige zandbodem met dikke antropogene humus A-horizont (Sem), wat wijst op een vroeger landbouwkundig gebruik.

Op de hogere gronden, grenzend aan het plateau zijn er droge en matige droge zandbodems met een duidelijke ijzer en/of humus B-horizont (Zbg en Zcg). Daarnaast zijn er nog duingronden met actieve windwerking zonder profielontwikkeling.



Kaart 1.6: afbakening studiegebied en bodems in de vallei van de Zwarte Beek (© Digitale Bodemkaart, AGIV, VLM)

bevat (zie hoofdstuk 2). Het gehucht Spiekelspade, waarover veel documenten bestaan, geeft cartografisch goed weer welke vormen van landbouw er waren in een Kempense nederzetting met vijvers (viswijers), hooilanden, akkers, elzenhakhout, boomgaarden, randwallen en greppeltjes voor aan- en afvoer van water uit de beek.

Locatie 55280 van de CAI vermeldt losse vondsten van lithisch materiaal (Neolithicum) op het Militair Domein meer dan 1 km ten noorden van het beekdal.

Locatie 700134 en locatie 700275 van de CAI betreffen een Celtic Field. Locatie 700134 ligt op 1 km van het brongebied van Zwarte Beek. De oriëntatie is wel dezelfde als de huidige percelen. Locatie 700275 ligt net buiten de dorpskom van Hechtel.

De andere plaatsen liggen allen op het Militair Domein. De locaties 60023 en 60029 vertonen veel gelijkenis met kringgreppels. De locaties 51393 en 60028 lijken sterk op een langbed.

Voor alle vier wordt er vermeld dat ze misschien het gevolg zijn van tanksporen.

1.7.3 Archeologisch interessante zones

Verdurmen & Tys (2007) zien niet zozeer de vallei zelf maar de hoger gelegen zones als potentieel waardevol voor prehistorische sites. Zo wordt de zone ten zuiden van de midden- en bovenloop van de Zwarte Beek vermeld met Hoeverheide, Achter de Witte Bergen, Koerselse Heide en Grauwensteen. Het zijn droge zones met zachte hellingen en vennen of waterloopjes.

1.8 Veenonderzoek

Bastiaens (2008) heeft voor het onderzoek naar zaden en vruchten een stand van zaken voor het Vlaams Gewest opgemaakt en Deforce (2008) voor pollen en sporen. We beperken ons tot de meest relevante studies, vooral op beperkte afstand van de middenloop van de Zwarte Beek.

1.8.1 Palynologisch onderzoek

De belangrijkste bron voor palynologisch onderzoek in de Limburgse Kempen vinden we bij Munaut (1967). Zo goed als alle profielen zijn echter op zandgronden buiten de valleien genomen. Deze studie kan gebruikt worden voor een algemene evolutie van de Limburgse Kempen in het Holoceen.

Tijdens het Boreaal is er een sterke dominantie van *Corylus* op de drogere gronden terwijl *Pinus* op alluviale gronden kan stand houden.

Tijdens het Atlanticum zijn de Limburgse Kempen volledig bebost, hoofdzakelijk met *Tilia*. Uit de pollenprofielen is duidelijk te zien dat ontbossingen voorkwamen, maar dat die slechts tijdelijk waren.

Tijdens het Subboreaal domineert het bos niet meer. Er komen meer open terreinen (heide met *Calluna*) voor en plaatselijk meer dynamiek met stuifduinen. Een natter, tweede gedeelte van het Subboreaal zorgt voor hernieuwde veengroei in sommige valleien.

Tijdens het Subatlanticum neemt de invloed van de mens verder toe. De heide kent een sterke uitbreiding en in de pollendiagrammen verschijnen cultuurgewassen (rogge, boekweit). Waar nog bos aanwezig is of terug komt, is *Fagus* een belangrijke boomsoort geworden.

Etage	Subetage	Chronozone	BP	Archeologische periode	
Holoceen	Laat Holoceen	Subatlanticum	-0-	Moderne tijd	
			-1000-	Late Middeleeuwen	
			-2000-	Vroege Middeleeuwen	
			-3000-	Romeinse tijd	
			-4000-	IJzertijd	
	Midden Holoceen	Subboreaal	-5000-	Neolithicum	
			-6000-		
		Atlanticum	-7000-		
			-8000-		
	Vroeg Holoceen	Boreaal	-9000-	Mesolithicum	
Preboreaal		-10000-			
Weichseliaan	Laat-glaciaal	Late Dryas	-11000-	Paleolithicum	
		Allerød	-12000-		
		Vroegere Dryas			
		Bølling			
		Vroegste Dryas			
	Pleni-glaciaal	Pleniglaciaal	-13000-		

Tabel 1.8: archeologische periodes en chronozones volgens Van Geel et al. (1989)
(bron: Centrale Archeologische Inventaris, VIOE)

De Ploey (1961) onderzocht de pollen in een veenlaag van meer dan 4 m dikte. Deze veenlaag, gelegen in de Noorderkempen (provincie Antwerpen) in de vallei van de Mark loopt door van het Preboreaale tot in het Subatlanticum.

Verbruggen et al. (1996) vermelden op basis van pollenonderzoek voor het Laat-Glaciaal in de Kempen een gelijkaardige evolutie als in Zandig-Vlaanderen:

- een hoog grondwatervniveau in de Bølling als gevolg van relatief lage temperaturen en veel neerslag
- een daling van het grondwaterpeil bij het begin van de Allerød als gevolg van hogere temperaturen en een dichtere vegetatie
- omwille van lagere temperaturen op het einde van de Allerød een hogere grondwaterstand die hoog bleef tijdens de Late Dryas
- een daling van het grondwater bij het begin van het Holoceen als gevolg van verhoogde evapotranspiratie.

De eerste sporen van landbouw zijn ouder dan 6.000 BP.

Mullenders & Coremans (1964) onderzochten een veenlaag van 150 cm op pollen in Postel. Het profiel loopt zelfs door tot in de Romeinse tijd en start op het einde van het Atlanticum. De eerste sporen van landbouw zijn vermoedelijk iets jonger dan 5.000 BP. Een verdere, sterke ontginning van het landschap wordt duidelijk in het Subboreaale door de sterke uitbreiding van Cyperaceae. In het Subatlanticum wordt het landschap nog opener met veel *Calluna*.

1.8.2 Palynologisch en macrorestenonderzoek

Diriken et al. (1995) publiceren een uitgebreid onderzoek in het kader van twee doctorale proefschriften over de opbouw van de valleien van Herk en Mombeek (in het gebied Hasselt – Tongeren - Sint-Truiden).

Hoewel dit onderzoeksgebied slechts op 30 km van Koersel gelegen is, zijn er grote verschillen met de middenloop van de Zwarte Beek. In de valleien van Herk en Mombeek (Haspengouw) is er een grote variatie aan tertiaire sedimenten én vele zijn kalkrijk. Dit staat in schril contrast met de middenloop van de Zwarte Beek die volledig in het gebied van de Zanden van Diest ligt.

In Haspengouw bestaat de quartaire mantel uit een pakket van eolisch leem van variërende dikte. In oorsprong is die kalkrijk. Vooral in de bovenlopen van Herk en Mombeek is er een uitgesproken reliëf.

De vallei van de Zwarte Beek is gedeeltelijk ingesneden in de Zanden van Lommel van het Kempens Plateau en zowat overal in de quartaire dekzanden. Beiden zijn kalkarm.

De verschillende sequenties, die door Diriken et al. (1995) in detail onderzocht werden, hebben een dikte van 6 tot 8 m. De sedimenten zijn kalkrijk. De mollusken

werden mee opgenomen in het onderzoek. Er zit veel variatie in de sequenties. Er komen hoofdzakelijk riviersedimenten voor maar autochtoon veen is ook aanwezig.

De resultaten kunnen als volgt bondig samengevat worden.

Tijdens het Laat-Glaciaal ligt de valleibodem over het algemeen 6 m lager dan het oppervlak van de löss van de Weichsel-IJstijd. Een migrerende rivier laat grove tot zeer grove zanden en licht humeuze overstromingssedimenten achter. De vegetatie is meestal beperkt tot *Carex* en *Betula*. Een veralgemeende venige laag wijst op een stabiel landschap gedurende de Allerød met uitgebreide zeggevelden en berkenbosjes. Een hernieuwing van detritische sedimentatie valt gedurende de Late Dryas samen met een vegetatie die alleen nog maar uit Cyperaceae bestaat.

De ontwikkeling van autochtoon veen kenmerkt het Preboreaal met eerst zeggevelden en later veel lisdodde en berkenbossen. Tufafzettingen worden belangrijk tijdens het Boreaal en wijzen op de dominantie van chemische erosie op hogergelegen plaatsen en chemische neerslag in de valleien doorheen die periode.

Bij het begin van het Atlanticum worden de moerassen in de dalbodem omgevormd in een broekbos met veel *Alnus* en veel *Urtica*; het verschijnen van lemig alluviaal materiaal wijst op het begin van bodemerosie als gevolg van toegenomen ontbossing.

De afwisseling van meer venige of meer detritische sedimenten in de alluviale opbouw weerspiegelt de intensiteit van de menselijke invloed op de hydrologische cyclus door veranderend bodemgebruik.

Alhoewel de omgeving zeer kalkrijk is, zijn er voor bepaalde profielen wel gelijkenissen met de vallei van de Zwarte Beek. Op sommige plaatsen zijn er bijvoorbeeld boomloze vegetaties geweest die gedomineerd werden door Cyperaceae. Dit is zowel het geval voor zeer oude sedimenten (in de Allerød-periode) als relatief jonge sedimenten (in Subatlanticum).

Gelorini et al. (2007) onderzochten vroeg- en midden-holocene sedimenten zowel op microresten (vooral pollen en sporen) als op macroresten (zaden en vruchten, mossen, hout).

De onderzochte site bevindt zich in de bovenloop van de Grote Nete (Hechtel-Eksel), 8 km ten noorden van de middenloop van de Zwarte Beek. De Grote Nete is wel minder diep ingesneden in het Kempens Plateau. De veenlaag is er veel dunner (116 cm) dan in de vallei van de Zwarte Beek. Bovenop ligt een zandlaag en eronder bevindt zich een gyttja.

Voor de microresten zijn er 24 niveaus bemonsterd en voor de macroresten 21 niveaus. De gyttja en het onderste gedeelte van het veen worden in het Preboreaal geplaatst.

De gyttja bevat veel *Carex cf. rostrata*, *Comarum palustre* en nootjes van *Betula*. In de veenlaag is vooral *Comarum palustre* aanwezig. Opmerkelijk is de vondst van

blaadjes van *Betula nana*, die hier in het Boreaal geplaatst wordt. Deze plant moeten we hier als een relict uit de voorbije ijstijd beschouwen.

Analyse van de microresten wijst er op dat zowel het Preboreaal en het Boreaal in dit profiel van 140 cm vertegenwoordigd zijn. De top laat een overgang naar het Atlanticum vermoeden.

Resultaten van deze studie worden meer in detail besproken bij een vergelijking met de eigen resultaten.

De vallei van de Molse Nete is o.a. paleo-ecologisch onderzocht door Gelorini et al. (2008). Deze beek is ter hoogte van Kattenbos (Lommel) nauwelijks ingesneden in het Kempens Plateau. De onderzochte site bevindt zich op 20 km ten noorden van de middenloop van de Zwarte Beek.

Het bestudeerde profiel heeft een dikte van 84 cm. Slechts de bovenste 20 cm kunnen als veen beschouwd worden. Het overige gedeelte is een kleilig sediment, rijk aan organisch materiaal.

De weinige macroresten wijzen op open water aan de basis.

Afgaande op de ^{14}C -dateringen, is de venige toplaag iets jonger dan 3700 BP.

1.8.3 Macroscopisch veenonderzoek op terrein

Van eerder verkennend macroscopisch veenonderzoek zijn twee studies in het gebied bekend. In een eerste studie is het veen van de middenloop van de Zwarte Beek in 1986 in het veld onderzocht. Doorheen de vallei werden 8 raaien aangelegd waarbij op regelmatige afstand geboord werd tot onder het veen. Hiervoor werden plaatsen uitgezocht waar het veen niet uitgestoken was en waarvan de percelen in beheer waren bij Natuurreservaten vzw. Het veen werd in het veld beschreven op basis van in het veld herkenbare macroresten en de humificatiegraad. In een voorlopig rapport (Allemeersch, 1987) worden 2 raaien beschreven.

Opvallend is het sterk homogene karakter van het veen, dat op vele plaatsen meer dan 4 m dik is. De Zwarte Beek ligt volledig buiten het veenlichaam. Verder is het veen rijk aan vivianiet ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Dit mineraal vormt zich in zuurstofarme omstandigheden (zie ook bij 2.3.1). Het veenpakket bestaat vooral uit zeggeveen, een veentype dat meestal rijk is aan mossen. Toch zijn er in het veld weinig mossen te onderscheiden, met uitzondering van *Tomenthypnum nitens*. Op de meeste plaatsen rust het veen op zandig materiaal maar op de diepste plaatsen zijn er eveneens subaquatische afzettingen aanwezig.

Voor het huidige onderzoek van het veenlichaam van de Zwarte Beek zijn de volgende conclusies van Allemeersch (1987) van belang:

het veen is in de vallei van de Zwarte Beek uitzonderlijk dik. Pakketten van 6 m holocene veen zijn mij uit de Belgische literatuur onbekend. Dit is een totnogtoe

onbeklemtoond aspect dat het uitzonderlijk belang van dit beekdal nogmaals onderstreept.

Ondanks de ligging aan de rand van het Kempens Plateau ontbreekt *Sphagnum* in het veen. Hoogveen of zeer oligotroof laagveen is dus afwezig in het onderzochte gebied. Ook houtveen, afgezet binnen broekbossen is slechts van ondergeschikt belang. Binnen het natuurlandschap en het halfnatuurlijk landschap was de vallei te nat voor veralgemeende broekbossen maar ook te voedselrijk (opm.: in het huidige onderzoek spreken we eerder van mineralenrijk) voor de opbouw van *Sphagnum*-pakketten.

De hydrologische situatie in het verleden moet mesotrofe milieus met zeggevelden enz. begunstigd hebben. Doorheen lange perioden kwam hierin weinig verandering. In grote lijnen kunnen we stellen dat mesotrofe kwel het veenpakket heeft doen ontstaan.

Dit voorlopig rapport bevat geen concrete gegevens over de ouderdom van de verschillende delen van het veen.

Binnen het kader van een uitgebreide hydro-ecologische studie gebruiken Aggenbach et al. (1990) de gegevens van hoger vermeld voorlopig rapport om het oorspronkelijk veensysteem te beschrijven. Zo komen we samenvattend tot de volgende bevindingen:

in het smalle gedeelte van de middenloop bevindt zich een dik veenpakket van meer dan 5 meter rustend op een zandondergrond.

De veengroei is gestart met verlanding in open water. Daarbij is het onwaarschijnlijk dat er toen een beek aanwezig was, omdat dan sterke afzetting van subaquaatisch veen onmogelijk was geweest. Het water zou hooguit langzaam stromend kunnen zijn geweest. Na verlanding van dit water, trad er secundaire veenvorming op. Het onveraaarde veen wijst op permanente waterverzadiging. Uit het ontbreken van veenmossen valt af te leiden dat deze vegetaties grondwater beïnvloed waren. Het beekdal was in het centrum dus een boomloos laagveen. Succow (1982) typeert deze laagvenen als doorstroomvenen (*Durchströmungsmoore*). Dergelijke veensystemen worden doorgaans vanuit de ondergrond door mineraalrijk grondwater gevoed. Het grootste deel van het instromend water wordt door het veen afgevoerd. In het veen heerst een hydrostatische druk. Daardoor kan het veen zich sterk in de hoogte en tegen de hellingen op uitbreiden.

In het brede gedeelte van de middenloop is het veen minder dik, maar wel zeer uitgestrekt. De basis bestaat uit een hobbelig reliëf. Uit het profiel blijkt het dalveen hier een soortgelijke ontwikkeling te hebben doorgemaakt. Primaire veenvorming in open water, waarbij subaquaatisch veen en vivianiet worden afgezet. Deze vorming van vivianiet kan wellicht indicatief zijn voor de toen heersende milieu-omstandigheden. Vastlegging van ijzer en fosfaat tot vivianiet kan slechts plaatsvinden in een sterk gereduceerd milieu (Lindsay, 1979). Als deze vivianietvorming in open water tegelijk met de afzetting van subaquaatisch veen heeft

plaatsgevonden, dan kan dit dus nooit snel stromend zijn geweest. De 0,5 m dikke subaquatische veenafzettingen gaan over in zegge/rietvegetaties. Naar de flanken toe kunnen die meer hout bevatten.

Omdat in het bovenstrooms gedeelte het dal smal was en steile hellingen heeft, was de Zwarte Beek hier gedwongen over het veen te gaan stromen. Waarschijnlijk verloor het doorstroomveen hier gedeeltelijk haar zwellend vermogen, waardoor schommelingen in de grondwaterstand gingen optreden. Dit zou hier het ontstaan van broekbossen uit voormalige trilveenvegetaties tot gevolg hebben gehad. Dit zou ook de verklaring kunnen zijn waarom het Elzenbroekbos wordt aangetroffen op overwegend dik veen en niet op dunne veenpakketten waar ze in natuurlijke systemen voorkomen.

Geconcludeerd kan worden dat de hele vallei was opgevuld met een doorstroomveen, waarbij alleen in het smalle gedeelte van de middenloop een oppervlakkige afvoer van betekenis was.

Deze uitgebreide interpretatie van de veenprofielen, mede ondersteund door de vele hydro-ecologische en vegetatiekundige gegevens waagt zich ook niet aan dateringen.

1.9 Bespreking historische kaarten

Dit rapport bevat ook de Carte Militaire van 1848-1853 (1.9.3: legende en 2 kaarten). Het is de oudste kaart met de nauwkeurigheid van de latere Belgische kaarten. Net omdat die niet gebiedsdekkend is, is die minder bekend dan de andere kaarten die besproken worden. De plaatsnamen uit het hiernavolgend overzicht staan vermeld op de kaart bij de situering (kaart 1.1b).

1.9.1 Ferraris-kaart (1771-1778)

Inleiding

Deze gebiedsdekkende kaart van de Oostenrijkse Nederlanden (zie kaart 1.9.1) levert ons degelijke informatie over bodemgebruik, perceelsranden en waterlopen. Wat nauwkeurigheid betreft hebben deze kaarten wel niet de kwaliteit van de latere Belgische kaarten van het midden en het einde van de XIX^e eeuw. Reliëf wordt alleen met arceringen weergegeven.

Merk op dat Koersel tot het Hertogdom Brabant behoort (enclave in Prinsbisdom Luik).

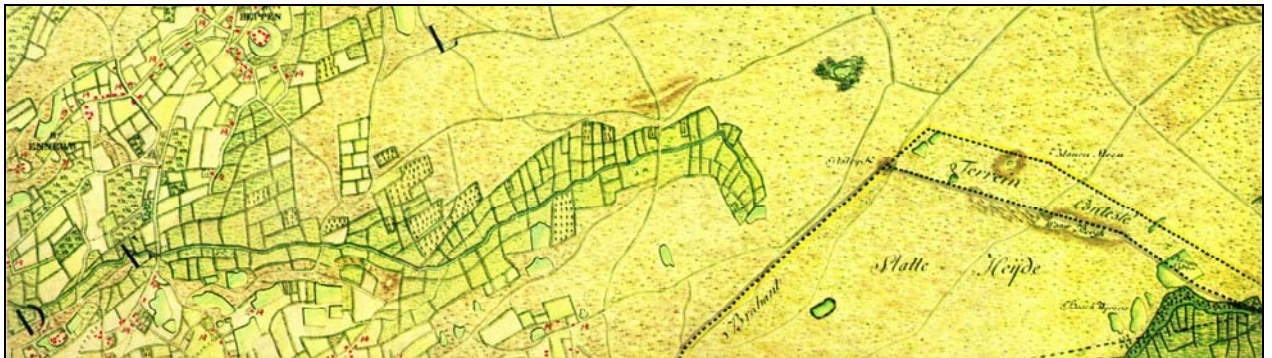
Waterlopen

Bij de Stalse Molen is bewoning aanwezig. Voor de Zwarte Beek wordt de benaming Maelbeeck gebruikt.

Voor de Oude Beek spreekt men van Oude Beeck of Swerte Beeck. De Oude Beek begint ter hoogte van Hoogenbosheide.

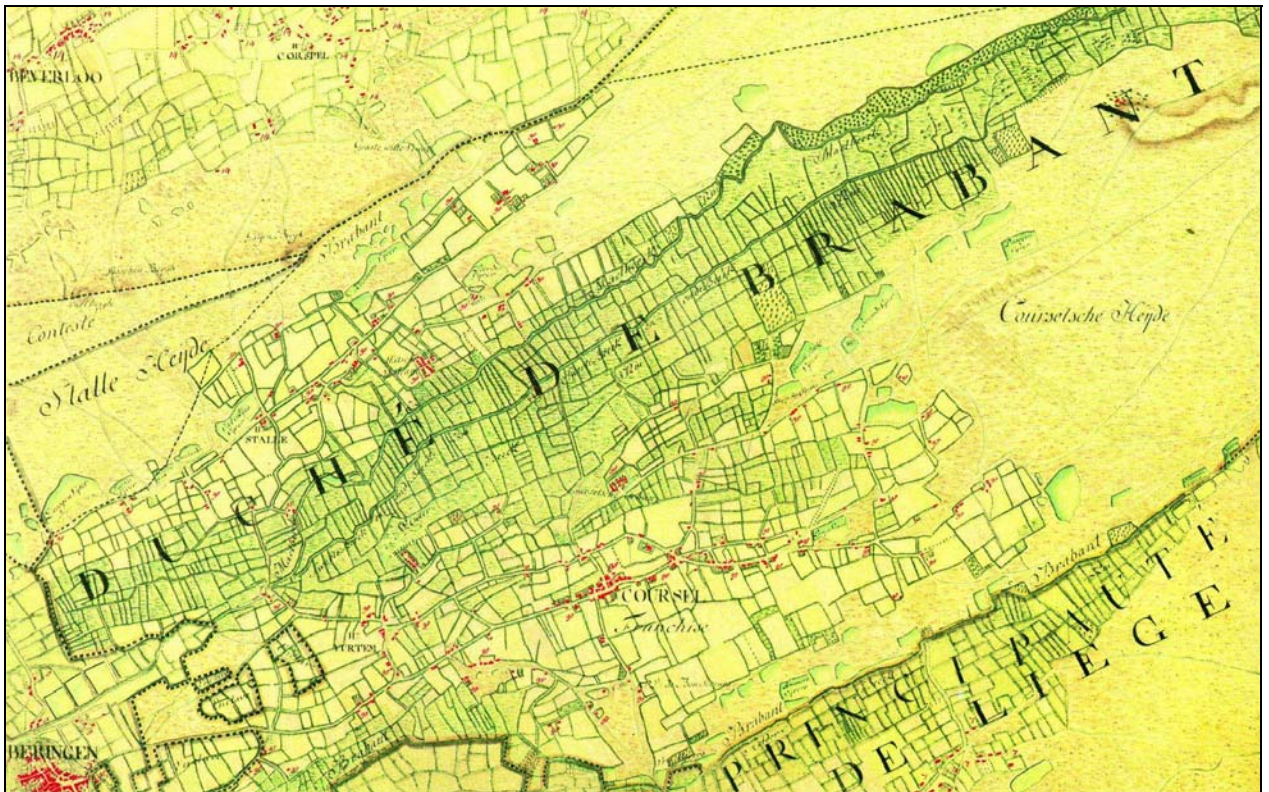
De kronkelende loop van de Zwarte Beek maakt duidelijk dat deze waterloop toen een natuurlijke loop had met meandering. De rechtlijnige Oude Beek is duidelijk gegraven. Burny (1986) vermeldt dat er op de Ferraris-kaart net ten westen van de Nieuwendijk een gegraven verbinding is tussen Zwarte Beek en Oude Beek. Er zijn op Ferraris-kaart talrijke sloten of greppels te zien in de vallei, o.m. in het gebied van de Stalse molen.

De kans is groot dat het gebied meer waterloopjes bevatte dan er op de kaart staan. Volgens Burny (1986) hadden deze waterloopjes, aangelegd in functie van bevoeiing, in het begin van de XX^e eeuw een maximale breedte van 70 cm. Bevoeien gebeurde ook maar enkele weken per jaar.



Kaart 1.9.1a: Ferraris-kaart 147/2 met in de zuidoosthoek Koersel-Stal (© Koninklijke Bibliotheek)

De Winterbeek begint tussen Hemelrijk en Koersel Schans. Nabij Stalse Molen komt die samen met de Oude Beek. De Winterbeek had op meerdere plaatsen niet dezelfde loop als nu en stond op twee plaatsen in verbinding met de Oude beek



Kaart 1.9.1b: Ferraris-kaart 147/4 met in de zuidwesthoek Beringen (© Koninklijke Bibliotheek)

Bodemgebruik

Het grootste gedeelte van de vallei is moerassig grasland. Toch zijn er indicaties voor de intensiteit van het gebruik. Waar de perceelsranden dicht bij elkaar liggen, was het gebruik eerder groot. Waar de perceelsranden ver uit elkaar liggen zal de intensiteit lager zijn. Dit kunnen gedeeltelijk gemene weiden zijn, waar het vee na de hooiperiodes nog vrij kon rondlopen. Perceelsranden hebben op de kaart symbolen die met opgaande groenelementen overeenkomen. Volgens lopend historisch onderzoek, gebaseerd op raadpleging van oorspronkelijke bronnen is het zeer onwaarschijnlijk (mond. meded. Willy Vanlook) dat deze opgaande groenelementen uit bomen bestonden.

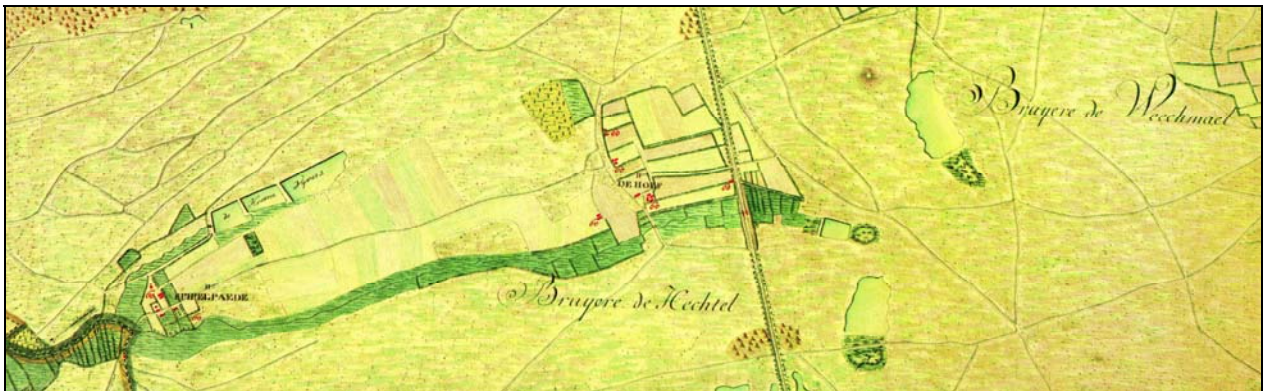
Meer stroomopwaarts het begin van de Oude Beek zijn de percelen duidelijk groter. Stroomafwaarts tot aan Hemelrijk ontbreekt systematische perceelsafgrenzing aan de noordzijde van de Oude Beek. Stroomafwaarts Hemelrijk liggen de perceelsgrenzen dicht bij elkaar. Zeer smalle percelen overheersen er.

Langs de Zwarte Beek zijn er stroomopwaarts Hemelrijk bossen aanwezig op de noordelijke steilrand. Het overgrote gedeelte van het gebied bestaat buiten de vallei uit heide en duinen. Bebossing is in de Limburgse Kempen nauwelijks aanwezig op de Ferraris-kaart (Allemeersch, 1986a). Nabij Hoogenbosheide – waar de vallei

breder wordt - is er een klein bebost gedeelte op de rand van de heide. Vermoedelijk betreft het een recente aanplant.

Akkers zijn er beperkt tot kleine zones nabij de dorpskern. De belangrijkste nederzettingen zijn Stal (ten noorden van de vallei) en Koersel (ten zuiden van de vallei). De nederzetting Spiekelspade bevat vlak bij elkaar alle bodemgebruik: akkers, vijvers en valleigronden met regelmatig perceelsgrenzen.

De moerassen liggen op het Kempens Plateau en uitzonderlijk in delen van valleien. Moerassen zijn vermoedelijk best te interpreteren als plaatsen met in beperkte mate open water.



Kaart 1.9.1c: Ferraris-kaart 147/2 met in de zuidwesthoek Spiekelspade (© Koninklijke Bibliotheek)

Er is een vijver vlak voor de site van de Stalse Molen even oostelijker dan de huidige. De enige andere vijvers bevinden zich in een zijtak ten noorden van Spiekelspade. Bij de bovenloop van de Helderbeek hebben we eenzelfde patroon.

1.9.2 Van der Maelen (1846-1854)

Inleiding

Deze gebiedsdekkende Belgische kaart was een realisatie met beperkte middelen. Deze kaart bevat minder informatie dan de latere Belgische kaarten. Toch is het een belangrijk cartografisch document. Het is de enige gebiedsdekkende kaart voor België tussen de 2^e helft van de XVIII^e eeuw en de 2^e helft van de XIX^e eeuw.

Een voorloper van de Belgische kaarten werd in dezelfde periode gerealiseerd in de ruime omgeving van het militair kamp van Beverlo (zie bij 1.9.3). Daarom is de kaart van Van der Maelen niet opgenomen in de bijlage.

Reliëf wordt alleen met arceringen weergegeven. Het is op deze kaart duidelijk dat de verandering in dalbreedte samenhangt met het verlaten van het Kempens plateau. Stroomafwaarts Hoogenbosheide wordt de vallei duidelijk breder.

Waterlopen

Stalse Molen is met een symbool vermeld op kaart. De meandering van de Zwarte Beek is nauwkeuriger ingetekend dan op de Ferraris-kaart.

Bodemgebruik

Op deze kaart staan geen symbolen die opgaande groenelementen suggereren. Dat sluit meer aan bij de bevindingen van het recent historisch onderzoek (mond. meded. Willy Vanlook).

De bebossing is zeer lichtjes toegenomen. Zo zijn de dennenbossen aan de valleirand bij Hoogenbosheide uitgebreid.

Het enige open water is aan de Stalse Molen.

Bij de Nieuwendijk is de enige overgang voor voertuigen dwars op de vallei.

1.9.3 Carte Militaire 1848-1853

Inleiding

Deze kaarten zijn niet gebiedsdekkend voor België. Ze bevatten alleen de ruime omgeving van het militair kamp van Beverlo. Dit kamp was van strategisch groot belang voor het jonge België omdat gevreesd werd voor een aanval van Nederland. De kwaliteit van deze kaart is vergelijkbaar met die van de latere Belgische kaarten (zie kaart 1.9.3.). Toch is die kaart minder bekend, net omdat ze niet gebiedsdekkend is. Hoogtelijnen zijn er om de meter en de legende van het bodemgebruik is vergelijkbaar. De periode (1848-1853) sluit nauw aan bij de kaart van Van der Maelen. In tegenstelling tot de latere is deze kaart niet in kleur.

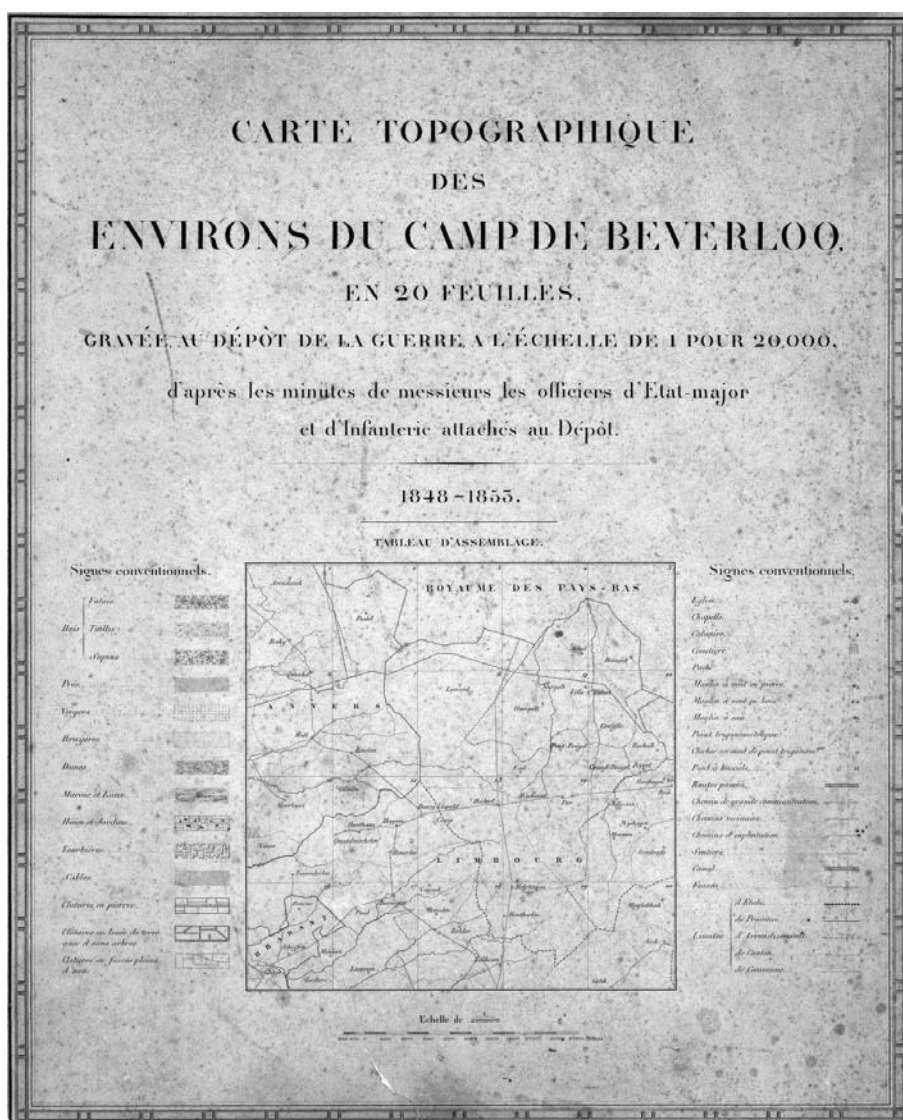
Waterlopen

De Oude Beek begint in de bovenloop op dezelfde plaats. Deze waterloop ligt in het laagste gedeelte van de vallei. Stroomafwaarts Hemelrijk is de Winterbeek aanwezig.

Bodemgebruik

Het bodemgebruik wijst op een integraal gebruik als grasland. Uitzondering hierop vormt een gedeelte van de bovenloop stroomopwaarts Spiekelspade dat als drassige heide voorgesteld wordt. Aan de noordkant zijn er vanaf Hazerik geen systematische perceelsranden meer. Er zijn wel meer perceelsranden dan op de Ferraris-kaart. Met uitzondering van Stalse Molen zijn er geen permanente wateroppervlakken. De dennenbossen in de buurt van Hoogenbosheide zijn verder in beperkte mate toegenomen.

Turfkuilen staan niet op deze kaart aangegeven. De militaire kaart van 1848-1853 vermeldt wel degelijk *tourbières* in de legende. In de buurt van Postel zijn die ook effectief aangeduid op deze kaarten.



Kaart 1.9.3a: legende bij de Militaire Kaart (1848-1853)

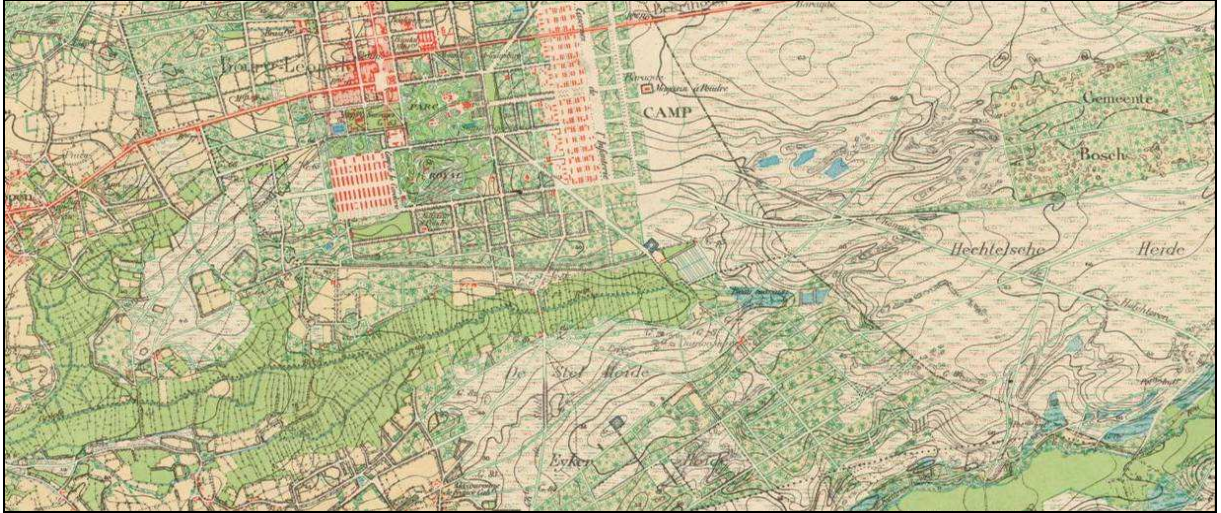


Kaart 1.9.3b: kaartblad 12. Militaire Kaart (1848-1853) met de omgeving Stalse Molen in zuidoosten van de kaart.

1.9.4 Institut cartographique militaire (1868 en 1871)

Inleiding

Er zijn net zoals op de Carte Militaire hoogtelijnen om de meter weergegeven. De oorspronkelijke kaart is op 1/20.000. Het is een kleurenkaart (zie kaart 1.9.4). We bespreken alleen verschillen met de vorige kaart.



Kaart 1.9.4a: kaartblad 17/7 (1871). Vallei van de Zwarte Beek in de zuidoosthoek.



Kaart 1.9.4b: kaartblad 17/8 (1868). Spiekelspade in de zuidwesthoek.

Waterlopen

Op deze kleurenkaart bemerken we hier duidelijk stroomafwaarts Hemelrijk rechtlijnige waterloopjes die in verbinding staan met de Zwarte Beek, de Oude Beek of met beiden. Stroomopwaarts Hemelrijk komen die niet voor. We moeten die niet zien als ontwateringssytemen maar eerder als greppels voor bevloeiing van de hooilanden (Burny, 1986).



Kaart 1.9.4c: kaartblad 25/3 (1868). Vallei van de Zwarte Beek in het noorden.

Bodemgebruik

Net stroomafwaarts Hemelrijk, waar de Winterbeek begint zijn er kleine, langwerpige wateroppervlakken met ernaast kleine taluds. Dit duidt hoogstwaarschijnlijk op recente turfkuilen met opgehoogde/aangevoerde grond naast deze percelen.

1.9.5 Institut cartographique militaire (1885, 1886 en 1887)

Inleiding

Deze kaart vertoont zo goed als geen verschillen met de vorige Belgische kaart. Deze kaart is dan ook niet in dit rapport opgenomen.

1.9.6 Institut cartographique militaire (1909, 1935 en 1937)

Inleiding

De kwaliteit van de kaart is te vergelijken met de militaire kaarten van het einde van de XIX^e eeuw. Deze kaarten bevinden zich in bijlage 1.9.6. Meest opvallend voor de kaarten van de Limburgse Kempen voor die periode is de sterke uitbreiding van het naaldhoutbestand (Allemeersch, 1986a).

