

RAPPORT

Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant

Everland, Molenbeekbos en Smitendonks bosje

Klant: Brabant Water N.V.

Referentie: BG6186-WM-RP-220830-1124WM

Status: Definitief/0002

Datum: 25 november 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: **Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant**

Ondertitel: **Everland, Molenbeekbos en Sputendonks bosje**

Referentie: **BG6186-WM-RP-220830-1124WM**

Status: **0002/Definitief**

Datum: **25 november 2022**

Projectnaam:

Projectnummer: **BG6186**

Auteur(s): 5.1.2.e

Opgesteld door: 5.1.2.e

5.1.2.e

Gecontroleerd door: 5.1.2.e

/ 5.1.2.e

Datum: **17-06-2021 / 12-06-2021/ 25-11-2022**

Goedgekeurd door: 5.1.2.e

Datum: **25-11-2022**

Laatste wijziging **25-11-2022**

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd.

HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Bijlage 1 Waterkwaliteit Everland

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 1.1 | Aanleiding | 1 |
| 1.2 | Doel | 1 |
| 1.3 | Leeswijzer | 2 |
| 2 | Onderzoeksgebied en opzet van het onderzoek | 3 |
| 2.1 | Onderzoeksgebied | 3 |
| 2.2 | Opzet van het onderzoek | 5 |
| 3 | Onderdelen van het systeem | 6 |
| 3.1 | Ontstaansgeschiedenis | 6 |
| 3.2 | Hoogteligging | 10 |
| 3.3 | Geologie en bodemopbouw | 11 |
| 3.3.1 | Geohydrologische opbouw | 11 |
| 3.3.2 | De bodemkaart - detaillering van de Holocene afzettingen | 13 |
| 3.4 | Hydrologie | 18 |
| 3.4.1 | Oppervlaktewater | 18 |
| 3.4.2 | Grondwater | 23 |
| 3.5 | Vegetatie | 28 |
| 4 | Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren | 32 |
| 4.1 | Samenvatting van de bouwstenen | 32 |
| 4.2 | Ecohydrologische interpretatie | 34 |
| 4.3 | Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling | 37 |
| 5 | Evaluatie metingen en berekeningen grondwaterkwantiteit | 39 |
| 5.1 | Beschikbare metingen | 39 |
| 5.2 | Grondwaterstand en Stijghoogte | 40 |
| 5.3 | Kwel en wegzijging | 42 |
| 5.4 | Aanbevelingen voor het grondwatermodel | 44 |
| | Referenties | 45 |

Bijlage 1 Waterkwaliteit Everland

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Brabant Water werkt aan de voorbereiding van een nieuwe grondwaterwinning ten noordoosten van de bestaande winning in Wouw. In een eerste voorbereidende stap is met behulp van modelberekeningen bepaald welke van de mogelijk geschikte locaties het minste effecten geeft op bestaande (grondwater afhankelijke) natuurgebieden.

Uit de eerste modelberekeningen blijkt dat de invloed op grondwaterstand en stijghoogten beperkt is. Het grondwatermodel is echter globaal van opzet en bevat niet alle details van de natuurgebieden. Denk dan aan lokale leemvoorkomens, bijvoorbeeld. Voordat besloten wordt om meer gedetailleerde modelberekeningen uit te voeren, wordt eerst een ecohydrologische systeembeschrijving opgesteld om meer inzicht te krijgen in de sleutelprocessen voor de grondwaterafhankelijke natuurgebieden binnen de mogelijke, berekende invloedssfeer waarbij gekeken is naar het eerste watervoerende pakket en niet het voor natte systemen vaak belangrijke freatische pakket. Anders gezegd: er wordt systeemkennis opgedaan. Het gaat dan om zeven gebieden (Figuur 1-1):

1. Oudland.
2. Halsters Laag.
3. Zoomland.
4. Percelen langs Molenbeek (inclusief Sputendonksbosje).
5. Rozenven.
6. Gastels Laag.
7. Crujjslandse Kreken.

