

# Advies over ecohydrologische metingen in het Peutiebos-Floordambos (Vlaams- Brabant)

Adviesnummer:	<b><u>INBO.A.3783</u></b>
Auteur(s):	<b>Jan Wouters</b>
Contact:	<b>Niko Boone (<a href="mailto:niko.boone@inbo.be">niko.boone@inbo.be</a>)</b>
Kenmerk aanvraag:	<b>e-mail van 4 april 2019</b>
Geadresseerden:	<b>Vlaamse Landmaatschappij Afdeling Landinrichting en Grondenbank Dienst projectondersteuning T.a.v. Hilde Heyrman Koning Albert II-laan 15 1210 Brussel  <a href="mailto:Hilde.Heyrman@vlm.be">Hilde.Heyrman@vlm.be</a></b>

Dr. Maurice Hoffmann Administrateur-generaal wnd.
------------------------------------------------------

## Aanleiding

---

De Vlaamse Landmaatschappij (VLM) bereidt de opmaak voor van een landinrichtingsplan in functie van een groen-blauw netwerk tussen Floordambos, park Drie Fonteynen en de Woluwevallei, een sterk verstedelijkte regio. Dit maakt deel uit van het landinrichtingsproject Vlaamse Rand (planzone Woluwe-Trawool-Floordambos).

Op basis van de vegetatie bestaat de indruk dat het Peutiebos en Floordambos sterk aan het verdrogen zijn. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om een zone van het Floordambos te vernatten door de Trawool op te stuwen. Om in eerste instantie een goed beeld te krijgen van de huidige werking van het watersysteem (Trawool-rabatten-grachtjes) wil de VLM op korte termijn twee raaien installeren van meerdere peilbuizen, en een peillat. Dit kan de basis vormen om een aantal ecohydrologische maatregelen mee op te nemen in het inrichtingsplan of ook de basis voor een verder, meer gedetailleerd onderzoek via een studieopdracht.

## Vraag

---

1. Welke informatie is beschikbaar over het grondwaterpeil in het Peutiebos en Floordambos?
2. Wat is de huidige functie van de rabatten en (hoe) kunnen deze bijdragen aan het verdere ecohydrologisch beheer van het gebied?
3. Op welke locaties wordt best een grondwaterpeilmonitoring of peilmeting in de Trawool opgestart en hoe worden meetraaien best geplaatst in een gebied met rabatten om het watersysteem te kunnen inschatten in functie van eventuele aanpassingen aan het watersysteem?

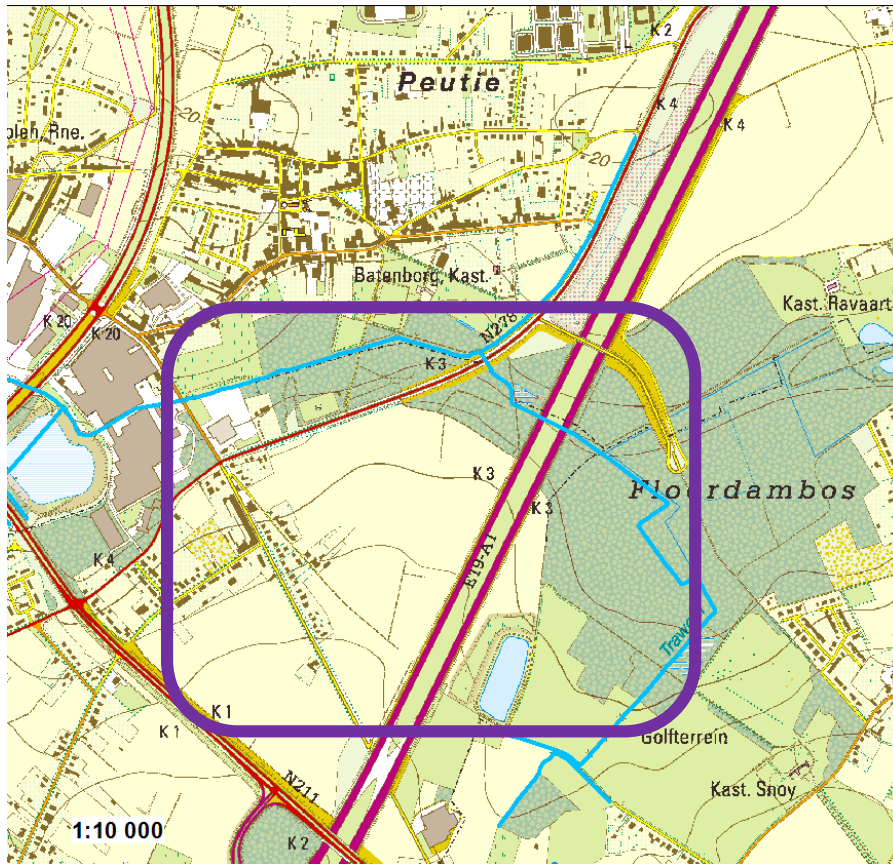
## Toelichting

---

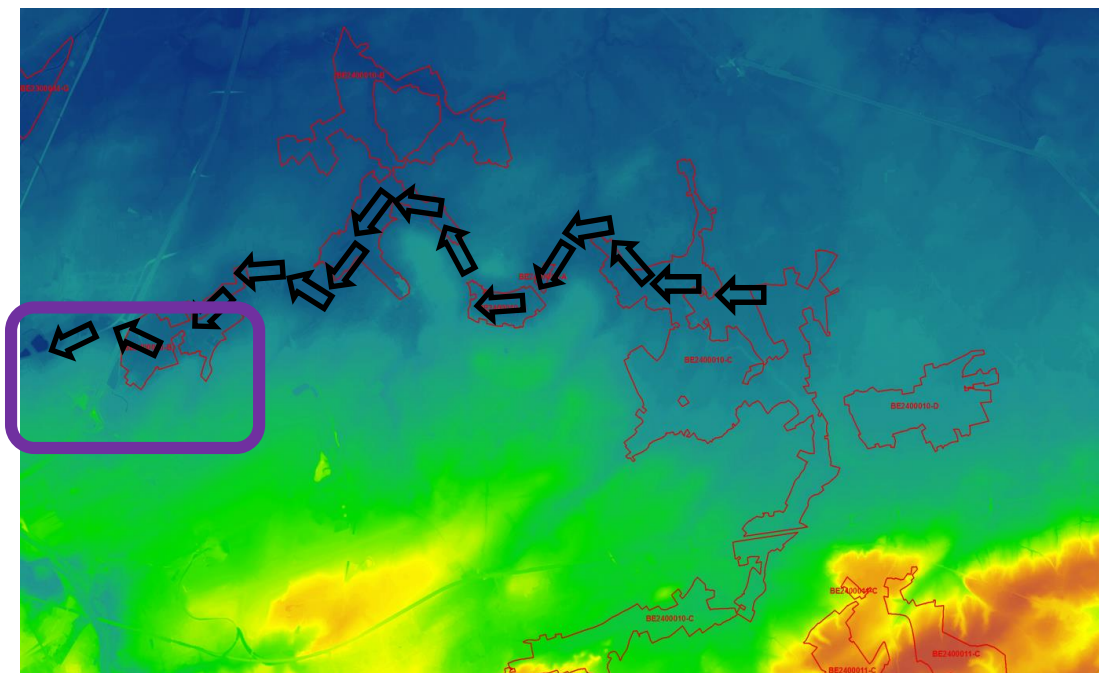
### 1 Inleiding

Het Floordambos-Peutiebos is een Midden-Brabants valleibos op het grondgebied van de gemeenten Steenokkerzeel en Vilvoorde. De snelweg E19 doorsnijdt het bos. Het interessegebied omvat het volledige Peutiebos en het westelijke deel van het Floordambos (figuur 1). Door het gebied stroomt de Trawoolbeek, die in het Floordambos-Peutiebos vooral door grondwater gevoed wordt. Daarnaast ontvangt de beek ook het overstortwater van een bekken dat water opvangt van de luchthaven.

Het bos ligt in de fossiele vallei van de 'oer-Dijle', die hier tijdens het Pleistoceen in westelijke richting stroomde, cfr. de theorie van Van Esbroeck (Van Esbroeck, 1935; Wouters *et al.*, 2018) (figuur 2). Landschapsecologisch vertoont ze veel verwantschap met de andere valleigebieden in deze fossiele vallei. Het geheel van deze gebieden vormt de kern van het Natura 2000-gebied (SBZ) "Valleigebied tussen Melsbroeck, Kampenhout, Kortenberg en Veltem".