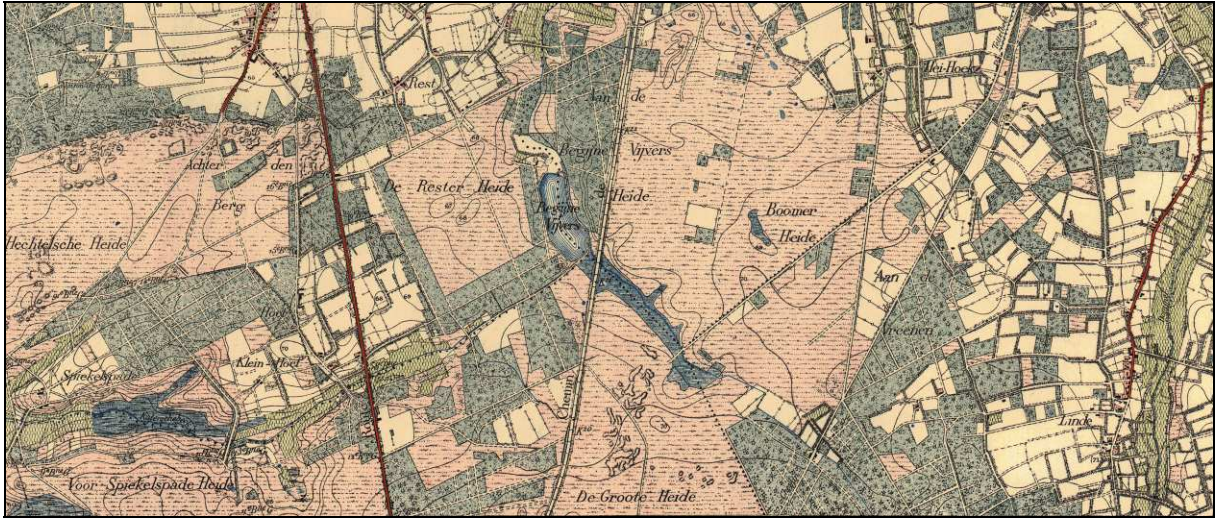


Kaart 1.9.6a: kaartblad 17/7 (1935). Vallei van de Zwarte Beek in zuidoosthoek.

Waterlopen

De ligging van de grotere waterlopen is onveranderd. Stroomafwaarts Hoogen Bosch Heide zijn er in de vallei nog twee greppels waar te nemen die een verbinding maken tussen Oude Beek en Zwarte Beek. Stroomopwaarts Hemelrijk is langs de Zwarte Beek een klein bevoeiingssysteem zichtbaar. Het systeem van kunstmatige waterloopjes is wel duidelijk verminderd vergeleken met het einde van de XIX^e eeuw.

De ligging van Winterbeek en Oude Beek zijn ongewijzigd.



Kaart 1.9.6b: kaartblad 17/8 (1909). Spiekelspade in de zuidwesthoek.

De drassige gedeelten houden op in het Militair Domein. Daar is alleen de zone vlak langs de Zwarte Beek als drassig voorgesteld. Nochtans zijn er veengronden aanwezig. Deze symbolen zijn wel aanwezig op Kempens Plateau vlakbij de Zwarte Beek zelf (Katersche Beek).

1.9.7 Militair Geografisch Instituut Brussel (1960)

Inleiding

De kwaliteit van deze kaarten kan vergeleken worden met de huidige kaarten. De weergave van het bodemgebruik lijkt sterk op de huidige kaarten. Deze kaarten bevinden zich in bijlage 1.9.7.

Waterlopen

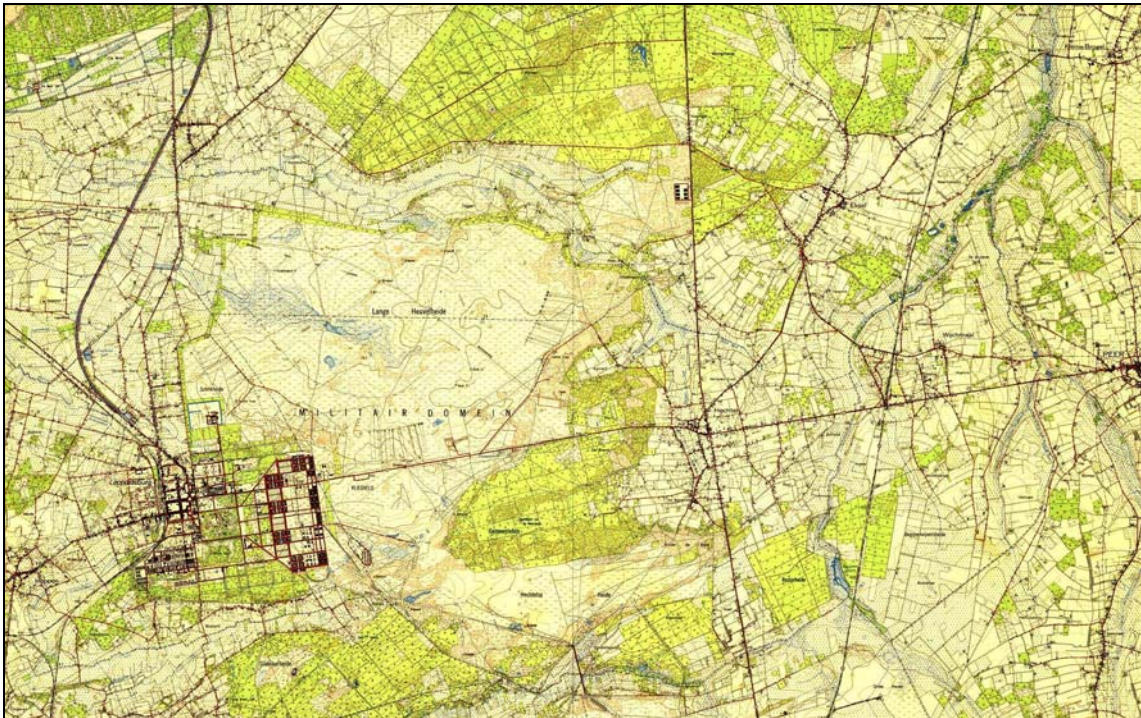
De Zwarte Beek is nog ongewijzigd t.o.v. de vorige periodes. De ligging van de Oude Beek en Winterbeek zijn eveneens nog hetzelfde. De kaart geeft nog waterlopen aan die voor verbinding zorgen tussen het centrale gedeelte van de vallei en de Zwarte Beek. Daarnaast zijn er veel meer greppels op de kaart van 1960 aanwezig dan op de vorige kaart. Het systeem van bevoeiing van het gebied was toen al stopgezet (Burny, 1986). Op deze kaart zijn zeer veel greppels ingetekend.

Bodemgebruik

In de vallei zijn er nieuwe wateroppervlakken verschenen. Het zijn (vis-)vijvers.

Het bodemgebruik is in de vallei zeer verscheiden geworden. Een belangrijke minderheid aan percelen is ondertussen voor landbouwdoeleinden opgegeven. Naast graslanden zijn er ook aanplantingen van populieren, beboste percelen en ruigten. Net zoals op de kaart van het begin van de eeuw zijn bepaalde percelen als drassig aangegeven.

Nieuw is dat de omgeving van Stalse Molen volledig als drassig gebied is aangegeven. Dit is het gevolg van mijnverzakkingen (Vansteelandt, 1993).



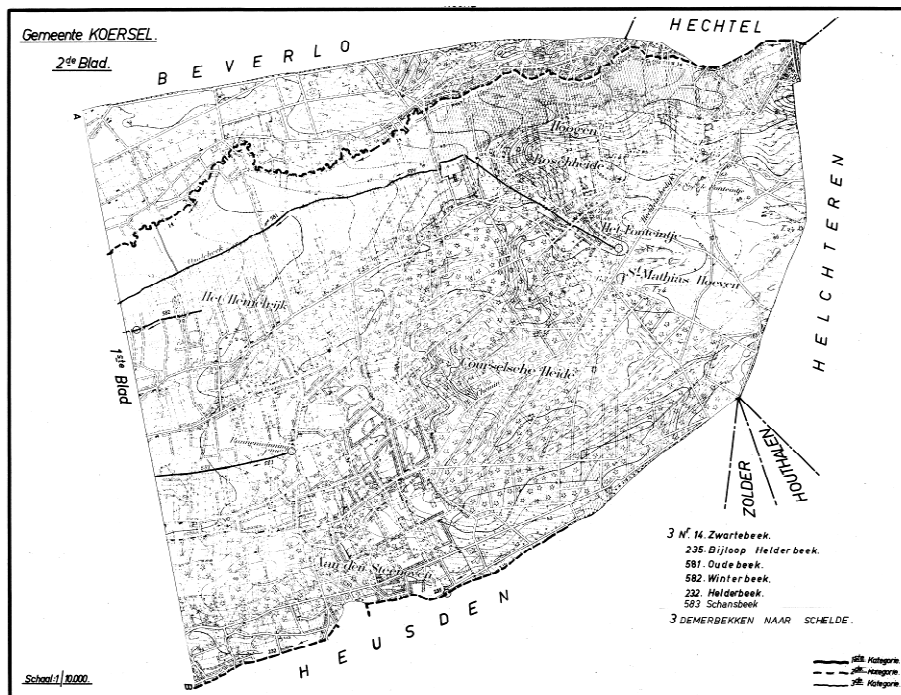
Kaart 1.9.7a: kaartblad 17/7-8 (1960). Vallei van de Zwarte Beek in het zuiden.(© NGI)



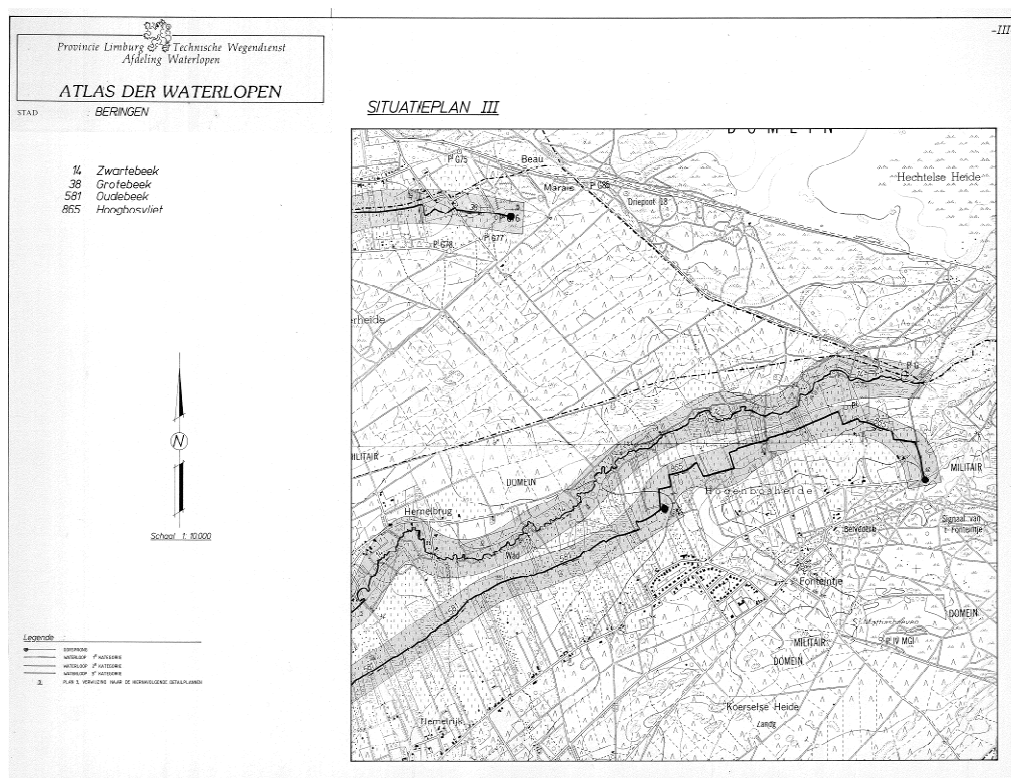
Kaart 1.9.7b: kaartblad 25/3-4 (1960). Vallei van de Zwarte Beek in het noorden.(© NGI)

1.9.8 Atlas der Waterlopen

Deze Atlas geeft de officiële waterlopen weer (zie kaart 1.9.8). Bij de versie van de periode 1950-1960 begint de Oude Beek net stroomafwaarts van Hoogenbosheide, zoals weergegeven op de topografische kaart. Tussen Koersel-Fonteintje en de Oude Beek is het grachtensysteem opgenomen in de Atlas. Verder stroomafwaarts komt de ligging van de Oude Beek en Zwarte Beek overeen met die van de topografische kaarten.



Kaart 1.9.8a Atlas der waterlopen: officiële Atlas, realisatie 1950-1960. (© Provincie Limburg)



Kaart 1.9.8b Atlas der waterlopen: werkdocument einde XX^e eeuw. (© Provincie Limburg)

Op de werkkaart van de Atlas van het einde van de XX^e eeuw is de Oude Beek doorgetrokken tot aan de rand van het Militair Domein. Nabij de grens met het Militair Domein wordt de valleiflank ontwaterd.

Deze verlenging van de Oude Beek (Hoogbosvliet) is uitgevoerd rond 1985. Enkele jaren later werd die gedeeltelijk gedempt. Het regelmatig uitdiepen en onderhouden van dit verlengde gedeelte is grotendeels weggefallen de laatste 20 jaar.

Stroomafwaarts Hazerik wordt de Oude Beek wel onderhouden in functie van versnelde waterafvoer.

1.10 Bespreking teksten en fotografisch materiaal

1.10.1 Teksten

1.10.1.1 Algemeen

Tot vóór 1950 waren de belangrijkste gebruiksvormen van het veen in de vallei:

het gebruik van de veengronden als hooilanden. Om de vruchtbaarheid van de veengronden te verhogen werden deze gronden tijdelijk bevoloed met water van de Zwarte en/of Oude Beek

het winnen van turf als brandstof

het winnen van ijzer uit de oppervlakkige ijzeroerlaag.

Bij de historische kaarten wordt er in de vallei voor bodemgebruik steeds *pré* vermeld. De historische kaarten maken ons duidelijk dat de ontginning van de turf in de 2^e helft van de XIX^e eeuw bezig was. Systemen (althans gedeelten ervan) van vloeiveelden zijn eveneens op de kaarten van deze periode zichtbaar.

Over het gebruik van en de landbouw op de droge gebieden in de Limburgse Kempen bestaat veel meer bronnenmateriaal (Burny, 1986: Allemeersch, 1986a: Allemeersch et al., 1988). Zo zijn er al zeer accurate beschrijvingen van de Kempense landbouw op heidegronden uit de Napoleontische periode (Schwerz, 1807-1808).

Geschreven bronnen over het gebruik van de Kempense valleien zijn schaars.

Lindemans (1994) beschrijft in zeer algemene termen het gebruik van de valleien en dan nog op het niveau België.

Alluviale gronden van grote valleien ontginnen was een grootschalig werk, waarbij ofwel één grote eigenaar ofwel een goede samenwerking van meerdere eigenaars noodzakelijk was. Het oogsten van het hooi was het recht van de eigenaar; achteraf kon het gebied vrij beweiden worden door de dorpsgemeenschap die haar vee mocht laten grazen op de 'toemaat'. Dit gebruik bestond zeker nog algemeen in de Kempen in de 2^e helft van de XIX^e eeuw.

Een samenvatting van het proces van ijzerertsexploitatie in Limburg vinden we bij Allemeersch (1986a).

Het voorkomen van een ijzererts-laag was beperkt tot de beekdalen van de westelijke Limburgse Kempen. De aanwezigheid hangt nauw samen met alluviale sedimenten in streken met ijzerhoudende zanden. Deze ijzererts-laag was reeds langer bekend. Een ingenieur bepleitte in 1843 zelfs de uitbouw van een ijzererts-industrie, gebaseerd op het lokale ijzererts en de nieuwe naalddhoutaanplantingen.

In 1859 verschijnt een Koninklijk Besluit dat in een beginperiode vrijstelling van scheepvaartrechten verleent voor het transport van ijzererts op de ondertussen voltooide kanalen in de Kempen rond het Kempens Plateau. Het wegnemen van het 'ijzeroer' zorgde voor een beter doorlaatbare bodem achteraf. Daarom verlangden de eigenaars in den beginne geen vergoeding van de exploitanten. Later moest er wel voor betaald worden.

De ijzerertsexploitatie kende zijn hoogtepunt in de jaren '70 en '80 van de XIX^e eeuw. Na de eeuwwisseling was deze activiteit over zijn hoogtepunt heen.

1.10.1.2 Vallei van de Zwarte Beek

De belangrijkste bron voor het landbouwkundig gebruik en winning van delfstoffen in de vallei van de Zwarte Beek te Koersel en Hechtel vinden we bij Burny (1986).

Deze studie is het verslag van 21 gesprekken in 1985 met oudere bewoners van Koersel en Hechtel. Geboortedata van deze getuigen kunnen we rond W.O.I. situeren (tussen 1898 en 1933). Omwille van het grote belang van de nabije mijnen van Beringen en Heusden-Zolder liep de landbouwkundige ontwikkeling na W.O.I. in de vallei van de Zwarte Beek achterop. Veel mijnwerkers bleven landbouwer in bijberoep en hoefden niet zwaar te investeren om een voldoende inkomen te hebben. Met dit gegeven in het achterhoofd kunnen we veronderstellen dat de landbouw tussen beide wereldoorlogen hier meer dan elders aansloot bij landbouwmethodes van het einde van de XIX^e eeuw. Bij de synthese beperken we ons tot het gebruik van de valleigronden.

Het hooien (Burny, 1986)

Hooien gebeurde in juni en in augustus. Koeien of paarden met karren bleven op verstevigde, kunstmatig aangezande dijken. Het hooi werd na vier dagen met berries tot op de dijken gedragen. Bemesten gebeurde vooral op de akkers, in mindere mate op de hooilanden. Tot rond 1955 waren alle percelen in de vallei als hooiland in gebruik. Aanplantingen van bomen (populieren, wilgen voor wissenteelt) mislukten bijna altijd. Pas na 1960 konden landbouwmachines de vallei in. Dit was mogelijk door het uitdiepen van beken, vooral de Oude Beek.

IJzerwinning (Burny, 1986)

De belangrijkste periode wordt gesitueerd vóór W.O.I. De exploitatie had een grootschalig karakter. Ondernemers kochten grote oppervlakten en werkten met veel personeel. Zeer grote oppervlakten zijn ontgonnen stroomafwaarts Nieuwendijk. Het ijzer zat zo'n 10 cm diep. Ter hoogte van de Vurtense Schans is een laag van 20 cm ontgonnen. Het grasland werd open gegraven en de grond werd op hopen gelegd. Het erts werd met schoppen afgegraven. Na het verwijderen van het limoniet werd het grasland opnieuw geëffend en begreppeld. Twee jaar na de ontginning kwamen al koeien op deze gronden maar de kwaliteit van de broeken was nog niet goed. Na meerdere jaren had men betere hooilanden dan te voren.

In de periode 1950-1955 is er opnieuw ijzererts gewonnen stroomopwaarts Nieuwendijk. Men vond er weinig erts en de uitgegraven broeken werden niet opnieuw geëffend en tot hooiland hersteld. Stroomopwaarts zit er tot het Schiebroek ijzer in de grond, ook al gaat het om slechts een kleine hoeveelheid.

Vallei als weide (Burny, 1986)

Enkele weken na het binnenhalen van de toemaat werden de koeien op de hooiweiden te grazen geleid. Alle inwoners mochten vrij hun koeien laten grazen op alle gemaaide graslanden. Hoe meer stroomopwaarts, hoe duidelijker dit recht uitgeoefend werd. De kinderen moesten de dieren bewaken maar speelden liever samen. Als koeien uitzonderlijk op een uitgeturfd perceel sukkelden en buikdiep wegzakten, moesten de boeren uit de buurt samengeroepen worden om het dier er uit te trekken.

Bij het grazen brachten de dieren veel schade toe aan bevoeiingsgreppels. Het gebeurde dat boeren na een onderhoudsbeurt van de greppels percelen ontoegankelijk verklaarden.

De praktijk van begrazen van de hooilanden na de toemaat is blijven doorgaan tot rond 1950.

Weteren of bevoeien van hooilanden (Burny, 1986)

Het water van de beken werd afgetapt en vloeiende via een greppelsysteem over de hooilanden. Bijna overal moest voor het bevoeien een dam in de beek aangelegd worden zodat het waterpeil steeg. De plaats van de dam was zo gekozen dat het water via een hooggelegen greppel, de 'moederzouw' het hooiland introk. Van daaruit vloeiende het in een reeks van kleinere greppels, de 'oploopzouwen'. Deze veel kleinere greppels lagen op de hoogste plaatsen van het in bedden aangelegd hooilandperceel. Het water sijpelde uit deze oploopzouwen op de beide flanken van de bedden naar enkele decimeters lager gelegen 'afloopzouwen'. Van daar uit vloeiende het uiteindelijk terug naar een beek. De breedte van de moederzouw varieerde van 50 tot 70 cm en de diepte ervan varieerde. Een oploopzouw was ongeveer 15 tot 20 cm breed en ongeveer 10 cm diep, niet meer. De afstand tussen de oploop- en de afloopzouwen varieerde van 2 m tot 3,50 m. Er was geen vaste regel, het greppelsysteem werd aangelegd zoals op het betrokken perceel het best uitkwam.

Er werd vooral in het voorjaar bevoeid, ook in het najaar, soms een beetje in juli tussen de eerste en de tweede hooisnede. De weteringen vergden heel wat onderhoud. Tijdens het bevoeien moesten ze dagelijks op hun goede werking gecontroleerd worden. Ieder najaar moesten de greppels hersteld worden. Ze waren vertrappeld door de koeien die er na het hooien van de toemaat kwamen op grazen.

Weteringen kwamen in de vallei overal voor waar het mogelijk was. Het weteren, zowel de aanleg als het onderhoud was niet georganiseerd. Vergeleken met een onbevoeid perceel lag de opbrengst hoger op een perceel dat bevoeid werd. Toch was de kwaliteit van het hooi geringer op een bevoeid perceel dan op een perceel waar stalmest gebruikt werd. Door de opkomst van kunstmest is het bevoeien van de hooilanden in onbruik geraakt, vooral tussen W.O.I. en W.O.II. Er werd nog sporadisch bevoeid na W.O.II. Veel zouwen werden geëffend om er met landbouwmachines op te kunnen. Anderen verdwenen onder de ruigten en populierenaanplantingen.

Turf steken (Burny 1986)

Het steken van turf kon zowel op een perceel in eigendom als in huur. Het turf steken begon centraal in de vallei. Jaar na jaar schoof men op naar de rand van de vallei. Tussen twee turfkuilen werd een dam van een meter breedte uitgespaard. Hun breedte bedroeg ongeveer 2 m, hun lengte varieerde van 10 m tot meer dan 20 m. De lengterichting verliep evenwijdig met de lengteas van de vallei. De turfkuilen bleven doorgaans een jaar open, soms twee jaar.

Zo goed als alle kuilen werden dichtgegooid. De bedoeling was het perceel zo vlug mogelijk terug als hooiland te gebruiken. Behalve stenen en glas werd allerlei materiaal gebruikt.

De turfwinning vond plaats in de hooitijd. Eerst werden de grasmat en de bovenste halve meter grond verwijderd. Men gooide ze achteraf in de turfkuil van het vorig jaar, die op die wijze al gedeeltelijk toegegooid werd.

Daarna werd de veengrond uitgegraven. Als het turfpakket dik genoeg was, werd tot iets meer dan een man diep gegraven. Er werd gegraven tot wanneer de turvers het materiaal niet meer uit de put gegooid kregen.

De turf werd op de rand van de put gegooid. Daar werd hij open gespreid tot wanneer een grote, ongeveer 20 cm dikke laag turfgrond gevormd was. Dit noemde men een 'plein' of 'turfplein'. Het was ongeveer zo lang als de turfkuil en zo breed als nodig om al het veen op de gewenste dikte te kunnen open spreiden. Deze laag turf werd vervolgens –veelal de volgende dag- met water vermengd. Men schepte het op de uitgegraven turf en mengde het ermee. Dit gebeurde met behulp van rieden, door er barrevoets in te gaan lopen of door er met een ezel getrokken eg door te trekken. Deze werking noemde men 'badden'. Men hield dit vol tot wanneer een homogene en mooi effen liggende turfbrij bekomen was.

Laatste fase was met een lange, op een heel lange stok gemonteerde, ijzeren staaf in beide richtingen door de turfbrij te trekken. Dit werktuig noemde men een 'geer' of een 'schrijfgeer'. Hiervoor gebruikte men ook wel eens een speciale houten hark. Na enkele weken drogen ontstonden barsten in de turfmassa. Men bekwam aldus gelijkvormige turfblokken. Ze werden omgedraaid en droogden nog wat op de grond vooraleer ze op ongeveer 1 m tot 1,20 m hoge rijen geplaatst werden. Men noemde dit het 'opbanken' van de turf.

In veel mindere mate werd er ook geturfd zoals in hoogvenen. De turf werd in de kuil in regelmatige blokken gesneden en er in die vorm uitgehaald.

Er is op veel plaatsen in de vallei turf gewonnen. Het liefst stak men turf in de Overslag, aan de huidige rand van het Militair Domein. De veenlaag is er het dikst en daar was de best brandende turf.

Turf werd vooral als brandstof voor de kachel gebruikt. Met de beschikbaarheid van steenkool in de loop van de jaren '20 van de vorige eeuw verminderde het turfsteken sterk.

1.10.2 Fotografisch materiaal

1.10.2.1 Fotografisch materiaal uit de Kempen

Uit de periode net vóór W.O.I. is het halfnatuurlijk landschap in een groot deel van België goed ontsloten dank zij de foto's en bijhorende teksten van Massart. Het gedeelte voor het Vlaams en Kempens district verscheen in 1912 (Massart, 1912). Uit dit werk bespreken we enkele foto's die een gelijkaardig bodemgebruik en/of vegetatie hadden als in de vallei van de Zwarte Beek.

Plaat 74: *prairies acides à Gelrode* (10 mei 1911); zie bij foto 1.10.2.1a.

Deze graslanden en dit bodemgebruik zijn sterk vergelijkbaar met dit van de Zwarte Beek in dezelfde periode.

Op het terrein op de voorgrond komen nauwelijks Poaceae voor. Het terrein is zeer voedselarm en levert hooi van een matige kwaliteit. Er groeien wel enkele struikjes. Dit lijkt een eertijds vergraven zone waar turf en/of ijzeroer uitgehaald is. Achteraf verdwijnt het open water en ontstaat een trilveen. Het is op dit type vegetatie dat 100 jaar geleden gemaaid werd en het hooi op berries naar hoger gelegen gedeelten werd gebracht.

Op de voorgrond bloeit *Menyanthes trifoliata* en in het midden van het beeld zijn de pluïjes van *Eriophorum angustifolium* te herkennen. Andere kenmerkende soorten zijn *Equisetum fluviatile* en *Carex curta*.

Op de achtergrond staat het hoogstammig loofhout nog niet in blad. Achter de drassige zone op de voorgrond ligt een hoger gelegen zone. Eigenaardig is dat er op dit beeld van 10 mei hopen hooi blijken voor te komen.



Foto 1.10.2.1a: moeras nabij Gelrode. Overgenomen uit Massart (1912).

Plaat 75: *prairies tourbeuses à Lichtaert* (6 juli 1905); zie bij foto 1.10.2.1b.

De vallei van de Kleine Nete is hier zeer breed. De moerassige vlakte met venige hooilanden en ertussen vergraven terreinen lijkt eindeloos.

De langwerpige, donkere stapels bestaan uit afgegraven ijzererts. De kleinere, in groepjes bijeen staande stapels bestaan uit turf.

De rechthoekige plassen getuigen van recente ontginning van turf en/of moerasijzererts. Op de voorgrond rechts een verlandende plas met een beginnende vorming van trilvenen. Deze plas is veel groter dan de turfputten van de afbeelding nabij Beringen.



Foto 1.10.2.1b: de vallei van de Kleine Nete nabij Lichtaert. Overgenomen uit Massart (1912).

Plaat 76: *prairies irriguées à Genck* (24 mei 1904); zie bij foto 1.10.2.1c.

Deze foto toont ons een kleinschalig irrigatiesysteem. Met een sluisje kon het waterpeil geregeld worden.

De grijswaarden in de vegetatie geven duidelijk verschillen in het microreliëf weer. Hoe lager een terrein gelegen is, hoe donkerder de kleur. Dit komt vooral omdat er nog niet veel groen van stengeltjes of blaadjes of andere kleuren van bloemen te

zien zijn boven de natte, modderige brij. Voor meerdere schema's van bevoeiing verwijzen we naar Burny (1999).



Foto 1.10.2.1c: oude visvijver nabij Genk. Overgenomen uit Massart (1912).

1.10.2.2 Uit de onmiddellijke omgeving

Er is nauwelijks beeldmateriaal voorhanden uit de periode vóór W.O.II. Nochtans is er een prachtig beeld, gefotografeerd op het einde van de XIX^e eeuw, van een vallei in de buurt van Beringen voorhanden (Burny, 1999). Deze foto (zie bij foto 1.10.2.2) komt sterk overeen met de getuigenissen over turf steken in de vallei van de Zwarte Beek (Burny, 1986).

Deze foto is genomen vanuit de vallei. Op de achtergrond zien we het droger gedeelte van de valleiflank. Op de voorgrond bevindt zich de venige dalbodem. Een houtkant vormt de grens tussen beide. Deze houtkant bevat vooral klein hout maar de hoger gelegen houtkanten bevatten ook veel opstaanders. Op de akkers staan al schoven te drogen.

Rechts achteraan het hooiland in de vallei is er een lichtergekleurde hooimijt en zijn er enkele hooihopen zichtbaar. Daar bevinden zich ook donkerder hopen, drogende turfblokken. Ze hebben de vorm van een holle mijt.

Net achter de kuilen zijn de turfblokken veel beter zichtbaar. Ze liggen hier wel nog meer tegen elkaar gestapeld. Dit is een eerste fase van stapelen/drogen. De holle mijt is een tweede fase van stapelen/drogen.

Op de voorgrond zijn er twee recente turfputten. Bij de kuil op de voorgrond lijkt de modderige brij nog niet bezonken. Het oppervlak van de kuil erachter weerkaatst wel al duidelijk. Deze is vermoedelijk enkele weken eerder gegraven. De put rechts in het midden van het beeld is één of twee jaar oud. De opgehoogde grond tussen beiden bestaat uit de bovenste laag die niet als brandstof gebruikt wordt. Deze grond wordt normaal gezien in de kuil rechts gegooit. Een gedeelte van het veen – tussen de kuilen van een verschillend jaartal – wordt niet afgegraven. Op de voorgrond liggen de graszoden van het venig hooiland.



Foto 1.10.2.2: turfkuilen nabij Beringen: overgenomen uit Burny (1999). (©Natuurhistorisch Genootschap Maastricht).

Hoofdstuk 2. Onderzoek naar het voorkomen en aard van het veen in de vallei van de Zwarte Beek

2.1 Aard van de gegevens

2.1.1 Bodemkaart van België

De bodemkaart van België is al kort besproken bij 1.6. Naast de bodemkaart zijn er eveneens de veldkaarten van Baeyens (gedigitaliseerd door VLM-Limburg). Hieruit blijkt dat in de vallei één groot veenlichaam voorkomt. De kaart zegt echter niets over de aard en de dikte van het veen. Uit de sporadische terreinwaarnemingen en boringen van Piet De Becker (INBO) bleek al gauw dat geen van beide kaarten (noch deze van de bodemkundige dienst, noch deze van Baeyens) bruikbaar zijn voor het nauwkeurig aflijnen, op perceelsniveau, van (dikke) veenbodems, zandbodems en de overgang van beide bodemtypes.

2.1.2 Boorcampagnes van het INBO

De kennis van de exacte ligging en de overgang tussen zand- en veenbodems en de dikte van veenbodems is zeer belangrijk voor de bepaling van mogelijke vegetaties. Dit bleek voor dit gebied al duidelijk uit de rapporten van Aggenbach et al. (1990).

Daarom werden op verschillende tijdstippen in de voorbije jaren de juiste locatie van de veenbodems bepaald door middel van eenvoudige gutsboringen tot op minstens 1 meter diepte. Op plaatsen waar het veen dikker is, werd er geboord tot op 250 cm.

Een eerste deel gebeurde in 1994 in de smalle middenloop. In het westen wordt het gebied begrensd door de wandelweg (plankenpad) onder het voetbalveld (Koersel-Fontejntje) en de oostelijke grens ligt waar de Katersdelleloop in de vallei vloeit. Deze eerste zone komt overeen met het extreem dichte (20 m x 20 m) raster op kaart 2.2. De locatie van die boringen gebeurde door middel van theodolietmetingen.

Een tweede deel gebeurde tussen deze zone (oostelijke grens) en de Nieuwendijk in het westen. Dit gebeurde vooral aan de hand van een groot aantal transsekten doorheen de vallei. Eind 2008 werden ongeveer 660 snelle proefboringen uitgevoerd.

Een derde deel gebeurde stroomopwaarts de eerste zone tot aan de oostelijke tankbaan, die in het Militair Domein de Zwarte Beek kruist. Zo zijn er eind 2009 nog eens 570 boringen uitgevoerd. Voor de locatie in 2008 en 2009 is een hand-GPS gebruikt (Garmin GPSmap76 nauwkeurigheid ± 5 à 10 m).

Bij deze 3 campagnes werd niet geprobeerd om overal de volledige dikte van het veen te bepalen. De dikte van het veen werd in 7 klassen opgesplitst (zie kaart 2.2).

Deze boorcampagnes werden uitgevoerd door Piet De Becker met medewerking van Bart Aubroeck, Steven Bocklandt, Mieke De Wilde, Vincent Keppens, Katia Nagels en Jan Verheyden.

In het kader van de voorliggende studie zijn er in 3 zones boringen verricht loodrecht op de vallei én in de zone van de zgn. paleovallei (zie bij 2.3) in het voorjaar en de zomer 2010. Hier werd wel geboord tot op de basis en het veen is in het veld beschreven. Tenzij er plotse overgangen waren, werden de kenmerken om de 10 cm genoteerd.

Deze omschrijvingen maken het mogelijk de paleo-ecologische en paleo-ecohydrologische kenmerken in grote lijnen te typeren. Deze beschrijving omvat een botanische typering van het veen volgens Succow & Joosten (2001) en een bepaling van de humificatiegraad (zie tekstbijlage 2.3.1). Voor de locatie is hetzelfde type GPS gebruikt.

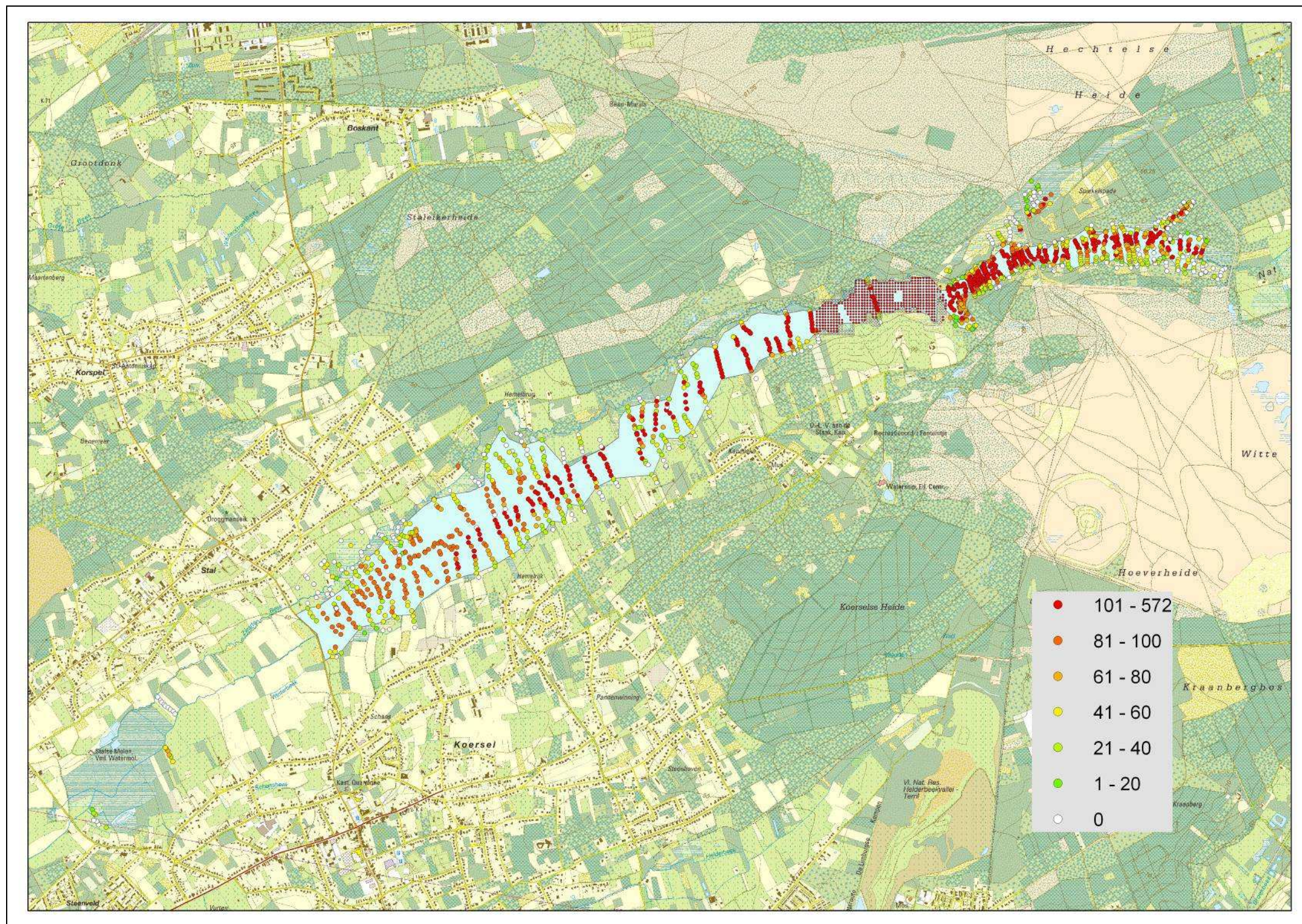
2.2 Algemene bespreking

2.2.1 Verspreiding van het veenlichaam

Ten oosten van Nieuwendijk is er één aaneengesloten veenlichaam dat doorloopt tot net voor de oostelijke tankbaan. Op kaart 2.2 is het veenlichaam aangeduid met een lichtblauwe kleur. Het veenlichaam heeft een oppervlakte van 236 ha.

Dit veenlichaam bedekt bijna de ganse dalbodem van de vallei. De noordrand van de valleibodem met de Zwarte Beek ligt buiten het veenlichaam. Nochtans is dit de loop die we kennen van op de historische kaarten (zie bij 1.9). In de noordelijke zijtak van de bovenloop, stroomopwaarts de westelijke tankbaan en nabij Spiekelspade, ontbreekt het veen. Alleen aan de zuidrand van dit dalletje is er nog veen gevonden. Deze noordelijke zijtak is dan ook niet opgenomen in het veenlichaam op kaart 2.2. Er is hier in de jaren 80 van de XX^e eeuw door de militairen nog veen uitgegraven om te gebruiken in de eigen beplantingsdienst (mond. meded. Willy Vanlook).

Ten westen van Nieuwendijk kunnen we niet meer van een aaneengesloten veenlichaam spreken. Dit wordt geïllustreerd met de recente boringen in de buurt van de Stalse Molen (zie bij 2.3).



Kaart 2.2 Veendikte in de vallei van de Zwarte Beek (© Topografische kaart, kleur NGI/AGIV)

2.2.2 Dikte van het veenlichaam

Bij de dikte van het veenlichaam zijn er in grote lijnen 2 gradiënten vast te stellen.

Een eerste gradiënt loopt evenwijdig met de vallei.

In de bovenloop is het veen zelden meer dan 2 m dik. In de smalle middenloop is het veen in een smalle, langgerekte zone tussen 4 en 6 m dik. In de brede middenloop vermindert dit stroomafwaarts van 4 m nabij Hazerik tot 1 m nabij Nieuwendijk.

Een tweede gradiënt verloopt loodrecht op de vallei van de flanken naar het centraal gelegen gedeelte. Daarnaast is er in grote gedeelten van de vallei een 'extra' insnijding. De 'paleovallei', daterend van vóór het Holoceen (zie bij 2.3) is extra diep ingesneden. Deze smalle zone is slechts enkele tientallen meter breed. Deze paleovallei bestaat reeds net stroomafwaarts de westelijke tankbaan bij Spiekelspade en loopt door tot ter hoogte van Hemelrijk (De Becker, 2009). De vorm en het reliëf van deze paleovallei is zeer onregelmatig. We moeten dit niet zien als een dal met een stromend beekje maar eerder als een onregelmatig reliëf met drempels boven de watertafel en ondiepe poelen. In deze drempels startte de veengroei veel sneller dan op de hogere, drogere delen. Een gelijkaardig reliëf werd voor het bekken van de Mark (Antwerpse Noorderkempen) beschreven door Geys (1977).

Deze paleovallei en meteen ook de dikste veenpakketten vallen in grote lijnen samen met de ligging van de Oude Beek en de Hoogbosvliet. Meer stroomopwaarts, waar de Hoogbosvliet ontbreekt, liggen ze in de zuidelijke helft van het dal.