Voor elk van deze gebieden wordt een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd. In dit rapport is die voor "Percelen langs Molenbeek (inclusief Sputendonksbosje)" gevat. Daaronder vallen de gebied(jes) Sputendonks bosje, Everland en Molenbeekbosje. Ze zijn onderdeel van Natuurnetwerk Brabant en eigendom van Staatsbosbeheer.

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is om systeemkennis op te doen. Een ecohydrologische systeemanalyse is hiervoor een prima middel, gezien een dergelijke analyse inzichtelijk maakt wat de sleutelprocessen zijn die de (ontwikkeling van de) natuurwaarden in een gebied bepalen.

In feite geeft deze ecohydrologische systeemanalyse dan ook antwoord op één vraag, namelijk:

"Hoe functioneren het Sputendonks bosje, Everland en het Molenbeekbos en hoe werkt dit door in de standplaatscondities?"

Het doel van voorliggende rapportage is het geven van inzicht in het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied, de invloed hiervan op de vegetatie in relatie tot de aanwezige en nagestreefde doelen van het Natuurnetwerk Brabant. Dit inzicht zal gebruikt worden bij de later te maken effectbeschrijving van de nieuwe winning Kruisland in West-Brabant. Dit kan met een (gedetailleerd en verbeterd) grondwatermodel, mogelijk in combinatie met een ecologisch model, of op basis van expertkennis uitgevoerd worden. Dit rapport helpt bij het verder maken van keuzes hierin.

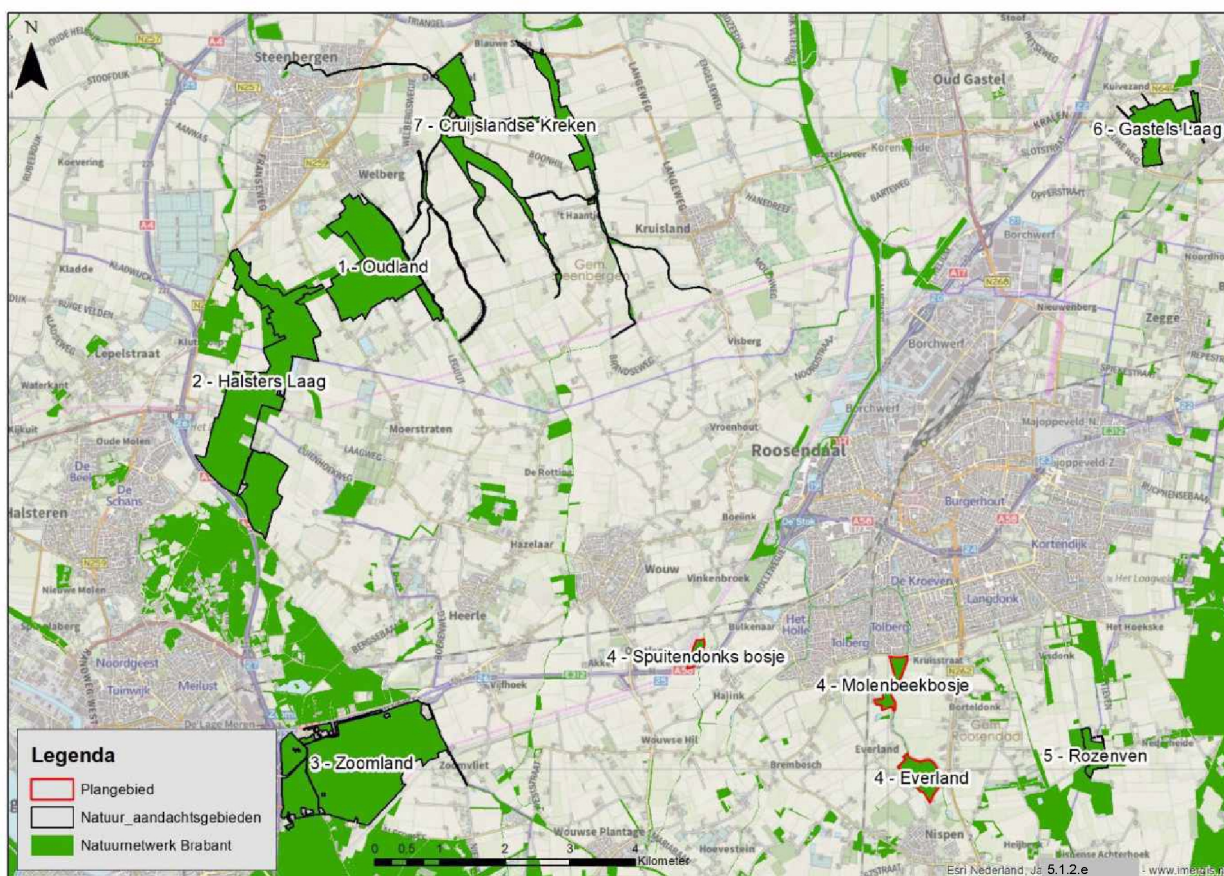
Deze rapportage gaat niet in op:

- de manier waarop de doelen in het veld gerealiseerd kunnen worden. Het rapport bevat dus geen advies over de optimale inrichting (aanpassingen in de waterhuishouding, afgraven van bovengrond);
- de andere invloeden dan hydrologie die invloed hebben op de natuurdoelen. Bijvoorbeeld: vermessing van grondwater, stikstofdepositie of versnippering van natuurgebieden.

Kortom, inrichting of ontwikkeling van het natuurgebied zijn geen onderdeel van de vraag, al is niet uitgesloten dat het incidenteel aan de orde zal komen. Het blijft mensenwerk, geschreven door gepassioneerde ecohydrologen.

1.3 Leeswijzer

Onderstaand wordt eerst de opzet van het onderzoek beschreven (hoofdstuk 2), waarna de resultaten daarvan worden weergegeven (hoofdstuk 3). In het vierde hoofdstuk worden de gegevens samengebracht tot een ecohydrologische interpretatie en worden de sleutelfactoren daaruit afgeleid.



Figuur 1-1: Ligging natuurgebieden (aangeduid met hun toponiem) die zijn opgenomen in deze systeemanalyse (Rode polygonen). Zwarte polygonen (aangeduid met hun toponiem) geven de gebieden waarvoor een systeemanalyse wordt opgesteld. Groene polygonen: Natuurnetwerk Brabant (Provincie Noord-Brabant 2020).