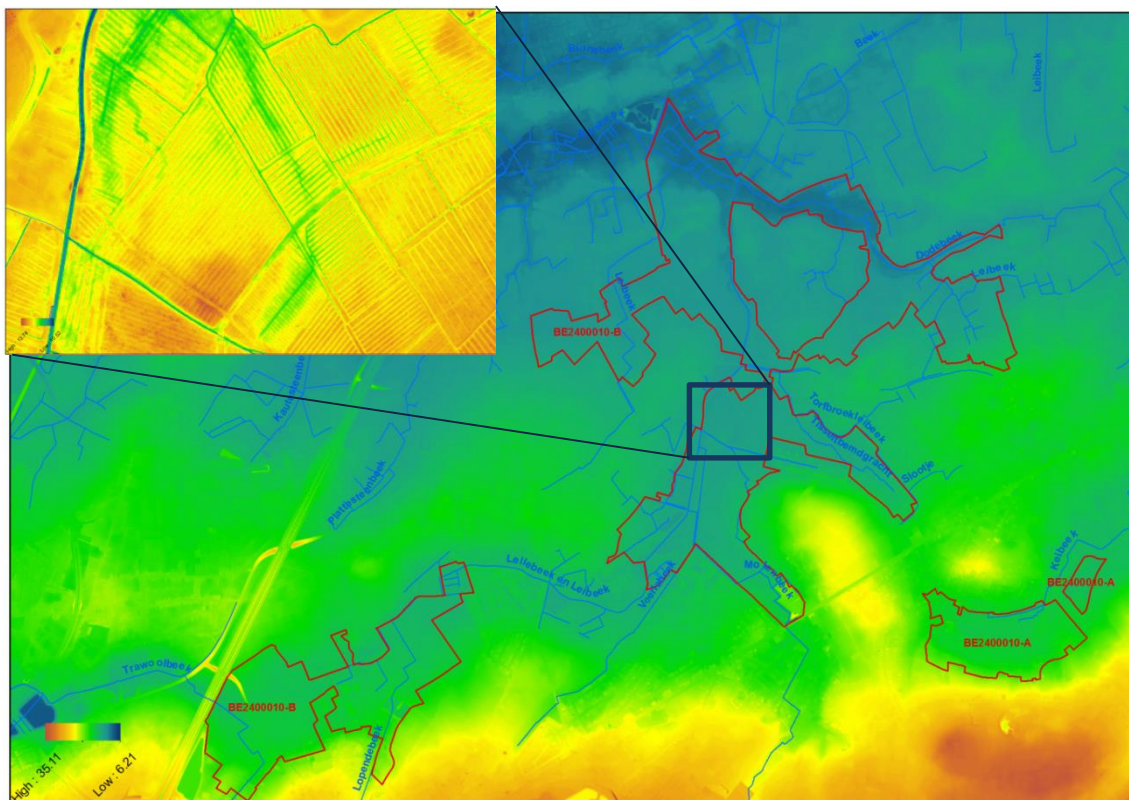
Figuur 1: Situering van het Floordambos-Peutiebos, de Trawoolbeek en het interessegebied.



Figuur 2: Oude loop van de Dyle volgens Van Esbroeck (1935) geprojecteerd op een DHM. Het Floordambos en Peutiebos liggen binnen de paarse zone. Het Natura 2000-gebied "Valleigebied tussen Melsbroek, Kampenhout, Kortenberg en Veltem" is aangeduid met rode omlijning.

De belangrijkste gemeenschappelijke landschapsecologische kenmerken van deze gebieden zijn:

- Ze bevinden zich in de overgangszone van de vrij vlakke zandleemstreek in het noorden en het hoger gelegen golvend Brabantse leemplateau ten zuiden.
- De matig tot zeer natte valleibodems worden vooral gevoed met regionaal grondwater vanuit zuidelijk gelegen infiltratiegebieden.
- Het grondwater is (zeer) mineraal-/kalkrijk.
- De valleien zijn vooral gevuld met alluviale leem. Veenbodems komen er heel weinig voor.
- De alluviale processen (sedimentatie/erosie) zijn hier grotendeels gestopt nadat de Dijle haar loop in noordelijke richting verlegde ( $\pm 3.000 - 9.000$  jaar geleden).
- Door het wegvallen van de sedimentatie kregen andere bodemprocessen die aanleiding geven tot een bodemprofilering, en normaal gezien vooral actief zijn in infiltratiebodems, hier sindsdien de bovenhand. We spreken daarom over oud-alluviale bodems.
- Bij het in productie nemen van deze bodems (vermoedelijk tijdens de Middeleeuwen) werd hierin een regelmatig patroon van ondiepe greppels gegraven. Deze greppels hadden vooral een drainerende functie. Dit patroon wordt een rabattenstructuur genoemd, waarbij rabat op het hoger gelegen, gedraineerde deel slaat (figuur 3). Waar deze bodems verder onaangeroerd en meestal niet of slechts licht bemest werden, hebben ze voor het natuurbehoud in de regio een bijzondere waarde.
- De huidige beeklopen zijn vrij jong, hebben een peil dat van nature relatief weinig fluctueert (door de grondwatervoeding) en treden hierdoor ook weinig buiten hun oevers. De beken hebben daardoor ook een weinig uitgesproken oeverwalstructuur.



Figuur 3: Hoogteligging (DHM-1 m) en hydrografie in een deel de SBZ "Valleigebied tussen Melsbroek, Kampenhout, Kortenberg en Veltem". De uitsnede geeft een voorbeeld van een detailtopografie bepaald

door een fijnmazige rabattenstructuur in het nabij het projectgebied gelegen Hellebos (Wouters *et al.*, 2018). Dergelijke rabattenstructuur komt in heel de SBZ voor.

Het projectgebied wijkt in lichte mate af van de overige gebieden van de fossiele vallei, omdat het via de Trawoolbeek is blijven afwateren naar het westen (het huidige Zennebekken). De overige gebieden wateren af naar de Dijle. Daarnaast is er in het Peutiebos vermoedelijk ook ondiep veen aanwezig, zoals vastgesteld werd tijdens het plaatsbezoek van de VLM op 19 maart 2019 en wat ook is aangegeven op de bodemkaart (kernserie Afpv).

De aanleiding van de adviesvraag is de indruk dat het gebied aan het verdrogen is. In dit advies bekijken we eerst of dit effectief het geval is. Vervolgens bekijken we de mogelijke oorzaak en welke maatregelen genomen kunnen worden. Tot slot gaan we dieper in op de invloed van de lokale hydrografie op de waterhuishouding en hoe de impact ervan kan gemeten worden.

## 2 Is er sprake van verdroging?

Onder verdroging verstaan we hier een daling van de grondwatertafel, een verminderde kwelduur of -intensiteit (cfr. definitie gebruikt bij de voortoets). Kwel is grondwater dat onder druk diffuus aan de oppervlakte komt.

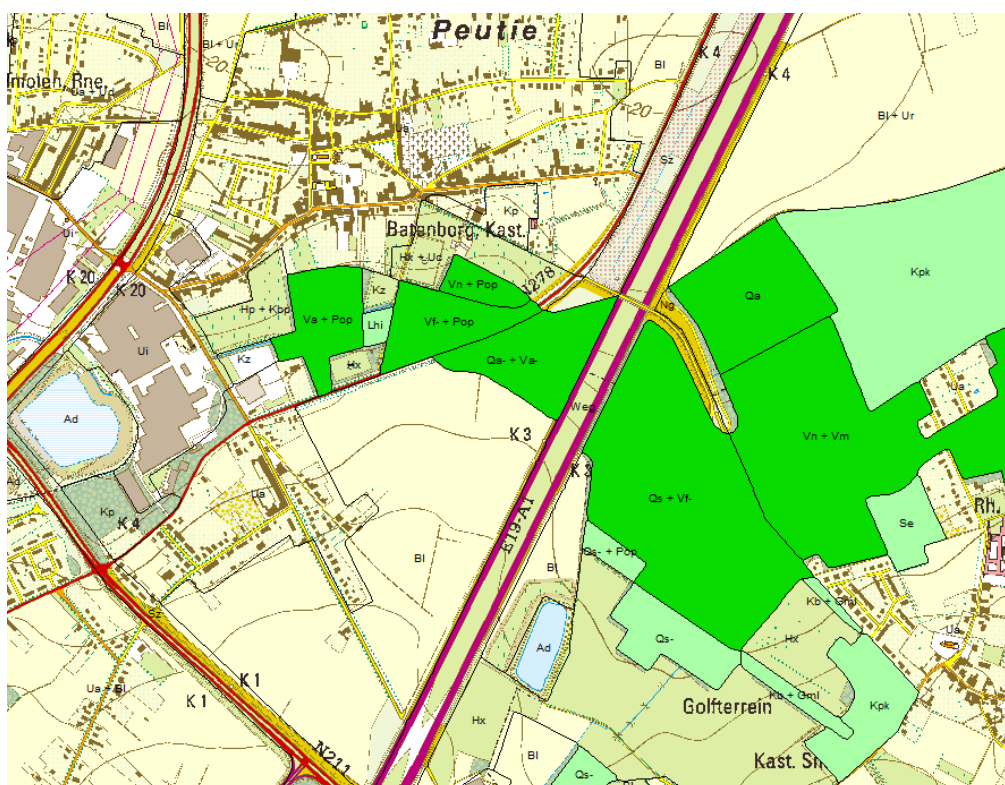
We hebben geen weet van recente of historische peilmetingen van grond- of oppervlaktewater in het gebied: controle van de Watina-databank en het freatisch grondwatermeetnet van DOV gaven geen resultaten.

Een vergelijking van de huidige watertafel met het bodemprofiel kan enige indicatie geven. Daar is wel wat omzichtigheid bij geboden omdat de bodem soms heel traag reageert op wijzigende vochtcondities. Zo kunnen bij verdroging de gleyvlekken nog heel lang zichtbaar blijven. De VLM stelde bij boringen in het Floordambos in maart 2019 vast dat de watertafel zich bovenaan de reductiehorizont bevond, tussen 15 cm en 50 cm onder maaiveld. De bovengrens van de reductiehorizont is het best vergelijkbaar met de laagste grondwaterstand, die hier vermoedelijk in augustus-september bereikt wordt. In de maand maart komt de grondwatertafel hier vermoedelijk nog dicht in de buurt van de hoogste stand. De waargenomen grondwaterstanden in het Floordambos, zij het dat het maar om een momentopname gaat, stemmen dus niet overeen met het bodemprofiel en kunnen een aanwijzing voor verdroging zijn.