2.3 Transsekten mét bepaling van dikte en macroscopische beschrijving

2.3.1 Algemene bespreking

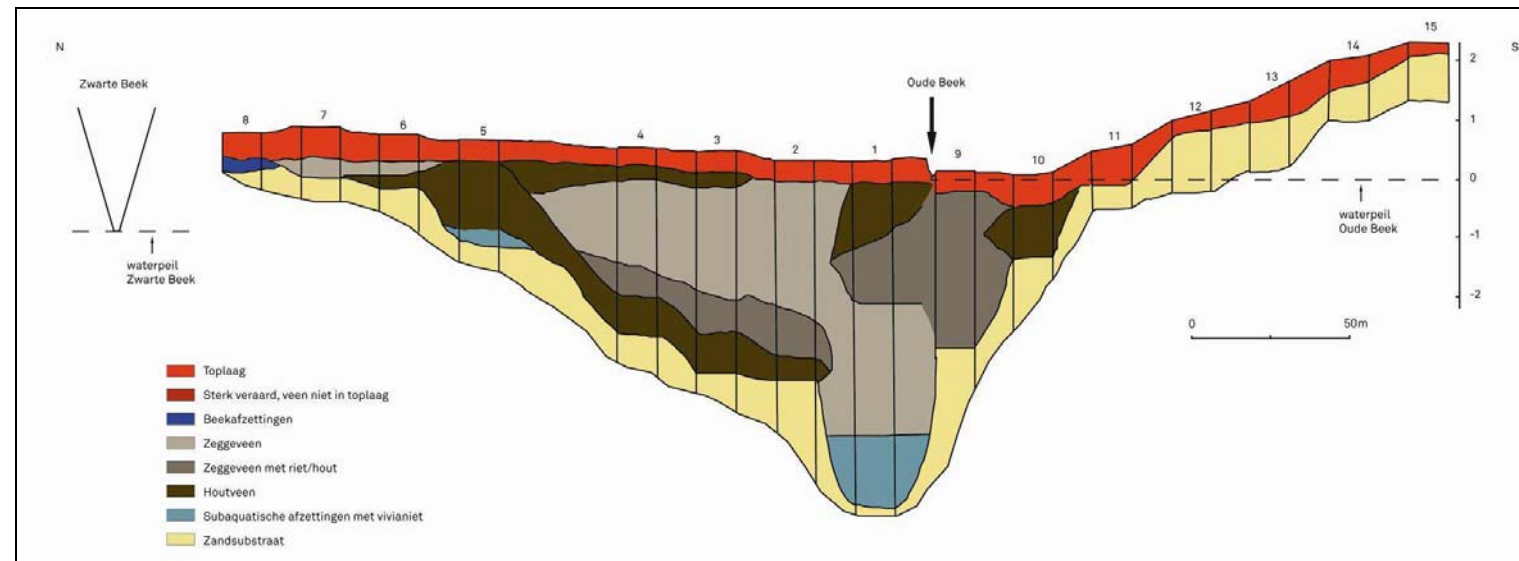
Een eerste transsekt is uitgevoerd ter hoogte van de geselecteerde sequentie. Zo kunnen de gedetailleerde resultaten van de hoofdsequentie in een dwarsdoorsnede gesitueerd worden.

De dikte van het veen in het gebied tussen Nieuwendijk en de rand van het Militair Domein (zie kaart 1.1b) was enigszins gekend dank zij de resultaten van vroegere onderzoeken (Allemeersch, 1987; De Becker, 2009). Daarom werd er gekozen voor 2 aanvullende transsekten. Stroomopwaarts is de vallei vanaf Spiekelspade breed genoeg om een transsekt te leggen. Helemaal stroomafwaarts is gekozen voor de omgeving van Stalse Molen. Deze omgeving is niet in landbouwgebruik en hier kon van de eigenaar (Natuurpunt) vlot toelating bekomen worden om de boringen te verrichten.

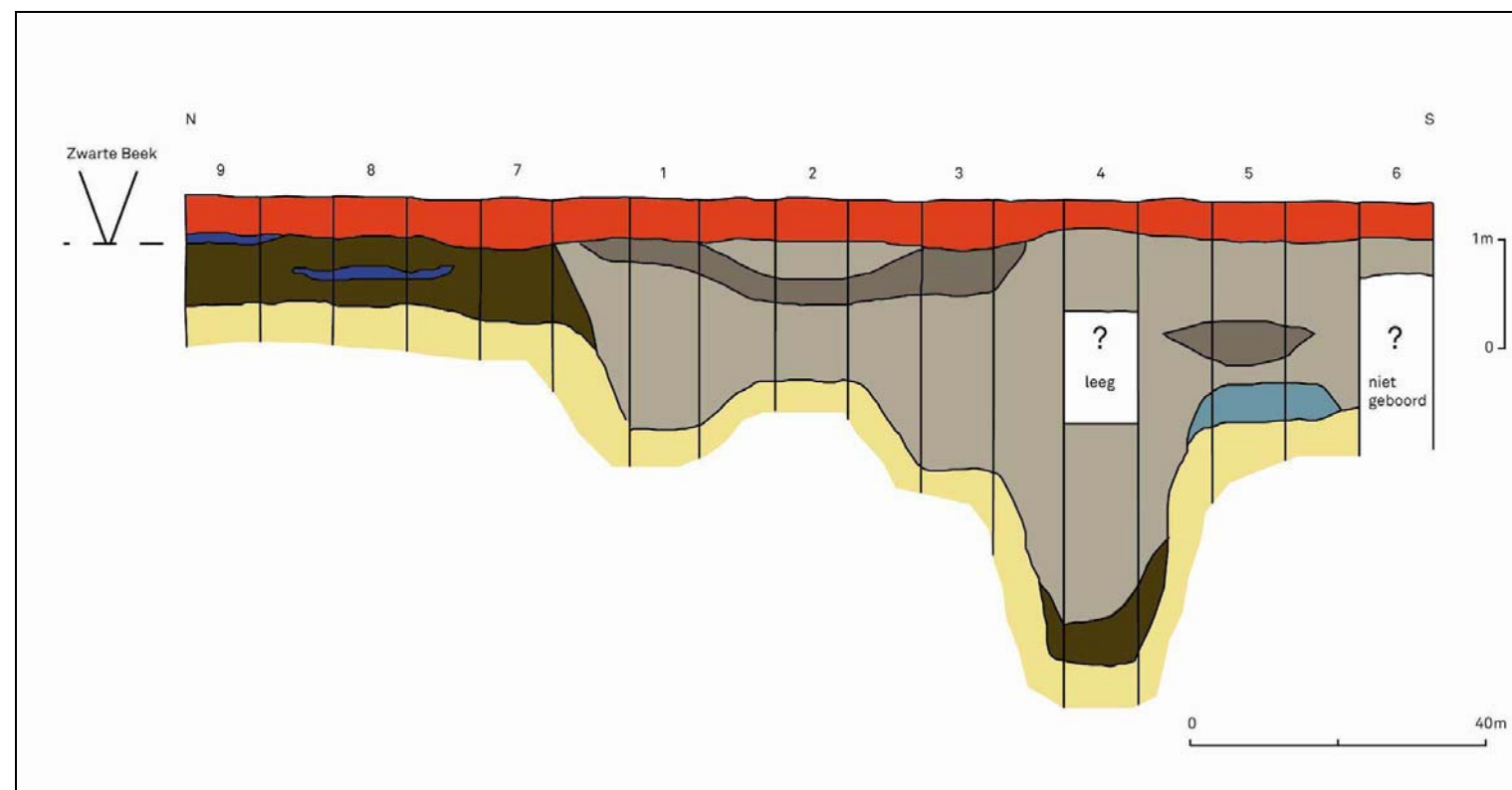
De boringen werden verricht met een smalle gutsboor (Ø 3 cm). Bij deze transsekten werd steeds geboord tot op de basis van het veen. Slechts in enkele gevallen was dit niet mogelijk omdat helemaal onderaan het profiel op een

ondoordringbaar stuk hout gestoten werd. Bij de beschrijving van het veen komen zowel herkenbare plantenresten als de humificatiegraad aan bod (zie tekstbijlage 2.3.1). De series van boringen of raaien verlopen zoveel mogelijk dwars door de vallei.

De sedimenten werden in enkele types samengevat. Een overzicht van de in de profieltekeningen gebruikte symbolen is terug te vinden bij tekening 2.3.2.1.



Tekening 2.3.2.1: doorsnede ter hoogte van de geselecteerde sequentie of hoofdsequentie (Rand Militair Domein).



Tekening 2.3.2.2: doorsnede stroomafwaarts Spiekelspade.

Toplaag: deze laag is sterk onderhevig geweest aan bodemkundige processen. De toplaag bestaat uit sterk veraard veen of op natte plaatsen uit sterk gehumificeerd veen. Bij veenvorming zal het veen humificeren. Hoe meer gehumificeerd, hoe minder de plantenresten zichtbaar zijn. Sterk veraard veen is een extreme vorm van humificatie waarbij zowat alle plantenresten vergaan zijn. Op zeer natte plaatsen kan deze toplaag uit een recente vegetatie bestaan die soms maar niet altijd bij het minder gehumificeerd veen aansluit.

Sterk veraard veen, niet in toplaag: als er ook dieper dan 50 cm een sterk veraard veen voorkomt, is hiervoor een aparte categorie voorzien. Dit duidt op zeer sterke uitdroging.

Beekafzettingen: gelaagde afzettingen van fluviatiele oorsprong. Deze komen alleen dicht bij de beken voor. De korrelgrootte van dit hoofdzakelijk anorganisch materiaal is zandige leem, lemig zand, zandige klei enz.

Zeggeveen: dit veentype is het belangrijkste in de vallei. Het wordt gekenmerkt door de vele vezels van *Carex* in het veen. In zijn zuivere vorm bevat het weinig houtresten of resten van riet (zie bij volgend type). De meeste vormen van zeggeveen zijn rijk aan subfossiele mossen. Het zeggeveen in de vallei van de Zwarte Beek bevat echter weinig mossen. In 2010 zijn er bij de macroscopische beschrijvingen geen mossen gevonden. Allemeersch (1987) vermeldt bij een transsekt nabij Hemelrijk wel plaatselijk veel *Tomenthypnum nitens* in het zeggeveen.

In het veld zijn in het zeggeveen - eventueel na controle onder stereomicroscop - in 2010 de zaden/vruchten van *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata* en *Carex* sp. en de wortelstokken van *Equisetum fluvatile* herkend.

Zeggeveen met riet/hout: op het vorige type bestaan er varianten. Bij een belangrijke bijmenging van wortelstokken van *Phragmites australis* wordt van zeggeveen met riet gesproken. Bij zeggeveen met hout zijn soms resten van *Betula pubescens/pendula*, *Alnus glutinosa* en *Salix* sp. te herkennen.

Houtveen: wordt gekenmerkt door relatief veel houtbrokken. Op grotere diepte (= meer dan 4 m) zijn aan de basis van het veen - na controle onder stereomicroscop - naalden en een zaadje van *Pinus sylvestris* gevonden. Hogerop gaat het om de soorten die bij het vorige type vermeld zijn.

Subaquatische afzettingen met vivianiet: deze subaquatische afzettingen bevatten een verzameling van verschillende types. Soms bevatten ze veel organisch materiaal en soms nauwelijks. De sedimenten zijn meestal wel gelaagd. Algemeen kenmerk in de vallei van de Zwarte Beek is de aanwezigheid van vivianiet. In het veld is dit mineraal gemakkelijk te herkennen door de blauwe kleur die dit witte sediment aanneemt bij contact met licht en zuurstof. Vivianiet ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) kan zich vormen in een sterk gereduceerd milieu (Lindsay, 1979). Aanwezigheid van ijzer en fosfaat vormen bijkomende noodzakelijke voorwaarden. Bij de vorming van vivianiet worden ijzer en fosfaat vastgelegd. Dit sterk gereduceerd milieu sluit dus een beekje met sterk stromend water zoals de huidige Zwarte Beek uit. In dit

sediment zijn in het veld zaden van *Potamogeton* sp. en *Ranunculus* subg. *Batrachium* herkend.

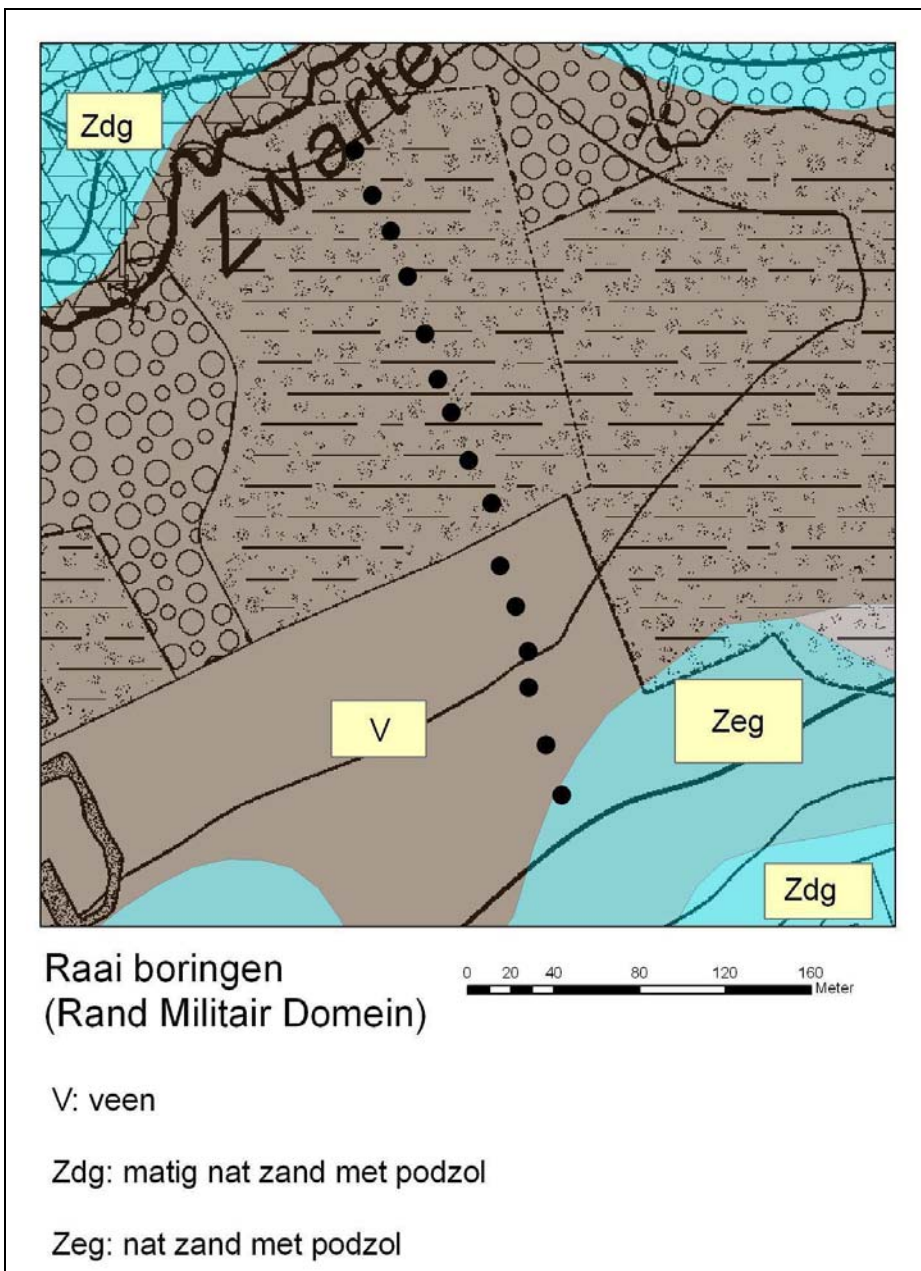
Deze materialen zijn vooral in de paleovallei aanwezig maar veel dunnere laagjes kunnen ook op de flank voorkomen. Met een onregelmatig microreliëf waren er bij een stijgende grondwatertafel tijdelijk ondiepe plassen.

Zandsubstraat: eolische afzettingen.

2.3.2 Beschrijving van de transsekten

2.3.2.1 Transsekt ter hoogte van de geselecteerde sequentie

Dit transsekt bevindt zich aan de rand van het Militair Domein. Dit is centraal in de smalle middenloop. Naast de vele sequenties, die we in het veld beschreven hebben is er één geselecteerde sequentie of hoofdsequentie die in detail zal onderzocht worden (zie hoofdstuk 3, 4, 5 en 6).



Kaart 2.3.2.1 (©Digitale Bodemkaart, AGIV, VLM)

Voor de exacte ligging van deze doorsnede of raai boringen verwijzen we naar kaart 2.3.2.1. Op de tekening 2.3.2.1 bemerken we dat de veenlaag op één plaats bijna 6 m dik is. De achtergrondinformatie voor de opmaak van de tekening bevindt zich in tekstbijlage 2.3.1. De paleovallei ligt net ten noorden van de Oude Beek. De noordelijke flank van het zandsubstraat helt veel geleidelijker dan de zuidelijke flank.

In de paleovallei hebben zich in eerste instantie subaquatische afzettingen ontwikkeld. Deze paleovallei wordt opgevuld met een afwisseling van zandige laagjes, veen en vivianiet. Daarop ontwikkelt zich later een zeggeveen.

Naast de diepe insnijding begint de veengroei op de noordelijke flank dikwijls met een houtveen. Later gaat dit over in een zeggeveen met riet/hout en een zuiver zeggeveen. Op de flanken kunnen er soms ook dunne laagjes met subaquatische afzettingen zijn (boring 5). Het microreliëf van het zandig substraat zorgde er voor kleine, ondiepe laagtes die onder water kwamen te staan bij de stijging van het grondwaterpeil.

Op de zuidelijke flank wigt het veen zeer snel uit. De bodem is er nat en rijk aan organisch materiaal maar momenteel is er geen veenpakket aanwezig. In de Duitse literatuur wordt dit als een *Anmoorboden* omschreven (Ellenberg, 1996).

Beekafzettingen zijn alleen vlak bij de Zwarte Beek aanwezig. Sporen van fluviatiele invloed zijn elders afwezig. Bij de macroscopische beschrijving zijn er geen mossen gevonden in het veen. De Kempen liggen aan de rand van de zone waar veen in de 2^e helft van het Holocene tot hoogveen evolueerde. Alvorens er van hoogveen sprake kan zijn, is er altijd een zone met oligotroof veen. Beiden bevatten veel *Sphagna*, die reeds in het veld als groep herkenbaar zijn. Deze ontbreken hier. Ondanks de dikte van het veen (bijna 6 m) is er geen evolutie tot oligotroof veen of tot ombrotroof veen (=hoogveen).

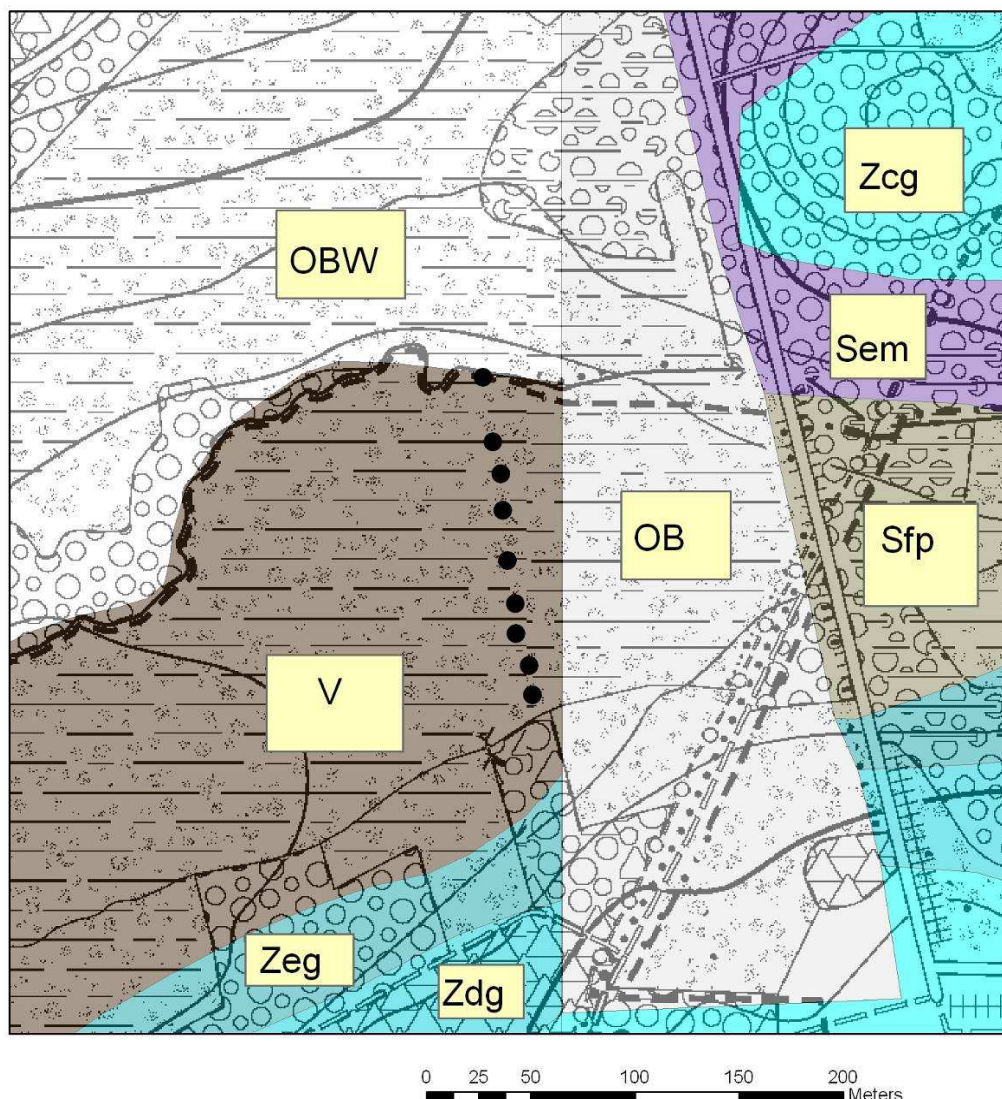
2.3.2.2 Transsekt stroomafwaarts Spiekelspade

Deze raai boringen is dicht bij de westelijke tankbaan gelegen (kaart 2.3.2.2). Op tekening 2.3.2.2 is de paleovallei nog aanwezig. In dit gedeelte van de smalle middenloop, vlak bij de bovenloop, is de vallei minder breed en is er geen contrast meer tussen de helling van de twee flanken van het zandsubstraat.

Bij boring 4 en 6 zijn de gevolgen van de uitvening nog duidelijk. Bij boring 4 is er een zeer losse veenmassa (=trilveen) van 1 m boven een waterkolom van 1 m. Dit komt overeen met een ontginning van het veen tot 2 m diep in het begin van vorige eeuw (Burny, 1986). Bij boring 6 was de toestand letterlijk te onstabiel om verder te werken.

Het type veen aan de basis hangt af van de lokale topografie. Bij een trage stijging van het grondwater vormt er zich een houtveen op het zandsubstraat. Bij een snelle stijging van het grondwater is er een dun laagje met subaquatische afzettingen aanwezig op het zandsubstraat. Tussen beide uitersten ontwikkelt zich een zeggeveen op het zandsubstraat.

De Zwarte Beek stroomt buiten het eigenlijke veenlichaam. Dicht bij de beek is alleen houtveen aanwezig. Een paar dunne laagjes met beekafzettingen verraden de invloed van de beek. Evolutie naar oligotroof of ombrotroof veen ontbreekt.



Raai met boringen nabij Spiekelspade

OB en OBW: kunstmatige gronden

Zcg, Zdg en Zeg: matig droog, matig nat en nat zand met podzol

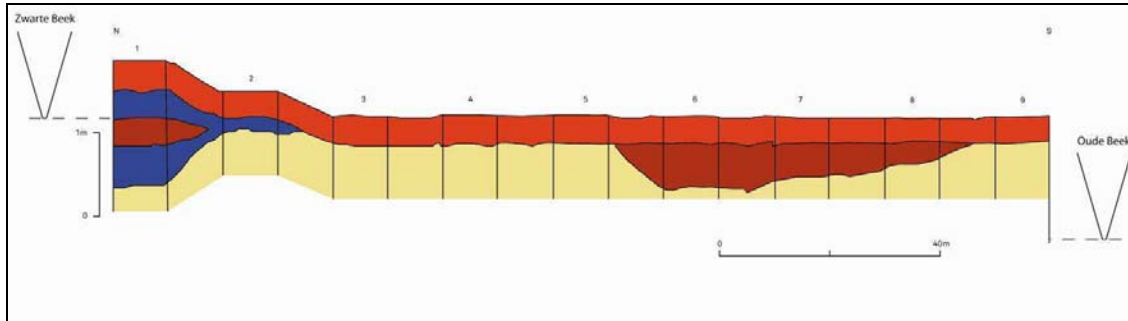
Sfp: zeer nat lemig zand zonder profiel

Sem: nat, lemig zand met antropogene humus A-horizont

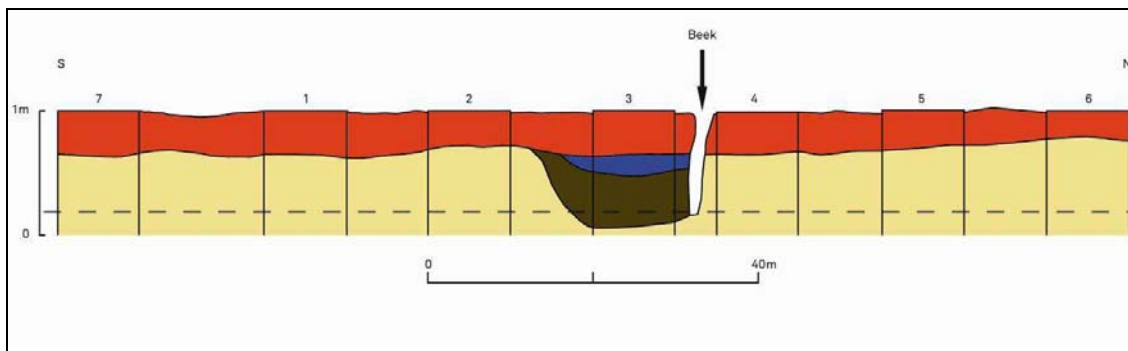
Kaart 2.3.2.2 (©Digitale Bodemkaart, AGIV, VLM)

2.3.2.3 Transsekten nabij Stalse Molen

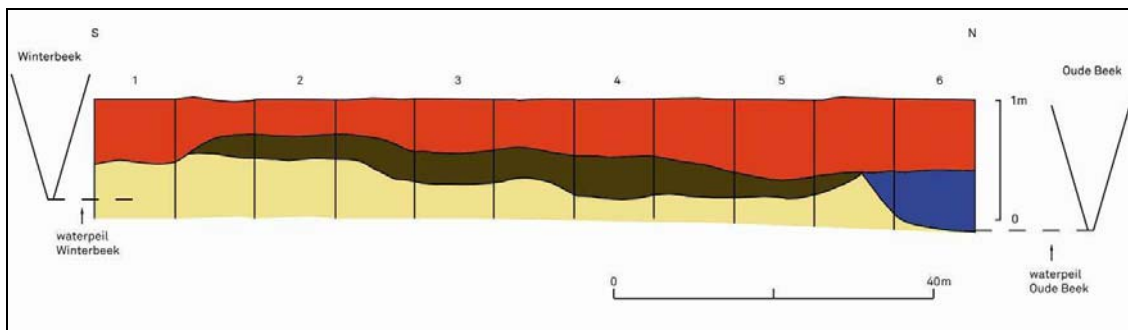
Voor de ligging van de raaien verwijzen we naar kaart 2.3.2.3 . Het beboste gedeelte van de vallei is de kern van een mijnverzakkingsgebied.



Tekening 2.3.2.3a: doorsnede ten oosten van Stalse Molen.



Tekening 2.3.2.3b: doorsnede ten westen van Stalse Molen.



Tekening 2.3.2.3c: doorsnede ten zuidoosten van Stalse Molen.

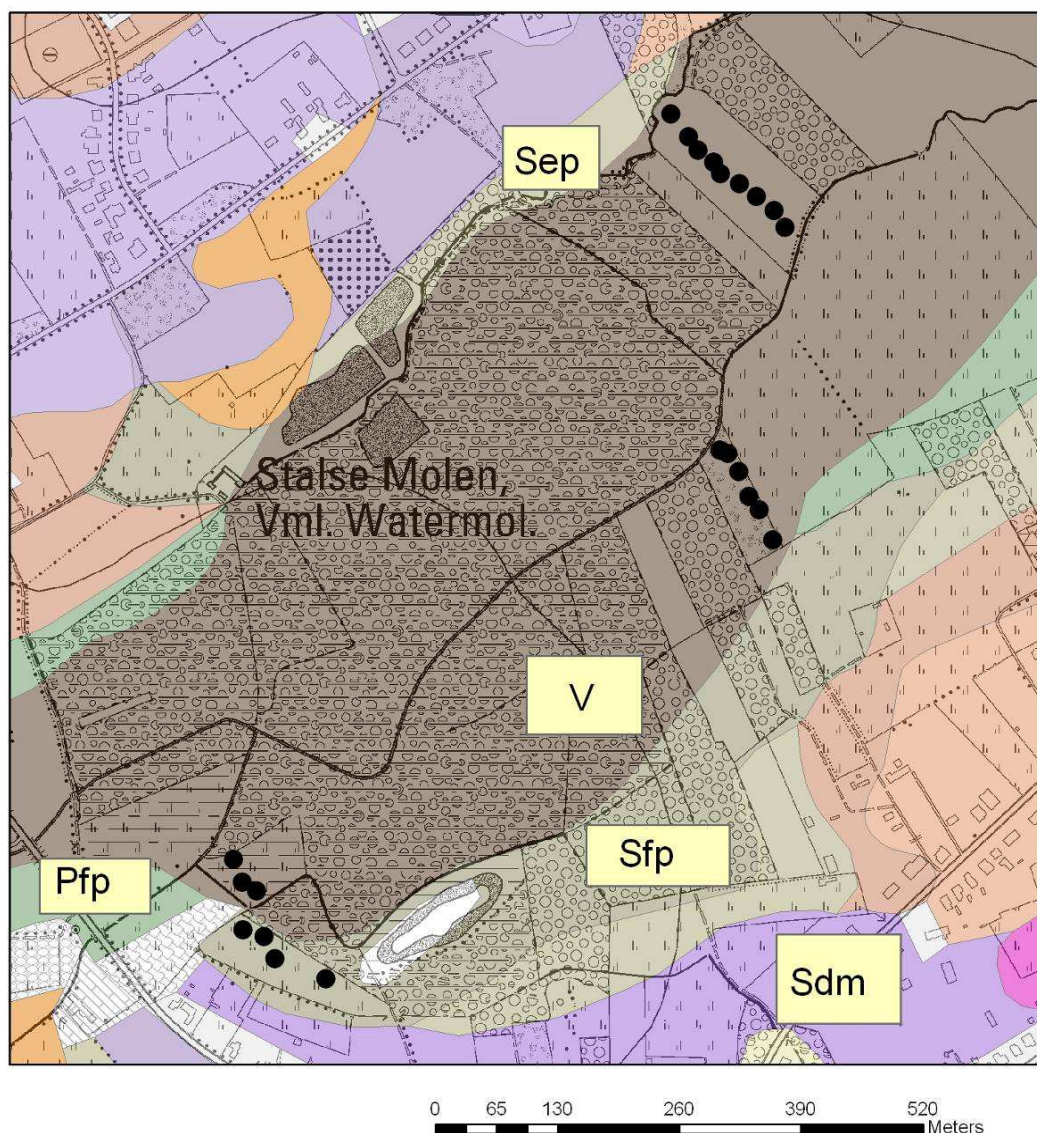
Kaart 2.3.2.3

Bij de doorsnede ten oosten van Stalse Molen (tekening 2.3.2.3a) bemerken we dat de Oude Beek zeer diep uitgegraven is. Als gevolg daarvan is het veenlaagje sterk veraard. Tussen dit sterk veraard veen en het zandsubstraat is er een sterk humeuze laag aanwezig. De humificatie is zo ver gevorderd dat het materiaal extreem gefragmenteerd is en als klei aanvoelt. Het is vergelijkbaar met de humeuze horizont bij natte heide op een zandsubstraat.

De sedimenten vlak bij de Zwarte Beek zijn sterk bepaald door menselijke ingrepen. De Zwarte Beek is er al eeuwen afgeleid om voldoende verval te hebben voor de Stalse Molen.

De doorsnede ten westen van Stalse Molen (tekening 2.3.2.3b) bevat nauwelijks veen. Alleen vlak bij een beekloop is er een dun laagje aanwezig. Bij deze raai en bij de andere transsekten nabij Stalse Molen zijn er regelmatig ijzerconcreties gevonden. Deze kunnen zich vormen als het ijzer van het grondwater boven de watertafel achterblijft. Boven de grondwatertafel vormt zich limoniet ($n\text{-FeO(OH)}$).

Op de doorsnede ten zuidoosten van Stalse Molen (tekening 2.3.2.3c) is een dun laagje veen te zien. Het veen is veraard of zeer sterk verweerd. Soms kon het nog als houtveen omschreven worden.



Raaien met boringen nabij Stalse Molen

V: veen

Sep en Sfp: nat en zeer nat lemig zand zonder profiel

Sdm: matig nat, lemig zand met antropogene humus A-horizont

Pfp: zeer natte, licht zandleem zonder profiel

Kaart 2.3.2.3 (©Digitale Bodemkaart, AGIV, VLM)

2.4 Reconstructie ecologische randvoorwaarden voor veenvorming

2.4.1 Wat is veen?

Veen kunnen we zien als een vegetatietype maar ook als een afzetting. Wanneer we het als een afzetting beschouwen, is het beter niet van sediment maar van een sedentaat te spreken. Veen wordt immers ter plaatse gevormd.

Succow & Joosten (2001) definiëren veen als een ter plaatse gevormde organische afzetting die van onder naar boven opgebouwd werd. Het bestaat overwegend uit afgestorven, gehumificeerd plantenmateriaal. Dit materiaal is slechts gedeeltelijk afgebroken omdat het meestal in een waterverzadigde omgeving lag waar zuurstoftekort optrad. De structuur van het plantenmateriaal is, afhankelijk van de graad van humificatie nog gedeeltelijk herkenbaar.

Voor veenvorming is het dus noodzakelijk dat het veen als vegetatie het grootste gedeelte van het jaar onder water staat. Alleen zo kan het proces van mineralisatie, dat zonder zuurstoftekort normalerwijze gebeurt, sterk ondergeschikt blijven aan het proces van humificatie.

Bij een zuurstoftekort spreken we van humificatie en worden er huminstoffen gevormd. Huminstof is een verzamelnaam voor de meestal donker gekleurde, amorfe organische materie in de bodem (Succow & Joosten, 2001). Afhankelijk van de aard van het plantenmateriaal en de milieucondities zal het veen ofwel sterker mineraliseren ofwel sterker humificeren.

2.4.2 Hydrogenetische indeling

Venen kunnen ingedeeld worden volgens hun ontstaansvorm. Bij de bij 2.3.2 besproken profielen komen 3 types voor:

- verlandingsvenen (*Verlandungsmoore* in het Duits)
- verveningsvenen (*Versumpfungsmoore* in het Duits)
- doorstroomvenen (*Durchströmungsmoore* in het Duits).

Bij de start van de veengroei komen in de vallei zowel verlandingsvenen als verveningsvenen voor.

Als het grondwater op een bepaalde plaats snel stijgt, ontstaat er een open water. In de vallei van de Zwarte Beek zal dat steeds ondiep geweest zijn. De veengroei start hier door verlanding van het open water. Er ontstaan drijvende plantenmassa's (drijftillen) en het ondiepe water wordt met afstervend plantenmateriaal opgevuld. Het open water groeit dicht. Dit noemen we verlandingsvenen.

Als het grondwater langzaam stijgt op een bepaalde plaats, zal de minerale bodem geleidelijk vernatten. Veen kan ontstaan zonder dat er open water geweest is. Dit noemen we verveningsvenen.

Vorige twee types gaan in de vallei van de Zwarte Beek meestal over in doorstroomvenen. Bij een sterke en gelijkmatige kwel zal er slechts een beperkte waterpeilschommeling zijn. Bij een constant hoge grondwaterstand (vb. jaarrond tot net aan het wateroppervlak) zal het veen sterk kunnen groeien. Het aangevoerde water vloeit door het volledige pakket veen. Deze factoren zorgen er tevens voor dat er weinig variatie in het veen optreedt. Het zal dus alleen maar blijven groeien als er ononderbroken een hoge grondwaterstand is die doorheen de eeuwen mee stijgt met het stijgen van het veenoppervlak.

2.4.3 Indeling op basis van waterkwaliteit

Een eerste opsplitsing gebeurt tussen hoogvenen en laagvenen.

Hoogvenen (=ombrotrofe venen) worden alleen maar gevoed door regenwater. Ze hebben een vegetatie die vooral uit *Sphagna* opgebouwd is. In het onderzochte gebied komt dit type veen niet voor.

Laagvenen (=minerotrofe venen) worden vooral gevoed door grondwater. Afhankelijk van de chemische samenstelling worden ze volgens afnemende mineralenconcentratie opgedeeld in eutroof, mesotroof en oligotroof veen. Bij het mesotroof type kan verder een onderscheid gemaakt worden tussen kalkhoudend, (eerder) neutraal en (eerder) zuur.

Het grootste gedeelte van het veen in het studiegebied veen is mesotroof. In het veld herkennen we vooral kleinere wortelresten van zeggesoorten. Herkenbare zaden of vruchten zijn *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre* en na controle onder binoculaire microscoop *Carex rostrata*.

Grotere resten van zeggesoorten en riet wijzen op eerder eutroof veen. Deze zijn in mindere mate aanwezig.

Oligotrofe venen en zeker ombrotrofe venen zijn te herkennen aan *Sphagna* en andere kenmerkende soorten zoals *Eriophorum* en Ericaceae. Deze zijn hier niet gevonden.

Binnen het zeggeveen zijn er zones met meer houtresten, deze kunnen op een grotere voedselrijkdom van het veen wijzen.

Op zandige substraten is bij een trage stijging van het grondwaterpeil een houtveen gevonden. Uitspraken over mineralenrijkdom zijn hier moeilijker. In het Laat-Glaciaal en het begin van het Holoceen waren nog niet alle bomen, die we nu als van nature voorkomend beschouwen, in onze regio aanwezig.

Hoofdstuk 3. Berging van één geselecteerde kwaliteitsvolle, continue sequentie

3.1 Ligging

De geselecteerde sequentie of hoofdsequentie werd gekozen op korte afstand van de Oude Beek en dicht bij het Militair Domein. Dit gebeurde op basis van bestaande literatuur (Allemeersch, 1987; De Becker, 2009) en een verdere prospectie in het voorjaar 2010 (zie bij hoofdstuk 2). De dag voor de berging van de geselecteerde sequentie werden in de omgeving binnen een straal van enkele tientallen meter nog meerdere snelle boringen uitgevoerd. In de omgeving heeft het veen over korte afstand een sterk wisselende hoogte van de basis.

Het perceel van de geselecteerde sequentie ligt iets hoger dan de percelen meer stroomafwaarts en stroomopwaarts (zie kaart 1.4.2f). Bij een nakijken van de topografische kaarten blijkt tevens dat er op deze plaats sinds het einde van de XVIII^e eeuw nooit bomen gestaan hebben gedurende een langere periode. Enkele decennia geleden zouden hier wel enkele rijen populieren gestaan hebben. Deze werden in de jaren 80 van de XX^e eeuw verwijderd door vrijwilligers van Natuurreservaten (mond. meded. Willy Vanlook). Net omwille van een grote kans op versterking is gekozen voor een locatie buiten het Militair Domein. In het kader van de uitvoering van achterstallig beheer zijn hier op veel plaatsen struiken en bomen, ook met de wortels verwijderd. Op veel plaatsen waren de wortels 2 à 3 m in het veen doorgedrongen (mond. meded. natuurwachter Marc Missoorten).