2 Onderzoeksgebied en opzet van het onderzoek

2.1 Onderzoeksgebied

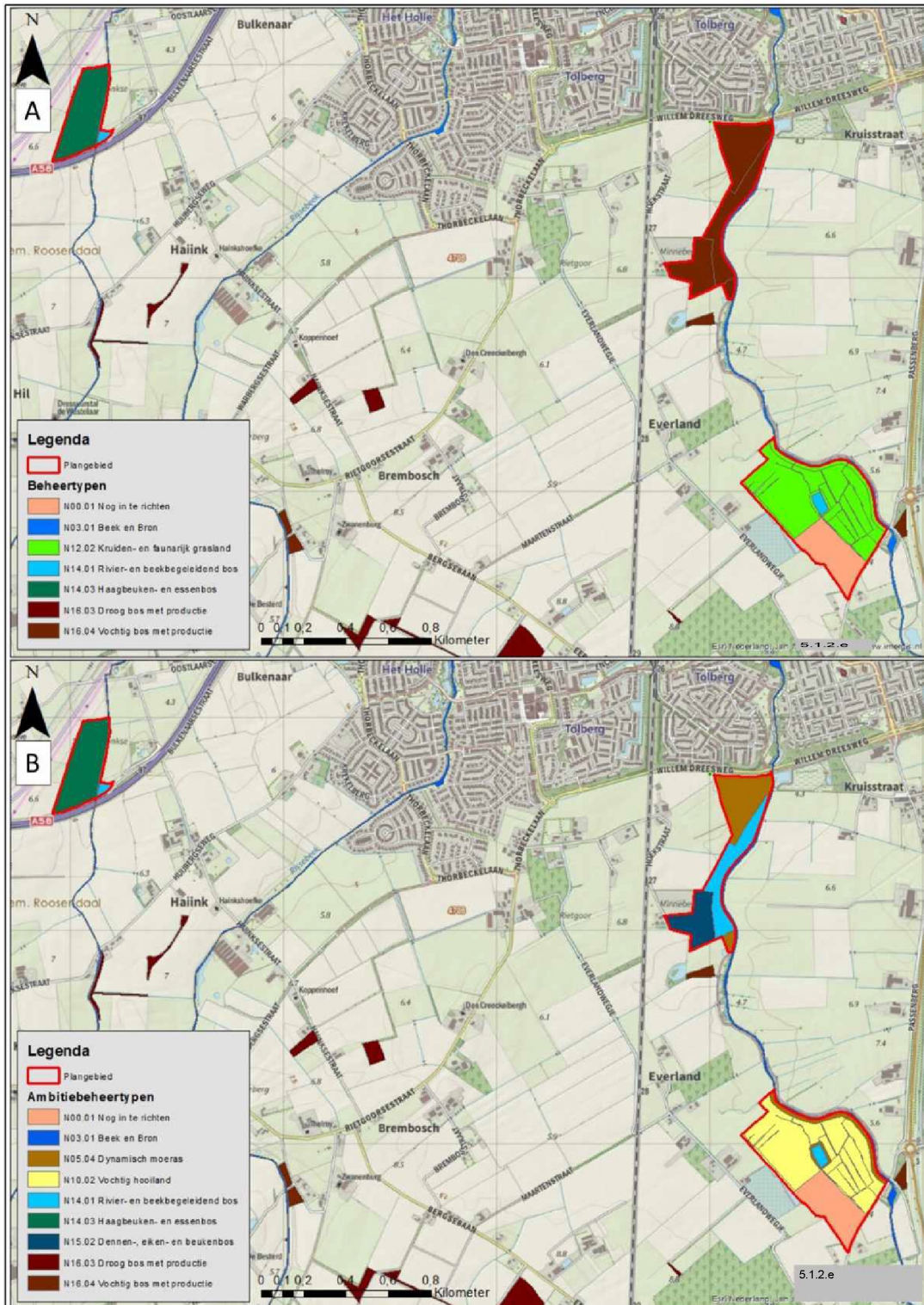
Het onderzoeksgebied -voor deze rapportage Everland, Molenbeekbos en Spuitendonksbosje- bevindt zich ten zuiden van Roosendaal (Figuur 1-1). Everland, Molenbeekbos en Spuitendonksbosje liggen geheel binnen provincie Noord-Brabant, meer specifiek binnen gemeente Roosendaal. Ze zijn niet als Natte Natuurparel aangewezen, maar wel onderdeel van Natuurnetwerk Brabant (Figuur 2-1), deels (Spuitendonksbosje) als stapsteen in een natte ecologische verbindingszone (provincie Noord-Brabant 2020). Overigens valt op dat de op de beheertypenkaart (Figuur 2-1A) een Elzenbroekbos dat actueel aanwezig is niet is opgenomen -wel op de ambitiekaart- en als zodanig niet helemaal recht doet aan de situatie in het veld (cf. Figuur 3-5).