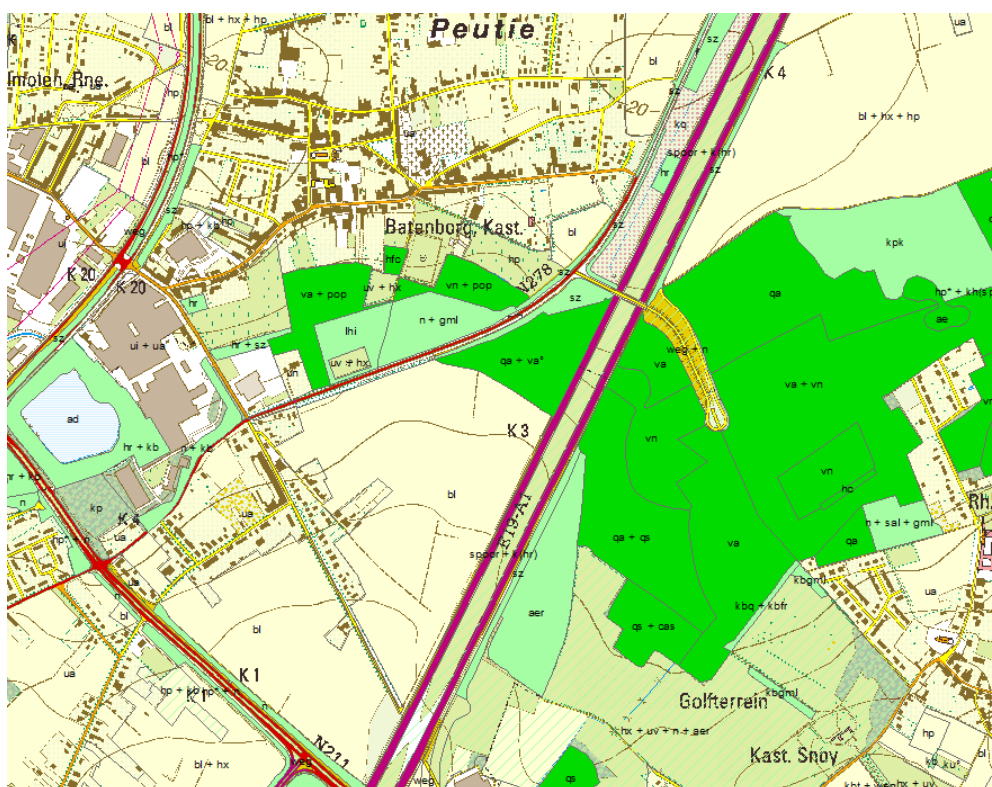
Verdroging verstoort de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke vegetaties. We hebben echter geen weet van specifieke vegetatiestudies over het gebied. Het is wel gekarteerd voor de biologische waarderingskaart (bwk). De karteermethodiek is echter niet ontworpen en is ook niet geschikt om verdroging te detecteren. Sterke vormen van verdroging, die aanleiding geven tot opvallende vegetatiewijzigingen, kunnen bij een herkartering, indien er voldoende tijd tussen zit, wel aan het licht komen. Het is echter moeilijk om de na-ijlingsperiode te kwantificeren, omdat het mee afhankelijk is van de intensiteit van de verdroging. We vergelijken de huidige bwk-versie (*De Saeger et al.*, 2018) (figuur 4) met de eerste bwk-versie (terreinkartering uit de periode 1978 tot 1986) (figuur 5).

Het Peutiebos werd eenmalig geherkarterd in 1998, daarna niet meer. Voor dit gebied beschikken we dus niet over recente vegetatiegegevens. Het Floordambos werd in 2015 geherkarterd, maar de verschillende karteermethodes, de kartering in 2015 was gedetailleerder dan deze in de eerste periode, bemoeilijken de vergelijking. De bwk-versies geven geen aanwijzingen dat het gebied sterk verdroogd is.





Figuur 4: Biologische waarderingskaart, eerste versie (1978-1986).

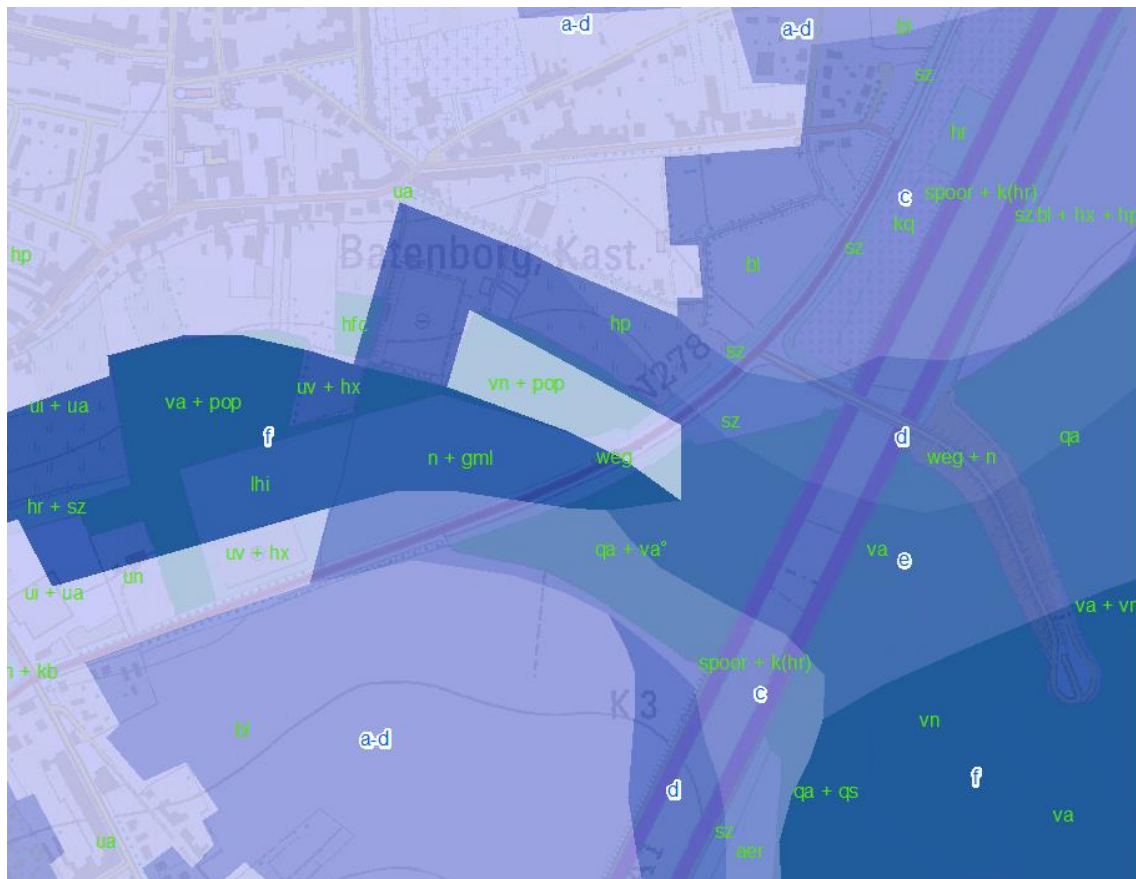


Figuur 5: Biologische waarderingskaart uitgave 2018, karteperiode Peutiebos: 1998, Flordambos: 2015.

Een derde check kan uitgevoerd worden door de huidige vegetatie(patronen) te vergelijken met de drainageklassen van de bodemkaart. De drainageklasse geeft de diepte aan waar de gley en reductie begint. Gley en reductie zijn respectievelijk gerelateerd aan de hoogste en laagste grondwaterstand. De bodemkaart dateert al van ongeveer een halve eeuw geleden. De toestand toen geeft waarschijnlijk een minder verstoorde toestand aan.

Figuur 6 toont de drainageklassen van de bodemkaart waarop de labels van de meest recente bwk-kartering geprojecteerd werden. Over het algemeen stemmen deze voor het Floordambos vrij goed overeen. Zo komt het bwk-type va (alluviaal essen-olmenbos) vaak op bodems met drainageklasse 'e'<sup>1</sup> voor en het type vn (nitrofiel alluviaal elzenbos) op nattere bodems met drainageklasse 'f'<sup>2</sup>. Vergelijken we de beschreven bodemprofielen van recente VLM-profielboringen met deze van de bodemkaart, dan wijken deze minstens een drainageklasse af: ze zijn natter dan volgens de bodemkaart verwacht kon worden. De waargenomen grondwaterpeilen zijn echter wel geschikt voor het voorkomen van type va.

Voor het deel van het Peutiebos ten noorden van de N278, is de situatie verschillend. Op basis van de bodemkaart zou je hier een natter bostype verwachten. Indien dit effectief het geval is, dan betekent dat dat wanneer je het grondwaterpeil hier zou herstellen, de bosgemeenschap vrij sterk zal wijzigen.



Figuur 6: Vergelijking van de meest recente bwk-kartering (groene labels) met de drainageklasse van de bodemkaart (AGIV et al., 2001) (blauwe labels). Hoe donkerder, hoe vochtiger de bodem.