De motivering voor de keuze kunnen we als volgt samenvatten:

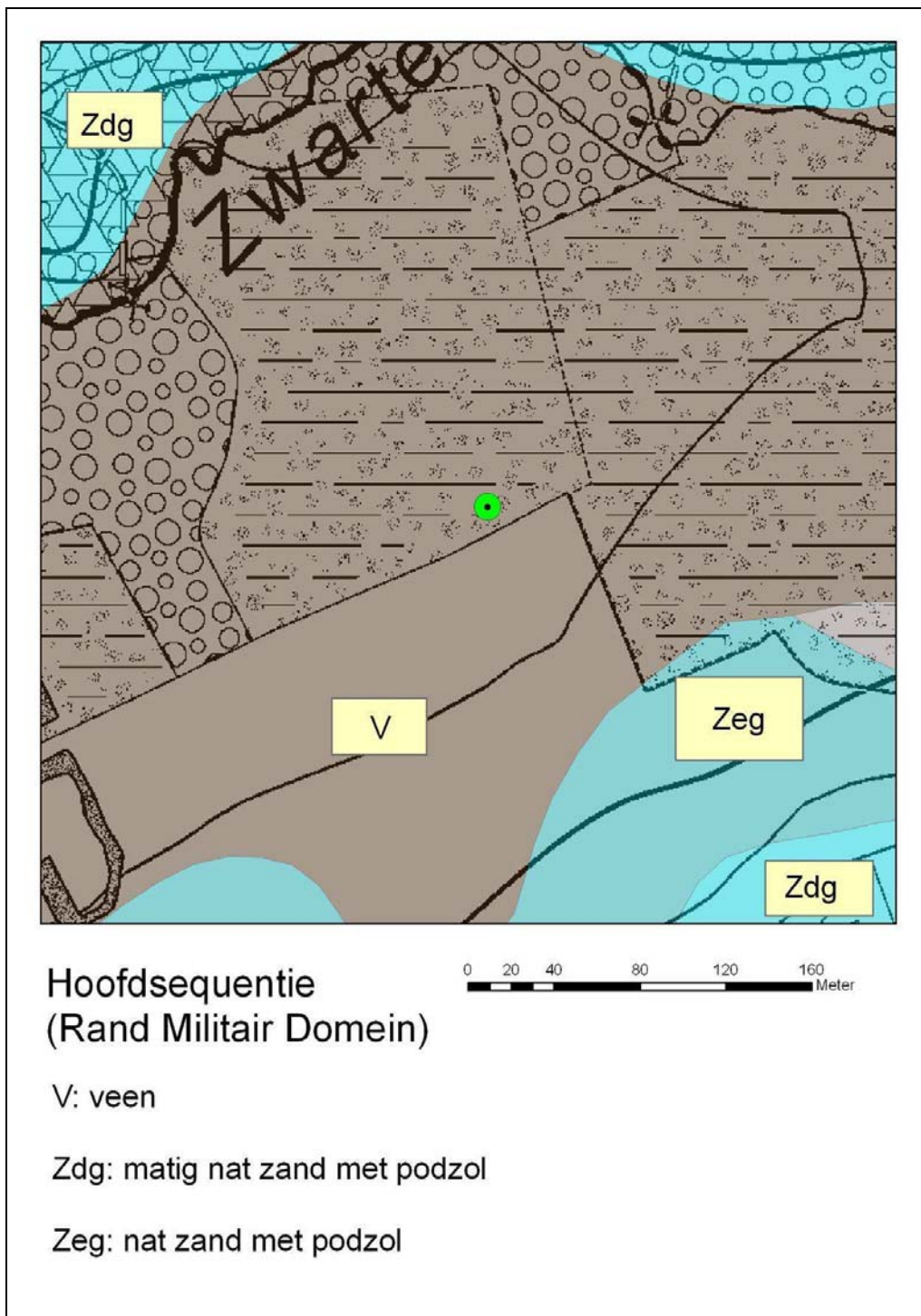
- er is een continue veengroei behalve aan de basis
- het is een zeer lange sequentie
- het veen is goed bewaard
- er is weinig of geen versterking in het recente verleden
- er is onderaan een zandlaag die een stratigrafische betekenis kan hebben en die een hoge ouderdom van de basis van het veen laat vermoeden.

De boringen, nodig voor de berging van de hoofdsequentie, werden binnen een oppervlak van 0,5 x 0,5 m uitgevoerd. Deze locatie werd op 3 verschillende dagen gelokaliseerd met een Garmin GPS-map76. Dit gaf het volgende gemiddelde resultaat; OL: 5,325230 en NB: 51,091700. Omgezet in Lambert72-coördinaten is dit; X:217007 en Y:198387. De locatie is aangeduid in bijlage op kaart 3.1.

3.2 Berging

De berging werd uitgevoerd op 29 mei 2010. De berging gebeurde grotendeels met een Russische veenboor (zie foto 3.2a). Met deze boor kunnen bijna ongestoorde monsters opgehaald worden. De Russische veenboor wordt in het veen geduwd. Als

de boor 50 cm dieper zit dan bij de vorige boring, wordt de klep over 180° gedraaid en de boor naar boven gehaald.



Kaart 3.1: ligging van de hoofdsequentie of geselecteerde sequentie. (©Digitale Bodemkaart, AGIV, VLM)

Zo zit er een nauwelijks gestoord monster in de boor. De monsters hebben een lengte van 50 cm en een diameter van 4,5 cm. Binnen het oppervlak van 0,5 x 0,5 m zijn er zo vermijden we dat we het bovenste, wat samengedrukte gedeelte van de boorkern moesten bemonsteren. Met de ene boorkern namen we stalen van 0-50 cm, van 50-100 cm enz. Met de andere namen we stalen van 25-75 cm, van 75-125 cm enz. Omwille van de reële kans op verstoring werden de bovenste 10 cm van een boorkern van 50 cm nooit bemonsterd. Zo is het staal tussen 50 en 60 cm genomen uit de boorkern 25-75 cm en niet uit de boorkern 50-100 cm.

In het veen kan vlot met de Russische veenboor gewerkt worden. Op de onderste sedimenten blokkeerde de boor (490 cm). Dezelfde dag werd met een smalle gutsboor (3 cm Ø) geboord tot op 552 cm. De stalen uit die smalle boorkern zijn alleen gebruikt voor de bepaling van organisch materiaal en koolstof (zie hoofdstuk 10). Op 6 juli 2010 hebben we op hetzelfde oppervlak van 0,5 x 0,5 m met een brede gutsboor (6 cm Ø) geboord tot op 560 cm (zie foto 3.2b) voor de bijkomende bemonstering van het onderste deel van de sequentie.



Foto 3.2a: Russische veenboor.



Foto 3.2b: het onderste gedeelte in de brede gutsboor.

3.3 Versnijden van de stalen

Na de boring is het veen op het terrein opgeslagen in pvc-gootjes van 50 cm lengte, ingepakt in dunne plastic folie en overgebracht voor bewaring in een koelcel bij 4 °C.

Het overgrote gedeelte van de sequentie is zuiver veen. Vanaf 512 cm diepte tot de top is er slechts één uitzondering. Op 445 cm is er hogerop een plotse overgang naar zandig materiaal. Tussen 445 cm en 420 cm hebben we bijna zuiver zand. Tussen 420 cm en 400 cm neemt de hoeveelheid zand geleidelijk af.

Tot 490 cm (= gedeelte boven gehaald met de Russische veenboor) zijn de monsters opgedeeld om de 10 cm.

Slechts de helft van het materiaal werd gebruikt voor dit onderzoek. De andere helft wordt bewaard voor eventueel later onderzoek. Een bepaald gedeelte werd gebruikt voor de macroresten. Een ander gedeelte voor de microresten. Het volume van de stalen bedraagt steeds 25 cc. Enige uitzondering is tussen 440 cm en 450 cm. De zone 440-444 cm bestaat grotendeels uit zand en de zone 445-449 cm is zuiver veen.

Overeenkomstig het bestek werd per 10 cm een staal van 25 cc onderzocht op macroresten. Bij de uitvoering van de opdracht werd er voor gekozen elke zone van 10 cm maximaal te benutten en tegelijkertijd de helft te bewaren voor later onderzoek. Per niveau van 10 cm werden 2 subsamples van 1 cm dikte apart gehouden voor microresten, koolstofgehalte en *loss on ignition* (zie voor beide laatste hoofdstuk 9). Per niveau van 10 cm werden twee subsamples van 4 cm dikte samengevoegd tot één geheel en zo onderzocht.

Het nadeel van de gevolgde werkwijze is dat de resultaten die van elke zone van 10 cm bekomen worden meer jaren omspannen dan wanneer zou gekozen zijn voor dunnere niveaus om de 10 cm (bijvoorbeeld het volledige niveau 100 – 104 cm, in plaats van de helft van het niveau 100 – 104 cm en de helft van het niveau 105 – 109 cm, zoals nu het geval is).

Het voordeel van de gevolgde werkwijze is dat een beeld wordt bekomen voor de ganse periode, die met deze 10 cm overeenkomt en niet enkel voor een deel van die periode. Wel is het zo dat het om een gemengd beeld gaat. Schommelingen binnen een zone van 10 cm komen niet tot uiting. Gezien de relatief grote stabiliteit in de vegetatie (zie bij hoofdstuk 5) hoeft dit geen probleem te zijn.

De tussenliggende niveaus (in het genoemde voorbeeld 104 – 105 cm en 109 – 110 cm) werden gereserveerd voor microresten (d.m.v. subsamples van ± 1 cc). De rest werd gebruikt voor *loss on ignition* en koolstofgehalte.

In het onderste gedeelte van de geselecteerde sequentie werd afgeweken van het beschreven bemonsteringsschema. De sequentie is te heterogeen van samenstelling om dezelfde werkwijze aan te houden. We kunnen hierin de volgende zones onderscheiden:

490-512 cm: zuiver veen

512-535 cm: humeus zand

535-539 cm: zandig materiaal overgaand in vivianiet

539-544 cm: vivianiet

544-552 cm: gelaagde afwisseling van vivianiet en organisch materiaal

552-560 cm: vivianiet.

De staalname voor de macroresten is in deze zone ook aangepast aan de verschillende samenstelling van het sediment. Voor de microresten zijn terug zones van 1 cm bemonsterd.

Wegens het 'bewegen' van het veen kan in de onderste veenlaag (tussen 490 en 512 cm) een beperkte overlapping zitten.

Hoofdstuk 4 Datering van de geselecteerde sequentie aan de hand van C14-onderzoek

4.1 AMS-methode

Tot zowat 20 jaar geleden gebeurden de dateringen op basis van een compact volume organisch materiaal uit bezonken sediment van stilstaand water in meren of uit veen.

Sindsdien wordt vooral de AMS-methode (**A**ccelerator **M**ass **S**pectrometry) gebruikt. Deze methode wordt verkozen omdat de dateringen nauwkeuriger kunnen gebeuren, vooral omdat er minder materiaal nodig is voor de dateringen (Jull, 2007). De bekomen datering is niet langer een samenvoegen van allerlei dateringen van sterk uiteenlopende plantenresten en allerlei organisch materiaal. Met deze methode kan de datering van enkele bij elkaar gevonden vruchtjes of zaadjes bepaald worden.

Nochtans kunnen ook met de AMS-methode nog fouten gemaakt worden.

Verschillende types van planten(delen) uit bepaalde milieus kunnen beter achterwege blijven bij staalname.

Bij allerlei planten (wieren, mossen en bepaalde waterplanten zoals diverse fonteinkruiden = *Potamogeton* div. sp.) gebeurt de fotosynthese in het water.

De koolstof in de plant is er afkomstig van de opgeloste anorganische koolstof of **d**issolved **i**norganic **c**arbon (DIC). Bij planten met synthese buiten het water is de koolstof bijna volledig afkomstig van CO₂ uit de atmosfeer.

Bij planten met fotosynthese in het water zijn er verschillende bronnen:

- uitwisseling van het water met CO₂ uit de atmosfeer
- ontbinding van organisch materiaal
- opgelost carbonaat van allerlei kalkafzettingen
- verblijftijd van het water in het meer of het veen.

Dit kan begrijpelijkerwijs voor belangrijke afwijkingen zorgen. Planten nemen oudere koolstof op met een te oude datering als gevolg. Men spreekt van het *hard water effect*. Materiaal, waarvan men weet dat de fotosynthese onder water gebeurde, kan dus best vermeden worden.

Sphagna, terrestrische mossen en kleinere, terrestrische vaatplanten nemen naast atmosferische CO₂ ook koolstof op uit de ontbinding van organisch materiaal. Dit effect is het sterkst bij ombroetroof veen en dan vooral aan de basis. De ¹⁴C-dateringen kunnen hier dus duidelijk ouder zijn.

Bij mossen, gebonden aan kalkhoudende substraten kan ook een veroudering van de resultaten optreden omwille van het sterk opnemen van opgelost carbonaat van allerlei kalkafzettingen.

Het best geschikt zijn grotere herkenbare resten van vaatplanten, die op de grond vallen en zich verder niet verplaatsen, noch vertikaal noch horizontaal. Fragiele resten die onbeschadigd zijn zoals gevleugelde nootjes van *Betula*, geven eveneens goede resultaten. Het feit dat de nootjes nog gevleugeld zijn, wijst er op dat er geen verplaatsing of remaniëring is geweest.

4.2 Keuze van de stalen

Bij de keuze van het gebruikte materiaal werd zoveel mogelijk rekening gehouden met de waarschuwingen vermeld in 4.1. De stalen, gebruikt voor de dateringen, zijn steeds in een koelcel (4 °C) bewaard om schimmelvorming te vermijden. Verontreinigingen zoals aanklevende vezels zijn zoveel mogelijk van de macroresten verwijderd. Om de totale tijdsduur te kennen die de sequentie overspant, werden aan de basis en de top een datering uitgevoerd.

Een eerste staal werd zo dicht mogelijk bij de basis van de sequentie. Er moesten wel voldoende en goed identificeerbare macroresten aanwezig zijn in het staal.

Het eerste staal (code: ZB55110BASIS) is genomen tussen 548 en 551 cm. Het bevat 5 nootjes en 3 onvolledige en 4 volledige urntjes van *Carex rostrata* en 1 gevleugeld en 3 ongevleugelde nootjes van *Betula pubescens/pendula*.

Een tweede staal is net onder de sterk gehumificeerde toplaag genomen, waar het goed bewaarde veen eindigt. Op deze manier werd vermeden dat gedateerd zou zijn op recent, intrusief materiaal dat aanwezig zou kunnen zijn in de toplaag.

Het tweede staal (ZB484910TOP) is genomen tussen 48 en 49 cm. Het bevat één vrucht van *Frangula alnus*.

Twee bijkomende dateringen werden gekozen bij veranderingen in de vegetatie. Voor de twee volgende stalen is gekozen bij markante overgangen: bij een derde staal is er het begin van een broekbos en bij een vierde staal hebben we het einde van een broekbos.

Het derde staal (ZB28510SUBBO) is afkomstig van het niveau 280-290 cm. Het bevat het equivalent van 10 schubjes van *Betula pubescens/pendula*. Voor deze analyse bleek nog aanvullend materiaal nodig te zijn. Dit bestond uit een half zaad van *Menyanthes trifoliata*, het equivalent van 7 schubjes van *Betula pubescens/pendula* en 20 ongevleugelde nootjes van *Betula pubescens/pendula*.

Het vierde staal (ZB12510ROMAN) is afkomstig van het niveau 120-130 cm. Het bevat 20 nootjes van *Alnus glutinosa*.

4.3 De resultaten

De dateringen gebeurden bij Beta-analytic in Miami (V.S.). Naast de resultaten in conventionele jaren vermelden we eveneens de gekalibreerde dateringen. Dit gebeurde op basis van het OxCal4 programma (Ramsey, 1995) en de IntCal04 kalibratie curve (Reimer et al. 2004). In de volgende hoofdstukken gebruiken we de conventionele jaren omdat die beter te vergelijken zijn met oudere publicaties, waarbij steeds conventionele jaren gebruikt worden.

ZB484910TOP: 5930 ± 40 BP in conventionele jaren, na kalibratie 6.860 tot 6.660 BP.

Naar geologisch tijdvak is dit het Atlanticum en naar archeologische periode de overgang tussen het Mesolithicum en het Neolithicum.

ZB12510ROMAN: 7030 ± 40 BP in conventionele jaren, na kalibratie 7.950 tot 7.790 BP.

Naar geologisch tijdvak is dit het Atlanticum en naar archeologische periode het Mesolithicum.

ZB28510SUBBO: 8.760 ± 50 BP in conventionele jaren, na kalibratie 10.105 tot 9.740 BP.

Naar geologisch tijdvak is dit het Boreaal en naar archeologische periode het Mesolithicum.

ZB55110BASIS: 12.170 ± 60 BP in conventionele jaren, na kalibratie 14.140 tot 13.900 BP.

Naar geologisch tijdvak is dit Bølling/Vroegere Dryas en naar archeologische periode het Laat-Paleolithicum.

Hoofdstuk 5. Paleo-ecologisch onderzoek van de geselecteerde sequentie

5.1 Macroresten

5.1.1 Bewerking van de stalen en selecteren herkenbare macroresten

In principe werden de macroresten om de 10 cm bemonsterd. 2 x 4 cm werden gebruikt voor de macroresten. Per 10 cm werden 2 niveaus gereserveerd voor de pollenanalyse (zie bij 3.3). Bij eerder heterogene afzettingen is de staalname aangepast aan de aard van de afzetting.

Bij zuiver veen werd een volume van 25 cc onderzocht op macroresten. Bij materialen met een groter aandeel anorganisch materiaal is het volume groter. Hier zijn immers minder macroresten aanwezig. In de brede gutsboor was ook meer materiaal voorhanden.

In de volledige sequentie is het veen weinig consistent. Het was niet nodig dit te koken met KOH. Het materiaal werd met kraantjeswater doorgespoeld op zeven met maaswijdte 250 µm.

De zeeffractie werd bekeken door een stereomicroscop met in eerste instantie een 10x vergroting. Indien nodig werd een vergroting tot 45x gebruikt. Herkenbare zaden en vruchten en vegetatieve resten van mossen en hogere planten werden uitgepikt.

Voor de bepaling van de vegetatieve resten werd een binoculaire microscoop gebruikt met de vergrotingen 100x en 400x.

5.1.2 Beschrijving en determinatie van het materiaal

Van de stalen werd een aandeel in volume van de anorganische sedimenten en herkenbare organische massa in percentageklassen weergegeven, zoals waargenomen bij het uitrapen van de zaden en vruchten.

Voor de anorganische sedimenten zijn dat: zand en vivianiet.

Voor de organische resten zijn dat: hout, wortels en vezels, mossen.

Resten, die wel aanwezig kunnen zijn maar nooit veel volume bevatten (vb. dekschilden van kevers, bladresten) zijn niet in het overzicht opgenomen.

Sterk gehumificeerde, onherkenbare organische massa werd buiten beschouwing gelaten.

De voorstellingen vinden we bij tabel 5.1.2.

Tabel 5.1.2						
Meest aanwezige componenten						
Niveau		Zand	Vivianiet	Hout	Wortels, vezels	Mossen
0-4	5-9	10-25%		1-5%	50-75%	<1%
10-14	15-19	25-50%		1-5%		
20-24	25-29	25-50%		10-25%	10-25%	
30-34	35-39	1-5%		25-50%	50-75%	
40-44	45-49			50-75%	25-50%	
50-54	55-59			10-25%	75% <	<1%
60-64	65-69			10-25%	75% <	<1%
70-74	75-79			1-5%	75% <	
80-84	85-89			1-5%	75% <	5-10%
90-94	95-99			10-25%	75% <	<1%
100-104	105-109			10-25%	75% <	<1%
110-114	115-119			<1%	75% <	1-5%
120-124	125-129			75% <	10-25%	
130-134	135-139			75% <	10-25%	<1%
140-144	145-149			75% <	10-25%	
150-154	155-159			75% <	10-25%	
160-164	165-169			75% <	10-25%	
170-174	175-179			25-50%	50-75%	
180-184	185-189			25-50%	50-75%	
190-194	195-199			25-50%	50-75%	
200-204	205-209			1-5%	75% <	
210-214	215-219			1-5%	75% <	
220-224	225-229			5-10%	75% <	
230-234	235-239			1-5%	75% <	
240-244	245-249			1-5%	75% <	
250-254	255-259			10-25%	75% <	
260-264	265-269			50-75%	25-50%	
270-274	275-279			10-25%	75% <	
280-284	285-289			10-25%	75% <	<1%
290-294	295-299			5-10%	75% <	<1%
300-304	305-309			1-5%	75% <	1-5%
310-314	315-319			1-5%	75% <	1-5%
320-324	325-329			1-5%	75% <	<1%
330-334	335-339			<1%	75% <	
340-344	345-349			1-5%	75% <	
350-354	355-359			1-5%	75% <	
360-364	365-369			1-5%	75% <	
370-374	375-379			5-10%	75% <	
380-384	385-389		<1%	25-50%	25-50%	<1%
390-394	395-399	10-25%	<1%	25-50%	25-50%	<1%
400-404	405-409	50-75%	<1%	5-10%	10-25%	
410-414	415-419	75% <	<1%	<1%	5-10%	
420-424	425-429	50-75%	25-50%	<1%	1-5%	
430-434	435-439	50-75%	25-50%	<1%	1-5%	
440-444		50-75%	<1%	5-10%	10-25%	
445-449		5-10%	<1%	5-10%	75% <	
450-454	455-459	<1%		5-10%	75% <	<1%
460-464	465-469	1-5%	5-10%	5-10%	50-75%	
470-474	475-479	1-5%	5-10%	5-10%	50-75%	
480-484	485-489	1-5%	10-25%	1-5%	50-75%	
494-498			<1%	5-10%	75% <	
498-502		<1%	5-10%	1-5%	75% <	
503-507		5-10%	5-10%	25-50%	25-50%	
508-512		5-10%	<1%	50-75%	25-50%	
514-519		75% <	1-5%	1-5%	1-5%	
519-524		75% <	1-5%	1-5%	1-5%	
524-529		75% <	1-5%	1-5%	1-5%	
529-534		75% <	<1%	1-5%	5-10%	
535-538		50-75%	25-50%	1-5%	5-10%	
539-543		5-10%	25-50%	<1%	50-75%	
544-547		10-25%	25-50%		10-25%	
548-551		1-5%	25-50%	<1%	25-50%	<1%

Voor de determinatie werd vooral gebruikt gemaakt van de zadenatlas van Cappers et al. (2006) en Große-Brauckmann & Streitz (1992). Voor de herkenning van vegetatieve resten zijn hoofdzakelijk Große-Brauckmann (1972: 1974) geraadpleegd. Voor bepaalde groepen bestaat tevens een gespecialiseerde literatuur: Berggren (1969) en Nilsson & Hjelmquist (1967) voor Cyperaceae en Körber-Grohne (1964) voor Poaceae en het genus *Juncus*. Daarnaast konden we ook enkele regionale atlassen zoals Knörzer (2007), Huysmans & Allemeersch (1995) en Brinkkemper (1991).

Tevens is – indien nodig – een referentiecollectie met recente zaden/vruchten geraadpleegd.

Voor de nomenclatuur van de vaatplanten is de 5^e druk van de Flora van België gebruikt (Lambinon, 2004) en voor die van de mossen Smith (1978).

Bij de voorstelling zijn er 2 groepen te onderscheiden. Het aantal herkenbare zaden en vruchten wordt met een getal voorgesteld. Dit getal geeft het aantal vondsten weer.

Voor vegetatieve resten zoals blaadjes van mossen, epidermisweefsel, naalden enz. werd eerder een schatting gemaakt van de bedekkingsgraad en opgesplitst in vier categorieën: sp (sporadisch), oc (occasioneel), **fr** (frequent) en **Ab** (abundant). Omwille van het beklemtonen van het belang werden vette letters gebruikt bij frequent en abundant. Omdat abundant de belangrijkste groep is, wordt de eerste letter van de afkorting met een hoofdletter geschreven.

Lijst van de gevonden taxa

Vaatplanten (Pteridophytae en Spermatophytae)

Alnus glutinosa (zwarte els): vruchten en propje.

Apiaceae (schermbloemenfamilie): de sterk beschadigde vruchten van enkele Apiaceae konden niet met zekerheid op naam gebracht worden. Sommige exemplaren bevonden zich onderaan de sequentie, wat betekent dat deze planten in het Laat-Glaciaal groeiden en nu misschien geen deel meer uitmaken van onze flora.

Betula pubescens/pendula. (zachte berk en ruwe berk): vruchten en schubben. Bij subfossiel materiaal kan het onderscheid tussen beide soorten in veel gevallen niet gemaakt worden.

Caltha palustris (dotterbloem): zaden/vruchten.

Carex cf. *paniculata* (pluimzegge): nootjes. Het onderscheid met *Carex appropinquata* (paardenhaarzegge) is bij subfossiel materiaal moeilijk te maken. Op basis van het veentype veronderstellen we dat het om *Carex paniculata* gaat. *Carex appropinquata* is meer een soort van mesotrofe en kalkrijke venen.

Carex pseudocyperus (cyperzegge): nootjes/urrtjes.

Carex rostrata (snavelzegge): nootjes/urntjes. *Carex* div. sp. (meerdere zeggesoorten): veel nootjes en ook enkele urntjes konden niet verder op naam gebracht worden¹.

Caryophyllaceae (anjerfamilie): zaden. Bij deze familie is het verweerde materiaal meestal niet tot op de soort te determineren.

Chrysosplenium sp. (goudveil): zaden. Beide soorten groeien in bronnen en kwelzones.

Cirsium cf. *palustre* (kale jonker): zaden. Moeilijk te onderscheiden van *Cirsium vulgare*. Helemaal bovenaan gevonden bij een vegetatie met *Cirsium palustre*.

Comarum palustre (wateraardbei): zaden/vruchten.

Equisetum fluviatile (holpijp): rhizomen.

Frangula alnus (sporkehout): zaden.

Hypericum sp. (hertshooi): zaden. Bij weinig beschikbaar en verweerd materiaal is het onderscheid moeilijk te maken tussen meerdere soorten.

Juncus sp. (rus): zaden. Bij weinig beschikbaar en verweerd materiaal is het onderscheid moeilijk te maken tussen meerdere soorten.

Lemna sp. (kroos): zaden. Bij weinig beschikbaar en verweerd materiaal is het onderscheid moeilijk te maken tussen meerdere soorten.

Lycopus europaeus (wolfspoot): zaden.

Lysimachia vulgaris (grote wederik): zaden.

Menyanthes trifoliata (waterdrieblad): zaden en rhizomen.

Moehringia trinervia (drienerfmuur): zaden.

Myosotis sp. (vergeet-mij-nietje): zaden. Bij weinig beschikbaar en verweerd materiaal is het onderscheid moeilijk te maken tussen meerdere soorten.

Persicaria hydropiper (waterpeper): zaden.

Phragmites australis (riet): rhizomen.

Pinus sylvestris (grove den): zaden/vruchten en naalden.

¹ De basis van de sequentie gaat ook terug tot het Laat-Glaciaal. Soorten van Noord-Europa of de Alpen zijn hier niet uit te sluiten. Zo vonden we aan de basis een nootje, waarvan de oppervlaktestructuur sprekend lijkt op die van *Carex pendula* volgens de Nederlandse Zadenatlas (Cappers et al., 2006). *Carex pendula* is een 'warme' soort wat aanwezigheid in Laat-Glaciaal moeilijk maakt. Anderzijds waren er geen kwaliteitsvolle afbeeldingen ter beschikking van Noord-Europese of Alpiene soorten en hadden we een gebrek aan collectiemateriaal. Verder vonden we ook groepen die duidelijk af te scheiden zijn maar die meerdere soorten omvatten. Voorbeeld hiervan zijn de biconvexe nootjes van *Carex* sect. *Acuta*.

Poaceae (grassenfamilie): een zeer soortenrijke groep met snel verwerende zaden.

Ranunculus repens (kruipende boterbloem): zaden.

Ranunculus sp. (boterbloem): zaden/vruchten.

Rubus fruticosus (braam): zaden/vruchten.

Rumex hydrolapathum (waterzuring): zaden/vruchten.

Solanum dulcamara (bitterzoet): zaden/vruchten.

Sparganium erectum (grote egelskop): zaden/vruchten.

Typha sp. (lisdodde): zaden/vruchten. Zaadjes van ± 1 mm kunnen zowel van *Typha latifolia* als van *Typha angustifolia* zijn.

Urtica dioica (grote brandnetel): zaden/vruchten.

Daarnaast konden een aantal zaden/vruchten niet op naam gebracht worden. Deze staan in de tabel vermeld bij *Indeterminata*.

b) Mossen² (Bryophytae)

Drepanocladus sp. (sikkelmos): blaadjes.

Polytrichum sp. (haarmos): blaadjes.

Sphagnum palustre: blaadjes.

Sphagnum sect. *Acutifolia*: blaadjes

Tomenthypnum nitens: blaadjes.

c) Zwammen

Cenococcum geophilum: kogelronde en zwarte bolletjes komen soms voor in het veen. Het zijn sclerotiën van *Cenococcum geophilum*.

d) Ostracoda

Ostracoda (mosselkreeftjes): schaaltes.

5.1.3 Bespreking van de resultaten

Voor de bespreking worden zowel de resultaten met de vondsten (zie tabellen 5.1.3a en 5.1.3b) als het gehalte aan organisch materiaal (zie tabel 9.2b) en de tabel met de matrix (zie tabel 5.1.2) gebruikt.

² In de sequentie zijn verrassend weinig mossen aangetroffen. Onbebladerde stengels waren wel in de stalen aanwezig. Zo werden ook nog fragmenten van blaadjes gevonden die vermoedelijk tot het genus *Calliergon* behoren.

Tabel 5.1.3a			Zwarte Beek: geselecteerde sequentie																
	Niveau		Volume in cc	<i>Betula pubescens/pendula</i>	<i>Betula pubescens/pendula</i> (schubben)	<i>Carex rostrata</i>	<i>Comarum palustre</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i> (vezels)	Poaceae	Apiaceae	Ostracoda	<i>Pinus sylvestris</i> (naalden)	<i>Rumex hydrolapathum</i>	<i>Sphagnum palustre</i>	<i>Tomenthypnum nitens</i>	<i>Urtica dioica</i>	<i>Caltha palustris</i>	Indeterminata	<i>Carex</i> sp.
zone C	420-424	425-429	25																
	430-434	435-439	25																
	440-444		12	2															3
	445-449		12	3	1	5		sp				sp							
	450-454	455-459	25	12	2	75										1			2
	460-464	465-469	25	15		66		sp				sp		sp				1	
zone B	470-474	475-479	25	18		70	2	oc								2			
	480-484	485-489	25	30	5	85	6									1			3
	494-498		32	54	16	26	5									15			
	498-502		32	40	2	22	9		1	2						4			
	503-507		32	6		13	8												3
	508-512		32	3		9	1												2
	514-519		40	1		3													1
zone A	519-524		40			4	1												
	524-529		40	3		1	1						1		sp	2			
	529-534		40	1		8	5				1				sp				1
	535-538		25	2		2	7				3				sp		1		
	539-543		32				2				8							1	
	544-547		25	4		4	4												
12170 +/- 60 BP	548-551		25	4		12													1

5.1.3.1 De zones A, B en C (552 – 400 cm)

Zone A

Deze zone aan de basis van het veen bevindt zich tussen 552 cm en 513 cm onder het maaiveld. De organische component is er eerder beperkt. Bij de anorganische component is er een duidelijk verschil. Helemaal onderaan domineert vivianiet. Hogerop is het een zandige afzetting.

Subzone met vivianiet.

De aanwezigheid van vivianiet wijst op een rustig, stilstaand, zuurstofarm, met water verzadigd en organisch rijk milieu (zie bij hoofdstuk 2). Het sediment vertoont eveneens een duidelijke gelaagdheid (meer organisch materiaal afwisselend met minder organisch materiaal), wat op een rustig milieu na de afzetting wijst. De plantenresten kunnen van op korte afstand aangevoerd zijn.

Bij een beginnende veengroei in dieper, open water (=verlanding) worden normaal gezien aan de basis waterplanten gevonden. Waterplanten of planten van open water ontbreken hier.

Met *Carex rostrata* start de verlanding in ondiep water. Als het waterpeil niet stijgt, wordt *Carex rostrata* in moderne vegetaties vlug vervangen door andere soorten (Weeda et al., 1994). Dit is hier niet het geval. De gevonden soorten (*Carex rostrata*, *Comarum palustre* en *Betula pubescens/pendula*) wijzen op een mesotroof en eerder zuur watertype (Ellenberg, 1996).

In deze zone zijn eveneens enkele schaaltsjes van Ostracoda (mosselkreeftjes) waargenomen. Deze groep bevat veel soorten die macroscopisch niet te determineren zijn maar ze leven allen op de bodem van water.

Nootjes van *Betula pubescens/pendula* wijzen er op dat deze boom in de omgeving aanwezig is. De gevleugelde nootjes kunnen zich wel over een zekere afstand met de wind verplaatsen.

Subzone met zand.

Het milieu is hier dynamischer dan in de vorige subzone. Uit de vondsten blijkt dat de onmiddellijke omgeving weinig veranderd is. De milieucondities blijven gunstig voor de vorming van vivianiet in het sediment. Er verschijnen enkele nieuwe soorten van oevers en/of ondiep water: *Caltha palustris* en *Rumex hydrolapathum*. *Tomenthypnum nitens* is een mossoort die subfossiel in venen veel voorkomt in een mesotroof en eerder zuur milieu. Meer stroomafwaarts is dit mos plaatselijk algemeen aanwezig in bepaalde niveaus van het veen en kon die in het veld herkend worden bij macroscopische beschrijvingen (Allemeersch, 1987).

Zone B

Deze zone loopt van 513 cm tot 445 cm onder het maaiveld. In het veld of de boorkern wordt deze afzetting als zuiver veen omschreven. Het materiaal bevat ook weinig zand. Toch bedraagt het aandeel organisch materiaal slechts enkele keren meer dan 50%. Verklaring is de belangrijke aanwezigheid van vivianiet. Bemerkt wel dat tabel 5.1.2a weergeeft wat op de zeef van 250 µm blijft liggen. Een groot gedeelte van het vivianiet is doorgespoeld. De hoge stand van het ijzerrijk grondwater blijft dus zorgen voor de vorming van vivianiet.

Er tekent zich een duidelijk te karakteriseren vegetatie af met een zeer sterke vertegenwoordiging van *Betula pubescens/pendula* en *Carex rostrata*. *Betula pubescens/pendula* is niet alleen te vinden met al dan niet gevleugelde nootjes maar ook met de zwaardere schubben. Daarom veronderstellen we de aanwezigheid van *Betula pubescens/pendula* verspreid op de veenvegetatie maar ook dichtbij. Zaad van *Comarum palustre*, dat drijft op het water, is in het onderste veel te vinden terwijl er hogerop veel *Urtica dioica* gevonden is.

In het bovenste gedeelte zijn er enkele naalden van *Pinus sylvestris* gevonden, evenals de vegetatief herkenbare rhizoom-epidermis van *Menyanthes trifoliata*.

Er ontwikkelt zich dus een veen, rijk aan vivianiet en gevoed met matig mineralenarm en eerder zuur water. Het grondwaterpeil bevindt zich jaarrond dicht bij het wateroppervlak. Op 450 cm is er al een opbouw van afzettingen van 110 cm. Toch wordt de vegetatie bovenaan bepaald door de zeer hoge stand van het grondwater. Daarvoor is een blijvende stijging van het grondwater een belangrijke voorwaarde.

Zone C

Met een scherpe grens wordt het veen afgesneden door een zandlaag op het niveau 445 cm. Het percentage organisch materiaal in de zandlaag is bijna tot nul herleid. Rond het niveau 400 is het veen opnieuw beginnen groeien. Planten groeiden later op dit pakket zand en drongen in het zand door. Daardoor is de bovengrens geleidelijker dan de ondergrens van het zandpakket. De zandafzetting was een plotse gebeurtenis. Zo bevat de zone van 440 tot 420 cm geen enkele herkenbare macrorest. Op het niveau 420-400 cm zijn de resten van *Cenococcum geophilum* het best vertegenwoordigd. Hun aanwezigheid wijst op regelmatig voorkomende lagere grondwaterstanden in de afzetting.

5.1.3.2 De zones D, E en F (400 – 260 cm)

Zone D is dun: van 400 cm tot 370 cm. Het is een mooi voorbeeld van een veen dat ontstaat door de vernatting van het oppervlak. Bij dit type (*Versumpfungsmoore* in het Duits) ontstaat er een veen met bomen. In moderne venen met bomen zijn er in onze regio, afhankelijk van de mineralenrijkdom van het grondwater het berkenbroekbos of *Betulion pubescentis* (Stortelder et al., 1999) en het elzenbroekbos of *Alnion glutinosae* (Stortelder et al., 1999). Bij het begin van het Holocene was *Alnus glutinosa* nog niet aanwezig terwijl *Pinus sylvestris* later in het Holocene bijna volledig verdrongen geweest is. Om uitspraken te doen over de aard van het water, dat dit veen kon doen ontstaan, kunnen we ons beter niet op de bomen baseren.

De vondsten van *Betula pubescens/pendula* en *Pinus sylvestris* wijzen dan ook eerder op de tijdsperiode (Preboreaal en ook nog Boreaal) dan op de waterkwaliteit van het grondwater. De best vertegenwoordigde soort is *Carex rostrata*, begeleid door *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* en *Sphagnum palustre*. *Sphagnum palustre* is wel een veenmos maar geen soort van hoogvenen of ombrotrofe venen.

We behouden dus een eerder zuur en eerder mineralenarm watertype in het veen. De aanwezigheid van vivianiet neemt wel sterk af. Boven het niveau 380 cm ontbreken de sporen van dit mineraal.

De vernatting gebeurde wel snel. Net onder 400 cm is er nog zand, dat soms droog is met veel *Cenococcum* en boven 370 cm wordt het al te nat voor boomgroei. Dit duidt op een blijvende stijging van de grondwatertafel.

Zone E omvat een eerder homogeen pakket van 370 cm tot 290 cm. Het percentage organisch materiaal is constant hoog. Zand en vivianiet blijven afwezig tot bovenaan in het profiel.

Dit pakket wordt gekenmerkt door een overvloedige aanwezigheid van *Carex rostrata* en de doorlopende aanwezigheid van rhizomen van *Menyanthes trifoliata*. *Betula pubescens/pendula* en *Pinus sylvestris* zijn nog met macroresten vertegenwoordigd maar we interpreteren dat als een ijle begroeiing van bomen of eerder boompjes in een veen met vooral Cyperaceae.

Meerdere soorten van het genus *Carex* konden ook hier niet op naam gebracht worden. In het bovenste gedeelte hebben we één van de weinige zones waar mossen enigszins vertegenwoordigd zijn. Dit type veen is morfogenetisch een doorstroomveen of *Durchströmungsmoor* (zie hoofdstuk 2). In natuurlijke toestand ontwikkelt zich een patroon van bulten en slenken (Michaelis, 2002) in doorstroomvenen. Mossen zoals *Tomenthypnum nitens* groeien vooral op de bulten. Bovenaan deze zone verschijnt *Carex paniculata*. Momenteel kennen we deze plant als een soort die zeer hoge bulten kan vormen. *Carex paniculata* kan op drijftillen voorkomen en in elzenbroek (Schaminée et al., 1995). Deze zegge wijst wel op een enigszins fluctuerend waterpeil.

Zone F is dun: van 290 cm tot 260 cm. Het aandeel organisch materiaal is zeer hoog (90%). De macroresten wijzen op een berkenbroekbos. Toch is bij de volumes het hout slechts op één niveau belangrijker dan de wortels/vezels (zie tabel 5.2.1a). Zeer opvallend is het plotse wegvallen van *Carex rostrata* en de massale uitbreiding van *Carex paniculata*.

De dominantie van *Betula* en vooral het wegvallen van *Carex rostrata* wijst op een drogere toestand van het veen. Dit gaat vermoedelijk gepaard met een tragere groei. Van stilstand en/of afbraak van het veen kan geen sprake zijn. Daarvoor zijn er te veel macroresten gevonden.

Dit broekbos bevat geen *Alnus glutinosa*. Dit heeft niet zozeer met de aard van het grondwater te maken maar met de periode. Op het ogenblik van de afzetting (8.760 ± 50 BP) was *Alnus glutinosa* nog niet in onze streken aanwezig.

Tijdens een periode van enkele honderden jaren (zie hoofdstuk 9) was de grondwaterstand lager dan de periode ervoor en erna. Hiervoor kunnen meerdere redenen zijn.

Tot op dit niveau zijn er geen aanwijzingen van een rivier gevonden (zie hoofdstuk 2). Belangrijke menselijke ingrepen waren er in het Mesolithicum ook nog niet in de Limburgse Kempen (Munaut, 1967). Of zou het wegvallen van de effecten van de ingreep van dieren (dammen van bevers) zich in het veenprofiel weerspiegelen? Hierbij toch de bedenking dat een veenlaag van 300 mm toch een periode van enkele honderden jaren vertegenwoordigt en dat er toen waarschijnlijk nog geen beek was in de vallei van de Zwarte Beek. Deze vertraagde groei en overgang van mesotroof zeggeveen naar berkenbroekveen kan een klimatologische oorzaak hebben. Lokale condities kunnen echter ook leiden tot een beperkte verdroging en/of verhoogde afvoer met bosvorming en houtveen tot gevolg.

Zwarte Beek: geselecteerde sequentie

www.inbo.be

5.1.3.3 De zones G en H (260 – 120 cm)

Zone G strekt zich uit van 260 cm tot 200 cm. Het veen bevat slechts weinig houtresten en - op één uitzondering na - 90% organisch materiaal. Kenmerkende soorten zijn *Carex rostrata*, *Comarum palustre* en *Menyanthes trifoliata*, ditmaal ook met zaden vertegenwoordigd. Door een verhoogde stijging van het grondwater is dus opnieuw een mesotroof veen met eerder zuur water ontstaan. *Carex paniculata*, die in de zone F in belangrijke mate aanwezig was, blijft hier nog overleven.