Everland en het Molenbeekbos worden verbonden door de Watermolenbeek, die als Wilderste beek in België nabij Kalmthout ontspringt in nu overwegend agrarisch gebruikt gebied. Begin van de negentiende eeuw ontsprong de beek uit een jachtbos, gewonnen op de natte woeste gronden van de Kalmthoutse heide, dat later uitgebreid is als onderdeel van een nog steeds aanwezig landgoed; De Greef (Ferraris 1777; Vandermaelen 1854; zie ook Figuur 3-1). De ontwatering zal onder meer nodig geweest zijn om bosontwikkeling mogelijk te maken.

De beek wisselt over het 13 kilometer lange traject tot Roosendaal ettelijke keren van naam: eerst Wilderste beek, vanaf Essen (B) Kleine A (op Belgisch grondgebied is het toponiem Kleine A ook te vinden ten zuiden van Wildert), vanaf de landsgrens Kleine Aa en vanaf de kruising met de Antwerpseweg Watermolenbeek.

Het Spuitendonksbosje heeft zijn eigen beek(dal): (een relict van) de Spuitendonkse beek, die ontsprong als Haiinkbeek op de woeste gronden van wat nu de Wouwse heide (nabij Wouwse plantage) heet en vanaf de Spuitendonkse brug in de Spuitendonkse straat de naam Spuitendonkse beek kreeg en krijgt.

Alle drie zijn het in zekere zin (de laatste) relicten van het landschap van vóór de ruilverkavelingen; al op de topografische kaart verkend in 1838 (Nationaal Archief 1842) zijn ze in vrijwel ongewijzigde vorm te vinden. Uiteraard is hun omgeving daarna onherkenbaar (en onherstelbaar, bijvoorbeeld op het vlak van hydrologie en verbondenheid) veranderd. Daarbij delen de Watermolenbeek en de Spuitendonkse beek dat het relatief korte beken zijn, zeker vergeleken met bijvoorbeeld het Mark-systeem dat maar iets oostelijker zijn weg vindt. Dat heeft in ieder geval deels te maken met dekzandruggen in de omgeving. Daarover meer in paragraaf 3.2.



Figuur 2-1: Het onderzoeksgebied (Rode polygoenen) in relatie tot Natuurnetwerk Brabant. De gekleurde polygoenen geven de op grond van Natuurnetwerk Brabant nagestreefde natuurdoelen (A: Actuele beheertypen; B: Nagestreefde ambitietypen) weer (Provincie Noord-Brabant 2020). Het actueel aanwezige Elzenbroekbosje in het Molenbeekbos komt niet terug op de beheertenkaart (A).

2.2 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek richt zich primair op het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van Everland, Molenbeekbos en het Sputendonsbosje. Om sleutelprocessen inzichtelijk te maken is een systeemanalyse uitgevoerd. Voorgaande rapportage is op verzoek, omwille van de beschikbare tijd, tot stand gekomen uitsluitend gebruikmakend van bestaande informatie. Dat wil zeggen dat geen gebruik gemaakt is van bijvoorbeeld een specifiek voor dit onderzoek ingericht meetnet of aanvullende boringen. Dat is gezien het doel van deze rapportage in eerste aanleg ook niet nodig, maar kan wel een advies zijn. Dat volgt in hoofdstuk 4. Uiteraard zijn wel eenvoudige veldmetingen verricht, die doorgaans veel zeggingskracht hebben. Daarnaast is gebruik gemaakt van de gebiedskennis van de auteurs en collega's en heeft Staatsbosbeheer en persoon van de heer 5.1.2.e gegevens beschikbaar gesteld met betrekking tot waterkwaliteit en biodiversiteit. Waarvoor dank.