<sup>1</sup> Drainageklasse e : gley tussen 40 cm en 80 cm onder maaiveld, reductiehorizont tussen 80 cm en 120 cm

<sup>2</sup> Drainageklasse f : gley tussen 0 cm en 40 cm onder maaiveld, reductiehorizont tussen 40 cm en 80 cm

Conclusies:

Door het ontbreken van peilgegevens beschikken we niet over directe aanwijzingen dat het gebied in een bepaalde periode al dan niet is verdroogd. Ook indirect zijn er actueel te weinig (eenduidige) gegevens (bv. van storingssoorten) om te kunnen besluiten of het gebied effectief verdroogt. Er zijn enkele indicaties die hierop wijzen (VLM-boringen, vergelijking van de bodemkaart met de bwk in het noordelijk deel van het Peutiebos), maar ook enkele die dat niet doen (vergelijking bodemkaart met de bwk in het overige deel van het projectgebied).

### **3 Mogelijke oorzaken van verdroging en herstelmaatregelen**

We bespreken in dit hoofdstuk beknopt de mogelijke oorzaken van verdroging en maatregelen die deze kunnen verminderen of mitigeren. Dit kan een kader bieden voor eventuele herstelmaatregelen.

Verdroging kan een externe en/of interne oorsprong hebben.

#### **3.1 Mogelijke externe oorzaken en herstelmaatregelen**

Twee mogelijke externe oorzaken zijn het oppompen van grondwater (grondwaterwinning) en het verminderen van de infiltratie van neerslag.

##### Grondwaterwinning

In het gebied ligt ter hoogte van het brongebied van de Trawoolbeek een relatief grote vergunde winning (60.000 m<sup>3</sup>/jaar) in het freatische pakket (Brusseliaan) (bron: DOV-Vlaanderen). Indien een modeleringsstudie zou uitwijzen dat de invloedzone tot in het projectgebied reikt, dan zijn het verminderen van het pompdebiet of het dieper plaatsen van de pompfilter de enige brongerichte maatregelen.

##### Verminderen van de infiltratie

Het gebied ligt in een vrij sterk verstedelijkte omgeving. Het infiltratiegebied van het bosgebied is niet exact gekend, maar het kan op basis van de geologische opbouw benaderend geschat worden.

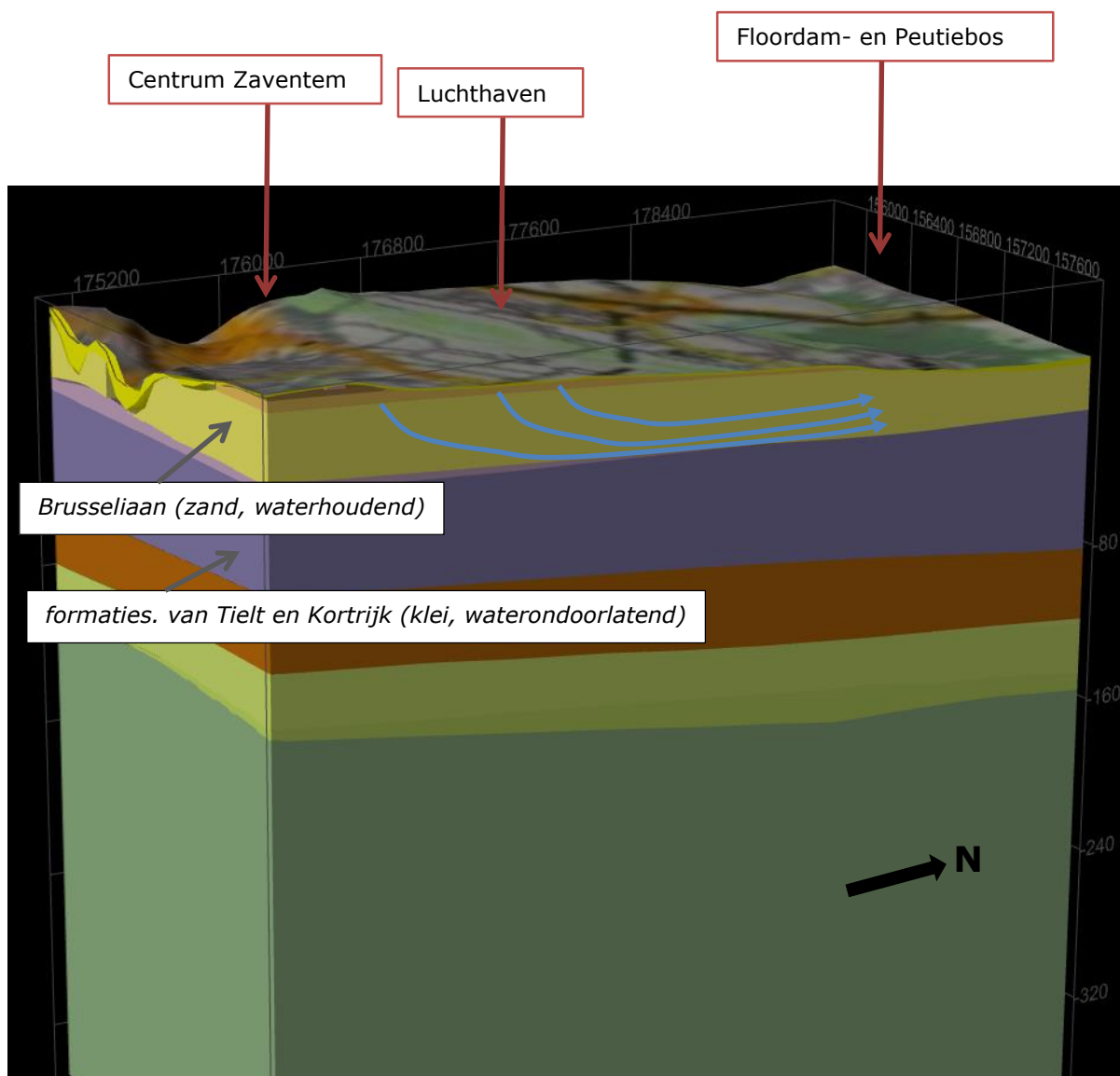
De grondwatervoerende laag, het Brusseliaan, helt hier vrijwel naar het noorden (figuur 7): de bodems in het gebied krijgen hun watervoeding vanuit zuidelijke richting. Omdat de watervoerende laag ook de bovenste geologische laag is, sluiten de infiltratiezones direct op de kwelzones aan.

Het infiltratiegebied omvat waarschijnlijk een gebied dat zich tot het centrum van Zaventem uitstrekt.

Een verminderde infiltratie heeft een daling van de grondwateraanvoer tot gevolg en kan tot verdroging leiden. Hiervoor zijn drie mogelijke oorzaken: een toename van de verharde oppervlakte, een gewijzigd landgebruik en klimaatwijziging.

Vermoedelijk is een relatief belangrijk deel van het natuurlijke infiltratiegebied intussen verhard (o.a. delen van de nationale luchthaven, de Brusselse ring en het centrum van Zaventem). Hierdoor is de kans op verminderde grondwateraanvoer reëel.





Figuur 7: 3D Geologische doorsnede van een gedeelte van het infiltratiegebied van het Floordam- en Peutiebos (Matthijs *et al.*, 2013). De freatische grondwatertafel bevindt zich in het Brusseliaan (lichtgele kleur). De aquitard (formaties Tielt en Kortrijk) is paars gekleurd.

Om de infiltratie te herstellen zijn er twee soorten (brongerichte) maatregelen. De eerste omvat maatregelen die de infiltratie effectief bevorderen, bijvoorbeeld door ontharding van verharde oppervlaktes, de aanleg van wadi's of andere infiltratievoorzieningen. Een tweede soort is het vergroten van de hoeveelheid nuttige neerslag: dit is de hoeveelheid neerslag verminderd met de hoeveelheid die verdampt en bijgevolg in de bodem kan infiltreren. De nuttige neerslag kan vergroot worden door de vegetatie te wijzigen. Zo verdampt een naaldbos of een grasland meer water dan een open grond of een waterpartij. Dergelijke maatregel wordt vooral toegepast in lokale grondwatersystemen. Zo kan het omzetten van naaldhoutaanplantingen naar open duin of heide de grondwateraanvoer naar vennen vergroten. Deze maatregel is minder effectief in regionale systemen zoals dat waarschijnlijk voor dit gebied geldt.

## 3.2 Mogelijke interne oorzaken en maatregelen

De belangrijkste interne oorzaak van verdroging bij een grondwatergevoed systeem is drainage. Bij drainage wordt het grondwater versneld als oppervlaktewater uit het gebied afgevoerd. Het grondwater kan bijgevolg moeilijker de wortelzone bereiken.

Het greppelnetwerk in het gebied werd zonder twijfel met deze bedoeling aangelegd. Het werd aangetakt aan de Trawoolbeek, die ervoor zorgt dat het water sneller uit het gebied stroomt dan zonder drainage het geval zou zijn.

Een mogelijke interne oorzaak van verdroging in dit gebied is het wijzigen van de structuur van de Trawoolbeek (verdiepen, rechttrekken), maar we beschikken niet over gegevens die aantonen dat dit in een recent verleden effectief heeft plaatsgevonden. Het uitdiepen van de greppels is een mogelijke andere oorzaak. Ook dit schatten we als weinig waarschijnlijk in, omdat de greppels in het interessegebied zeker de laatste jaren niet onderhouden werden (zoals ook op het terreinbezoek werd vastgesteld), waardoor hun drainerende werking verminderd is.

Voor het opheffen van de drainage zijn twee brongerichte maatregelen mogelijk: het dempen of opstuwen van greppels, grachten of beken.

Bij het uitvoeren van deze maatregelen zijn wel enkele kanttekeningen te plaatsen.