Het aandeel mossen blijft ook hier eerder klein. Nochtans zijn die over het algemeen goed vertegenwoordigd in die vegetaties van mesotrofe en zure venen (Ellenberg, 1996: Succow & Joosten 2001).

Op basis van veenanalyses maken Succow & Joosten (2001) bij doorstroomvenen een aantal groepen: één daarvan zijn de '*Carex rostrata*-Riede', die deels arm zijn aan mossen en uit een relatief dichte kruidlaag bestaan.

We veronderstellen dat dit gepaard gaat met een hoge grondwatertafel, ook in de zomer zodat mossen weinig kans krijgen. Dit kan in slenkzones of in zones die bijna jaarrond onder water staan. Voorwaarde om die vegetatie meerdere eeuwen in stand te houden en het veen te laten groeien, is een blijvende stijging van de grondwatertafel.

Zone H kunnen we tussen 200 cm en 120 cm situeren. Het organisch gehalte schommelt rond de 90%. Boven de 170 cm is het aandeel hout belangrijker dan het aandeel wortels/vezels.

Een eerste subzone (200 – 180 cm) is bij de macroresten gekenmerkt door weinig determineerbaar materiaal. Enkele van de weinige gevonden exemplaren (*Urtica dioica*, *Moehringia trinervia*) wijzen op een droogvallend substraat en mineralisatie van het veen. Dit gedeelte van deze zone staat dus in sterk contrast met de zone G.

De tweede subzone (180 – 120 cm) bestaat uit een broekbos waarbij zowel *Alnus glutinosa* als *Betula pubescens/pendula* goed vertegenwoordigd zijn bij de macroresten. Hier bevinden zich ook de soortenrijkste niveaus uit de ganse geselecteerde sequentie. Veel kruiden van het broekbos zoals *Solanum dulcamara*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris* en *Sparganium erectum* zijn aanwezig. Vertaald naar huidige vegetaties hebben we te maken met vormen van het *Alnion glutinosae* (Stortelder et al., 1999). Helemaal bovenaan, in de overgang naar de nattere zone I, verhoogt het aantal resten van *Betula pubescens/pendula* sterk.

Klassiek wordt gesteld dat het *Alnion glutinosae* of elzenbroekbos groeit op een voedselrijker substraat dan de vegetaties die door *Carex rostrata* worden. Maar huidige metingen van de grondwatersamenstelling bevestigen dit niet; het blijft om hetzelfde watertype gaan als onder Kleine zeggenvegetaties (mond. meded. Piet De Becker, INBO).

De toegenomen productiviteit waarop de vegetatieresten in deze zone wijzen, kan te wijten zijn aan invloed van mineralenrijk beekwater. Het percentage organisch

materiaal blijft zeer hoog (90%) en daalt niet. Bij de boringen in de buurt is centraal in de vallei ook geen invloed van beekwater waargenomen onder de vorm van anorganische sedimenten (hoofdstuk 2). We veronderstellen dan ook dat permanente beïnvloeding van het grondwaterpeil door beekwater geen verklaring is.

Een lichte daling van het grondwaterpeil is een andere mogelijkheid. Als het veen regelmatig droog zou gestaan hebben in het zomerhalfjaar kan er een beperkte mineralisatie opgestart zijn. Door een weliswaar beperkte ontbinding van het veen kunnen er zo kansen voor een voedselrijker type, het elzenbroekbos, ontstaan zijn. Maar ook deze verklaring is niet voor de hand liggend. Er zijn immers geen aanwijzingen dat de regionale kweldruk (die de hydrologische condities in de vallei bepaalt) veranderd zou kunnen zijn. Afbraak van het veen zal daarom hoogstens lokaal plaatsgevonden hebben maar kan tot groeiplaats karakteristieken geleid hebben die gunstig waren voor de ontwikkeling van een elzenbroekbos.

De gemiddelde waterstand lijkt het laagst en de mineralisatie het hoogst op het niveau 150 – 140 cm. Naast de rhizomen van *Menyanthes trifoliata* hebben we hier vooral de zaden *Urtica dioica* en sclerotiën van *Cenococcum geophilum*.

De aanwezigheid van *Alnus glutinosa* betekent niet per se dat het grondwater in dit broekbos mineraalrijker is dan het broekbos op het niveau 290 – 260 cm. Het niveau 130-120 cm geeft een datering van 7030 ± 40 BP (zie hoofdstuk 4). We zitten dus al in de tweede helft van het Atlanticum (zie bij tabel 1.8). *Alnus glutinosa* is in onze regio pas volop aanwezig vanaf het begin van het Atlanticum. Op het niveau 290-260 cm, die we in het Boreaal moeten situeren, was *Alnus glutinosa* nog nauwelijks in onze regio aangekomen.

5.1.3.4 De zones I en J (120– 0 cm)

De zone I loopt vanaf 120 cm tot aan het sterk verweerde gedeelte van het profiel op 50 cm. In deze zone domineren de wortels/vezels op het hout. Met constant ongeveer 90 % organisch materiaal kunnen we nog steeds spreken van een zuiver veen.

Net boven 120 cm verdwijnen de macroresten van bomen bijna volledig. *Sphagnum palustre* wordt het belangrijkste taxon. Er is dus een snelle vernatting opgetreden. *Carex rostrata* is niet meer zo dominant als in de zones D, E en G. Het veen was hier blijkbaar niet meer zo nat als in de zones D, E en G. In het profiel is *Carex paniculata* goed vertegenwoordigd. Toch mogen we stellen dat we nog met een mesotroof veen te doen hebben, zij het misschien iets dynamischer dan de zones D, E en G. Met iets dynamischer bedoelen we iets meer grondwaterpeilschommelingen en bijgevolg iets voedselrijker veen. Nieuwe soort is *Phragmites australis*: de geringe presentie laat ons echter niet toe om van een rietveen te spreken. De rhizomen van deze plant kunnen ook diep in het veen doordringen. Net onder de 50 cm zijn enkele resten van bomen aanwezig, o.a. *Frangula alnus*.

De zone J (50 – 0 cm) is grotendeels verweerd door recente bodemkundige processen. Alleen het niveau 50 - 40 cm kan nog als –zij het sterk verweerd – veen omschreven worden. Tussen 40 en 20 cm zijn er nauwelijks herkenbare resten

gevonden. Door mineralisatie zijn de plantenresten te sterk ontbonden. De macroresten in de bovenste 20 cm zijn recente zaden en vruchten. Ze sluiten goed aan bij de huidige vegetatie ter plaatse (zie hoofdstuk 7).

5.1.4 Vergelijking met andere studies

5.1.4.1 De zones A, B en C (552 - 400 cm)

In hoofdstuk 4 is de datering van de basis van het veen aan bod gekomen: deze valt samen met de warmere periode van Bølling in het Laat-Glaciaal. Tussen beide warmere periodes (Bølling en Allerød) is er een korte koude fase van het Vroegere Dryas (zie tabel 1.8).

Het onderste gedeelte (zones A, B en C) van onze hoofdsequentie moeten we tussen het einde van het Vroegste Dryas en het begin van het Preboreaal plaatsen.

Gelorini et al. (2007) vonden in de bovenloop van de Grote Nete in Hechtel-Eksel een blauwgrijs gelamineerde klei (20 cm dikte) onder een veenlaag van 135 cm dikte. Onder de klei bevinden zich nog zandige en kleiige sedimenten met plantenresten tot op 255 cm. De belangrijkste macroresten in deze klei (169 – 189 cm) zijn eveneens *Carex rostrata* en *Comarum palustre*. Hier werd een proces van verdroging vastgesteld, alvorens er een veengroei opstartte in het Preboreaal (zie bij 5.1.4.2).

Vandenbergh & Bohncke (1985) beschrijven de dynamiek in het Laat-Glaciaal in de vallei van de Mark in de Kempen (België en Nederland). De diepste insnijding wordt gesitueerd tussen 11.780 BP en 11.920 BP. Afhankelijk van de positie in de vallei is er een fluviaal milieu (met afzettingen van rivierzand) of een lacustrien milieu (met vooral gyttja en een veenlaag bovenaan). Op een terras, net buiten de ingesneden vallei, kon zich een veen vormen in het Laat-Glaciaal. Hier duiken grotendeels dezelfde soorten op als in ons profiel. Belangrijkste verschillen: Characeae onderaan het profiel duiden op open water en een zone is rijk aan Bryophytae.

Bij de profielen van Herk en Mombeek, besproken bij Diriken et al. (1995) zijn er grote verschillen, afhankelijk van de positie in de vallei t.o.v. het diepst ingesneden gedeelte. Uit de meeste profielen blijkt er een scherpe grens tussen het Laat-Glaciaal (tot en met de Late Dryas) en het Holoceen.

Het begin van de veengroei wordt bij het begin van het Preboreaal geplaatst. Voor de laat-glaciale afzettingen zijn de gevonden macroresten van planten vergelijkbaar met die van de Zwarte Beek. Hier bleek het wel mogelijk om meerdere soorten van het genus *Carex* te bepalen. *Carex rostrata* is het best vertegenwoordigd. Groot verschil is hier de belangrijke aanwezigheid mollusken en kalkconcreties.

Bos H. (1998) heeft uitgebreid sedimenten van stilstaand water onderzocht in de Peel (N.-Brabant; Nederland). Hoewel hoofdzakelijk pollenanalyse aan bod gekomen is, wordt er ook een waterstand van het meer voorgesteld, op basis van de macroresten. Tussen de 'early Bølling' en de 'Betula phase Allerød' steeg het

waterpeil van het meer met zowat 1,5 m. In BP-jaren is dat zowat tussen 12.400 BP en 11.400 BP.

5.1.4.2 De zones D, E en F (400 – 260 cm)

De verlanding met veenvorming startte in de bovenloop van de Grote Nete met zeer weinig herkenbare macroresten (Gelorini et al., 2007). Het gaat vooral om niet te specifieke *Carex*-soorten en enkele zaden van *Menyanthes trifoliata*. Voor de macroresten ontstaat er een beeld van zeggeveen waarbij het op bepaalde niveaus veel natter was en er plots veel macroresten achtergelaten werden. In andere stalen zijn er bijna geen macroresten te vinden.

Bij Diriken et al. (1995) kan de sedimentatie in de vallei sterk verschillen, afhankelijk van de positie in de vallei. Tuffen en venen overheersen wel bij de verschillende afzettingstypes in het begin van het Holoceen; *Carex rostrata* is het belangrijkste taxon in deze kalkrijke sedimenten.

Ntanganda & Munaut (1987) onderzochten de pollen in een veenprofiel van 470 cm in de vallei van de Lasne (Wavre, Brabant-Wallon). In dit doorlopend profiel was er nauwelijks veengroei in het Boreaal.

5.1.4.3 De zones G en H (260 – 120 cm)

Het profiel in de bovenloop van de Grote Nete (Gelorini et al., 2007) loopt door tot in het Atlanticum tot 6400 ± BP. Bij de macroresten is er geen overgang van zeggeveen naar een houtveen vastgesteld.

Bij studies van paleo-ecosystemen in valleien (Diriken et al., 1995) zijn er overgangen van zeggeveen (of rietveen) naar houtveen vast te stellen. Dit proces kan ook in de andere richting gebeuren. Dit kan wel sterk verschillen van de ligging in de vallei. De sedimenten, die we ook wel als venen kunnen omschrijven, bevatten tussen 30% en 70% organisch materiaal. Het zijn dus veel dynamischer systemen dan het veen van de Zwarte Beek in het algemeen. Gedetailleerde vergelijkingen hebben daarom weinig zin.

In de meeste veenprofielen in de regio (Laag- en Midden-België, Zuid-Nederland) zijn relatief constante vegetaties over duizenden jaren veenvorming uitzonderlijk. Zo evolueren de veenlagen aan de Belgische Oostkust na 100 cm allen tot een ombroetroof veen (Allemeersch, 1986b). De samenstelling van veen in valleien verandert meestal ook sneller door de dynamiek van rivieren (Diriken et al., 1995).

Toch zijn er in de Duitse literatuur zeer dikke pakketten van mesotroof veen en een constante vegetatie bekend. Zo beschrijft Schwaar (1986) een mesotroof met meer dan 7 m onveranderd kleine zeggevegetaties in de buurt van Bremerhaven (Duitsland:Niedersachsen) nabij de Noordzee. Succow & Joosten (2001) vermelden voor het dal van de Peene (Duitsland: Mecklenburg-Vorpommern) nabij de Oostzee een doorlopende groei van 5,7 m zeggeveen gedurende gans het Holoceen. Deze sites zijn dicht bij de kust gelegen. Stijging van het grondwaterpeil was er sterk gekoppeld aan de stijging van de zeespiegel.

5.1.4.4 De zones I en J (120 – 0 cm)

Uit de parallelle boring (zie bij hoofdstuk 3) is net onder 50 cm gezocht of er zaden/vruchten te vinden waren voor ^{14}C -datering. Een vrucht van *Frangula alnus*, de jongste grote macrorest waarvan we veronderstellen dat die in situ bewaard is gebleven, geeft een ouderdom van 5930 ± 40 BP.

De top van het relatief dichtbijgelegen veen in de bovenloop van de Grote Nete (Gelorini et al., 2007) is gedateerd op 6400 ± 40 BP. Het ging hier echter om een datering op bulkmateriaal. Tot bovenaan is het een zeggeveen. De boorlocatie is vlak langs de huidige Grote Nete gelegen. Boven dit veen bevinden zich nog een laag zand van 45 cm. Waarom de veengroei stopte, komt niet aan bod.

In bepaalde valleien in Midden-België wordt het einde van de veengroei en kalktufvorming verklaard door een stijging van het grondwaterpeil zodat zelfs de venen te fel onder water komen en er klei afgezet wordt (Huybrechts, 1989). Het einde van de veengroei in de centrale valleigedeelten is er op 6000 BP gedateerd. Menselijke invloed speelde hier zeker reeds een rol. De sedimentatie werd later in het Neolithicum versterkt onder een verhoogde menselijke invloed.

5.2 Palynologisch onderzoek

5.2.1 Materiaal en methode

Uit de boorkern is er om de 5 cm een monster genomen voor palynologisch onderzoek. Hiervan zijn er voor een eerste evaluatie al enkele stalen behandeld en geanalyseerd. De monsters ($\pm 1 \text{ cm}^3$) zijn behandeld volgens de standaardmethoden voor pollenanalyse (Moore et al. 1991). Voor de identificatie is gebruik gemaakt van Punt et al. (1976-2003), Moore et al. (1991), Beug (2004) en van een referentiecollectie van recente pollen en sporen. Per monster is een minimum van 300 pollen en sporen geteld. De resultaten van het palynologisch onderzoek worden voorgesteld in een pollendiagram. De percentages van de verschillende pollentypes zijn berekend op basis van de som van alle bomen, struiken en kruiden. Water- en sporenplanten zijn niet in de som opgenomen.

5.2.2 Resultaten

De resultaten van het palynologisch onderzoek worden voorgesteld in een pollendiagram (tabel 5.2). Het onderste niveau (550 cm), dat gedateerd is op 12170 ± 60 BP, wordt gekenmerkt door hoge percentages *Betula*, *Salix*, Cyperaceae en Poaceae. Verder komt er ook nog voornamelijk *Juniperus*, *Artemisia*, *Galium* type, *Caltha* type, *Potamogeton* en *Equisetum* voor. Hoger in het diagram zijn er 2 zones waar het sediment erg zandig is en waar geen of onvoldoende pollen aanwezig is. Tussen 500 cm en 450 cm nemen de percentages van *Salix* sterk af en nemen de Cyperaceae sterk toe. Vanaf 400 cm zien we een sterke toename van de bomen en struiken met eerst *Pinus* en later *Corylus*, *Quercus* en *Ulmus* die achtereenvolgens verschijnen.

Hoofdstuk 6. Paleo-ecohydrologische karakteristieken uit de geselecteerde sequentie

6.1 De zones A, B en C

6.1.1 De paleovallei

Deze zones zorgen voor de opvulling van de paleovallei. Op basis van de beschikbare raaien en losse boringen, waarbij geboord werd tot op de basis van het veen, is die slechts enkele tientallen meter breed en 1 à 2 m dieper ingesneden dan het overige gedeelte van de dalbodem.

Net zoals in hoofdstuk 5 zijn alle niveaus uitgedrukt in cm onder het maaiveld.

Vanaf het niveau 552 cm is er organisch materiaal aanwezig in het sediment, dat vooral uit vivianiet bestaat. Daaronder bevindt zich nog 8 cm zonder organisch materiaal. Onze datering voor het materiaal tussen 551 en 548 cm (12.170 ± 40 BP) stemt goed overeen met andere literatuur uit omringende gebieden (Bos, 1998: Diriken, 1995: Vandenberghe & Bohncke, 1985). Ook bij Huybrechts (1989) en in het samenvattend artikel van Huybrechts & Verbruggen (1994) wordt gesteld dat de erosie in het Laatglaciaal met de vorming van paleovalleien stopte vóór 12.500 BP.

6.1.2 Sedimentatie in de paleovallei

Bij de overgang van een continentaal glaciaal naar een oceanisch postglaciaal klimaat veranderde het landschap sterk. Na een fase met veel erosie volgt er een stijging van het waterpeil en een sterke toename van de vegetatie. Bij de geselecteerde sequentie wijst de belangrijke aanwezigheid van vivianiet er op dat we hier niet met stromend water te maken hebben.

De planten in zone A doen een ondiep water veronderstellen. Dit hoeft echter niet overal zo te zijn in de paleovallei. Uit de losse boringen is gebleken dat de subaquatische afzettingen van de paleovallei op korte afstand (5 à 20 m) sterk kunnen verschillen. Het reliëf van de paleovallei is zeer onregelmatig. Dit werd ook vastgesteld in het bekken van de Mark (Antwerpse Noorderkempen). Zo spreekt Geys (1977) van een dalbodem die bestond uit kuilen en zadels, waar geen normale afvloeï van water mogelijk was. Er moet opgemerkt worden dat deze interpretatie ook het gevolg kan zijn van een lage dichtheid aan boringen. Hierdoor is het mogelijk dat het diepste punt van de paleovallei niet gevolgd is. Er kunnen dus grote diepteverschillen aanwezig zijn, zonder dat dit wil zeggen dat er geen 'normale' afvoer mogelijk zou geweest zijn (mond. meded. Willy Huybrechts; INBO).

Het hogere gedeelte in zone A bestaat uit een zandige laag met een kleine hoeveelheid vivianiet en nauwelijks plantenresten. Dit milieu wijst op veel dynamischer omstandigheden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van koudere en drogere klimatologische condities met een toegenomen erosie als gevolg. Indien dat

zo is, dan komt die overeen met de koude periode tussen Bølling en Allerød. Het lagere gedeelte van zone A zou dan op de warmere Bølling wijzen.

In zone B is er volop veengroei. Deze zone wordt gedomineerd door *Betula pubescens/pendula* en *Carex rostrata*. Vivianiet blijft een belangrijke rol spelen. We leiden hieruit een hoge grondwaterstand tot aan of net boven het oppervlak af. Omwille van het vivianiet is het grondwater rijk aan ijzer. Het veen kan zonder onderbreking groeien omdat het – naarmate het groeit – blijvend gevoed wordt met grondwater. Er is een begin van doorstroomveen. Deze langere periode van veenvorming zou kunnen samenvallen met de warmere Allerød. Een lokaal voorkomen van veengroei tijdens deze warmere periodes is een algemeen verschijnsel (Huybrechts & Verbruggen, 1994).

Zone C toont een sterke dynamiek. Tussen 444 en 400 cm bestaat het sediment hoofdzakelijk uit zand. Een meer dynamisch landschap heeft dit mogelijk gemaakt. De sclerotiën van *Cenococcum* bovenaan het zand getuigen van drogere condities. Op die plaats stond de paleovallei tijdelijk niet onder water. Dit kan overeenkomen met de Late Dryas. Een koude en droge fase op het einde van het Laat-Glaciaal zorgt ervoor dat de vegetatie sterk teruggedrongen werd en dat er opnieuw zandverstuivingen optraden.

6.2 De zones D, E en F

6.2.1 Een korte startfase met houtveen (zone D)

Door een geleidelijke vernatting van het landschap start er een veengroei, gekenmerkt door een bosveen met *Betula pubescens/pendula* en *Pinus sylvestris*. De aanwezigheid van *Pinus sylvestris* wijst helemaal niet op een droge fase. Deze boom is momenteel in sterk natuurlijke venen een normale verschijning in het noorden en oosten van Europa. In onze streken is die aan de basis van verveningsvenen nog massaal teruggevonden in het Subboreaal nabij Terneuzen (Munaut, 1969). Het blijft een mesotroof veen. De fase van verveningsveen duurt echter niet lang. Door de sterke stijging van het grondwater wordt het bosveen vervangen door een natter zeggeveen.

6.2.2 Opbouw van het mesotroof zeggeveen (zone E)

Gedurende een lange periode, vertegenwoordigd door 800 mm veen, wordt een mesotroof zeggeveen opgebouwd. Er is geen evolutie naar hoogveen. Om deze constante groei mogelijk te maken is een gelijklopende stijging van de grondwatertafel nodig en een blijvende sterke kweldruk. De vegetatie wijst op een eerder mineralenarm watertype dat eerder zuur is. Aanwijzigingen voor sedimentatie met anorganisch materiaal ontbreken.

6.2.3 Een intermezzo met veel *Betula pubescens/pendula* (zone F)

Gedurende een periode, die overeenkomt met een veendikte van 300 mm, overheersen *Betula pubescens/pendula* en *Carex paniculata* bij de macroresten. Het blijven soorten van een mesotroof milieu maar hun dominantie is het gevolg van

iets meer schommelingen in het grondwaterpeil dan in de periode van zone E. Een nabijgelegen beek is onwaarschijnlijk; sporen van anorganische sedimenten ontbreken in de boring en ook elders in de raai. Andere mogelijkheden zijn een klimatologische oorzaak, lokale condities of menselijke invloed. De impact van de mens was in het Boreaal echter zeer beperkt (Munaut, 1967).

Een voorbeeld van lokale condities kan zijn; door het ophogen van het veen wordt het veenpakket breder. Het 'klimt' immers op de valleiwand. Daardoor verhogen de afvoermogelijkheden in een bredere vallei.

6.3 De zones G en H

6.3.1 Hernieuwde opbouw van het mesotroof zeggeveen (zone G)

Net zoals in de zone E getuigt het veen van een nattere fase. *Carex paniculata* kan in dit nattere type wel nog standhouden. Er is een accumulatie van 600 mm veen dat opgebouwd is met planten van een mesotroof veen met eerder zuur water. Dat kan alleen met een stijging van het grondwaterpeil, die minstens gelijke tred houdt met de veengroei. De vorm van de vallei laat toe dat het veen zal zich in die fase sterk in de breedte kan uitspreiden.

6.3.2 Een fase met meer houtveen (zone H)

In de onderste 20 cm zijn er aanwijzingen voor een verdroging alvorens de macroresten van vooral *Alnus glutinosa* belangrijk worden. Het lijkt er op dat het zeggeveen eerst verdroogt, veel macroresten vergaan en er dan een broekbos met *Alnus glutinosa* kan gevormd worden.

De dominantie van *Betula pubescens/pendula* in zone F en de afwezigheid van *Alnus glutinosa* hoeft niet op een verschil in paleo-ecohydrologische condities te wijzen. In zone F had deze laatste boomsoort onze streken nog niet bereikt bij de herkolonisatie na de laatste ijstijd. Enkele soorten (*Urtica dioica*, *Moehringia trinervia*) duiden op een ruderalisatie van het veen.

Net zoals in zone F veronderstellen we dat deze drogere fase een gevolg is van klimatologische omstandigheden of locale condities die voor een droger veenoppervlak in de zomer zorgden. Op dit droger veenoppervlak was er meer mineralisatie. Deze mineralisatie en meer waterpeilschommelingen zorgen voor een milieu waarbij een eerder zuur elzenbroekbos zich kan ontwikkelen. Deze fase stopt kort na 7000 BP.

6.4 De zones I en J

6.4.1 Een laatste fase met mesotroof zeggeveen (zone I)

Boven het niveau 120 cm verdwijnt het houtveen als gevolg van een sterke vernatting. Het grondwaterpeil is terug sneller gestegen. De geringere aanwezigheid van *Carex rostrata* en het grotere aandeel van *Sphagnum palustre* doet vermoeden dat dit mesotroof veen iets minder nat was dan in de fases E en G.

Zone I loopt zeker van 120 cm tot 60 cm en vermoedelijk nog verder tot bijna 50 cm. Dit betekent een opbouw van een veenlaag van 60 à 70 cm.

6.4.2 Een sterk verweerd veen en de toplaag (zone J)

Iets onder de 50 cm ontstaat weer een veen met veel hout. Tussen 40 en 50 cm is het veen sterk verweerd en bevat het nog nauwelijks herkenbare macroresten. Dit kan een gevolg zijn van een recentere verwerking. Dit kan ook al tijdens of kort na de afzetting van dit niveau gebeurd zijn. De macroresten, gevonden in de bovenste 20 cm, sluiten aan bij de huidige vegetatie.

Net voor de jongste herkenbare macroresten van de turfopbouw zijn er terug aanduidingen voor een houtveen met drogere condities in het veen.

6.5 Wat kwam erna?

6.5.1 Het einde van de veenopbouw: vergelijking met andere valleien

De jongste herkenbare resten in het veen liggen hier en in het nabijgelegen Hechtel (Gelorini et al., 2007) in een vergelijkbare periode (6.000 BP). In Hechtel zijn die wel met een zandig sediment bedekt. In de vallei van de Zwarte Beek is dit niet het geval.

Voor dezelfde periode stellen Huybrechts & Verbruggen (1994) een fundamentele ommekeer vast bij de hydrologie van rivieren in Vlaanderen. Rond 6.000 BP stopte de veengroei in centrale delen van de vallei. Door een sterke vernatting ontstond er open water. Dit was niet het gevolg van rechtstreekse ingreep van de mens maar wel onrechtstreekse. Beperkte ontbossingen leidden tot een vermindering van infiltratie, evapotranspiratie en verhoogde oppervlakkige waterafvoer. Deze besluiten zijn wel getrokken na studies in de Leemstreek. In de benedenstroomse riviervlakten van de Zandstreek had de zeespiegelrijzing een grote invloed op het stijgende grondwaterpeil van de riviervlakten in het Atlanticum.

6.5.2 Waarom is het jongste veen zo oud (6.000 BP)?

Hierbij zullen we een aantal hypotheses bespreken:

- a) de veengroei is gestopt iets na 6.000 BP omdat het grondwaterpeil niet meer steeg en er een natuurlijk evenwicht ontstond tussen aangroei/verlies
- b) de veengroei is nog veel langer doorgedaan, maar later is een belangrijk deel verloren gegaan, o.a. door een gebruik als hooiland gedurende meerdere eeuwen
- c) de veengroei is gestopt in het midden van de vallei omdat het veen verdronk door

een gestegen grondwaterpeil, net zoals in de Leemstreek. Er ontstond open water.

- d) het jongste veen is 6.000 BP omdat de rest op die plaats afgegraven is.

Hypothese a: veengroei stopte kort na 6.000 BP door een daling of gelijk blijven van het grondwaterpeil en er ontstond een natuurlijk evenwicht tussen aangroei/verlies.

Bij de opbouw van het doorstroomveen waren er 2 fases met meer bosveen. Bij gebrek aan rivierinvloed kan dit het best verklaard worden door veranderende hydrologische omstandigheden. Deze zijn op hun beurt – voor de mens veel invloed had op het landschap – het gevolg van klimatologische omstandigheden of veranderende condities in de vallei (bvb efficiëntere evacuatie van water uit de vallei).

Het lijkt dan ook aannemelijk dat er een derde en blijvende drogere fase kwam door een stop van een stijging of daling van het grondwaterpeil en dat het veen zich niet verder kon opbouwen.

Bij een daling van het grondwaterpeil spelen twee elementen: enerzijds een versterkte afvoer van grondwater en anderzijds een verminderde aanvoer. Gezien de huidige kweldruk nog zeer hoog is (tot 35 mm/dag, mond. meded. Piet De Becker, INBO), is het onwaarschijnlijk dat het om een verminderde aanvoer zou gaan.

Blijft de vraag of deze derde droge fase natuurlijk of antropogeen bepaald is. In de Limburgse Kempen was menselijke invloed eerder beperkt in het Atlanticum (Munaut, 1967).

Hypothese b: de veengroei ging veel langer door maar achteraf is er veel veen ontbonden, o.a. door het eeuwenlang gebruik als hooiland.

In deze hypothese moet op een bepaald ogenblik de vallei duidelijk hoger gelegen zijn dan nu het geval is, om bij de oxidatie van het veen terug te zakken tot het huidige niveau. Hierbij veronderstellen we dat het eeuwenlang beheer als hooiweide of hooiland (kleine zeggenvegetaties) geleid heeft tot de afbraak van veen. Sluitende gegevens zijn hiervoor echter niet voorhanden. Kenmerkend voor het beheer als hooiland of hooiweide is de afvoer van biomassa door maaien en grazen. Hierdoor is er sowieso minder plantenmateriaal voorradig dat tot veenaccumulatie kan leiden. Anderzijds is het kenmerkend dat bij kleine zeggenvegetaties het grondwater in het zomerhalfjaar tot 20-30 cm onder het maaiveld staat met afbraak van organisch materiaal tot gevolg. Beide elementen leiden vermoedelijk tot een netto-verlies van organisch materiaal.

Hypothese c: door een sterke stijging van het grondwaterpeil ontstaat centraal open water zodat het veen niet meer kan groeien.

Er zijn weinig elementen die pleiten ten gunste van dit model, algemeen aanwezig in de Leemstreek. Sporen van sedimenten en waterplanten, die wijzen op open water zodat veengroei stopte, ontbreken. Lager in de sequentie zijn er afwisselingen tussen drogere en nattere periodes. Dit leidde tot meer houtveen of meer zeggegeven. Helemaal bovenaan het profiel zijn er trouwens aanwijzingen voor een verdroging. Tussen een open water (iets minder dan 6.000 jaar geleden) en de

laatste eeuwen ligt een lange periode. Waarom is de veengroei dan niet opnieuw opgestart in deze vallei zonder beek?

Hypothese d: de rest van het bovenliggende veen is op die plaats volledig afgegraven.

Indien de groei van het veen zou doorgelopen hebben aan dezelfde snelheid als voorheen tot de vroege middeleeuwen, betekent dit toch nog 3 à 4 m meer (zie hoofdstuk 9). Ook als we aannemen dat het veen, naar mate de tijd vordert trager groeit (Succow & Joosten, 2001), betekent dit nog een groei van zowat 2 m.

In de vallei is veel turf gewonnen: meestal gebeurde dit tot op 2 m diep (Burny, 1986). De plaats van de sequentie ligt topografisch hoger dan de percelen meer stroomopwaarts en meer stroomafwaarts. Bij de onderzochte sequentie en bij (voorbereidende) boringen in de omgeving zijn er geen aanwijzingen voor de winning van turf op die plaats. Bij de tabel van macroresten zijn er geen sporen van verstoring of vergraving.

Een mogelijkheid zou een zeer oude, gelijkmatige winning van turf kunnen zijn waarbij over grote oppervlakken tabula rasa gemaakt werd met het bestaande landschap. Deze vorm van ontginning kwam veel voor aan de rand van de polders in het noorden van West- en Oost-Vlaanderen en het westen van Noord-Brabant (NL). Onder het veen bevond zich echter een minerale bodem. Een paar meter veen afgraven – na gedeeltelijke ontwatering – tot op de minerale bodem lijkt zeker met primitieve middelen veel eenvoudiger dan een gedeelte van een zeer dikke en waterverzadigde veenlaag afgraven. Voor de afvoer van al de turf werden ook kleine vaarten aangelegd. In de vallei van de Zwarte Beek lijkt dat zeer onwaarschijnlijk.

Een systematische ontginning van de turf bovenop een ondoordringbare bodem nabij vennen op het Kempens Plateau lijkt me wel mogelijk.

Algemeen besluit: de twee eerste hypothesen bevatten beiden waardevolle elementen. Rond de verhouding opbouw/afbraak van veen is nog relatief weinig bekend. Hoewel er bij de onderzochte sequentie en de onmiddellijke omgeving niet direct aanwijzingen voor de winning van turf, is het gevaarlijk om hierover harde uitspraken te doen. Resultaten van lopend archivalisch onderzoek zullen allicht meer duidelijkheid geven.

Meerdere onderzochte sequenties en meer dateringen in de vallei van de Zwarte Beek zouden meer zekerheid geven i.v.m. de vraag waarom de laatste 6000 jaar centraal in de vallei ontbreken in het veen.

Hoofdstuk 7. Beschrijving van de actuele vegetatie ter hoogte van de selecteerde sequentie en het omliggende valleigebied

7.1 De opnames

In de hoogzomer 2010 werden in de onmiddellijke omgeving van de geselecteerde sequentie 13 klassieke vegetatieopnames gemaakt volgens de Braun-Blanquet-methode. Voor de legende: zie tabel 7.1a.

Londo-schaal		Bedekkingsgraad	
R	gevolgd door .1, .2 of .4	1 of 2 exemplaren	<1%, 1-3% of 3-5%
P	gevolgd door .1, .2 of .4	enkele exemplaren	<1%, 1-3% of 3-5%
A	gevolgd door .1, .2 of .4	veel exemplaren	<1%, 1-3% of 3-5%
M	gevolgd door .1, .2 of .4	zeer veel exemplaren	<1%, 1-3% of 3-5%
1-			5-12,5%
1+			12,5-25%
2			15-25%
3			25-35%
4			35-45%
5			45-55%
6			55-65%
7			65-75%
8			75-85%
9			85-95%
10			95-100%

Tabel 7.1a: de Londo-schaal met de verklaring van de symbolen.

Tabel 7.1b geeft een overzicht van de opnames. Deze werden zo gekozen dat binnen een beperkt tijdsbestek zoveel mogelijk verschillende vegetaties

omschreven werden. Binnen de 13 proefvlakken werden 78 soorten gevonden. Alle opnames zijn gemaakt op plaatsen met een venige ondergrond. Sommige plaatsen zijn in het verleden wel uitgeveend. Begroeiingen op bomen zijn niet mee genoteerd.

Tabel 7.1b: vegetatie-opnames nabij hoofdsequentie													
Opnamennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bedekkingsschaal	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03
Datum (jaar/maand/dag)	20100704	20100704	20100704	20100704	20100705	20100705	20100705	20100705	20100705	20100705	20100705	20100705	20100808
Lengte proefvak (m)	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	5.00	5.00	6.00	10.00	6.00
Breedte proefvak (m)	5.00	3.00	4.00	5.00	4.00	5.00	10.00	4.00	5.00	5.00	4.00	1.50	3.00
Bedekking struiklaag (%)	0	0	0	2	2	3	5	0	0	0	0	0	85
Bedekking kruidlaag (%)	100	100	100	85	95	90	60	95	90	85	90	65	20
Bedekking moslaag (%)	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	5	2
Gem. hoogte (hoge) kruidl (cm)	70	90	150	100	100	120	120	120	120	110	120	70	40
Associa_01	16A	36	16AB05	39AA02B	36AA01	36	08BD	32AA01B	16AB01	16RG04	16RG02	08BD	36AA02B
Associa_02	36AA01	36A	16	39AA02C	16AB05	36A	08B	16AB01	16AB06	16RG02	16RG04	08B	36A
Associa_03	36A	36AA	16AB06	39RG04	36A	36AA	39AA02E	16RG02	16RG04	16AB04A	16AB01	36AA01	36AA
Associa_04	36AA	36AA01	16AB	39AA02	36AA	39AA02	36A	16AB	16AB	28AA02B	16AB	08	36
Associa_05	36	39	16A	36A	36	36AA02B	36AA	16A	32AA01B	28AA02	16A	36A	36AA02
Eigen indeling	Scs	CaC	HA	Scs+	HAS	Scs+	Cal	HA	HA	Jef	Jef	OC	Sal
Athyrium filix-femina	p1	1	p1	1+	a2	-	-	-	-	-	-	-	1-
Carex disticha	a1	-	p1	-	-	-	-	r1	a2	-	-	-	-
Cirsium palustre	r1	r1	p1	p1	a2	-	-	a2	p2	-	p1	-	p1
Epilobium palustre	p1	p1	p1	-	r1	-	-	p1	p1	a1	p1	-	-
Equisetum fluviatile	1	a2	a2	p1	m2	p2	1+	a2	a2	1-	a2	-	a1
Galium uliginosum	1	a2	-	-	p1	-	-	m2	m2	m2	m2	p1	-
Juncus acutiflorus	1+	a2	2	-	p1	-	-	3	3	a2	2	3	-
Lotus uliginosus	1-	a2	m4	a1	a2	-	-	a2	a2	m2	p1	-	-
Lycopus europaeus	p2	a2	-	-	a1	a2	p1	a1	p1	-	-	a2	p1
Lysimachia vulgaris	6	a1	-	-	-	p1	2	p2	-	-	-	-	-
Lythrum salicaria	r1	p1	-	-	p1	-	-	p1	p1	-	-	p1	-
Menyanthes trifoliata	a2	p1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scirpus sylvaticus	3	p1	1-	6	5	5	-	-	p2	-	-	p1	1-
Sparganium erectum	p1	a1	-	-	-	a2	a2	-	-	-	-	-	-
Urtica dioica	p2	a2	a2	1-	a2	1-	-	a1	a2	-	-	-	-
Agrostis capillaris	p1	-	a2	-	p1	-	-	1-	p1	-	-	-	-
Potentilla palustris	a2	a2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-	-
Angelica sylvestris	a2	-	-	-	a2	p1	-	a2	-	p1	p1	-	-
Arrhenatherum elatius	-	a2	2	-	1-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calamagrostis canescens	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carex nigra	p1	-	-	-	-	-	-	-	-	p2	a2	a1	-
Galium aparine	-	p1	-	a1	a1	m2	-	-	-	-	-	-	-
Holcus lanatus	-	p1	a4	-	p1	-	a2	4	2	4	4	-	a2
Rumex acetosa	-	r1	a2	-	-	-	-	m2	a2	p1	m4	-	-
Agrostis canina	-	p1	-	-	-	-	1-	-	-	-	-	m4	-
Salix x multinervis	-	p2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachythecium rutabulum	-	a1	-	-	a1	-	-	a1	-	-	m2	-	m2
Rubus species	-	p2	-	1+	p2	p2	-	-	r1	-	-	-	-
Galeopsis tetrahit	-	-	p1	a1	a2	a2	p2	r1	a1	-	-	-	p1
Galium mollugo	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ranunculus repens	-	-	p1	-	-	-	-	a1	a1	-	a2	-	-
Valeriana officinalis	-	-	a2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ailnus glutinosa	-	-	r2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1
Deschampsia cespitosa	-	-	r1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dryopteris carthusiana	-	-	p2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eupatorium cannabinum	-	-	a2	p1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Filipendula ulmaria	-	-	a2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humulus lupulus	-	-	a2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scrophularia nodosa	-	-	p1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Achillea ptarmica	-	-	-	-	p1	-	-	a1	-	-	-	-	-
Holcus mollis	-	-	-	-	p1	-	-	-	-	-	-	-	-
Juncus effusus	-	-	-	-	1-	a2	p2	p1	-	1-	1-	a2	a2
Molinia caerulea	-	-	-	-	1+	-	-	-	-	-	-	-	-
Polygonum hydropiper	-	-	-	-	p1	-	-	r1	p1	p1	-	-	-
Phalaris arundinacea	-	-	-	-	1-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus robur	-	-	-	-	r2	r2	-	-	-	-	-	-	-
Calla palustris	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-
Glyceria fluitans	-	-	-	-	1-	-	-	-	2	-	p1	p1	p1
Juncus conglomeratus	-	-	-	-	-	-	p2	-	-	-	-	-	-
Salix cinerea	-	-	-	-	-	-	p2	-	-	-	-	p1	7
Solanum dulcamara	-	-	-	-	-	-	r1	-	-	-	-	-	-
Anthoxanthum odoratum	-	-	-	-	-	-	-	a1	-	-	-	-	-
Ranunculus acris	-	-	-	-	-	-	-	p1	p1	-	p1	-	-
Stellaria graminea	-	-	-	-	-	-	-	m2	a1	p1	-	p1	-
Festuca rubra	-	-	-	-	-	-	-	m4	m2	a1	a2	-	-
Taraxacum species	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	p1	-	-	-
Alopecurus geniculatus	-	-	-	-	-	-	-	-	m2	-	-	-	-
Cynosurus cristatus	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-	-	-
Festuca pratensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a2	p1	-	-
Myosotis laxa (subsp. cespitosa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a1	p1	-	-
Ranunculus flammula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a2	p1	m4	-
Trifolium repens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a1	p1	-	-
Veronica serpyllifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-	-
Cerastium fontanum s.l.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-	-
Cardamine pratensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a1	p1	-
Carex ovalis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-
Bidens tripartita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-
Carex curta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a1	-	-
Mentha aquatica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r1	-	-
Peucedanum palustre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-
Rumex hydrolapathum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r1	-	-
Typha latifolia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p2	-	-
Caltha palustris s.l.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a2	-	-
Calligon cordifolium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	m4	-	-
Sphagnum fimbriatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-	-
Eurhynchium praelongum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-
Plagiothecium denticulatum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-
Lophocolea bidentata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p1	-

Het programma Turboveg berekent de verwantschap van de individuele opnames met bestaande syntaxonomische eenheden. Voor deze studie is de verwantschap berekend met de vegetatiekundige indeling die gebruikt wordt bij het

standaardwerk over de Nederlandse vegetaties (Schaminée et al., 1995: Schaminée J. et al., 1996: Stortelder et al. 1999). Binnen het gebruikte onderdeel van Turboveg werden onze vegetaties vergeleken met de uitgebreide databank van Nederlandse vegetatie-opnames.