Een lichte vorm van drainage hoeft niet steeds als nadelig beschouwd te worden. Zo zijn de greppels in de bossen van dit Natura 2000-gebied eeuwenoud. De vegetatie heeft zich aan deze historische situatie met licht gedraineerde bodems aangepast en is meestal bijzonder waardevol.

Maatregelen om een gebied te vernatten, moeten doordacht gebeuren. Het natter worden van een gebied kan immers ook de typisch aan grondwater gebonden gemeenschappen schaden.

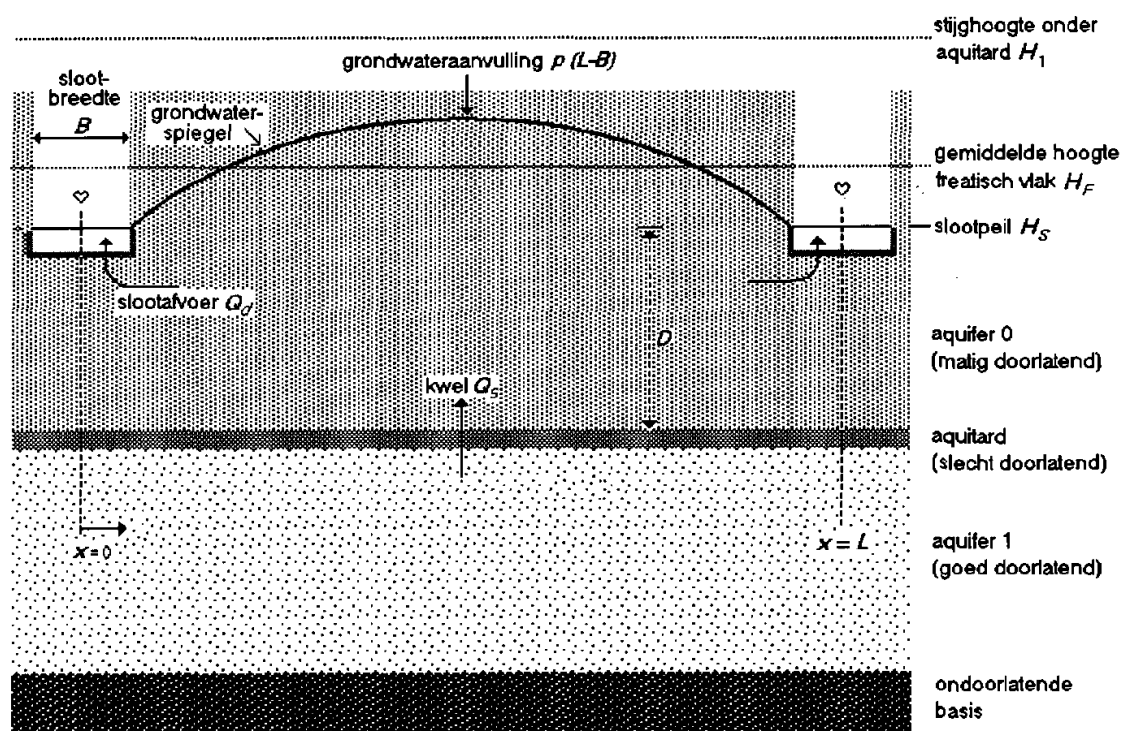
De verklaring hiervoor is een samenspel van twee factoren. Door het verhogen van het waterpeil verhoogt weliswaar de grondwatertafel, maar deze bijkomende watermassa zorgt tegelijk voor een tegendruk t.a.v. de opwaartse kweldruk die onveranderd is gebleven. Het resultaat ervan is minder grondwateraanvoer. Op zich hoeft dat geen negatieve invloed op de grondwatergebonden vegetaties te hebben, omdat het grondwater relatief hoger staat en daardoor meer de wortelzone kan beïnvloeden en/of beschikbaar is voor opname door de wortels. Het wordt pas nadelig wanneer de greppels door het opstuwen/dempen niet alleen minder grondwater gaan afvoeren, maar ook minder regenwater. Dat regenwater blijft langer in het gebied en kan ervoor zorgen dat de samenstelling van het bodemvocht in de wortelzone wijzigt, wat tot verzuring en eutrofiëring kan leiden. Het risico hierop is groter:

- in vlakke gebieden waar (regen)water gemakkelijker kan stagneren (Van Ryckegem *et al.*, 2013);
- bij het gebruik van deze maatregel als mitigatie voor een verminderde kweldruk (bv. door afname van infiltratie) (van der Hoek & van der Schaaf, 1988).

Uitzonderlijk kan een greppelsysteem i.p.v. een drainerende ook een irrigerende functie hebben, omdat het wegnemen van de bodem tegelijk de weerstand tegen de opwaartse druk vermindert. Grondwater kan zich dus gemakkelijker naar deze omgeving verplaatsen in vergelijking met een ongestoorde situatie. Deze kwelvoeding speelt vooral in de zomermaanden (Vyvey, 1992).

## 4 Wat is de invloed van de rabatten op de lokale waterhuishouding

De rabatstructuur werd in dit gebied aangelegd met als enig doel het gebied oppervlakkig te draineren. In de loop der jaren heeft de drainerende functie meer en meer plaats gemaakt door een ecologische functie (zie hoger). In dit hoofdstuk bespreken we wat de invloed van greppels op de grondwassertafel kan zijn en doen dit aan de hand van een rekenmodel opgesteld door Van Drecht (1997). Een betere kennis over deze invloed is een belangrijk gegeven bij het ecohydrologisch beheer van het gebied.



Figuur 8: Geohydrologisch dwarsprofiel loodrecht op twee evenwijdige greppels (Van Drecht, 1997).

Figuur 8 stelt een verticale doorsnede voor van de bovenste lagen van een geohydrologisch systeem. De doorsnede is vergelijkbaar met die van een rabattenstructuur: de sloten stellen twee identieke, parallel lopende greppels voor en de ruimte ertussen een rabat. De toplaag (aquifer 0) bestaat uit matig doorlatende bodemlagen en bevat freatisch grondwater. De gemiddelde verticale doorlatendheid  $k_v$  (m/dag) verschilt van de gemiddelde horizontale doorlatendheid  $k_h$  (m/dag) (anisotropie). Aan de onderzijde van de toplaag bevindt zich een aquitard, d.w.z. een slecht doorlatende laag met een weerstand tegen verticale grondwaterstroming. De watervoerende dikte  $D$  (m) van de toplaag is de afstand tussen de bovenkant van de slecht doorlatende laag en het peil in de greppel of sloot. Onder de aquitard bevindt zich een tweede aquifer met een goede doorlatendheid. De verticale doorsnede staat loodrecht op twee evenwijdige sloten met een onderlinge afstand (hart-op-hart) van  $L$  (m). De sloten hebben een gelijk slooppeil  $H_s$  (m) en breedte  $B$  (m) en een geringe waterdiepte. De grondwateraanvulling (= nuttige neerslag)  $p$  (m/dag), stijghoogte in aquifer 1  $H_1$  (m) en slooppeil  $H_s$  (m) zijn constant.

Verder wordt vooropgesteld dat de watervoerende dikte van de toplaag  $D$  (m) en de sloopbreedte  $B$  (m) klein zijn in vergelijking tot de sloopafstand  $L$  (m).

De grondwateraanvulling en de kwel zorgen voor een verschil tussen de hoogte van de grondwaterspiegel  $H(x)$  (m) binnen de kavel en het slootpeil  $H_s$  (m). Daardoor vindt afvoer van grondwater naar de sloten plaats. Midden tussen de sloten ( $x = L/2$ ) is het verschil ('opbolling') maximaal.

Onderstaande formules gelden enkel voor een systeem in evenwicht: de grondwaterstroming en de hoeveelheid neerslag zijn constant in de tijd.

Men kan voor het beschrijven van het grondwaterpeil in de rabat twee formules hanteren die elk nog een bijkomende aanname stellen:

De formule van Wesseling<sup>3</sup> (Wesseling & Wesseling, 1984) beschrijft de opbolling zonder rekening te houden met de radiale weerstand nabij de sloten. Het houdt wel rekening met een verschil in kweldruk die hoger is nabij de sloten, omdat de freatische grondwaterstand daar lager is.

De formule van Hooghoudt<sup>4</sup> houdt wel rekening met de radiale weerstand, maar stelt dan weer dat de kweldruk overal gelijk is.

We opteren hier voor de formule van Wesseling, omdat we denken dat dit model beter aansluit bij de toestand van een rabattensysteem in een kwelgebied: we schatten de invloed van het negeren van de radiale weerstand lager in dan de (irreële) aanname van een gelijke kweldruk.