Turboveg steunt op het al dan niet aanwezig zijn van een soort. De aanwezigheid van kiemplantjes van bomen heeft hetzelfde gewicht als meerdere volwassen bomen. Daardoor kan er een verschil zijn tussen de verwantschap met vegetaties, vermeld in Turboveg en de vegetatiekaart die we zelf gemaakt hebben.

7.2 Indeling van de vegetatie-opnames

Wegens het beperkte aantal opnames gebeurde de verwerking niet op een digitale manier.

Bij een eerste opsplitsing kunnen we spreken van graslanden, natte ruigtes, verlandingsvegetaties en broekbossen.

Opnames 3, 8, 9, 10 en 11 horen bij de graslanden.

Opnames 1, 2, 4, 5 en 6 horen bij de natte ruigtes.

Opnames 7 en 12 zijn verlandingsvegetaties.

Opname 13 is een klein broekbos.

De graslanden kunnen we verder opsplitsen in enerzijds de opnames 10 en 11 en anderzijds opnames 3, 8 en 9.

Opnames 10 en 11 vertonen het meest verwantschap met 16RG04 en 16RG02. Daarin wordt 16RG02 omschreven als een rompgemeenschap van het *Molinion* die kan ontstaan op natte graslanden die minder intensief bemest of begraasd worden dan in het verleden. De rompgemeenschap 16RG04 met een dominantie van *Juncus effusus* wordt door Schaminée J. et al. (1996) als typisch omschreven voor laaggelegen, verwaarloosde weilanden die weer in begrazing worden genomen. *Juncus effusus* kan er zich explosief uitbreiden.

Opnames 3, 8 en 9 sluiten nauw aan bij het *Calthion palustris* (16Ab). Daarnaast bevatten opnames 8 en 9 nogal wat elementen van het *Filipendulion* (32Aa). Ze worden wel gemaaid maar niet ieder jaar. Deze opnames liggen op het veen maar op plaatsen die iets hoger gelegen zijn dan ruigten en bijhorende struwelen of broekbossen.

De natte ruigtes (opnames 1, 2, 5 en 6) vertonen volgens het programma Turboveg een nauwe verwantschap met het *Salicion cinereae* (36Aa) of het verbond van de wilgenbroekstruwelen (Stortelder et al., 1999). Opname 4 vertoont veel verwantschap met het *Alnion glutinosae* (39Aa) of het verbond van de elzenbroekbossen. Zonder actief beheer zoals maaien of uittrekken van jonge boompjes evolueren deze ruigtes tot wilgenbroekstruweel of elzenbroekbos. Vandaar dat het enigszins logisch lijkt dat – met enkele kleine kiemplanten erbij –

het programma Turboveg deze vegetaties bij de wilgenbroekstruwelen of elzenbroekbossen plaatst.

Opname 7 en 12 zijn verlandingsvegetaties. Opname 7 is representatief voor de verlandende Hoogbosvliet. *Calla palustris* en andere soorten zorgen voor een snelle verlanding van de waterloop. In de drijftillen kiemende wilgen en van op de oever overhangende planten zorgen voor een verwantschap met de wilgenbroekstruwelen.

Opname 12 bevindt zich in een verlandende veenplas. De opname heeft nog veel kenmerken van het *Caricion elatae* (8Bd). Deze vegetaties kunnen een groot gedeelte van het jaar onder water staan. Verder van de Oude Beek komen hier vegetaties voor die bij het *Caricion nigrae* (9Aa) aansluiten (Schaminée et al., 1995).

Opname 13 betreft een wilgenbroekstruweel (36Aa). Het is wel een soortenarme opname. Op het kleine oppervlak laten de lage struiken nauwelijks licht door.

7.3 De vegetatiekaart

De vegetatiekaart werd ter plaatse ingetekend op een schaal van 1:1000. Dit gebeurde na het maken van de opnames. Deze vegetatiekaart is nauwkeuriger dan de **Biologische Waarderingskaart**. Die wordt ingetekend op een schaal 1:3000 à 1:5000.

Een probleem bij deze kartering is wanneer we van een wilgenbroekstruweel spreken en wanneer van een ruigte of grasland met verspreid wilgen.

De vegetatie werd in de volgende types ingedeeld (zie kaart 7.3):

HA³: graslanden met *Holcus lanatus* en *Arrhenatherum elatius*

HA+: graslanden met *Holcus lanatus* en *Arrhenatherum elatius* met verspreid wilgen

HAP: graslanden met *Holcus lanatus* en *Arrhenatherum elatius* met ijl, afstervend populierenbestand

HAS: graslanden met *Holcus lanatus* en *Arrhenatherum elatius* en veel *Scirpus sylvaticus*

Jef: vochtig, begraasd grasland met dominantie van *Juncus effusus*

Jac: nat, begraasd grasland met dominantie van *Juncus acutiflorus*

SHA: ruigte met dominantie van *Scirpus sylvaticus* met nog veel elementen van graslanden

Scs: ruigte met dominantie van *Scirpus sylvaticus*

Scs+: ruigte met dominantie van *Scirpus sylvaticus* met verspreid wilgen

Cac: ruigte met dominantie van *Calamagrostis canescens*

Cac+: ruigte met dominantie van *Calamagrostis canescens* met verspreid wilgen

JSM: ruigte met veel *Juncus acutiflorus*, *Calamagrostis canescens* en *Molinia caerulea*

Cal: verlandingsvegetatie van vroegere waterloop met veel *Calla palustris*

CC: verlandingsvegetatie van vroegere veenput met zowel *Calla palustris* als *Carex*

Sal: kleinschalig, jong wilgenstruweel.



Kaart 7.3: vegetatie en ligging van de opnames nabij de hoofdsequentie.
(©Orthofotoplan NGI)

³ De afkortingen, die onderlijnd zijn verwijzen naar een indeling die specifiek binnen dit rapport gebruikt wordt. Niet onderlijnde afkortingen verwijzen naar de Biologische Waarderingskaart.

7.4 Vergelijking met de BWK en de Natura-2000 habitatindeling

7.4.1 Vergelijking met BWK

De graslanden HA, HA+ en HAS kunnen binnen de BWK bij hc (vochtig, matig voedselrijk grasland) geplaatst worden.

De natte ruigtes SHA, Scs, JSM en het grasland Jac maken deel uit van hc.

Onze vegetaties met Cac en Cac+ moeten we samen met de Sal plaatsen bij so (vochtig wilgenstruweel op venige of zure grond).

Jef en Jac plaatsen we het best bij hj (vochtig, licht bemest grasland gedomineerd door russen).

De verlandingsvegetaties vertonen veel gelijkenis met md (drijfzoom en/of drijfteil).

7.4.2 Vergelijking met Natura-2000 habitat indeling

In het gebied komen de habitattypen 6430 (= voedselrijke, zoomvormende ruigten van het laagland en van de montane en alpiene zones), subtype 'moerasspirearuigten' en 7140 (= overgangsveen en trilveen) voor.

Een groot deel van de door ons gekarteerde vegetaties is niet 'habitatwaardig'. De plaatsen met Cal en CC kunnen tot 7140 gerekend worden. Wat we hier als 'natte ruigte' omschrijven zou men tot 6430 kunnen rekenen, hoewel de huidige soortensamenstelling eerder wijst op verarmde vormen van het *Calthion palustris* (= Dotterbloemgrasland).

7.5 Bespreking van de huidige vegetaties en de mogelijke veenvorming

Inleiding: alvorens in detail te treden, is het wel zinvol de evolutie van het terrein in de voorbije decennia te doorlopen.

Het kaartblad 17/7 van de Belgische militaire kaart van 1935 (zie kaart 1.9.6) toont ons dat het gebied volledig als grasland in gebruik was. Meerdere zones, zowel tegen de Hoogbosvliet als de Zwarte Beek, worden als drassig voorgesteld. Dit al dan niet drassig zijn, kunnen we echter niet tot op perceelsniveau achterhalen.

Het kaartblad 17/7-8 van de Belgische militaire kaart van 1960 (zie kaart 1.9.7) geeft meer variatie. Alleen vlak langs de Zwarte beek is er een smalle strook als bos ingetekend. De andere opgaande begroeiingen op de kaart zijn toen recent aangeplante populieren. De meeste graslanden worden nog landbouwkundig als hooiland gebruikt maar toch zijn er al enkele ruigten ingetekend. Deze gronden zijn door de landbouw opgegeven.

De graslanden HA, HA+ en HAS liggen op de drogere en hogere plaatsen in dit gedeelte van de vallei. Buiten het Militair Domein worden ze al langer als

natuurgebied beheerd. De meeste jaren worden ze eenmalig gehooïd. De gedeelten binnen het Militair Domein kennen meer wilgenopslag.

Net omdat ze enkele dm hoger liggen dan de terreinen in de omgeving, komt de watertafel zelden tot aan het oppervlak. Bij deze graslanden is er een mineralisatie van de afstervende plantenresten en mogelijks ook van het veen. Bij achterwege blijven van maaibeurten, ontwikkelen zich in eerste fase vegetaties met bulten (vb. *Molinia caerulea*) maar ook soorten zoals *Urtica dioica* en *Rubus*. In deze vegetaties is er geen actieve veenvorming. De weinige mossen duiden er op dat het strooisel mineraliseert. Dit belet echter niet dat –bij een extreme vernatting – de mineralisatie zou kunnen stoppen en de veengroei niet opnieuw zou kunnen opstarten. Dit blijkt althans uit de paleo-ecologische analyse (zie hoofdstuk 5).

De graslanden HAP en SHA liggen iets lager. We gaan ervan uit dat de afstervende populieren binnen deze vegetaties weinig impact hebben. Deze terreinen zijn wel afhankelijk van kwel. Het grote aandeel van *Scirpus sylvaticus* toont dit aan. Bij een stopzetten van afvoeren van organisch materiaal, zal *Scirpus sylvaticus* domineren en ontstaan er geleidelijk wilgenbroekstruwelen. In de huidige hydrologische toestand draagt dit type vermoedelijk niet bij tot effectieve veenvorming.

Het grasland Jef is laaggelegen vlak bij het verlandend Hoogbosvliet. Bij een verdere verlanding en gemiddelde waterpeilverhoging van het Hoogbosvliet en het overschakelen op maaibeheer is de situatie hier hydrologisch gunstig voor het ontstaan van kleine zeggenvegetaties. Die sluiten nauw aan bij vegetaties die in het veenprofiel gevonden zijn (zie hoofdstuk 5). Indien kleine zeggenvegetaties jaarrond nat genoeg blijven, kan onder menselijke invloed (maaibeheer) een stabiele toestand optreden. Het is voorsnog onduidelijk of bij stopzetten van maaibeheer en voldoende hoog grondwaterpeil de kleine zeggenvegetaties niet verbossen en er veenvorming kan optreden op een boomarm oppervlak zoals te zien is in het veenprofiel (zie hoofdstuk 5).

Dit perceel werd door de vorige eigenaar (Jef Ramakers) als graaswei gebruikt na het doortrekken van de Hoogbosvliet rond 1985. Hij groef bijkomend nog een diepe ontwateringsloot schuin door het perceel en bleef het geruime tijd (10 jaar?) nog als graaswei gebruiken tot bleek dat het perceel te nat bleef. Hij heeft het dan aan Natuurpunt verkocht (mond. meded. Willy Vanlook).

Het grasland Jac, vlak bij de Hoogbosvliet gelegen, ontvangt ondiep afstromend water van hogergelegen bronzones. *Juncus acutiflorus* is hier de aspectbepalende soort. Deze vegetatie sluit nauw aan bij voedselarme vormen van het *Calthion*. Dicht bij de beek zijn er ook kansen voor ontwikkeling tot kleine zeggenvegetaties, op voorwaarde dat het grondwaterpeil in de zomer hoog genoeg blijft.

Na het vergraven van de Hoogbosvliet verschenen ten zuiden van deze waterloop soorten als *Scirpus sylvaticus* en *Urtica dioica*, die zich geleidelijk aan zuidwaarts (tegen de helling op) verplaatsten. Na het ophogen van de beekbodem verdween de dominantie van deze soorten en verschenen steeds meer soorten van kleine zeggenvegetaties (*Carex panicea*, *Carex curta*, *Carex rostrata*), vooral in de kommetjes (mond. meded. Willy Vanlook).

De ruigtes Scs, Scs + en JSM zijn nog iets lager gelegen. Toch blijven ze nog begaanbaar in het zomerhalfjaar. Hier vindt geen maaibeheer plaats. Meestal ontstaat er een dominantie van *Scirpus sylvaticus* maar *Molinia caerulea* ontwikkelt zich bij JSM in bulten. Daarnaast bevatten deze vegetaties nog veel ruigtekruiden. Om eventueel terug bij veenvorming aan te sluiten is een constanter en hoger waterpeil nodig.

De ruigtes Cac en Cac+ zijn ontwikkeld tot bultvormige vegetaties met een dominantie van *Calamagrostis canescens*. Dit is een gevolg van het wegvallen van het beheer als hooiland. Tussen de bulten zijn ze soms moeilijk begaanbaar en vinden we soorten zoals *Comarum palustre* en *Menyanthes trifoliata*. Herstel tot een kleine zeggenvegetatie is mogelijk mits verwijderen van de bulten en het opstarten van hooilandbeheer. Zonder actief beheer evolueren deze ruigtes tot een wilgenbroekstruweel en later tot elzenbroekbos. Voorwaarde tot evolutie naar elzenbroekbos met veenvorming, is dat deze percelen jaarrond voldoende nat zijn.

Als het wilgenbroekstruweel (Sal, Cac+) zich gevormd heeft in een vroegere veenput, is de kans groot dat veenvorming optreedt.

De verlandingsvegetaties Cal en CC zijn in het recente verleden uitgegraven. Bij beide types is momenteel een proces van veenvorming aan de gang. Het uitgegraven gedeelte wordt met materiaal van drijfkillen (bij Cal) of trilvenen (bij CC) opgevuld.

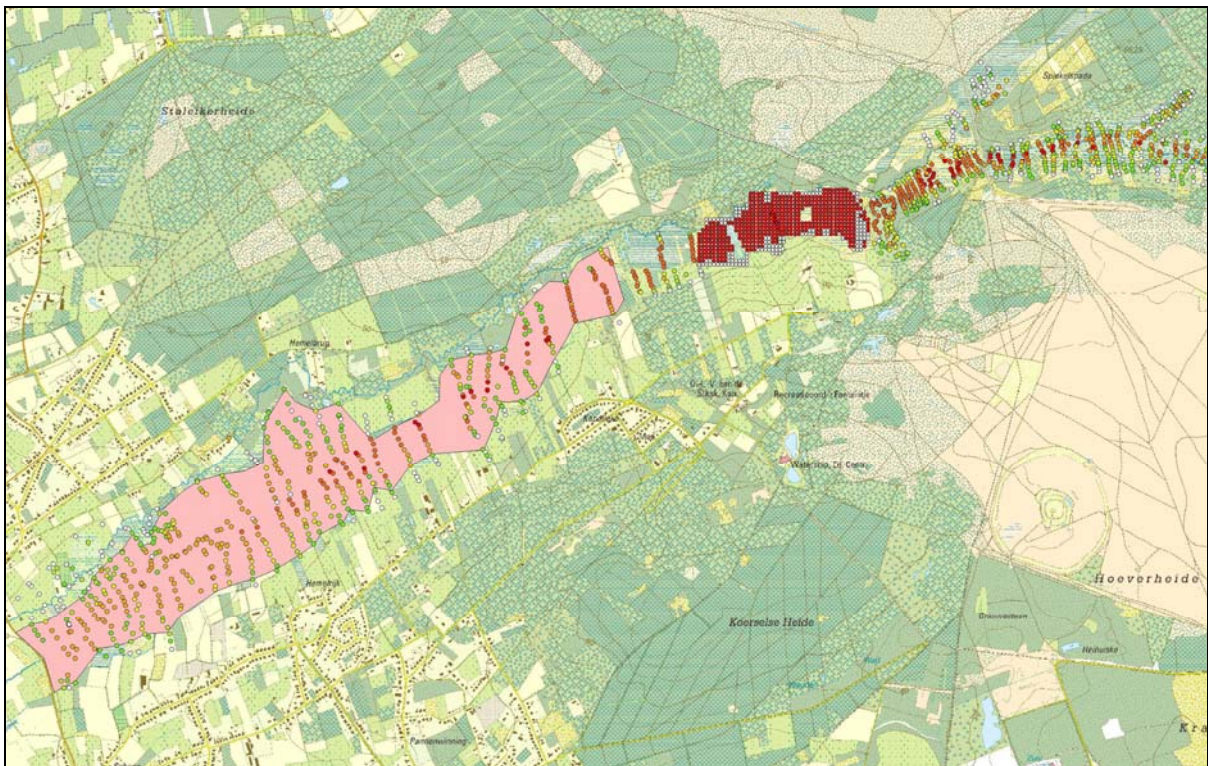
Hoofdstuk 8. Beschrijving van de actuele bedreigingen van het veen

8.1 Verdroging

8.1.1 Omvang

De Becker (2009) heeft de sterke verdroging van het veen in de vallei besproken. De verbreiding van deze verdroging kan o.a. vastgesteld worden door de kartering van indicatorsoorten voor sterk schommelend grondwaterpeil. Kenmerkende soorten hiervoor zijn *Phalaris arundinacea*, *Urtica dioica*, *Calamagrostis canescens* en *Rubus* sp. Onze LIDAR-beelden (zie kaarten 1.4.2c en 1.4.2d) tonen het effect van verzakkingen en 'veenkliffen' dicht bij de Zwarte Beek. De Becker (2009) kleurde bij een voorzichtige raming van de verdroging een langgerekte strook langs de Zwarte Beek in vanaf Hazerik tot Hemelrijk.

Als we vooral naar de verspreiding van de indicatorsoorten kijken, dan is dit effect van verdroging algemeen zichtbaar vanaf net stroomopwaarts Hazerik tot aan Nieuwendijk. M.a.w. het volledig westelijk, roze ingekleurde gedeelte van het veenlichaam (zie kaart 8.1). Dit heeft een oppervlakte van 150 ha.



Kaart 8.1 Verdroogd gedeelte van het veen:  (© topografische kaart, kleur AGIV/NGI)

8.1.2 Gevolgen

De gevolgen voor de vegetatie en de plaatselijke verlaging van het reliëf komen aan bod bij De Becker (2009). We kunnen ons ook de vraag stellen wat de gevolgen zijn voor het veen als afzetting. Zeer algemeen kan gesteld worden dat de gevolgen op korte of zelfs middellange termijn onomkeerbaar zijn voor het laagveen. Door de verdroging zal het veen volledig veraarden. Dit zorgt voor een sterke mineralisatie en een sterke verdichting van het veen (Dierßen & Dierßen, 2001). Belangrijke gevolgen zijn een sterk verhoogde voedselrijkdom van het substraat (= het mineraliserend veen) en een bodem die veel minder het (grond-)water zal laten doorstromen als er terug een groter aanbod is van grondwater. Er zal een lange tijd een zeer weelderige vegetatie van ruigtekruiden blijven. Het uitgedroogde veen drukt ook op de onderliggende veenmassa. Bij een veen, dat nog volledig verzadigd is met water, is dit niet het geval.

Door de potentiële aanwezigheid van ijzerrijke kwel kan, indien het grondwaterpeil terug tot aan het oppervlak zou komen in het grootste gedeelte van het jaar, de situatie in de vallei van de Zwarte Beek nog meevallen. Aggenbach et al. (2008) stellen dat bij ijzerrijke kwel het fosfaat opgenomen wordt en er zo snel terug een voedselarme toestand ontstaat die aansluit bij de ontwikkelingskansen van een mesotroof veen.

8.2 Vernatting met regenwater

Als tegenmaatregel op het dalen van het grondwaterpeil als gevolg van de drainage door uitgediepte waterlopen, kan het water van zijgreppeltjes gestuwd worden. Door verdroging is het veen wel minder waterdoorlatend geworden (zie bij 8.1.2). Er ontstaat boven het grondwater een lens met regenwater waarop zich een vegetatie ontwikkelt die afwisselend zeer zuur is (omwille van de zure regenwaterlens) en zeer ruig is (omwille van de sterke mineralisatie).

8.3 Vernatting met voedselrijk water

Een andere mogelijkheid is water bovengronds aanvoeren. In veel gevallen is dit water voedselrijker (onvoldoende gezuiverd afvalwater). In andere gevallen wordt het zeer wisselvallig aangevoerd (vb. overstorten). Beide types (ofwel te voedselrijk in kwaliteit, ofwel te onregelmatig in kwantiteit) zijn in tegenspraak met het type water en de hoeveelheid water dat hier normaal aanwezig is. Een aanvullende voeding van het niet verdroogde veengebied kan door bepaalde waterlopen terug in gebruik te nemen (zie kaart 1.9.8). Het inbouwen van bufferbekkens en het toepassen van kleinschalige waterzuiveringsinstallatie moet hierbij ernstig overwogen worden.

8.4 Verstoring veenprofielen

Het veen heeft een erfgoedwaarde in de betekenis van bodemarchief. Ook al is het geen levend veen meer, toch zijn op de plaats van de geselecteerde sequentie de

landschapsgeschiedenis tussen ruwweg 12.000 BP en 6.000 BP bijna doorlopend geconserveerd in het veen.

Bijna alle gronden worden als natuurgebied beheerd. Grootste probleem blijft de verdroging waarbij het veen veraardt als het maaiveld een groot deel van het jaar boven de grondwatertafel uitsteekt.

Op de gronden met veen in de ondergrond is er momenteel de keuze tussen hooiland, weide, ruigte of broekbos. Bossen opnieuw ontwikkelen zorgt voor een verstoring van de veenprofielen. Hiermee houden we geen pleidooi om de vallei volledig boomvrij te maken.

Op (delen van) bepaalde percelen, waar

- het veen dik is (meer dan 2 m) en dus potentieel een hoge bodemarchiefwaarde voor een lange tijdsperiode heeft
- volgens de historische kaarten geen bomen groeiden de voorbije decennia
- volgens historisch onderzoek er geen turf gestoken is
- volgens boorgegevens er geen turf gestoken is

moet er omwille van de erfgoedwaarde prioritair voor het boomvrij houden van de vegetatie gekozen worden. Hoe meer deze factoren gecombineerd voorkomen op een bepaalde plaats, hoe belangrijker ze zijn voor de erfgoedwaarde.

Onaangepaste, zware machines en tanks kunnen de veenprofielen sterk verstoren.

8.5 Keuzes bij natuurbeheer/behoud erfgoedwaarde

Zowel bij natuurbehoud als bij behoud van erfgoed wordt in veel gevallen gestreefd naar een half-natuurlijk landschap, zoals het algemeen voorkwam in het begin van de XX^e eeuw. In de vallei zijn dit hier dikwijls bloemrijke hooilanden. Op veengronden waren die alleen mogelijk met een zekere ontwatering en bijgevolg mineralisatie van de veenbodem. Het veen wordt er dus verder ontbonden. Dit is dus in tegenspraak met een streven naar behoud van veen als bodemarchief. Een besluit van de hoofdstukken 5 en 6 is dat de top van het veen op bepaalde plaatsen sinds meer dan 6000 jaar oud is. Misschien groeide het sindsdien niet meer aan. Bij het natuurbeheer en het behoud van erfgoed moet behoud van het veen voorop staan. Dit kan door het beheer als niet gedraineerd hooiland of moeras.

Bloemrijke hooilanden of graasweiden met ondiepe greppels kunnen bij voorkeur op de zuidelijke flank van de vallei buiten het veenlichaam in stand gehouden of nagestreefd worden.

Het is onduidelijk of er bij het in stand houden van kleine zeggenvetaties veen verder verbruikt wordt. Daarvoor is onderzoek nodig dat meerdere decennia loopt. In de periode van actieve veengroei was dit aan een tempo van 4 cm op 50 jaar (zie hoofdstuk 10). Bij het beheer ervan wordt in veel gevallen twee maal per jaar de vegetatie gemaaid en afgevoerd.

Bij vegetaties die in de vroege zomer gemaaid worden, lijkt de kans groot dat er in de zomer mineralisatie optreedt en er een beperkte afbraak is van het veen (Aggenbach et al., 2008).

Zonder maaien treedt wel op middellange termijn bebossing op. Het lijkt zinvol om op (bepaalde) delen van de natste percelen het maaien te beperken tot één maal in de vroege herfst. Dan wordt alleen het stro met beperkte hoeveelheid voedingstoffen afgevoerd. In de Duitse literatuur (Ellenberg, 1996) spreekt men van *Streuwiesen* voor venige terreinen die alleen in de nazomer/herfst gehooid worden. Omwille van de geringe voedingswaarde van het hooi werden ze alleen als strooisel voor de stal gebruikt.

De moslaag heeft bij dit beheer in de zomer de kans om zich te handhaven en beter het vocht bij te houden. Zo kan de top van het veen zwellen bij hogere grondwaterstanden en krimpen bij lagere. Zo is de kans groter op (hernieuwde) opbouw van het veen.

Hoofdstuk 9. Inschatting van snelheid van veenvorming en mogelijkheden tot koolstofsequestratie

9.1 Inschatten van snelheid van veenvorming

In de geselecteerde sequentie is er tussen 400 cm en 49 cm een doorlopende veengroei.

Op het niveau 49 cm hebben we met ^{14}C -datering een ouderdom bekomen van 5.930 ± 60 BP (conventionele jaren) of na kalibratie 6.870 kalenderjaren geleden.

Voor de basis van de ononderbroken veengroei veronderstellen we een start bij het begin van het Preboreaal. Dit is bij benadering 10.000 BP of na kalibratie 11.700 kalenderjaren geleden.

Voor de aangroei van 3510 mm veen waren er dus 4.000 jaren (conventionele jaren) of 4.800 kalenderjaren nodig; dit betekent 0,88 mm/jaar in conventionele jaren bij ^{14}C -dateringen of 0,73mm/jaar in kalenderjaren.

Michaelis (2002) vermeldt voor de snelheid van veengroei bij doorstroomvenen in Noord-Duitsland 0,7 tot 0,9 mm/jaar.

9.2 Bepaling koolstofgehalte bij geselecteerde sequentie

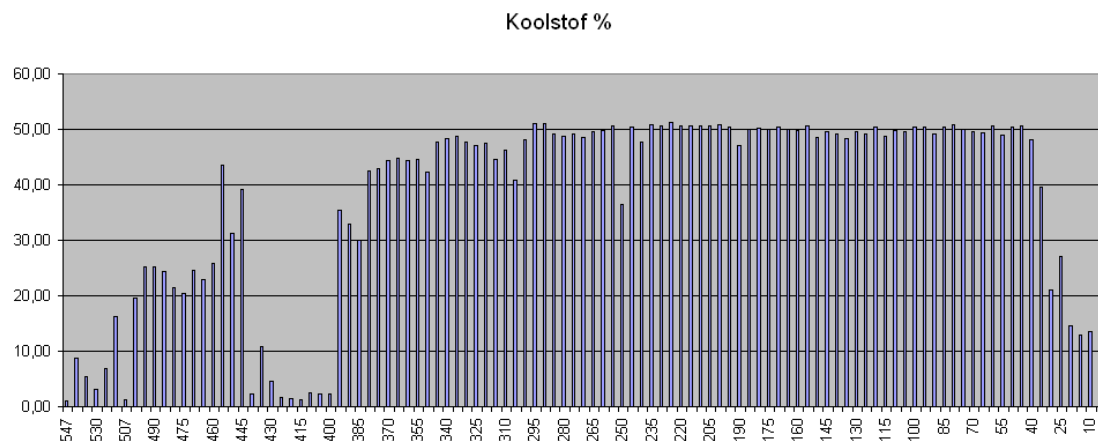
9.2.1 Berekening van het percentage koolstof

Voor het percentage koolstof werden er enkele gram genomen uit dezelfde stalen die we voor de pollen gebruikten (zie bij hoofdstuk 3). In het zuivere veen was dat telkens een niveau van 5 cm. Onderaan de sequentie werd de staalname aangepast aan de aard van het sediment.

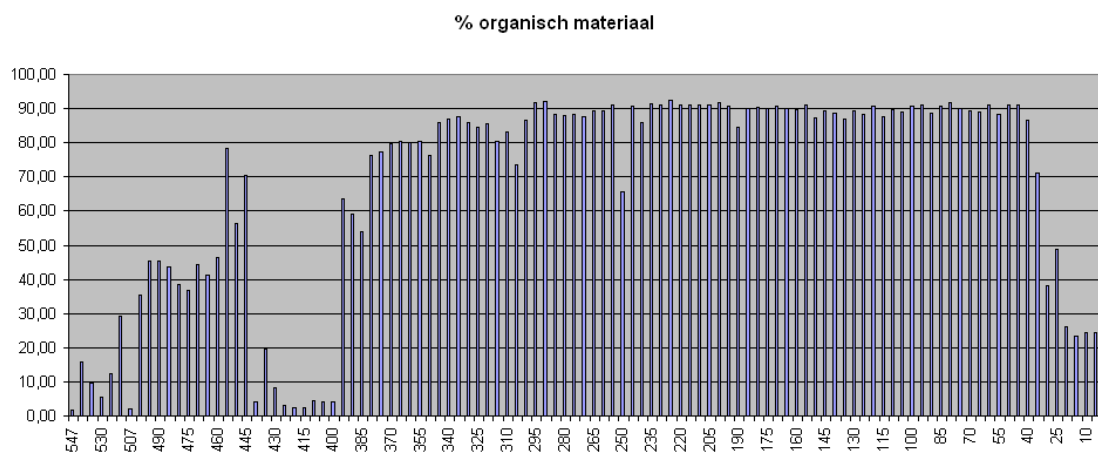
De stalen werden eerst gedroogd door ze op te warmen tot 105 °C en gewogen.

Daarna werden ze verbrand op 550 °C gedurende 3 uur . Het verbrande materiaal (*loss on ignition*) of het percentage organisch materiaal is weergegeven in tabel 9.2b. Bij het zuiver veen is het een zeer constante waarde van $\pm 90\%$. Als het sediment veel zand of vivianiet bevat, is dit uiteraard veel lager. Dit % organisch materiaal wordt samen met de macroresten besproken in hoofdstuk 5.

Bij het zuiver veen bedraagt het % koolstofgehalte ongeveer 55,55% van het % organisch materiaal. De resultaten van het % koolstofgehalte zijn weergegeven in tabel 9.2a.



Tabel 9.2a: koolstof %, gemeten om de 5 cm doorheen de geselecteerde sequentie



Tabel 9.2b: % organisch materiaal om de 5 cm doorheen de geselecteerde sequentie

9.2.2 Bepaling van de hoeveelheid koolstof

Daarvoor moeten we naast het % koolstof uiteraard ook de dichtheid van het materiaal (*bulk density*) kennen. Om afwijkingen bij kleine hoeveelheden materiaal te vermijden kan hierbij best met hoeveelheden van meer dan 100 cc gewerkt worden (De Vos, 2009).

Hiervoor werd uit de parallelle boring van de Russische veenboor op vier niveaus materiaal van 20 cm hoogte genomen (75-95 cm: 130-150 cm: 230-250cm: 330-350 cm). Dit geeft bij een halfgevolde cilinder van de Russische veenboor ($\varnothing$ 4,5 cm) telkens een volume van 157 cc.

Voor deze 4 stalen bedraagt de dichtheid respectievelijk 0,109; 0,125; 0,122 en 0,113 g/cm³. Dit geeft een gemiddelde van 0,117 g/cm³.

Als we uitgaan van 50% koolstof bij het zuivere veen, bekomen we 0,0585 g koolstof / cm³ gemiddeld bij het zuivere veen. Dit komt overeen met 58,5 kg koolstof/ m³.

Als we 1 m nemen over één ha betekent dit 585 ton koolstof voor 1 ha.

Nemen we alle veen van de volledige sequentie in beschouwing, dan betekent dit ongeveer 450 cm zuiver veen of 263,25 kg koolstof/ m² aan de oppervlakte.

9.3 Vergelijking met andere bodems

Bij de studies i.v.m. koolstofsequestratie wordt normaal gezien alleen de bovenste meter in beschouwing genomen. Alleen bij dikke veenbodems is er dieper zeer veel koolstof vastgelegd.

De Vos (2009) geeft voor een veenbodem in bos waarden van 650 ton koolstof/ha.

Andere recente studies geven de volgende resultaten voor de bovenste m in ton koolstof/ha.

Auteurs	grasland	akker	veen
Liebens & Van Molle 2003	129	74	449
Lettens et al. 2004	117	89	456
Meersmans et al. 2008	114	85	427

Onze waarden (585 ton koolstof/ha voor een dikte van 1 m veen) zijn goed te vergelijken met de waarden bij andere auteurs.

Meteen valt ook het grote verschil op tussen bodems onder grasland of akker en veenbodems.

Als we alleen de bovenste meter met elkaar vergelijken, dan kan een veenbodem zowat 5 keer meer koolstof vastleggen dan een grasland. Als we uitgaan van een veenlaag van 2 m – wat wel een realistisch gemiddelde is voor het onderzochte studiegebied –, dan houden die veenbodems 10 keer meer koolstof vast dan een grasland.

9.4 Maatschappelijk belang koolstofsequestratie in veenbodems

Global change heeft de laatste jaren tot een groot maatschappelijk debat geleid en is een belangrijk beleidsitem geworden. Onderstaand wordt kort nagegaan of en hoe de erfgoedsector via de bescherming van veen als bodemarchief kan aansluiten bij de maatschappelijke opdracht rond de reductie van de uitstoot van broeikasgassen.

Landgebruik en -beheer spelen een belangrijke rol in de emissie van de broeikasgassen koolzuurgas (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O) (Kroon et al., 2010). We focussen hier vooral op CO₂.

Bij de fotosynthese nemen planten CO₂ op uit de lucht. Wanneer planten doodgaan, komt de koolstof doorgaans weer in de atmosfeer vrij als CO₂. In veengebieden echter remt de hoge waterstand de oxidatie van organisch materiaal, met accumulatie van veen tot gevolg: daardoor komt er minder CO₂ vrij dan er was opgeslagen in de planten. Op deze manier leveren veengebieden waarin veenvorming nog actief is, een bijdrage aan de vastlegging van koolstof en aan de reductie van CO₂ in de atmosfeer. Wereldwijd spelen venen een belangrijke rol in de opslag van CO₂ (Dierßen & Dierßen, 2001).

Omgekeerd geldt dat er bij aantasting van veen en dus oxidatie van organisch materiaal veel CO₂ vrijgesteld wordt. Dit is het geval bij een te lage grondwaterstand.

Of een veengebied een positieve of negatieve bijdrage levert aan de uitstoot van broeikasgas hangt van meer dan alleen de CO₂-balans af. Ook CH₄ en N₂O spelen een rol. Zo neemt de emissie van CH₄ toe bij vernatting, die van N₂O neemt mogelijk af. CO₂ is, uitgedrukt in aantal kilogram, veel belangrijker dan CH₄ en N₂O, maar deze hebben een veel groter opwarmingseffect dan CO₂. 1 kg CH₄ en 1 kg N₂O komen overeen met respectievelijk 25 en 298 kg CO₂ (Kroon et al. 2010). De hoeveelheid CH₄ en N₂O worden in sterke mate beïnvloed door dierlijke en/of kunstmest.

Voor de vallei van de Zwarte Beek is er (nog) geen zicht op de totale broeikasgasbalans. Er wordt er hier van uitgegaan dat naarmate de grondwaterstand hoger is, de balans negatiever is (en dus beter voor het klimaat). Voor CO₂ alleen is dit alleszins het geval.

Klimaatscenario's ontwikkeld voor Vlaanderen (Dumortier et al., 2009), van nu tot 2100, wijzen allemaal op een stijging van de gemiddelde omgevingstemperatuur in de winter (1,5 tot 4,4°C) en de zomer (2,4 tot 7,2°C) en op meer neerslag in de winter. Voor de neerslag in de zomer wordt in de meeste scenario's een daling verwacht. Het hoeft geen betoog dat de (sterk) veranderende omstandigheden (temperatuur, neerslag, evaporatie, ...) een groot effect kunnen hebben op de broeikasgasbalans.

Wat de erfgoedsector betreft, sluiten de bovengenoemde aspecten van broeikasgassen goed aan bij het criterium vorm (bewaringstoestand) zoals gebruikt bij het waarderen van archeologische monumenten. Een veen als bodemarchief heeft alle belang bij een zo goed mogelijke bewaringstoestand. In de praktijk vertaalt dit zich in een hoge grondwaterstand (tot aan het oppervlak of hoger). Dit is, zeker voor CO₂, ook de gunstigste situatie met betrekking tot broeikasgassen. De bewaring van het bodemarchief en het terugdringen van CO₂-emissies sporen hier perfect samen. Op deze manier schrijft de erfgoedsector zich ook in het *global change*-verhaal en de maatschappelijke opdracht die daarbij hoort.

Op te merken valt dat de verweving tussen erfgoedbelang en klimaatdebat niet alleen opgaat voor veengebieden onder natuurbeheer, zoals dat in de vallei van de Zwarte Beek het geval is, maar evengoed voor alle veen daarbuiten, waar de bedreiging en aantasting van het veen vaak veel groter is. Het gaat hierbij om veen aan het oppervlak, maar evengoed om veen in de ondergrond, afgedekt door zand-, leem- of kleilagen, of verdwenen onder de parking van de plaatselijke supermarkt.

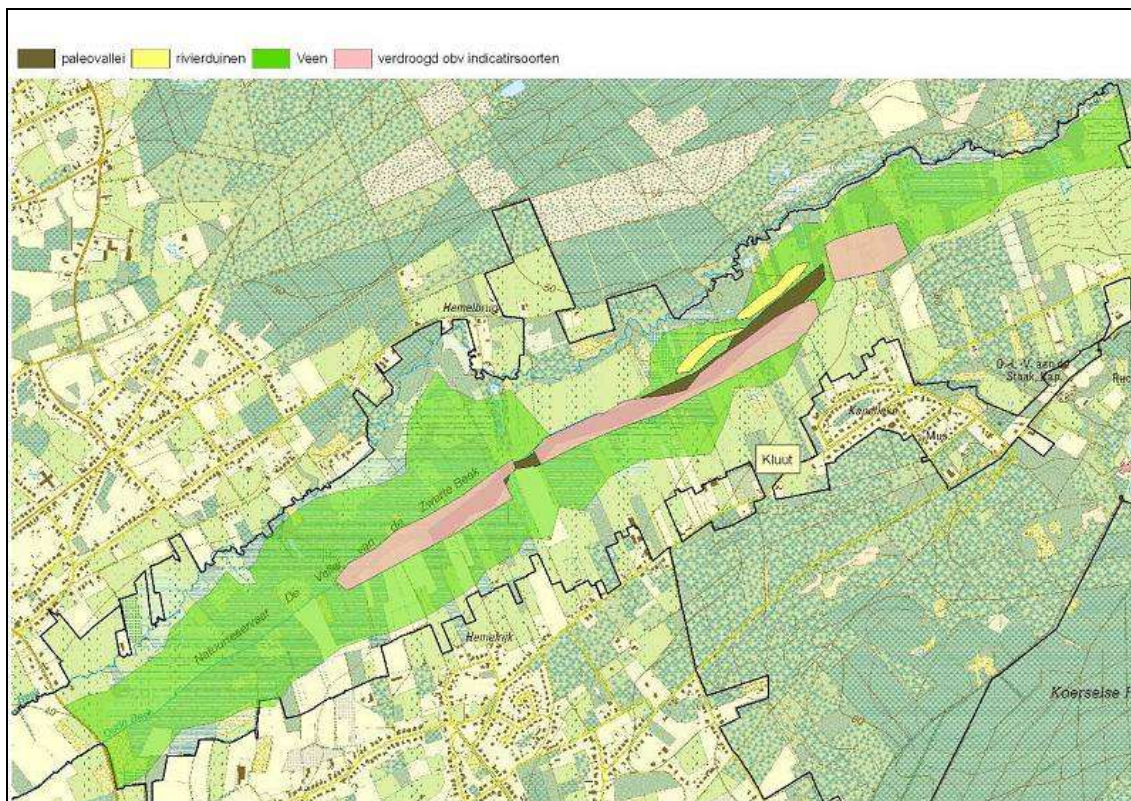
Hoofdstuk 10. Korte evaluatie van eventueel aanwezige archeologische sites (niet-vlakdekkend booronderzoek)

10.1 Inleiding

De bodemkaart van België (Baeyens, 1975a: 1975b: 1976) duidt de vallei bijna integraal aan als een veengebied. Het substraat van de basis van het veen is zwak golvend en er is een zone waar het zandig substraat ingesneden is (Allemeersch, 1987: Aggenbach et al., 1990).