De freatische grondwaterstand wordt gegeven door:

$$h(x) = h_s + (H_1 - h_s + p * c) * (\tanh(\alpha) * \sinh\left(\frac{x}{\lambda}\right) - \cosh\left(\frac{x}{\lambda}\right) + 1) \quad (\text{m})$$

De opbolling ( $m_0$ ), dat is de maximale hoogte van de freatische grondwaterstand midden tussen de sloten, volgt uit het invullen van  $x = L/2$  in bovenstaande vergelijking:

$$m_0 = h(L/2) = h_s + (H_1 - h_s + p * c) * \left(1 - \frac{1}{\cosh(\alpha)}\right) \quad (\text{m})$$

De gemiddelde kwelintensiteit (aanvoer van grondwater per  $\text{m}^2$ ) wordt gegeven door:

$$q_s = \left(-p + \left(\frac{H_1 - h_s}{c} + p\right) * \frac{\tanh(\alpha)}{\alpha}\right) * 1000 \quad (\text{mm/dag})$$

Omdat uit de waterbalans volgt dat  $q_d = q_s + p$  geldt voor de afvoer naar sloten (per m sloot):

$$q_d = \left(\frac{H_1 - h_s}{c} + p\right) * \frac{\tanh(\alpha)}{\alpha} * 1000 \quad (\text{mm/dag})$$

met spreidingslengte  $\lambda = \sqrt{k_h * D * c}$  (m) en  $\alpha = \frac{L}{2 * \lambda}$

Verklaring van de symbolen (zie ook Figuur 8):

- $h(x)$ : freatische grondwaterstand op een afstand  $x$  van de sloot/greppel (m)
- $h_s$ : waterpeil in de sloot/greppel (m)
- $H_1$ : stijghoogte onder de scheidende laag (m)
- $p$ : grondwateraanvulling = nuttige neerslag (m/dag)
- $k_h, k_v$ : resp. horizontale en verticale doorlatendheid (m/dag)
- $D$ : watervoerende dikte van de toplaag (m)

<sup>3</sup> <http://www.grondwaterformules.nl/index.php/formules/ontwatering/perceel-met-kwel-wesseling>

<sup>4</sup> <http://www.grondwaterformules.nl/index.php/formules/ontwatering/formule-van-hooghoudt>

- c: weerstand van de scheidende laag (dag)  
L: afstand tussen de sloten/greppels (m)

We willen deze formules gebruiken om het effect te demonstreren van een opstuwing bij twee scenario's:

- scenario 'intern': een scenario met interne verdroging (toegenomen drainage);  
scenario 'extern': een scenario met verdroging door een externe oorzaak (verminderde kwel).

Er geldt algemeen dat kwel recht evenredig is met de stijghoogte, waarbij de stijghoogte onafhankelijk is van de freatische grondwatertafel.

Het toepassen van de formules vraagt de nodige kennis over onder andere de bodemsamenstelling. Deze gegevens hebben we momenteel niet voorhanden. Voor deze adviesvraag willen we vooral verschillen in grondwaterstanden en kwelintensiteit detecteren bij een gewijzigd peilbeheer. De absolute bekomen waarden zijn voor deze vraagstelling minder belangrijk dan de relatieve verschillen.

We vertrekken van volgende parameterwaarden

$k_h = 0,25$  m/dag. Deconinck *et al.* (2006) gaven voor het Torfbroek, een ander valleigebied binnen deze SBZ, als waarde 0,5 op. De waarde die we in dit advies hanteren, wijkt hiervan licht af, maar bij het gebruik van de formule van Wesseling met deze waarde bekomen we kwelintensiteiten die in een bereik liggen zoals ze voor het Torfbroek werden berekend.

$k_v = 0,0313$  m/dag (=  $0,25 / 8$ ), cfr  $k_h/k_v = 8$  (Deconinck *et al.*, 2006)

$p = 0,00035$  m/dag = 125 mm/jaar, wat een aannemelijke waarde is voor een bosgebied uit de streek (Meyus *et al.*, 2004).

$H_1 = 0,5$  m of  $0,1$  m respectievelijk voor het intern en extern scenario (zie verder). De eerste waarde is gebaseerd op het gemeten gemiddelde drukverschil in een peilbuiskoppel in het Torfbroek (bron: Watina). De tweede waarde is een willekeurig gekozen lagere waarde, die wijst op een verminderde grondwateraanvoer.

$D = 5$  m. Dit is een schatting, de dikte van het watervoerende pakket in het projectgebied is momenteel onbekend.

c: we stellen dat hier geen afsluitende laag aanwezig is, waardoor  $c = D/k_v = 160$  dag. De opbouw van de kweldruk gebeurt dan gradueel over de diepte in plaats van discontinu (= geen druk boven de afsluitende laag, wel druk eronder). Deze aanname heeft geen wezenlijke impact op het gebruik van het model.

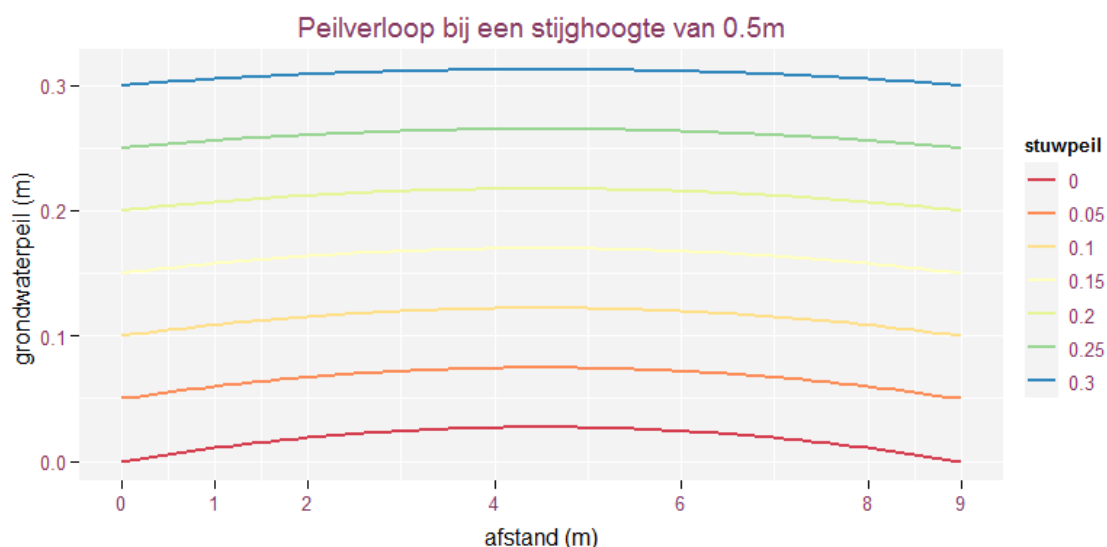
$L = 9$  m, gebaseerd op de gemiddelde breedte van een rabat in het projectgebied. In het zuidelijk deel van het Peutiebos zijn de rabatten smaller (6 m)

Figuur 9 en figuur 10 geven het peilverloop weer bij een toename van de opstuwing bij respectievelijk het intern en het externe scenario.

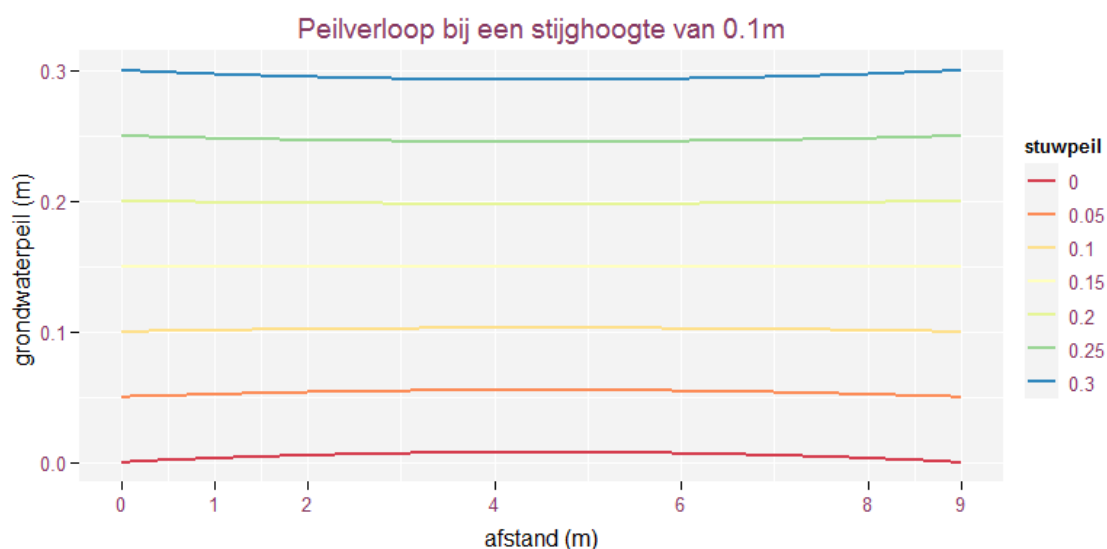
In beide theoretische scenario's valt de sterke invloed van het peil in de greppel op t.a.v. het grondwaterpeil in een rabat. De opbolling blijft bij de ingestelde parameters beperkt tot enkele centimeter. Het peil in de greppel stemt dus bijgevolg goed overeen met het grondwaterpeil (en vice versa).

De opbolling neemt ook af bij een toename van de opstuwing. Hoe sterker de opbolling, hoe groter de afvoer richting de greppel zal zijn.





Figuur 9: Peilverloop in een rabat bij verschillende gradaties van opstuwing in de greppels aan weerszijden van de rabat in het 'intern' scenario. Het grondwaterpeil is relatief t.o.v. het peil in de greppel (= stuwpeil). De afstand is de afstand tot de linker greppel. De afstand tussen twee greppels is 9 m.