Bij een verdere verkenning (De Becker, 2009) kwam aan het licht dat het zandsubstraat in een smalle strook dagzoomt ter hoogte van De Kluut en Hazerik meer oostwaarts (zie kaart 10.1).

Een laaggelegen, langgerekte duinrug voldoet aan de landschappelijke criteria voor finaalpaleolithische en mesolithische sitecomplexen in de Kempen (Van Gils et al., 2009). Daarom werd een korte evaluatie van eventueel aanwezige archeologische sites op deze duinrug in de offerte opgenomen.



Kaart 10.1 Aanwezigheid rivierduinen (De Becker 2009) (© topografische kaart, kleur AGIV/NGI)

10.2 Methodiek

Ter plekke bevinden zich twee langgerekte, zeer smalle duinlichamen. Ze steken nauwelijks boven het veen uit. Ze staan dan ook niet op de bodemkaart. Op terrein zijn ze eerder aan verschillen in de vegetatie dan aan het microreliëf te herkennen. We moeten wel opmerken dat in het Laat-Glaciaal of vroeg in het Holoceen deze plaatsen hoger boven de watertafel gelegen waren.

In de vallei staat de watertafel – met de sterke uitbreiding van het veen – zo hoog dat het alleen op de hogere delen van het duin een uitgebreide archeologische prospectie een redelijke kans op slagen zou hebben. Daarom zijn de verkennende boringen voorafgaand aan de eigenlijke prospectie in hoofdzaak beperkt gebleven tot de topzone. Op de lagergelegen flanken bevindt er zich ook wel het zandig substraat onder het veen maar na 0,5 à 1 m is de ondergrond verzadigd met water. Voor bemonstering met een brede edelmanboor (10 cm Ø) is deze ondergrond ook ongeschikt.

Zoals al hoger vermeld kunnen langgerekte duinruggen die depressies flankeren geschikte sitecomplexen vormen. Bijkomende voorwaarde is echter dat de vroeg-holocene topografie goed bewaard gebleven is, zoniet zijn ze grondig verstoord. Een belangrijk criterium hiervoor is de bewaringstoestand van de holocene bodem (Van Gils et al., 2009).

Mesolithisch materiaal werd afgezet in het Vroeg-Holoceen. Van Gils et al. (2009) gaan ervan uit dat het niveau van waaruit een podzol zich ontwikkelde, het vroeg-holocene oppervlak benaderde. Pas na de komst van de landbouw zijn er erosie- en sedimentatieprocessen opgestart en is de verstoring sterk toegenomen.

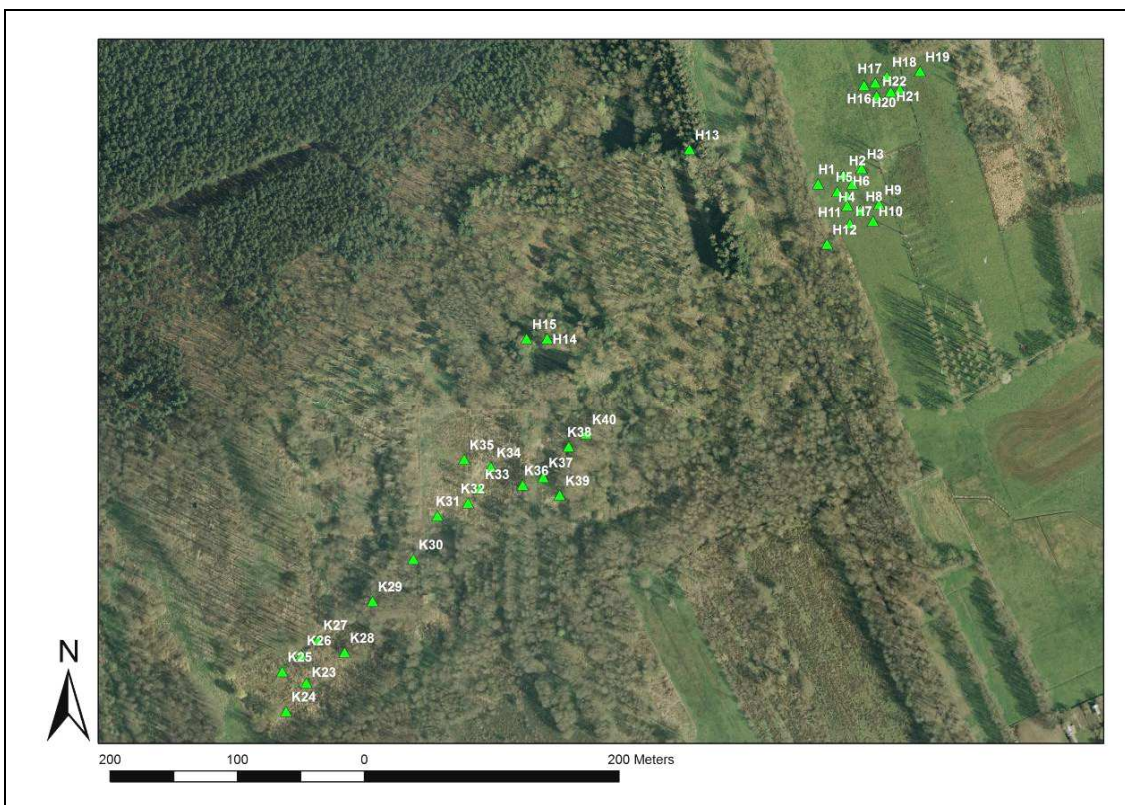
Voor paleolithisch materiaal geldt hetzelfde principe. Alhoewel er tijdens de Late Dryas nog verstuingen opgetreden zijn, veronderstellen Van Gils et al. (2009) dat deze slechts een lokale impact hadden in de Kempen.

De aanwezigheid van een (gave) podzolbodem is bijgevolg een goede indicator voor de potentiële aanwezigheid van een site.

10.3 De prospectie

In de vallei werden ter hoogte van Hazerik en De Kluut 40 boringen verricht. De bedoeling was om in eerste fase te zien of en in hoeverre er een podzolbodem bewaard gebleven is in het zandig gebied dat lichtjes boven het veen uitsteekt.

Ter hoogte van Hazerik kon enigszins via een regelmatig patroon geboord worden in de weiden. Grote delen zijn er vergraven (zie foto 10.3c). Meer westelijk is dit zandig gebied moeilijk toegankelijk, sterk verruigd en rijk aan vijvertjes (zie foto 10.3b) en andere sporen van weekendverblijven uit de 2^e helft van de XX^e eeuw. Het boorpatroon is er dan ook zeer onregelmatig (zie kaart 10.3).



Kaart 10.3: ligging verkennende boringen in functie van archeologie vanaf Hazerik (H) en De Kluut (K) (© Orthofotoplan AGIV/NGI)

Nergens werd een podzol aangetroffen, of resten daarvan. De bodemontwikkeling vertoont steeds op een of andere manier de kenmerken van een jonge of voor podzolvorming nu te natte bodem. De humeuze A-horizont rust er op zand zonder indicaties van B-horizonten. De kleuren in het zand worden vooral bepaald door de hoogte van de watertafel (zie tekstbijlage 10.3) Op de hogere delen van het zandig gebied is er nog zand met roestvlekken. Op de lagere delen is er snel zand met gley-verschijnselen, overgaand in gereduceerd zand.

Aangezien de ruggen lang duidelijk boven het veen moeten uitgestoken hebben, kan ervan uitgegaan worden dat er op de ruggen oorspronkelijk een podzol tot ontwikkeling gekomen is. Het ontbreken van enig spoor van die podzolen, mag geïnterpreteerd worden als een aanwijzing voor het afgraven van de ruggen.

Ook op de door veen afgedekte flanken van het zandlichaam is er onder het veen geen bodemvorming zichtbaar in het bovenste gedeelte van het zand.

10.4 Besluit

Deze kleine en lage duinrug, die plaatselijk boven het veenlichaam uitsteekt, zal bij een verdere prospectie geen archeologisch materiaal opleveren, dat niet verplaatst is.

Achteraf beschouwd lijkt het drogere zandlichaam, midden in het veengebied, zeer geschikt te zijn om te vergraven. Dit zandlichaam was de meest nabije bron van zand om veenputten – althans gedeeltelijk – op te vullen en om wegen en dijken doorheen het veen bruikbaar te maken door ze met zand op te hogen.



Foto 10.3a: greppels, loodrecht op het duinoppervlak.



Foto 10.3b: moeilijk toegankelijk terrein.



Foto 10.3c: vroegere visvijver.

De graslanden, die als hooiland gebruikt werden, kenden vele ondiepe sloten en slootjes van de vloeiveiden (zie kaart 1.4.2d en foto 10.3a). Op kaart 1.9.8 zien we dat er zelfs een waterloop is aangelegd tot in of aan dit 'duin'.

Alvorens bepaalde percelen te bebossen, zijn er rabatten aangelegd. Toen in het midden van de XX^e eeuw grote delen door de landbouw opgeheven werden, verschenen weekendhuisjes met de bijhorende visvijvers.

Hoofdstuk 11. Conclusies en aanbevelingen

11.1 Veen als bodemarchief

Veen heeft als afzetting op archeologisch vlak zeer interessante kenmerken. De geleidelijke en doorlopende opbouw van dit sedentaat (= ter plaatse gevormde afzetting) weerspiegelt niet alleen de geschiedenis of evolutie van het veen zelf maar ook die van de omgeving. Veen en gyttja zijn uitstekende bewaringsmilieus voor zaden, pollen, kevers, mossen, mollusken enz. Ongestoorde veenprofielen uit het Laat-Glaciaal en het Holoceen zijn bodemarchieven die sporen van menselijke aanwezigheid zeer goed bewaren. Haar, kledij en voorwerpen uit hout of leder kunnen perfect bewaard worden in veen. Deze veenprofielen vormen ook een uitstekend referentiekader voor het milieu waar de mens in leefde. Voor onderzoek naar klimaatverandering in het recente geologische verleden zijn venen zeer geschikte afzettingen.

11.2 Beschermingsmaatregelen vanuit het beleidsdomein onroerend erfgoed

11.2.1 Beschermd landschap

Een gedeelte van de vallei is beschermd als landschap sinds 1987. Voor de afbakening van het beschermd landschap verwijzen we naar de kaart 11.4.

11.2.2 Ankerplaats ⁴

Het volledige studiegebied van deze studieopdracht en het aansluitend Militair Domein zijn aangegeven als ankerplaats (A7006): heide- en stuifzandcomplex van Hechtel - Helchteren met vallei van de Zwarte Beek (bovenloop)⁵.

Deze ankerplaats A7006 bevat enkele relictzonesassociaties: Bovenloop van de Zwarte Beek (R70026) ligt volledig binnen het studiegebied. Militair domein Koersel-Hechtel (R70029) en Kamp van Beverlo (R70020) liggen er gedeeltelijk in.

In het studiegebied zijn Zwarte beek (L70062) en Winterbeek (L70063) als lijnrelicten aangeduid en Stalse molen (P70176) als puntrelict.

11.3 Unieke waarde van het veen in het studiegebied

11.3.1 Zeldzaamheid

Dikte

⁴ Ankerplaatsen hebben momenteel geen juridische waarde. Ze zijn noch definitief noch voorlopig vastgesteld.

⁵ De hier gebruikte definitie van bovenloop stemt niet overeen met degene die in onze studie gebruikt is. Met bovenloop wordt hier bijna het integrale studiegebied bedoeld.

Vanuit de paleovallei in de smalle middenloop zijn er bijna continue afzettingen van subaquatische afzettingen en veen met op sommige plaatsen een dikte van meer dan 5,50 m. Dergelijke dikke lagen zijn zeer zeldzaam in het Vlaams Gewest. Burny (1999) vermeldt dat een zegsman spreekt over een veenlaag van wel 6 m in het naburige Genenbos in Lummen.

Voor de Markvallei in Wortel in de Noorderkempen onderzocht De Ploey (1961) een veenlaag van 4,50m. Op hetzelfde transsekt IX heeft het veen een dikte van ± 6 m.

De veenlagen in de rivieren van het Scheldebekken zijn regelmatig onderbroken door riviersedimenten (Huybrechts, 1989; Diriken et al., 1995). De venen in de Belgische Kustvlakte hebben meestal een dikte van 2 m en zijn nooit dikker dan 3 m (Allemeersch, 1995).

Wat dikte betreft hoort het veen bij de top op Vlaams niveau. Het heeft een hoge resolutie in de tijd.

Onderzochte periode

Uit de dateringen blijkt dat er bijna continu een periode van iets meer dan 7.000 kalenderjaren als bodemkundig archief bewaard is. Deze periode loopt van iets meer dan 14.000 kalenderjaar geleden tot iets minder dan 7.000 kalenderjaar geleden. Bij verder onderzoek in het studiegebied valt wel niet uit te sluiten dat de top van het veen jonger is dan op de plaats van de geselecteerde sequentie.

Er is slechts één plaats voor het Vlaamse Gewest bekend die een langere doorlopende periode beschrijft: De Ploey (1961) beschrijft een sequentie die van het Preboreaal tot het Subatlanticum doorloopt. Geys (1977) heeft ¹⁴C-dateringen van 9317 BP tot 2234 BP voor hetzelfde veen nabij de kerk van Wortel.

Voor een doorlopend bodemkundig archief is de waarde uniek op Vlaams niveau, wat betreft het Laat-Glaciaal en het eerste gedeelte van het Holoceen (tot in het Atlanticum).

Uitgestrektheid

De aanwezigheid van veen in valleien is niet uniek voor de vallei van de Zwarte Beek. De uitgestrektheid van het pakket is, vergeleken met andere valleien in de Kempen wel uniek. Het is over een grote oppervlakte en over een grote lengte aanwezig (zie ook hoofdstuk 2). Daarenboven wordt het veen niet afgedekt door jongere sedimenten.

11.3.2 Representativiteit

De bestudeerde veenafzettingen in Hechtel-Eksel zijn veel dunner (zie bij hoofdstuk 5).

De riviervalleien in de Leemstreek hebben meer dynamiek en de venen zijn veel onregelmatiger.

Omwille van de uitzonderlijke dikte en de bijna continue opbouw zijn de afzettingen in dit valleigedeelte het meest representatief als bodemkundig archief. Met dien verstande dat het gaat over de periode tussen 7.000 jaar en 14.000 jaar (in kalenderjaren) geleden. Er is ook de hoge resolutie in de tijd.

De grote mate van uniciteit maakt het moeilijk te spreken over een voorbeeldfunctie van een groep. Alleen de Mark bij Wortel is in zekere zin vergelijkbaar en goed bestudeerd. Dit veen heeft echter een minder goede kwaliteit (De Ploey, 1961).

Het belang van het veen van de Zwarte Beek kunnen we als volgt samenvatten:

- eerste maal macroresten voor een lange sequentie
- zal referentie zijn voor alle ander veenonderzoek in valleien
- goed gedateerd met ^{14}C .

11.3.3 Wetenschappelijk potentieel

De dikte van het veen laat toe een lange periode zeer gedetailleerd te reconstrueren. In het bestudeerde profiel wordt het veen in het Holoceen niet onderbroken tot minder dan 7.000 kalenderjaren geleden. Het percentage organisch materiaal is zeer regelmatig en zeer hoog. Dit betekent dat anorganische sedimenten ontbreken en dat lokale invloed eerder klein was. Het veen is dus zeer geschikt om regionale milieucondities te reconstrueren.

Binnen de veentypes vormen de ombrotrofe venen de beste bodemarchieven op mesoschaal of regionale schaal. Ze zijn niet afhankelijk van lokale milieucondities. Deze venen worden immers opgebouwd met stoffen die uit de lucht op het veen terechtkomen. Dat kan zowel neerslag van water zijn als van vluchtige stoffen.

Iets mindere kwaliteit als bodemarchief op mesoschaal hebben venen die gevoed worden door een constante aanvoer van grondwater, waarvan de kwaliteit nauwelijks verschilt. Recente onderzoeken (Huybrechts et al., 2000) tonen aan dat het grondwater in de smalle middenloop aan dit criterium voldoet. De analyse van het veen met de paleo-ecohydrologische conclusies (hoofdstuk 5 en 6) wijst ook sterk in die richting. Het veen in de vallei van de Zwarte Beek staat dus – qua bodemarchief op regionale schaal – net onder het ombrotroof type, dat het beste type is.

Ombrotrofe veentypes zijn in onze regio pas in het Subboreaal ontstaan. In de kustvlakte zijn ze nog onder de mariene sedimenten goed bewaard (Allemeersch, 1986b). Aan de randen van de kustvlakte zijn ze vanaf de middeleeuwen afgegraven. De turf werd als brandstof gebruikt.

Het jonge ombrotroof veen, plaatselijk aanwezig op een vlakke, ondoorlatende bodem in de Kempen (v.b. Postel) is de laatste eeuwen door turfwinning en drooglegging grotendeels verdwenen.

Bij gebrek aan ombrotroof veen in de periode ouder dan 7.000 kalenderjaren, lijkt het veen van de Zwarte Beek het best geschikte type als bodemkundig archief. Vandaar ook de unieke waarde op het vlak van wetenschappelijk potentieel.

Recent onderzoek in min of meer vergelijkbare venen is nauwelijks voorhanden. Ofwel betreft het korte sequenties. Ofwel is er alleen een onderzoek op microresten gebeurd zoals in Wortel (Markvallei). Lange sequenties waar ook macroresten onderzocht zijn, zoals Herk en Mombeek, bevinden zich in een totaal ander type vallei.

De site kan bijdragen tot een nieuwe kennisontwikkeling met deze studie zelf, met een uitgebreider palynologisch onderzoek en met een gelijkaardig onderzoek elders in het veenlichaam om de variatie te zien.

11.3.4 Context

Delen van de huidige vegetatie in het natuurreservaat van de vallei van de Zwarte Beek zijn vergelijkbaar met de vegetatie in het begin van het Holoceen. Dit gaat hier zowel over de kleine zeggenvegetaties als over de broekbossen in de vallei. Zo zijn met uitzondering van *Tomenthypnum nitens* alle subfossiel gevonden planten nog in de vallei aanwezig.

Omwille van de landschappelijke waarden en het gave karakter is het volledige studiegebied voorgesteld als een ankerplaats en een kleiner gedeelte is een beschermd landschap. Uit onze studie blijkt dat er niet alleen bepaalde gemeenschappelijke kenmerken zijn tussen het huidige landschap en het landschap van de voorbije eeuwen maar ook tussen het huidige landschap en het landschap in het begin van het Holoceen. Men zou zelfs kunnen zeggen dat de genetische context gaaf is, hoewel er nu op veel plaatsen geen veenaccumulatie meer is.

Het gevoerde beheer sluit aan bij het historisch beeld op het vlak van vegetatie en hydrologie. Ook de geomorfologische context is gaaf, inclusief valleiflanken en daarbuiten.

11.3.5 Bewaringstoestand

De afzettingen in de vallei bestaan bijna volledig uit veen en gyttja; deze zorgen voor een zeer goede bewaring van organisch materiaal. De aard van het veen is sterk homogeen. In het Holoceen is er een doorlopende veengroei. Op de plaats van de sequentie is alleen de bovenste 50 cm sterk verweerd. De smalle middenloop heeft belangrijke natuurwaarden en wordt ook zo door de eigenaren en overheden beheerd. Binnen het gevoerde beleid is er een streven naar minimale ontwatering.

11.3.6 Beleving

Waarneembaarheid

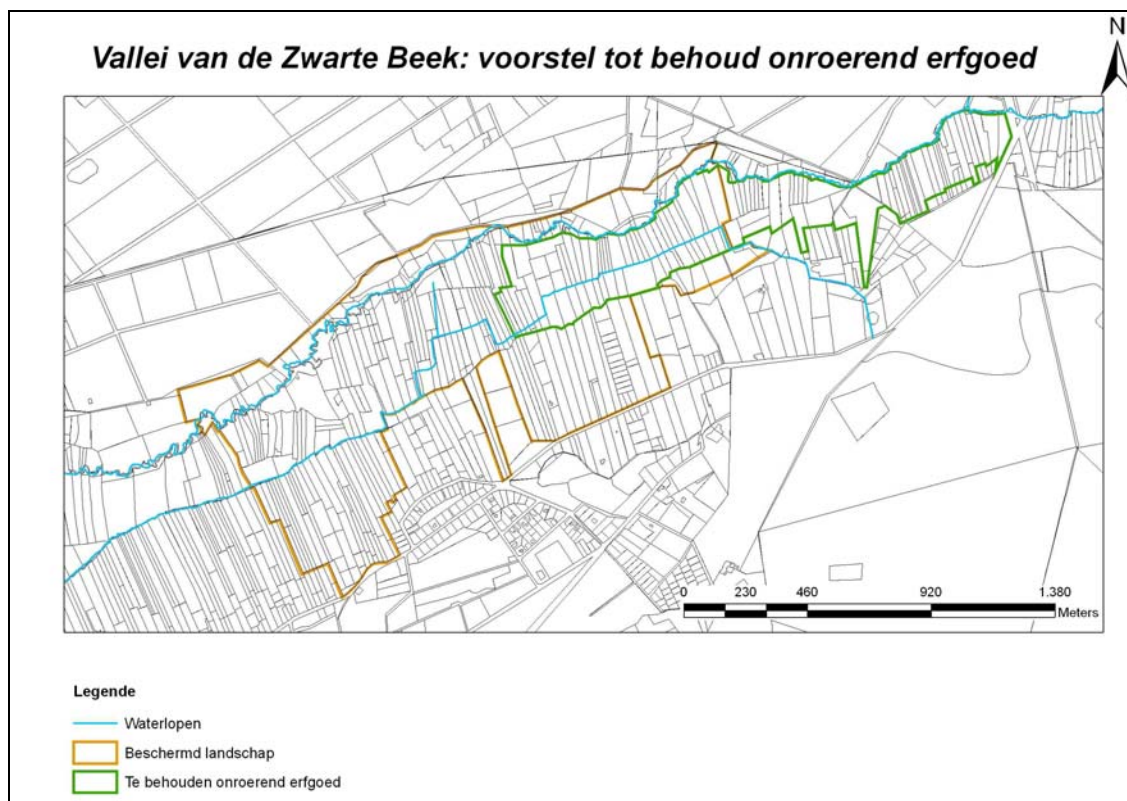
Hierbij kunnen we dezelfde argumenten aanhalen als bij context (11.3.4). Het landschap, dat in het veen geregistreerd en geconserveerd is, kunnen we nu nog in de vallei zien. Het is ook voor de individuele bezoeker zichtbaar via de voetpaden -

uitgebouwd als knuppelpad ter hoogte van Hazerik en Fonteintje-voetbalveld - en het fietspad doorheen het Militair Domein. Het veen kan als bodemarchief voor een breder publiek ontsloten worden via het vlakbij gelegen bezoekerscentrum 'De Watersnip'.

Herinnering

Het veen was de drager en de bestaansreden van de landbouw in de vallei, zoals die eeuwen bestaan heeft. De laatste periode van de winning van turf en van landbouwkundig gebruik van de vallei is door orale geschiedenis goed ontsloten door Burny (1986). De hiervoor gebruikte methodiek werd later overgenomen voor een uitgebreide studie over het Kempens gedeelte van de provincie Limburg (Burny, 1999). Deze geschiedenis komt ook aan bod in 'De Watersnip'. Lopend archivalisch onderzoek kan nog nieuwe of onderbelichte aspecten aan het licht brengen.

11.4 Voorstel tot afbakening van specifiek onroerend erfgoed



Kaart 11.4: voorstel tot behoud onroerend erfgoed. (© kadasterkaart AGIV/NGI: afd. Water)

Hoewel de voorliggende studie is opgezet vanuit archeologische hoek van Ruimte & Erfgoed, met de bedoeling het veen te onderzoeken en evalueren in functie van een archeologische bescherming, wordt bij het voorstel van afbakening en maatregelen gesproken van 'specifiek onroerend erfgoed'. De reden hiervoor is niet inhoudelijk, maar praktisch, en dit in samenspraak met de leden van de stuurgroep.

Inhoudelijk gezien kan het veen van de Zwarte Beek wel degelijk beschouwd worden als archeologisch erfgoed, zelfs al is er bij deze stand van het onderzoek geen band met de mens aangetoond, en lijkt alles puur natuur. Er zijn in het veen geen indicatoren gevonden voor menselijke invloed op het landschap, en ook de duinruggen hebben geen sporen van menselijke activiteiten opgeleverd. Het is echter helemaal niet uitgesloten dat uitgebreider en gedetailleerder onderzoek de laat-paleolithische en mesolithische mens en zijn interactie met de omgeving aan het licht zal brengen, zoals dat bijvoorbeeld in Engeland en Nederland het geval is. Daarvoor is echter een andere aanpak nodig, die in het kader van deze evaluerende studie niet mogelijk was.

En zelfs al zou de mens er werkelijk niets mee te maken hebben, en er alleen 'puur natuur' geregistreerd zijn, dan nog is het veen van de vallei van de Zwarte Beek een goede referentie om de menselijke invloed elders aan af te meten. De

menselijke invloed kan alleen maar bepaald worden na ijking aan een ongestoorde situatie.

Ten derde is het ook zo dat de voorliggende studie essentiële informatie aan het licht heeft gebracht over het landschap waarin de vroegere mens zich bewoog, wat daarin de jachtmogelijkheden waren. Onrechtstreeks is ook het zicht op de mens verbeterd.

De praktische reden waarom niet over een archeologisch monument wordt gesproken, bestaat erin dat een bescherming als archeologisch monument juridisch niet haalbaar is op basis van de huidige Vlaamse archeologische wetgeving. Daarin wordt heel uitdrukkelijk de band met de mens naar voor geschoven. Een bescherming als archeologisch monument zou gemakkelijk kunnen aangevochten worden.

De mogelijkheden van een bescherming als landschap werden niet verkend.

De term 'specifiek onroerend erfgoed' moet aangeven dat het wel degelijk om onroerend erfgoed gaat, maar met een eigen specificiteit. Op deze manier kan het veen van de vallei van de Zwarte Beek bijvoorbeeld wel al meegenomen worden in een eventuele vaststelling van een ankerplaats.

Voor de afbakening zelf is een eerste voorwaarde natuurlijk de aanwezigheid van veen in de ondergrond. Als gevolg daarvan zal het monument binnen de zone vallen afgebakend op kaart 2.2. Hierbij vormt Nieuwendijk de westelijke grens en de oostelijke tankbaan de oostelijke grens.

Als we het unieke karakter willen beklemtonen, dan wordt voor de zone gekozen waar de veenlaag het dikst is. Dat komt in grote lijnen overeen met de smalle middenloop, gelegen tussen Hazerik en de westelijke tankbaan. Kleine percelen, die vlak langs de beek liggen of op de rand van de dalbodem, worden ook uitgesloten. Hier is het veen afwezig of helemaal niet dik.

Als we het wetenschappelijk potentieel en de bewaringstoestand in aanmerking nemen, dan is het beter de westelijke zone van de smalle middenloop buiten beschouwing te laten. Kaart 8.1 toont ons dat er aan de oppervlakte veel uitdrogingsverschijnselen zijn.

Wanneer we de drie hoger vermelde voorwaarden gebruiken bij de afbakening, komen we tot een voorstel tot specifiek onroerend erfgoed afgebakend op kaart 11.4. De afgebakende zone heeft een lengte van ongeveer 1700 meter en een breedte die varieert van 200 m tot 300 m. Op basis van de getekende polygoon bekomen we een oppervlakte van 46,81 ha. De perceelsnummers bevinden zich in tekstbijlage 11.4.

11.5 Maatregelen voor de conservering van specifiek onroerend erfgoed

Deze zijn grotendeels aan bod gekomen bij de bedreigingen (hoofdstuk 8).

De belangrijkste maatregel is het streven naar een zo constant mogelijke en hoge grondwaterstand, die nauwelijks of niet onder het maaiveld staat. Het ideale geval is een heropstarten van het veenvormingsproces.

Oppervlakken, die al sinds mensenheugenis boomloos zijn, het nog altijd zijn en als natuurgebied beheerd worden, blijven best boomloos. Zo wordt de archiefwaarde van de bodem op deze zeer specifieke plaatsen niet verstoord.

Indien oppervlaktewater aangevoerd wordt, gebeurt dit best op een geleidelijke en gecontroleerde manier. Het achterwege blijven van waterpeilschommelingen, gecombineerd met een hoog peil, zorgt ervoor dat het veen niet veraardt en weinig humificeert.

Mogelijk leiden de huidige beheersvormen van de kleine zeggenvegetaties tot een – zij het kleine – afbraak van het veen. Bij percelen met jaarrond voldoende hoge waterstand kan daarom gedacht worden aan minder intensief beheer zodat kansen op veenvorming opnieuw groter worden.

Het aanleggen van reliëfverschillen omwille van natuurhistorische of cultuurhistorische redenen moet achterwege blijven. Deze reliëfverschillen begunstigen immers het proces van mineralisatie en veraarden van het veen.

Tevens kunnen geen zware, onaangepaste machines gebruikt worden, die diepe sporen nalaten.

Een zeer zinvolle bijdrage aan de optimalisatie van het beheer in functie van het behoud van het veen als bodemarchief, zou erin kunnen bestaan dat van de verschillende vegetatietypes aanwezig in de Vallei van de Zwarte Beek en zeker van de kleine zeggenvegetaties de nettobalans

Tekstbijlage 2.3.1

Boringen met macroscopische beschrijvingen van het veen.

Voor deze beschrijvingen werd gebruik gemaakt van de humificatiegraad volgens von Post (zie hieronder) en in het veld herkenbare taxa in het turf of veen. Deze schaal gaat van 1 (nauwelijks gehumificeerd turf) tot 10 (volledig gehumificeerd turf).⁶

1. Dwarsprofiel middenloop: ter hoogte van de sequentie aan de grens met maar net buiten het Militair Domein.

ZBM1

0-30 cm: veraard veen, bevat reeds heel wat kwartskorrels

vanaf 30 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8), bevat nog kwartskorrels.

30-80 cm: sterk gehumificeerd veen (hum 7-8), weinig herkenbare resten

80-100 cm: houtveen-zeggeveen (hum 6-7)

100-130 cm: veen (hum 6-7) met houtbrokken

130-180 cm: vooral rietveen-zeggeveen (hum 5)

op 135 cm: *Salix*-bladeren

rond 170 cm; grote houtbrokken

180-225 cm: vooral rietveen-zeggeveen (hum 5)

rond 215 cm: wat houtbrokken

225-280 cm: zeggeveen (hum 6-7)

280-310 cm: zeggeveen (hum 6-7)

310-350 cm: zeggeveen (hum 5)

op 335 cm: *Carex*-urrtjes

350-360 cm: zeggeveen (hum 6)

360-380 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8)

380-420 cm: zeggeveen (hum 6)

op 420 cm: *Carex*-urrtjes

420-460 cm: zeggeveen (hum 6)

⁶ Zie achteraan deze bijlage

460-480 cm: sterk gehumificeerd (hum 7), weinig herkenbare resten
480-535 cm: zeer slap, sterk verweerd veen; subaquatische afzetting?
535-545 cm: grofzandige afzetting
545-560 cm: vivianiet overgaand in veen
560-572 cm: allochtoon(?) veen met nog veel kwartskorrels
572-580 cm: eerst nog fijnzandig laagje en dan grof zand

ZBM2

0-40 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8); nauwelijks herkenbare resten, wel nog wat kwartskorrels zichtbaar
40-100 cm: zeggeveen (hum 7), weinig riet
100-150 cm: zeggeveen-rietveen (hum 6)
op 130 cm: veen *Carex*-nootjes (biconvex)
150-180 cm: zeggeveen (hum 6)
180-280 cm: zeggeveen-rietveen (hum 6) met wat hout (*Alnus*?)
op 210 en 240 cm: zaden van *Menyanthes*
280-340 cm: zeggeveen-rietveen (hum 5-6), met wat hout erbij
340-365 cm: houtveen met zegge en riet
365-380 cm: houtveen (hum 6-7)
rond 350 cm: grote brok hout
op 380 cm: basis van het veen; eronder grof blauwgrijs zand

ZBM3

0-30 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8)
30-90 cm: zeggeveen-rietveen (hum 5-6), met regelmatig *Betula*-hout ertussen
90-120 cm: zeggeveen-rietveen (hum 4-5)
120-180 cm: zeggeveen-rietveen (hum 6)
rond 130 cm: met *Equisetum fluviatile*
180-230 cm: zeggeveen-rietveen (hum 5)
230-265 cm: zeggeveen-rietveen (hum 6)
265-280 cm: slap zeggeveen-rietveen (hum 6)

280-305 cm: zeggeveen-rietveen (hum 6)

305-370 cm: houtveen (hum 5-6), vooral *Betula*

op 370 cm: grote brok hout; niet dieper te boren

ZBM4

0-30 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8); met veel kwartskorrels

30-60 cm: veen met veel hout (hum 4) en ook nog kwartskorrels

rond 50 cm: met *Betula*

60-90 cm: zeggeveen-rietveen (hum 5) met *Equisetum fluvatile*

90-140 cm: zeggeveen-rietveen (hum 5)

140-150 cm: grote houtbrok

150-180 cm: rietveen-zeggeveen (hum 7)

180-240 cm: rietveen-zeggeveen (hum 6-7) met regelmatig hout

240-280 cm: houtveen (hum 6-7) met vooral *Betula* en klein aandeel rietveen-zeggeveen

280-310 cm: houtveen-zeggeveen (hum 7)

310-320 cm: middelmatig zand met weinig materiaal

op 320 cm: basis van het veen; eronder grof zand

ZBM5

0-30 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8)

30-60 cm: zeggeveen (hum 6-7) met regelmatig hout en heel wat houtresten

60-100 cm: sterk verweerd veen (hum 6-7) met vooral houtresten (onduidelijk veen)

100-140 cm: zeggeveen (hum 6-7)

140-170 cm: houtveen met onderaan overstromingsmateriaal (banden grof zand) tussenin verweven lemig zand

rond 145 cm: duidelijk *Betula*

ZBM6

0-30 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8) met belangrijke bijmenging van kwartskorrels

30-45 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8)

45-70 cm: zeggeveen (hum 6)

70-95 cm: vooral houtveen (hum 6-7)

vanaf 95 cm: grof tot middelmatig zand

ZBM7

0-30 cm: sterk gehumificeerd veen (hum 7-8) reeds met veel kwartskorrels

30-50 cm: sterk gehumificeerd veen (hum 7-8)

50-80 cm: zeggeveen (hum 6-7)

op 80 cm: basis van het veen; eronder middelmatig zand met plaatselijk veel humushoudend materiaal. Bovenste stukje stukje grover.

ZBM8

0-35cm: sterk gehumificeerd veen (hum 7-8)

35-60 cm: lemig zand (overstromingsleem) met enkele oxydatievlekken. Eronder niet dieper te boren.

ZBM9

0-30 cm: sterk veraard veen met veel anorganisch materiaal (kwartskorrels)

30-40 cm: overgang naar sterk gehumificeerd veen (hum 7-8)

40-70 cm: verweerd veen (hum 7); vooral houtveen

70-100 cm: verweerd houtveen-zeggeveen (hum 6-7)

100-160 cm: houtveen-zeggeveen (hum 7)

160-180 cm: houtveen (hum 6-7); *Betula*

180-220 cm: sterk verweerd houtveen-zeggeveen

op 195 cm: hout van *Alnus*

220-240 cm: weinig verweerd zeggeveen (hum 4), af en toe wel wat hout

240-280 cm: zeggeveen (hum 6) met regelmatig bladresten

280-290 cm: houtveen (hum 5-6)

290-300 cm: lemige overgang

op 300 cm: basis van het veen; eronder grof, blauwgrijs zand

ZBM10

0-20 cm: sterk veraard veen met veel anorganisch materiaal (kwartskorrels ertussen)

20-40 cm: overgang van vorige naar volgende; de kleur gaat over van bruingrijs naar bruinzwart

40-60 cm: sterk verweerd veen (hum 7-8)

60-100 cm: sterk verweerd veen (hum 7) met wat houtresten

100-140 cm: sterk verweerd veen, nauwelijks herkenbare resten

op 140 cm: basis van het veen; eronder nat, grof zand

ZBM11

0-10 cm: geen bladstrooiselzone, bruine laag met worteldoorgroeiing

10-25 cm: donkerroestbruine laag met veraard veen maar veel zandbijmenging

25-40 cm: overgang tussen vorige en veraard veen

40-50 cm: sterk gehumificeerd veen met houtbrokken

vanaf 50 cm: gereduceerd, grof zand

ZBM12

0-10 cm: bladstrooiselzone, bruine laag met worteldoorgroeiing

10-20 cm: sterk humushoudend (bruine kleur)

20-35 cm: zwak uitgelooft profiel, geen duidelijke humusneerslag zichtbaar

vanaf 35 cm: grof, wit zand (afzettingen van rivierterras) met banden van roestvlekken

op 100 cm: hoofdzakelijk reductiekleuren op 100 cm

ZBM13

0-10 cm: Anmoorbodem, zeer sterk gehumificeerd

10-40 cm: Anmoor, zeer sterk gehumificeerd

vanaf 40 cm: zanden van rivierterrassen, onmiddellijk in gereduceerd milieu

vanaf 70 cm: volledig met water verzadigd

ZBM14

0-10 cm: Anmoorbodem met worteldoorgroeiing

10-40 cm: Anmoor, zeer sterk gehumificeerd

vanaf 40 cm: zanden van rivierterrassen, onmiddellijk in gereduceerd milieu

vanaf 60 cm: volledig met water verzadigd

ZBM15

0-20 cm: humusrijke zone (lichtbruin)

20-40 cm: lichtbruine, geoxydeerde zone van grof zand

40-60 cm: overgang naar gereduceerde zone

60-120 cm: gereduceerd gedeelte; zanden van rivierafzettingen.