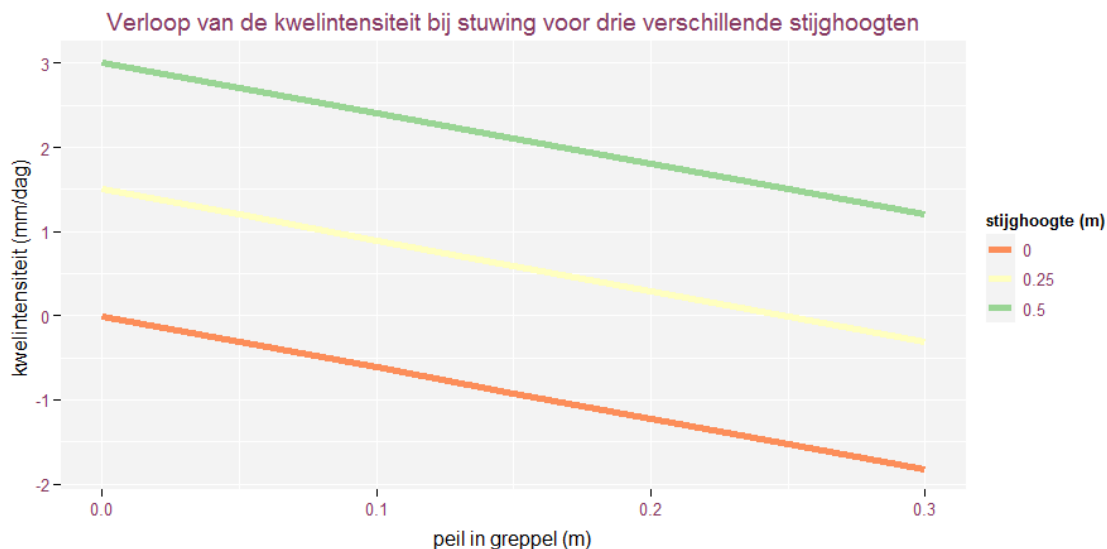


Figuur 10: Peilverloop in een rabat bij verschillende gradaties van opstuwing in de greppels aan weerszijden van de rabat in het 'extern' scenario. Het grondwaterpeil is relatief t.o.v. het peil in de greppel (= stuwpeil). De afstand is de afstand tot de linker greppel. De afstand tussen twee greppels is 9 m.

In het intern scenario zijn de curves allemaal bol: de greppels blijven het bodemwater (combinatie van regenwater en grondwater) draineren. In het extern scenario zijn de curves veel vlakker en wanneer het peil in de greppel hoger komt te staan dan de stijghoogte, is er zelfs sprake van een holle curve: de greppel zal dan niet langer draineren, maar irrigeren.

Een wijziging van het peilbeheer heeft een duidelijke impact op de kwelintensiteit (figuur 11). Deze toont een lineair verband tussen het peil in de greppel en de kwelintensiteit. Wanneer het peil in de greppel ter hoogte van de stijghoogte komt, stopt de grondwateraanvoer en wordt de bodem in de rabat door het water uit de greppels gevoed.

Het verschil tussen de stijghoogte (diepe piëzometer) en het waterpeil in de greppel is een goede graadmeter om de grondwateraanvoer te meten.



Figuur 11: Wijziging van de kwelintensiteit in de rabat ten gevolge van een opstuwing van de greppels bij drie verschillende stijghoogten. Positieve waarden duiden op grondwateraanvoer, negatieve op infiltratie.

We kunnen concluderen dat, bij een systeem in evenwicht waarbij de parameters realistisch zijn, het peil in de greppels sterk het grondwaterpeil in de rabat en de kwelintensiteit bepaalt. Het is aangewezen om bij het instellen van een peilbeheer kennis te hebben over de stijghoogten. Het is ook nuttig om verder te onderzoeken hoe het systeem functioneert wanneer het niet in evenwicht is (bijvoorbeeld achterhalen hoe lang het duurt om terug evenwicht te bereiken na een grote hoeveelheid neerslag).

## 5 Monitoring grond- en oppervlaktewater

Uit de vorige hoofdstukken bleek dat er onduidelijkheid is of in het projectgebied verdroging optreedt en in geval er effectief verdroging optreedt, wat hiervan de mogelijke oorzaken zouden zijn. Ook over de keuze van parameters om de lokale waterhuishouding te karakteriseren, heerst nog onduidelijkheid.

Het opzetten van een grond- en oppervlaktewatermeetnet kan hierin bepaalde zaken verhelderen.

Het meetnet moet toelaten om de relatieve bijdrage van de greppels in de afvoer van grondwater te bepalen. Om hiervan een voldoende juist beeld te krijgen, volstaan enkele meetraaien. Het op te zetten meetnet zal moeilijk kunnen aantonen of er zich al verdroging heeft voltrokken. Dat vraagt een andere analyse, bijvoorbeeld een vegetatiestudie naar verdrogingsindicatoren en een hydrologische studie die de impact van verharding en grondwaterwinnings kan inschatten. Het meetnet kan wel helpen om in de toekomst verdroging te detecteren.

In het meetnet worden de stijghoogte ( $H_1$ ), de opbolling ( $m_0$ ) en het waterpeil ( $H_s$ ) rechtstreeks gemeten. Op basis daarvan kunnen een aantal (vermoedelijk niet allemaal) van de onbekende parameters zoals de dikte van de watervoerende laag ( $D$ ) en de horizontale en verticale doorlatendheid worden geschat. Hierdoor kan het effect van de greppels op het

grondwaterpeil beter ingeschat worden. Door de meetpunten in een transect te plaatsen, zoals door de VLM ook werd voorgesteld, kunnen uit de metingen een aantal onbekende parameters worden afgeleid of geschat.

Om de stijghoogte te bepalen, is het noodzakelijk een diepe piëzometer te plaatsen waarvan de bovenrand van de filter minstens 3 m onder de reductiehorizont ligt. De diepte van de diepe piëzometer kan gebruikt worden als dikte van de watervoerende laag. Het is nuttig om een boorprofiel van de diepe piëzometer te beschrijven. Dat profiel kan helpen bij het interpreteren van de gemeten stijghoogten.

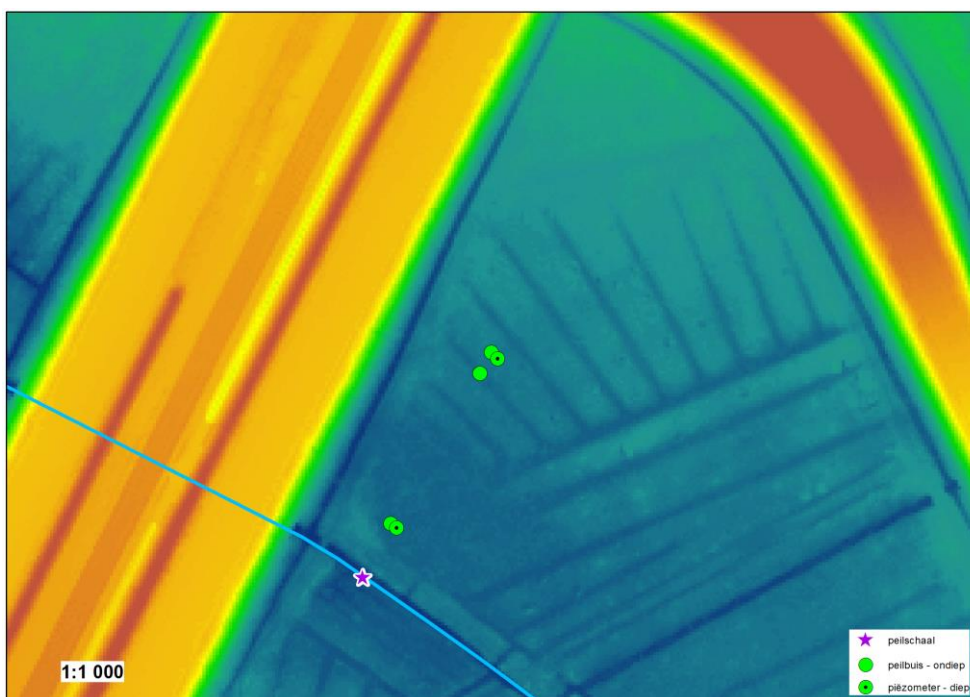
Om de invloed van een greppel op het grondwaterpeil te meten, zijn minstens twee meetpunten nodig: een meetpunt in de greppel en een meetpunt in de rabat. Indien het meetpunt in het midden van een rabat wordt geplaatst, kan op basis van het peilverschil in de greppel en de rabat de opbolling berekend worden. Uit de opbolling (cfr. spreidingslengte) kan dan, voor een bekende dikte van de watervoerende laag, de verhouding tussen horizontale en verticale geleidbaarheid afgeleid worden. Indien de greppel heel het jaar waterhoudend is, kan daar een peilschaal geplaatst worden. Anders plaatst men best een volledig geperforeerde peilbuis. In de rabat wordt best een peilbuis geplaatst, voldoende diep om droogval te vermijden, bij voorkeur naast de diepe piëzometer. In plaats van een peilbuis kan men ook een ondiepe piëzometer plaatsen, waarvan de filter begint vanaf ongeveer 30 cm onder de reductiehorizont. In functie van deze adviesvraag is een peilbuis aan te bevelen, maar voor het valideren van een grondwatermodel of voor het nemen van grondwaterstalen is een ondiepe piëzometer meer aangewezen.

Hogervermelde formules slaan op een toestand in evenwicht. Deze toestand wordt het best benaderd door te rekenen met gemiddelde waarden. Indien men snel een uitspraak wenst, worden beter meetsondes met een dagelijkse meetfrequentie ingezet. Indien dit niet mogelijk is, zijn tweewekelijkse metingen nodig. Belangrijk is dat de metingen steeds op eenzelfde dag rond eenzelfde tijdstip (binnen enkele uren) plaatsvinden.