2. Dwarsprofiel bovenloop: net stroomafwaarts tankbaan doorheen de vallei (bij Spiekelspade).

ZBBO1

0-20 cm: materiaal van recente vegetatie (huidige wortelzone)

20-30 cm: sterk veraard veen (hum 8-9)

30-40 cm: zeggeveen (hum 6-7) met houtresten

40-80 cm: zeggeveen (hum 6-7); weinig hout

80-130 cm: zeggeveen (hum 6-7); zeer slap

130-200 cm: zeggeveen (hum 4-5); weinig hout en vezels cf. *Menyanthes*

op 160 cm: weinig *Phragmites*

200-215 cm: zeggeveen (hum 6-7)

op 215 cm: zand; scherpe bovengrens

ZBBO2

0-20 cm: materiaal van recente vegetatie (huidige wortelzone)

20-30 cm: sterk veraard veen (hum 8-9)

30-70 cm: zeggeveen (hum 6-7) met kwartskorrels

70-90 cm: zeggeveen (hum 8-9) met veel kwartskorrels

90-100 cm: zeggeveen (hum 6-7); ook houtresten

100-130 cm: zeggeveen (hum 6-7); weinig *Phragmites*

130-165 cm: houtveen-rietveen-zeggeveen (hum 6-7)

op 165 cm: zand; scherpe bovengrens

ZBBO3

0-20 cm: materiaal van recente vegetatie (huidige wortelzone)

20-35 cm: veraard veen (hum 9); met kwartskorrels

35-100 cm: zeggeveen-houtveen (hum 7-8)

100-170 cm: zeggeveen (hum 7-8); zeer slap

170-200 cm: zeggeveen (hum 6-7); minder slap

200-250 cm: rietveen- zeggeveen (hum 3-4); met *Phragmites* en *Carex rostrata*

op 250 cm: basis van het veen; eronder zand

ZBBO4

0-25 cm: materiaal van recente vegetatie (huidige wortelzone)

25-35 cm: sterk verweerd veen; met kwartskorrels

35-100 cm: zeggeveen (hum 8-9); zeer slap

100-200 cm: materiaal niet boven te halen (vermoedelijk uitgeveend)

200-230 cm: zeggeveen (hum 7-8); met hout

230-300 cm: zeggeveen (hum 5-6)

300-365 cm: zeggeveen (hum 4-5)

op 330-340 cm: veel *Menyanthes*-zaden

op 365 cm: veel *Carex rostrata*

365-420 cm: houtveen (hum 6-7)

op 420 cm: basis van het veen: eronder zand

ZBBO5

0-20 cm: materiaal van recente vegetatie

20-40 cm: sterk veraard veen (hum 9-10)

40-100 cm: zeggeveen (hum 7); met houtresten

100-120 cm: zeggeveen (hum 7); met houtresten

120-175 cm: zeggeveen-rietveen-houtveen (hum 5-6); met *Phragmites*

175-205 cm: subaquatische afzetting met veel vivianiet en *Phragmites*

op 195-200 cm: grote houtbrok

205 cm: basis van het veen; eronder zand

ZBBO6

Nauwelijks toegankelijk maar niet te boren (recent uitgeveend)

ZBBO7

0-20 cm: materiaal van recente vegetatie

20-45 cm: sterk veraard veen (hum 9-10)

45-75 cm: houtveen (hum 6-7); brokken hout

75-95 cm: houtveen overgaand in zand (hum 8-9); geen scherpe grens

ZBBO8

0-15 cm: materiaal van recente vegetatie

15-40 cm: sterk veraard veen (hum 9-10)

40-70 cm: houtveen (hum 7-8); met houtbrok

70-75 cm: kleiig zand

75-90 cm: houtveen (hum 8); geleidelijk overgaand

op 90 cm: basis van het veen; eronder zand

ZBBO9

0-35 cm: sterk veraard veen

35-45 cm: zandige afzetting

45-70 cm: houtveen (hum 7-8)

70-80 cm: houtveen overgaand in zand

op 80 cm: basis van het veen

Profielen benedenloop nabij Stalse Molen

3. Dwarsprofiel benedenloop-oost: tussen Zwarte Beek (noorden) en Oude Beek (zuiden)

ZBBA1

0-30 cm: teeltlaag, iets donkerder dan onderliggend materiaal

30-62 cm: zandige klei, roestbruin (scherpe bovengrens)

62-70 cm: overgang naar weinig materiaal

70-106 cm: sterk veraard veen (hum 10)

106-120 cm: sterk humeuze, zandige klei (scherpe bovengrens)

120-140 cm: zandige klei

140-180 cm: zand tot grof zand met humeuze bandjes

ZBBA2

0-30 cm: teeltlaag, iets donkerder dan onderliggend materiaal

30-42 cm: zandige klei met ijzerconcreties

42-90 cm: humeus zand, grover in de diepte

ZBBA3

0-32 cm: teeltlaag

32-60 cm: afwisselend zand met kleiig zand

60-82 cm: zeer sterk veraard veen met zand

vanaf 82 cm: humeus zand, duidelijk gelaagd; grover wordend in de diepte

ZBBA4

0-30 cm: teeltlaag

30-45 cm: humeus, ijzerhoudend zand

45-85 cm: afwisselend zand-kleiig zand, grover wordend in de diepte

vanaf 85 cm: grof zand met humeuze bandjes

ZBBA5

0-30 cm: bouwvoor

30-82 cm: humeus, ijzerhoudend zand overgaand naar kleiig zand; bevat ijzerconcreties en onderaan donker humeus

vanaf 82 cm: zand tot grof zand

ZBBA6

0-32 cm: bouwvoor

32-38 cm: humeus zand

38-81 cm: sterk veraard veen met ijzerconcreties

81-85 cm: humeuze, kleiige overgang

vanaf 85 cm: scherpe grens met matig tot grof zand

ZBBA7

0-30 cm: bouwvoor

30-73 cm: sterk veraard veen

73-86 cm: humeuze, kleiige overgang

vanaf 86 cm: grof, groengrijs zand

ZBBA8

0-30 cm: bouwvoor

30-40 cm: humeus zand met veel ijzerconcreties

40-49 cm: sterk veraard veen

49-52 cm: humeuze, organische klei

vanaf 52 cm: zand, grover wordend

ZBBA9

0-30 cm: bouwvoor

vanaf 30 cm: grof zand

4. Dwarsprofiel benedenloop-west: tussen bebost gedeelte en Molendijk

ZBBB1

0-20 cm: teeltlaag, grijszwart; ijzerconcreties tot aan oppervlakte

grote ijzerconcreties op basis teeltlaag

vanaf 20 cm: zand tot grof zand

ZBBB2

0-30 cm: zandig venige bouwlaag

30-40 cm: middelmatig tot grof zand; niet dieper te boren

ZBBB3

0-40 cm: sterk veraard veen (hum 10)

40-45 cm: zandige laag (overstroming)

45-70 cm: houtveen (hum 6) met veel zand

70-90 cm: humeus zand met (wortel)hout ertussen

ZBBB4

0-30 cm: sterk veraard veen (hum 10)

30-40 cm: roestbruin zand

ZBBB5

0-25 cm: sterk veraard veen

25-40 cm: roestbruin zand

ZBBB6

0-15 cm: sterk veraard veen

15-20 cm: sterk humeus zand

20-30 cm: zand

ZBBB7

0-30 cm: sterk veraard veen

30-40 cm: zand

5. Dwarsprofiel benedenloop-zuidoost: tussen Winterbeek en Oude Beek

ZBBC1

0-25 cm: sterk veraard veen (bouwlaag)

25-55 cm: sterk veraard veen (hum 9)

55-70 cm: humusrijk zand

ZBBC2

0-30 cm: sterk veraard veen (bouwlaag)

30-40 cm: sterk veraard houtveen (hum 7-8)

40-50 cm: humusrijk zand

50-70 cm: water verzadigd zand valt uit de boor

ZBBC3

0-40 cm: sterk veraard veen

40-65 cm: houtig veen, sterk verweerd (hum 7-8)

65 cm: scherpe grens met zandig materiaal

ZBBC4

0-40 cm: sterk veraard veen

40-70 cm: sterk verweerd veen (hum 8); houtveen
70-80 cm: 'vettige laag'; *Anmoor* (=sterk humeus, kleiig)
80-100 cm: zand

ZBBC5

0-30 cm: bouwlaag, losser materiaal
30-60 cm: sterk verweerd veen (hum 8);
60-65 cm: idem met ijzerconcreties (limoniet)
65-75 cm: 'vettige laag'; *Anmoor*
vanaf 75 cm: zand

ZBBC6

0-40 cm: sterk veraard veen
40-45 cm: 'vettige laag'; *Anmoor*
45-48 cm: zandige laag
48-70 cm: humeuze klei

6. Verkennende boringen met dik veenpakket (≥ 400 cm)

Ter hoogte van Koersel-Fonteintje voetbalveld

Boring 1: (Lambert-coördinaten; X: 216.562 Y: 198.234)

0-50 cm: hum 6-7, ook met detritisch materiaal erbij
op 50 cm: ook hout (*Alnus*)
50-95 cm: zuiver veen, rietveen-zeggeveen hum 4-5
ook met *Equisetum fluviatile* (lange verticale stengels)
95-100 cm: brok hout (*Alnus*)
100-145 cm: rietveen-zeggeveen hum 4-5
145-180 cm: zuiver veen, houtven-rietveen hum 6-7
180- 280 cm: zeer slap veen, nauwelijks iets boven te halen
280-330 cm: rietveen-zeggeveen hum 4
op 310 cm: brok hout (*Alnus*)

op 330 cm: zaden van *Comarum palustre*

330-360 cm: zeggeveen hum 4-5

op 340 cm: *Carex*-urntje

360-380 cm: zuiver veen, slap veen hum 7, weinig herkenbare resten

380-390 cm: overgang van zuiver veen naar zandig materiaal

390-410 cm: fijn tot matig blauwgrijs zand, rijk aan weinig materiaal

Boring 2: (Lambert-coördinaten; X: 216.559 Y:198.210)

0- 45 cm: onduidelijk zeggeveen, eerder slap hum 6

45- 100 cm: zeer slap veen, nauwelijks herkenbare resten hum 7-8

100- 150 cm: zeggeveen-houtveen hum 6

150- 180 cm: zuiver onduidelijk veen, nog tamelijk slap hum 7

180- 260 cm: rietveen- zeggeveen, ook met hout hum 6

260- 280 cm: rietveen- zeggeveen, slap veen hum 6-7

280- 310 cm: rietveen- zeggeveen, hum 5

310- 330 cm: rietveen- zeggeveen, hum 6

op 320 cm: *Carex*-vrucht

330-340 cm: rietveen- zeggeveen, hum 5

340- 380 cm: slap veen, rietveen-zeggeveen, hum 6-7

380- 410 cm: zeggeveen, hum 3-4

rond 400 cm: *Carex*-vruchten

410- 440 cm: zeggeveen met hout, blauwgrijs van kleur, tamelijk slap hum 5-6

440- 450 cm: matig blauwgrijs zand.

Boring 3 (Lambert-coördinaten; X: 216.474 Y: 197.940)

0-30 cm: onduidelijk zeggeveen, slap hum 7-8

30-350 cm: zeggeveen met riet en een weinig hout meestal hum 4-5

op 350 cm: groot stuk hout

360- 415 cm: amorf veen, hum 7-8

415-460: grijszwart organisch materiaal (subaquatische afzetting?)

460-470: geleidelijke overgang naar mineraal substraat

470 cm: basis van het veen; eronder blauwgrijs zand

Ter hoogte van Hoogenbosheide-oost

Boring 4: (Lambert-coördinaten; X: 215.993 Y: 197.890)

0- 40 cm: sterk gehumificeerd veen hum 7-8

een beetje zandbijmenging, ook enkele kiezelsteentjes

nauwelijks herkenbare resten

40-70 cm: sterk verweerd (zegge?-)veen; hum 7-8,

vezel van *Equisetum fluviatile*

70- 100 cm: rietveen – zeggeveen hum 5-6

op 80 cm: veel bladeren van *Salix*

100-180 cm: zeggeveen met wat hout, weinig herkenbare resten, hum 6

180-210 cm: zeggeveen hum 5-6

210-230 cm: zeggeveen hum 5-6, ook met houtbrokken en veel riet

230-280 cm: zeggeveen hum 5-6

280-380 cm: rietveen- zeggeveen hum 5

op 320 cm: *Comarum palustre*

op 330 cm: *Comarum palustre*

380-410 cm: zeggeveen, met urntjes van *Carex cf. rostrata*

410-420 cm zeggeveen met (overstromings-)slib

420-430 cm: venige afzetting met veel (overstromings-)slib

430-450 cm: zuiver veen, slap materiaal

onder 450 cm: grof zand, blauwgrijs van kleur.

Ter hoogte van Hoogenbosheide-west

Boring 5: (Lambert-coördinaten; X: 215.927 Y:197.940)

0-20 cm: geen veraard veen, direct sterk verweerd veen hum 7-8

20-60 cm: zeggeveen hum 6; met stengels van *Equisetum fluviatile*

op 55 cm: *Comarum palustre*

60-100 cm: rietveen-zeggeveen hum 5

100-150 cm: niet zo'n duidelijk zeggeveen als normaal

rond 125 cm: veel hout hum 6

150-180 cm: sterk gehumificeerd veen hum 7; met veel houtresten

180-210 cm: zeggeveen, hum 6-7

rond 195 cm: bevat veel *Equisetum fluviatile*

rond 210 cm: bevat veel houtresten

210-235 cm: zeggeveen; bevat veel riet; hum 5

235-280 cm: zeggeveen hum 5

280-315 cm: weinig verweerd veen hum 4: veel *Carex* resten

315-325 cm: veel (wilgen?)-resten; alleszins houtveen

325-345 cm: zeggeveen-rietveen, hum 5-6

345-380 cm: sterker verweerd zeggeveen hum 7: met *Carex rostrata*

380-420 cm: subaquatische afzetting met vivianiet

uit allerlei kleine fragmenten bestaand: allochtoon veen?

ter plaatse bezonken?

rond 395 cm: vrucht *Potamogeton*

420-440 cm: wit lemige afzetting: vivianiet

440-480 cm: zeer slap, weinig materiaal, waarschijnlijk subaquatische afzetting met vrucht *Ranunculus* subg. *Batrachium*

Ter hoogte van Hazerik

Boring 6 (Lambert-coördinaten; X: 215.763 Y: 197.758)

0-15 cm: veraard veen

15-35 cm: sterk gehumificeerd veen hum 7-8
35-70 cm: houtveen hum 6
vanaf 50 cm ook met hout (vooral *Betula*); op 60 cm *Menyanthes trifoliata*
70-100 cm: rietveen-zeggeveen hum 6; op 85 cm *Comarum palustre*
100-120 cm: rietveen-zeggeveen hum 6
120-140 cm: brok hout
140-180 cm: houtveen hum 5-6; op 155 cm met *Carex*
180-280 cm: houtveen hum 6-7
280-300 cm: houtveen hum 6
300- 355 cm: zeggeveen hum 6
355- 380 cm: slap, sterk verweerd zeggeveen hum 7
380-415 cm: zeggeveen hum 5
415-440 cm: zeggeveen hum 6
op 425 cm: urntjes van *Carex*
440-450 cm: subaquatische afzetting met vivianiet en allochtoon plantenmateriaal
450-455 cm: houtbrok
455-480 cm: zeer slap veen (subaquatische afzetting) met bovenaan veel vivianiet
480-500 cm: zeggeveen (waarschijnlijk subaquatische afzetting)
500-505 cm: gelaagde lemige afzetting (vivianiet)
505-525 cm: korrelige afzetting (vivianiet) met pikzwarte bodembestanddelen
op 525 cm: basis van het veen
eronder matig blauwgrijs zand

Boring 7 (Lambert-coördinaten; X: 215.758 Y: 197.940)

0-20 cm: matig veraard veen (geoxydeerd)
20-35 cm: sterk verweerd veen (gereduceerd): hum 7-8
35-80 cm: zeggeveen hum 5-6; tussen 35 cm en 50 cm veel bladresten
80- 100 cm: zeggeveen hum 6-7

100-140 cm: rietveen-zeggeveen, hum 6
140-150 cm: houtveen met riet erbij, hum 6
150-180 cm: houtveen hum 6
180-200 cm: zeggeveen hum 7
200-240 cm: vooral houtveen (*Salix, Alnus*) hum 6-7; met zeggeveen ertussen
240-280 cm: zeggeveen hum 7
280-360 cm: zeggeveen hum 6-7
360-380 cm: sterk verweerd veen, hum 6-7
380-405 cm: zeggeveen hum 4-5
405-455 cm: venige afzetting met ook kwartskorrels; weinig slib met hout
vivianiet verspreid ertussen
op 455 cm: basis van het veen, eronder matig tot grof zand.

Humificatiegraad van Post

H1 Vollständig unzersetzter und Dy-freier Torf; beim Quetschen in der Faust geht farbloses, klares Wasser zwischen den Fingern ab.

H2 Beinahe völlig unzersetzter Torf; beim Quetschen fast klares, nur schwach gelbbraunes Wasser abgehend.

H3 Sehr schwach zersetzter oder schwach Dy-haltiger Torf: beim Quetschen deutlich trübes, braunes Wasser, aber keine Torfsubstanz zwischen den Fingern abgehend; Rückstand nicht breiartig.

H4 Schwach zersetzt oder etwas Dy-haltig, beim Quetschen stark trübes Wasser, aber noch keine Torfsubstanz abgehend. Rückstand etwas breiartig.

H5 Ziemlich zersetzter oder ziemlich Dy-haltiger Torf. Pflanzenstruktur noch deutlich aber etwas verschleiert. Beim Quetschen geht etwas Torfsubstanz aber hauptsächlich trübes, braunes Wasser ab; Rückstand stark breiartig.

H6 Ziemlich zersetzter oder ziemlich Dy-haltiger Torf, mit undeutlicher Pflanzenstruktur. Beim Quetschen geht bis 1/3 der Torfsubstanz ab; Rückstand stark breiartig, aber mit deutlich hervortretender Pflanzenstruktur als im ungequetschten Torf.

H7 Stark zersetzter oder Dy-haltiger Torf; Pflanzenstruktur noch ziemlich erkennbar; beim Quetschen geht etwa die Hälfte der Torfsubstanz ab.

H8 Sehr stark zersetzt oder stark Dy-haltig. Pflanzenstruktur sehr undeutlich. 2/3 der Substanz geht zwischen den Fingern ab; Rückstand hauptsächlich aus widerstandsfähigen Pflanzenmaterial, wie Wurzelfasern, Holz, u.a.

H9 Fast völlig zersetzt bzw. Fast ganz Dy-haltig. Beinahe ohne erkennbare Pflanzenstruktur, fast die ganze Torfmasse gleitet beim Quetschen zwischen den Fingern heraus.

H10 Völlig zersetzt oder ganz Dy-haltig. Ohne erkennbare Pflanzenstruktur; beim Quetschen gleitet die ganze Masse zwischen den Fingern ab.

Tekstbijlage 10.3

Boringen in functie van eventueel aanwezige archeologische sites

HAZERIK

Boring 1:

0-35cm: A-profiel: humeus materiaal

Vanaf 35 cm: zand met gley-verschijnselen (C-Profiel)

Boring 2:

0-35cm: A-profiel

Vanaf 35 cm: gebleekt zand, gley-verschijnselen (C-Profiel)

Boring 3:

0-20cm: A-profiel: humeus materiaal

20-50cm: sterk veraard veen

50-75cm: overgaand in gebleekt zand

Boring 4:

0-20cm: A-profiel: humeus materiaal

20-30cm: gebleekt zand + roest vlekken

Boring 5:

0-10cm: humeus materiaal

10-35cm: sterk veraard veen

35-55cm: zand, weinig roest vlekken

van 55cm: gereduceerd zand

Boring 6:

0-15cm: humeus materiaal

15-45cm: sterk veraard veen

45-75cm: zand, weinig roestverschijnselen

75cm: gereduceerd zand

Boring 7:

0-10cm: humeus materiaal
10-55cm: sterk verweerd veen
55-65cm: veen met houtresten
65-80cm: zand met gley-verschijnselen
80-90cm: gereduceerd zand

Boring 8:

0-10cm: humeus materiaal
10-100cm: veen
vanaf 101cm: gereduceerd zand

Boring 9:

0-10cm: humeus materiaal
10-100cm: veen
vanaf 105cm: gereduceerd zand

Boring 10:

0-170cm veen
vanaf 170cm: gereduceerd zand

Boring 11:

0-153cm: veen
vanaf 153: gereduceerd zand

Boring 12:

0-15cm: sterk humeus materiaal
15-25cm: sterk veraard veen
25-40cm: humeus zand
40-55cm: zand met gley-verschijnselen

Boring 13:

0-35cm: humeus materiaal, sterk zandig
35-60cm: zand met roest verschijnselen
60-80cm: zand met gley-verschijnselen

Boring 14:

0-40cm: humeus materiaal

40-55cm: zand met veel roest verschijnselen

55-80cm: zand met gley-verschijnselen

Boring 15:

0-20cm: humeus zand

vanaf 20 cm: droog zand

Boring 16:

0-15cm: sterk humeus materiaal

15-25cm: sterk verweerd veen

25-40cm: humeus zand

40-55cm: zand met gley-verschijnselen

Boring 17:

0-20cm: humusrijke zandlaag

20-50cm: wit bleekgeel zand (oxidatie)

Boring 18:

0-35cm: sterk humeus materiaal

35-60cm: zand met gley-verschijnselen

Boring 19:

0-10cm: wortelzone

10-40cm: sterk verweerd veen

40-70cm verweerd veen, met hout

Boring 20:

0-25cm sterk humeus materiaal

25-40cm: humeus zand

40-55cm: sterk verweerd veen

Boring 21:

0-15cm: humeus zandig materiaal

15-45cm: zandig materiaal + roestverschijnselen

Boring 22:

0-40cm: sterk humeuse zandlaag

40-60cm: zand met oxidatie verschijnselen

60-80cm: zand+gley-verschijnselen

DE KLUUT

Boring 23:

0-15cm: wortelzone, humus

15-30cm: sterk humeus zand

30-55cm: zand met oxidatie verschijnselen

Boring 24:

0-10cm: humuslaag

10-50cm: bleek zand met oxidatie verschijnselen

Boring 25:

0-20cm: humusrijk zand

20-50cm: zand met oxidatie verschijnselen

Boring 26:

0-20cm: humusrijk zand

20-40cm: zand met oxidatie verschijnselen (roest)

40-60cm: natter zand, gley-verschijnselen

Boring 27:

0-35cm: humusrijk zand

35-45cm: sterk veraard veen

45-70cm: zand met gley-verschijnselen, (roest-& groenekleur)

Boring 28:

0-10cm: humusrijk zand

10-60cm: gebleekt zand met roest verschijnselen

Boring 29:

0-20 cm: humeus zand

20-80 cm: zand, aangevoerd materiaal

Boring 30:

0-25 cm: sterk humeus zand

25-50 cm: zand met roestverschijnselen

50-80 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 31:

0-10 cm: humeus zand

10-50 cm: zand met roestverschijnselen

50-75 cm: sterk gehumificeerd veen

(verstoord profiel)

Boring 32

0-30 cm: sterk humeus zand

30-50 cm: zand met roestverschijnselen

50-80 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 33

0-35 cm: sterk humeus zand

35-60 cm: zand met roestverschijnselen

60-80 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 34

0-25 cm: humeus zand

25-50 cm: zand met roestverschijnselen

50-70 cm: zand met gleyverschijnselen

vanaf 70 cm: gereduceerd zand

Boring 35

0-30 cm: sterk humeus zand

30-50 cm: sterk gehumificeerd veen

50-70cm: rietveen-zeggeveen, hum 5-6

Boring 36

0-5 cm: sterk humeus zand

5-40 cm: zand met roestverschijnselen

40-60 cm: sterk verweerd veen

60-70 cm: veen met hout, hum 7

vanaf 70 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 37

0-30 cm: sterk veraard veen

30-55 cm: zand met roestverschijnselen

55-70 cm: zand met gleyverschijnselen

vanaf 70 cm: gereduceerd zand

Boring 38

0-10 cm: sterk humeus zand

10-30 cm: sterk veraard veen

30-50 cm: zand met roestverschijnselen

50-70 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 39

0-5 cm: strooisellaag

5-25 cm: sterk humeus zand

25-60 cm: zand met roestverschijnselen

60-75 cm: zand met gleyverschijnselen

Boring 40

0-5 cm: strooisellaag

5-20 cm: sterk humeus zand

20-60 cm: sterk veraard veen

vanaf 60 cm: rietveen-zeggeveen (hum 6-7)

Tekstbijlage 11.4

Kadasterpercelen, gelegen binnen het voorstel tot te beschermen onroerend erfgoed.

Beringen, 5^e afdeling, sectie A:

81c, 81d, 81e, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102b, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115, 116, 117, 118, 120, 122, 123, 124, 125a, 127, 129, 131, 132, 134a, 136, 137, 138, 139, 140, 142, 143, 147, 148a, 148b, 149a, 149b, 150a, 151a, 152a, 153, 157, 159, 161, 162, 163a, 164a, 166, 168, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 184a, 184b, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 200, 207, 223, 224, 224/2, 225, 226, 227a, 227b, 228, 229, 230, 231, 232, 233a, 235, 236, 237, 239, 241, 243, 245, 247a, 247b, 247c, 247d, 247e, 247f, 247g, 249b, 249c, 251, 253, 255, 257 en 259a.

Referenties

Historische kaarten:

Ferraris de J. (1771-1778): de Kabinetskaart van de Oostenrijkse Nederlanden en het prinsbisdom: kaartbladen 147-2, 147-4 en 165-1.

Van der Maelen P. (1846- 1854): Beverloo 9-3

Dépôt de la guerre: carte topographique des environs du camp de Beverloo (1/20.000);

1848-1853: feuille 12, 13.

Institut cartographique militaire: carte topographique de la Belgique (1/20.000);

1868:17/8 en 25/3; 1871:17/7.

Institut cartographique militaire: carte topographique de la Belgique (1/20.000);

1885:17/8; 1886: 25/3; 1887:17/7.

Institut cartographique militaire: carte topographique de la Belgique (1/20.000);

1909:17/8; 1935:17/7; 1937:25/3.

Militair geografisch instituut: topografische kaart van België (1/25.000);

1960:17/7-8 en 25/3-4.

AGGENBACH C.; KOLKMAN S.; VEGTER U.; BOKELOH D. 1990: Hydro-ecologie van de Zwarte Beek vallei. Een mesotroof veen in de Belgische Kempen. Rapport n°21-1990. Instituut voor Natuurbehoud Hasselt, 81 p.

AGGENBACH C., VEGTER U., WINTER W. 2008:

http://www.beheerdersnetwerken.nl/bestanden/Verslag_vwp_bd08_05_beekpeilregime.pdf

AGGENBACH C. & Molenaar W. 2009:

http://www.beheerdersnetwerken.nl/bestanden/Presentatie_Veenvorming_in_beekdalen.pdf

ALLEMEERSCH L. 1986a: Heide in Limburg: overzicht van de achteruitgang van het heide-areaal in Belgisch Limburg tijdens de laatste 2 eeuwen. Jaarboek van de Federatie der Geschied- en Oudheidkundige Kringen van Limburg. Jaargang XLI, 5-39.

ALLEMEERSCH L. 1986b Hochmoortorfe im östlichen Küstengebiet Belgiens, Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 86, 397-407.

ALLEMEERSCH L. 1987: De opbouw van de middenloop van de zwarte Beek: voorlopige resultaten. Niet gepubliceerd rapport.

ALLEMEERSCH L.; GEUSENS J.; STEVENS J.; RASKIN L. 1988: Heide in Limburg. Uitgeverij Lannoo. Tielt. 119 p.

ALLEMEERSCH L. 1995; Peat in the belgian eastern coastal plain. In: GULLENTOPS, (Ed.), Wetlands in Flanders – Contributions tot the paleohydrology of the temperate zone in the last 15,000 years, 1-54.

BASTIAENS J. 2008: Zaden en vruchten. In: Meganck L. (red.), *Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed Vlaanderen* [online],

http://www.onderzoeksbalans.be/onderzoeksbalans/archeologie/natuurwetenschappen/archeobotanie/zaden_en_vruchten

BATELAAN O & DE SMEDT F. 1994. Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. V.U.Brussel, 74 p.

BAEYENS L. 1975a: Bodemkaart van België; kaartblad Beringen 62 W

BAEYENS L. 1975b: Bodemkaart van België; kaartblad Leopoldsburg 47 W

BAEYENS L. 1976: Bodemkaart van België; kaartblad Peer 47 E

BERGGREN G. 1969: Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species (Sweden, Norway, Denmark, East Fennoscandia and Iceland) with morphological descriptions. Part 2: Cyperaceae, Swedish National Research Council, Stockholm.

BEUG H.-J. 2004: Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

BOS H. 1998: Aspects of Lateglacial-Early Holocene Vegetation Development in western Europe, palynological and palaeobotanical in Brabant (The Netherlands) and Hessen (Germany). LPF Contributions Series n°10 : Utrecht (NL) 240 p.

BRINKKEMPER O. 1991: Wetland farming in the area to the south of the Meuse estuary during the iron age and roman period. An environmental and palaeo-economic reconstruction. Leiden 226 p.

BURNY J. 1986: Het landgebruik in en rond de vallei van de Zwarte Beek in Koersel (Limburgse Kempen), in het begin van de twintigste eeuw. Jaarboek van de Federatie der Geschied- en Oudheidkundige Kringen van Limburg. Jaargang XLI, 79-111.

BURNY J. 1999: Bijdrage tot de historische ecologie van de Limburgse Kempen (1910-1950). Tweehonderd gesprekken samengevat. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap XLII, Maastricht.

CALLEBAUT J., DE BIE E., DE BECKER P., HUYBRECHTS W. 2007: NICHE Vlaanderen: SVW: 1-7. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2007(3), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

CAPPERS R.T.J., BEKKER R.M. & JANS J.E.A. 2006: Digitale zadenatlas van Nederland. Digital seed atlas of the Netherlands. Barkhuis Publishing & Groningen University Library, Groningen.

DE BECKER P. & HUYBRECHTS W. 2000: Vallei van de zwarte beek: ecohydrologische atlas. [IN.R.2000.16]. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud 2000(16), Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

DE BECKER P. 2009: Natuurinrichtingsproject Vallei van de Zwarte Beek (Koersel-Beringen Limburg). Streefbeeldendiscussie, advies INBO.A.2009.4.

DEFORCE K. 2008: Pollen en sporen In: MEGANCK L. (red.), Onderzoeksbalans Onroerend Erfgoed Vlaanderen [online],

http://www.onderzoeksbalans.be/onderzoeksbalans/archeologie/natuurwetenschappen/archeobotanie/pollen_en_sporen

DE PLOEY J., 1961: Morfologie en Kwartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen, Acta Geographica Lovaniensia 1, 126 p.

DE VOS B. 2009: Uncertainties of forest soil carbon stock assessment in Flanders. PhD Thesis. Arenberg Doctoral School of Science, Engineering & Technology. Faculty of Bioscience Engineering. K.U.Leuven.

DIERSEN K. & B. 2001: Moore. 230 p. Stuttgart.

DIRIKEN P., HEYVAERT F. & GILOT E. 1995: Postglacial palaeo-ecological evolution in the Molenbeek-Mombeekvalley. In: GULLENTOPS, (Ed.), Wetlands in Flanders – Contributions tot the paleohydrology of the temperate zone in the last 15,000 years, 55-86.

DUMORTIER M., DE BRUYN L., HENS M., PEYMEN J., SCHNEIDERS A., VAN DAELE T. & VAN REETH W. (red.) (2009) Natuurverkenning 2030. Natuurrapport Vlaanderen, NARA 2009. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2009.7, Brussel

ELLENBERG H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer dynamischer und historischer Sicht: 5. Auflage 170 Tabellen. 1095 p. Stuttgart.

FREDERICKX E. & GOUWY S. 1996: Toelichting bij de Quartairgeologische Kaart. Kaartblad 25 Hasselt. K.U.Leuven. *Vlaams Gewest*. Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel 54 p.

GELORINI V., MEERSSCHAERT L., BOUDIN M., VAN STRYDONCK M., THOEN E. & CROMBE P. 2007: Vroeg- en middenholocene vegetatie-ontwikkeling en preboreale klimatologische oscillatie in de vallei van de Grote Nete (Hechtel-Eksel, Limburg), Notae Praehistoricae 27-2007: 5-17, Brussel.

GELORINI V., MEERSSCHAERT L., BATS M., CALJON L., BOUDIN M., VAN STRYDONCK M., THOEN E. & CROMBE P. 2008: Laat-neolithische landschappelijke ontwikkeling van de vallei van de Molse Nete (Lommel, Limburg, B), *Notae Praehistoricae* 28-2008: 113-124, Leuven

GEYS F. 1977: De preholocene dalmorfologie van de verveende valleien van het Markbekken (Noorderkempen), *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift* 58: 113-120, Gent.

GROSSE-BRAUCKMANN G. 1972: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Bestimmung. *Telma* 2: 19-56.

GROSSE-BRAUCKMANN G. 1974: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u. a. und ihre Bestimmungsmöglichkeiten). *Telma* 4: 51-118.

GROSSE-BRAUCKMANN G & STREITZ B. 1992: Pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. III. Früchte, Samen und einige Gewebe (Fotos van Fossilien Pflanzenresten). *Telma* 22: 53-102.

HATTE C. & JULL A.J.T. 2007: Plant macrofossils. In SCOTT: *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier. 2958-2965.

HUYBRECHTS 1989: Palaeohydrologic conditions in the Mark River basin during the last 15 000 years: *Geologie en Mijnbouw*, 68: 7-36.

HUYBRECHTS W. 1999: Post-Pleniglacial floodplain sediments in central Begium, *Geologica belgica* 2/3-4: 29-37. Brussel.

HUYBRECHTS W. & VERBRUGGEN C. 1994: Rivierlandschappen in Vlaanderen. *Landschap* 11: 3-13.

HUYBRECHTS W., BATELAAN O., DE BECKER P., JORIS I. & VAN ROSSUM P. 2000: Ecohydrologisch onderzoek waterrijke vallei-ecosystemen, Rapporten van het Instituut voor Natuurbehoud 2000(12). Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

HUYBRECHTS W., DE BIE E., DE BECKER P., WASSEN M. & BIO A. 2002: Ontwikkeling van een hydroecologisch model voor vallei-ecosystemen in Vlaanderen, ITORS-V1, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

HUYSMANS, L. & ALLEMEERSCH L. 1995: Common holocene plant macrofossils in Flanders

In: Gullentops, (Ed.), *Wetlands in Flanders – Contributions tot the paleohydrology of the temperate zone in the last 15,000 years*, 101-114.

JULL A.J.T. 2007: AMS Method. In SCOTT: *Encyclopedia of Quaternary Science*, Elsevier. 2911-2918.

KNÖRZER K.H. 2007: Geschichte der synantropen Flora im Niederrheingebiet. *Landschaftsverband Rheinland/Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege*. 484 p.

KÖRBER-GROHNE U. 1964: Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte. Probleme der Küstenforschung 7. 47 p.

KROON P., SCHRIER-UIJL A., STOLK P., van EVERT F., KUILMAN P., HENSEN A. & VEENENDAAL E. 2010: Beïnvloeden van landgebonden broeikasgasemissies. Landschap 2010.2, 99-109.

LAMBINON J., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J. 2004: Nouvelle Flore de la Belgique du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines. 1176 p., Nationale Plantentuin Meise.

LETTENS, S., VAN ORSHOVEN, J., van WESEMAEL, B. & MUYS, B. 2004. Soil organic and inorganic carbon content of landscape units in Belgium for 1950-1970. Soil Use and Management, 20, 1-9.

LIEBENS, J. & VAN MOLLE, M. 2003. Influence of estimation procedure on soil organic carbon stock assessment in Flanders, Belgium. Soil Use and Management, 19, 364-371.

LINDEMANS P. 1994: Geschiedenis van de landbouw in België: eerste deel. 472 p. Antwerpen.

LINDSAY W.L. 1979: Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons New York.

MASSART J. 1912: Les districts flandrien et campinien. In Bommer C. et Massart J. Les aspects de la végétation en Belgique, Bruxelles, Jardin botanique de l'Etat. 80 foto's. Formaat 30 x 40 cm.

MATTHIJS, J., 1999: Kaartblad 25 Hasselt. Toelichtingen bij de geologische kaart van België -Vlaams Gewest. Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel 104 p., 36 fig. 4 tab.

MAES B., BASTIAENS J., DEFORCE K., RÖVEKAMP C., VAN DEN BREMT P., ZWAENEPOEL A., 2006. Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen. 376 p. Amsterdam.

MEERSMANS, J., DE RIDDER, F., CANTERS, F., DE BAETS, S. & VAN MOLLE, M. 2008. A multiple regression approach to assess the spatial distribution of soil organic carbon (SOC) at the regional scale (Flanders, Belgium). Geoderma, 143, p.1-13.

MICHAELIS D. 2002: Die spät- und nacheiszeitliche Entwicklung der natürlichen Vegetation von Durchströmungsmooren in Mecklenburg-Vorpommern am Beispiel der Recknitz. Dissertationes Botanicae. Band 365. 188 p. Berlin-Stuttgart

MOORE P.D., WEBB J.A. & COLLINSON M.E. 1991: Pollen Analysis, 2nd edition, Blackwell Science: Oxford.

MULLENDERS W. & COREMANS M. 1964: Recherches palynologiques à la torubière 'De Moeren' à Postel: Acta geographica Lovaniensia, 3, p. 305-326

MUNAUT A.-V. 1967: Recherches paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique. Acta Geographica Lovaniensia 6, 191 pp.

MUNAUT A.-V. 1969: Etude paléo-écologique d'un gisement tourbeux situé à Terneuzen (Pays-Bas), Berichten v.d. Rijksdienst van Oudheidkundig Bodemonderzoek, 17, p. 7-27.

NILSSON Ö & HJELMQUIST H. 1967: Studies on the nutlet structure of South Scandinavian species of Carex, Botaniska Notiser 120.4, Lund.

NTANGADA & MUNAUT A.V. 1987: Etude palynologique et datation ^{14}C d'une couche de tourbe postglaciaire située dans la vallée de la Lasne à Rosières (Brabant, Belgique). Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgique, 120, 45-52.

PUNT W. et al. 1976-2003. The Northwest European Pollen Flora (NEPF), vols. 1-8, Elsevier, Amsterdam.

RAMSEY C.B. 1995. Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program, Radiocarbon 37(2): 425-430. REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BERTRAND C.J.H., BLACKWELL P.G., BUCK C.E., BURR G.S., CUTLER K.B., DAMON P.E., EDWARDS R.L., FAIRBANKS R.G., FRIEDRICH M., GUILDERTSON T.P., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KROMER B., MCCORMAC F.G., MANNING S.W., RAMSEY C.B., REIMER R.W., REMMELE S., SOUTHON J.R., STUIVER M., TALAMO S., TAYLOR F.W., VAN DER PLICHT J. & WEYHENMEYER C.E. 2004. IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP. Radiocarbon 46: 1029-1058.

SCHAMINÉE J.H., WEEDA E.J. & WESTHOFF V. 1995: De vegetatie van Nederland. Deel 2. Plantengemeenschappen van wateren, moerassen en natte heiden. Leiden 360 p.

SCHAMINÉE J.H., STORTELDER A.H.F. & WEEDA E.J. 1996: De vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Leiden 356 p.

SCHWAAR J. 1986: Subfossile, moosreiche Kleinseggenriede im Geeste-Mündungstrichter bei Laven/Krs. Cuxhaven. Tuexenia 6: 205-218.

SMITH A.J.E. , 1978 : The moss flora of Britain and Ireland: Cambridge University Press. 706 p.

SCHWERZ J.N. 1807-1808: Anleitung zur Kenntnis der Belgischen Landwirtschaft. Hemmerde & Schwetschke, Halle 3 v.

STERCKX G., DE BLUST G. 2008: Heide in de vuurlinie - ecologische gebiedsvisie voor de Natura2000- gebieden van Kamp Beverlo, het Schietterrein van Helchteren en hun omgeving. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2008(25), Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

STORTELDER A.H.F., SCHAMINÉE J.H., & HOMMEL P.W.F.M. 1999: De vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Leiden 374 p.

SUCCOW M. 1982: Topische und chorische Naturraumtypen der Moore. In: KOPP D., JÄGER K.-D., SUCCOW M. u.a. (1982): Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung am Beispiel des Tieflandes der DDR. 138-183. Berlin.

SUCCOW M. & JOOSTEN H. (Hrsg.) 2001: Landschaftsökologische Moorkunde, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart 622 p.

VAN DAELE T., BATELAAN O., DE SMEDT F. 2001: Ontwerp van ecosysteemvisie voor de vallei van de Zwarte Beek. Deel II: Hydrologische systeemmodellering. V.U.Brussel.

VANDENBERGHE J. & BOHNCKE S.J. 1985: The Weichselian Late Glacial in a small lowland valley (Mark river, Belgium and the Netherlands), *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 167-175

VAN GEEL 1978: A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals, *Review of Palaeobotany and Palynology* 25, 1-120.

VAN GEEL B., BOHNKE S.J.P. & DEE H. 1981: A palaeoecological study of an upper late glacial and holocene sequence from « De Borchert », The Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 31, 367-448.

VAN GEEL B., COOPE GR., VAN DER HAMMEN T., 1989. Palaeoecology and stratigraphy of the Lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 30, 25-129.

VAN GEEL B., BUURMAN J., BRINKKEMPER O., SCHELVIS J., APTROOT A., VAN REENEN G. & HAKBIJL T. 2003: Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi, *Journal of Archaeological Science* 30, 873-883.

VAN GEEL B., HALLEWAS D.P. & PALS J.P. 1983: A late holocene deposit under the westfrieze zeedijk near Enkhuizen (Prov. Of Noord-Holland, The Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects, *Review of Palaeobotany and Palynology* 38, 269-335.

VAN GEEL B., KLINK A.G., PALS J.P. & WIEGERS J. 1986: An upper Eemian lake deposit from Twente, eastern Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology* 47, 31-61.

VAN GILS M. et al., 2009: Kartering en waardering van een finaalpaleolithisch/mesolithisch sitecomplex te Arendonk-Korhaan (prov.Antwerpen). Boorcampagne 2003.

VAN GILS M. & DE BIE M., 2006: Steentijd in de Kempen. Prospectie en waardering van het laat-Paleolithisch en Mesolithisch Erfgoed. CAI-project 2003-2004. VIOE-rapporten, 2:7-16.

VANSTEELANDT, P. 1993: De gevolgen van de mijnverzakkingen in Limburg. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 110, 199-208.

VERBRUGGEN C., DENYS L. & KIDEN P. 1996: Belgium. In BERGLUND B.E., RALSKA-JASIEWICZOWA & WRIGHT H.E. (eds), *Palaeoecological Events During the Last 15.000*

Years: Regional Syntheses of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe, 553-574.

VERDURMEN I. & TYS D. 2007: Centrale Archeologische Inventaris (CAI) III De archeologische waarde van militaire domeinen. VIOE-rapporten 03.

WEEDA E.J., WESTRA R., CH. & T. 1994: Nederlandse oecologische flora 5: 399 p. Amsterdam