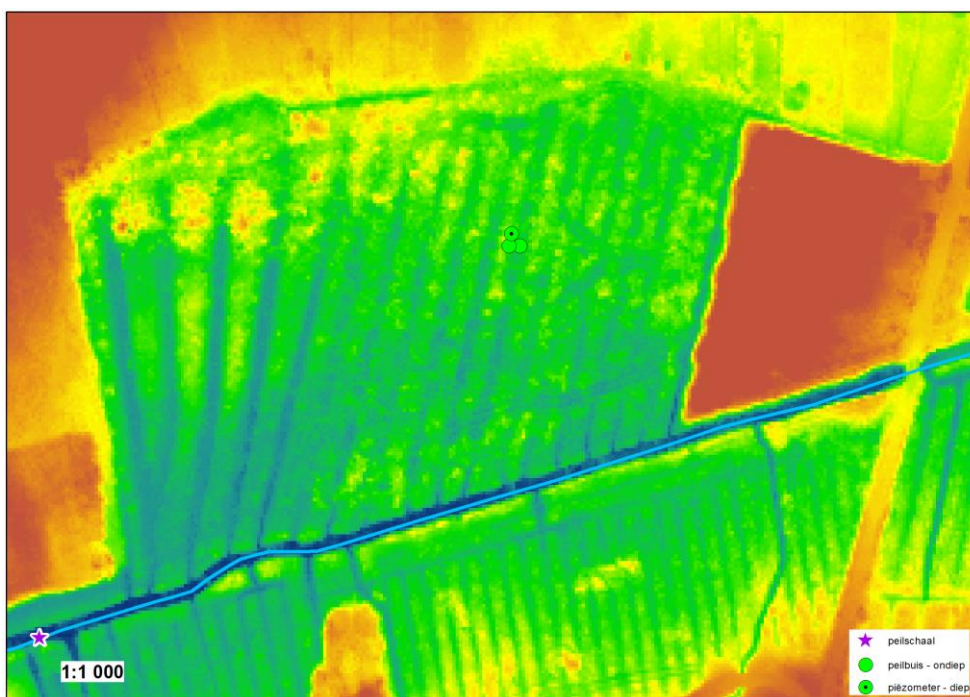
In de Trawoolbeek zou best minstens één meetpunt (peilschaal) geplaatst worden. We raden aan om dit punt zoveel mogelijk stroomafwaarts te lokaliseren.

Het is nuttig om ook op de afvoerdebieten van zowel de greppels als de Trawoolbeek een beter zicht te krijgen. Het afvoerdebiet kan modelmatig berekend worden (zie hoger), maar het is wenselijk om dat ook op het terrein te meten (bv. met een snelheidsmeter (Deconinck *et al.*, 2006)) op verschillende tijdstippen (bv. seizoenaal). Een praktische voorwaarde bij de locatiekeuze is dat de waterdiepte en het debiet er voldoende groot is. Vermoedelijk zal hierdoor enkel de Trawoolbeek voor een debietsmeting in aanmerking komen. Indien een debietsbepaling niet tot de mogelijkheden behoort, kan overwogen worden om (in de Trawoolbeek) een tweede oppervlaktewatermeetpunt te voorzien, liefst zo ver mogelijk van het eerste punt verwijderd. Dit punt zou dan toelaten om het verhang te meten.

Het aantal en de locatie van de meetraaien en oppervlaktewatermeetpunten worden best gekozen op basis van de toegankelijkheid, omdat de meetpunten naar verwachting manueel gemeten worden. Om de gestelde vragen te kunnen beantwoorden, zijn minimaal twee tot vier meetraaien nodig, gespreid over Floordam- en Peutiebos (resp. figuur 12 en figuur 13).



Figuur 12: Mogelijke situering (cfr. voorstel VLM) van twee meetraaien (incl. een peilschaal) in Floordambos geprojecteerd op een DHM.



Figuur 13: Mogelijke situering van een meetraai en een peilschaal in Peutiebos geprojecteerd op een DHM.

## Conclusie

---

1. We hebben geen weet van recente of historische peilmetingen van grond- of oppervlaktewater in het gebied. Een analyse van de beperkt beschikbare gegevens geeft geen eenduidige indicatie van verdroging. Het is daarom onduidelijk of er verdroging optreedt in het projectgebied. Een beknopte analyse/zoektocht naar de mogelijke oorzaken van verdroging, wijst eerder in de richting van een externe (bv. verminderde infiltratie) dan van interne oorzaak (door greppelstructuur). De keuze van herstelmaatregelen wordt best afgestemd op de effectieve oorzaak/oorzaken.
2. Het rabattensysteem was bedoeld om het gebied oppervlakkig te draineren. Deze functie is in de huidige context minder van belang, waardoor de greppels niet meer onderhouden worden. Daardoor vermindert hun drainerende werking. Dit systeem is eeuwenoud. Er hebben zich levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen die aangepast zijn aan dit systeem, waardoor de greppels nu (vooral) een ecologische functie hebben. Peilbeheer van de greppels kan een wezenlijke impact hebben op de grondwaterstanden in de rabatten. Waakzaamheid is geboden omdat het opstuwen van het water in de greppels de grondwateraanvoer kan verminderen.
3. Om het watersysteem te kunnen inschatten, zijn minimaal twee tot vier meetraaien nodig, gespreid over Floordam- en Peutiebos. Een meetraai bestaat minstens uit een peilbuis/piëzometerkoppel (ondiepe peilbuis of piëzometer gecombineerd met een diepe piëzometer) dat ongeveer in het midden van een rabat geplaatst wordt, en een oppervlaktewatermeetpunt in de aanpalende greppel.  
Het verschil tussen de stijghoogte (diepe piëzometer) en het waterpeil in de greppel is een goede graadmeter om de grondwateraanvoer te meten.

Voor de peilbuis volstaat een lengte waarbij droogval vermeden wordt. Als alternatief kan een ondiepe piëzometer geplaatst worden waarvan de filter zich best 30 cm onder de reductiehorizont bevindt. De filter van de diepe piëzometer zit minimaal 3 m dieper. Indien de greppel heel het jaar waterhoudend is, kan daar een peilschaal geplaatst worden. Anders plaatst men best een volledig geperforeerde peilbuis.

In de Trawool is minimaal één meetpunt (peilschaal) noodzakelijk. Dat meetpunt bevindt zich best zo ver mogelijk stroomafwaarts. We raden aan om het peil in de Trawool op minstens twee punten te meten, die liefst zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Bij het kiezen van de locaties wordt best prioriteit gegeven aan een goede spreiding en vlotte toegankelijkheid.



## Referenties

---

AGIV, IWT, Laboratorium voor Bodemkunde van de Universiteit Gent (GIS-Vlaanderen) (2001). Vectoriële versie van de Bodemkaart

De Saeger S., Guelinckx R., Oosterlynck P., De Bruyn A., Debusschere K., Dhaluin P., Erens G., Hendrickx P., Hendrix R., Hennebel D., Jacobs I., Kumpen M., Opdebeeck J., Ruymen J., Spanhove T., Tamsyn W., Van Oost F., Van Dam G., Van Hove M., Wils C., Paelinckx D. (2018). Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart, uitgave 2018. Vol. 71. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 25 p.

Deconinck M., Degezelle T., Libbrecht D. (2006). Ecohydrologische studie van het natuurgebied 'Het Torfbroek' (Kampenhout). Onderzoek naar de haalbaarheid voor het natuurinrichtingsproject Torfbroek Ecolas. 05/9768/DLI, 142 p.

Matthijs J., Lanckacker T., De Koninck R., Deckers J., Lagrou D., Broothaers M. (2013). Geologisch 3D lagenmodel van Vlaanderen en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - versie 2. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse overheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen. 2013/R/ETE/43, 21 p.

Meyus Y., Adyns D., Woldeamlak S.T., Batelaan O., De Smedt F. (2004). Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel – Eindrapport. Studie i.o.v. Min. Vlaamse Gemeenschap Vrije Universiteit Brussel, 81 p.

van der Hoek D., van der Schaaf S. (1988). The influence of water level management and groundwater quality on vegetation development in a small nature reserve in the southern Gelderse Vallei (The Netherlands). *Agricultural Water Management* 14(1-4):423-437.

Van Drecht G. (1997). Modellen voor diffuse ontwatering in de toplaag. *Stromingen* 3(2):5-16.

Van Esbroeck G. (1935). Mouvements tectoniques récentes le long de la Basse-Senne et de la Basse-Dyle. *Bulletin de la Société de Géologie, de Paléontologie et d' Hydrologie* 45:166-180.

Van Ryckegem G., Michiels H., Van den Bergh E. (2013). Opmaak liggingsplan voor laantjes in de Kalkense meersen en het Paardenbroek. Laantjes in functie van het bereiken van een geschikte abiotiek voor de ontwikkeling van botanisch grasland. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.R.2013.7, 88 p.

Vyvey Q. (1992). Experimenteel plantencologisch onderzoek van het Torfbroek te Kampenhout (België): Invloed van het maaibeheer op blauwgrasland met *Juncus subnodulosus*. Deel I + III & II [PhD]. Gent: Rijksuniversiteit Gent. 501 p.

Wesseling J.G., Wesseling J.G. (1984). The influence of seepage on the depth of water tables in drainage. *Journal of Hydrology* 73(3-4):289-297.

Wouters J., De Becker P., Thomaes A. (2018). PAS-gebiedsanalyse in het kader van herstelmaatregelen voor BE2400010 Valleigebied tussen Melsbroek, Kampenhout, Kortenberg en Veltem. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.