Een grondige review van bestaande literatuur- en onderzoeksgegevens vormt dan ook de basis voor voorliggende rapportage. De aandacht bij de informatieverzameling spitste zich met name toe op het verzamelen van gegevens met betrekking tot de voor een systeemanalyse gebruikelijke onderdelen:

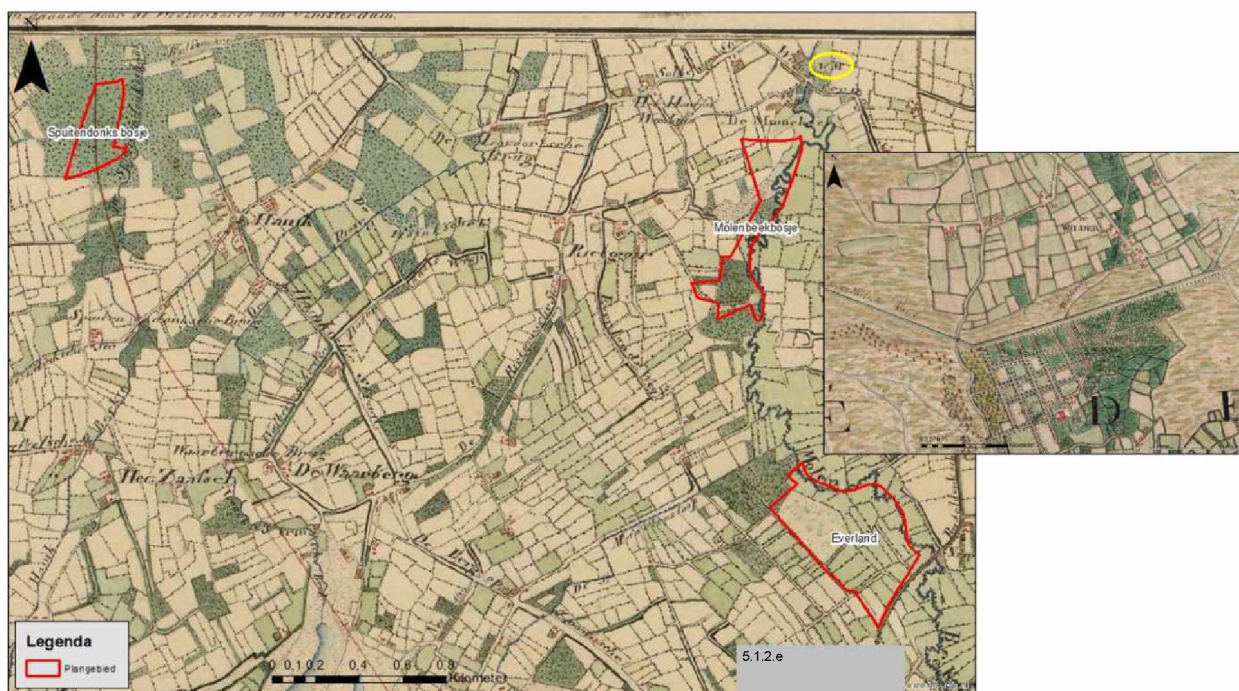
- Geomorfologie, geologische opbouw, hoogteligging en bodem (5.1.2.e & 5.1.2.e; 5.1.2.e 1976; 5.1.2.e 1984a; TNO 2003; AHN 2021; Dinoloket 2021).
- Bestaande hydrologische informatie (5.1.2.e & 5.1.2.e; 5.1.2.e 2018; Grondwatertools 2021; waterschap Brabantse Delta 2021).
- Actuele eco(hydro)logische conditie (5.1.2.e 2005; 5.1.2.e 2016; NDFP 2021; 5.1.2.e 2021).
- Historisch geografische informatie en uit (grijze) literatuur beschikbare, relevante onderzoeksresultaten en (historische) kaarten (5.1.2.e 1777; Nationaal Archief 1842; 5.1.2.e 1854; 5.1.2.e; Anoniem 2021; Kadaster 2021; 5.1.2.e 2021).

Bovenstaande doet al vermoeden dat de drie gebieden relatief "witte vlekken" zijn, wat ongetwijfeld te maken heeft met het gegeven dat ze niet vallen onder een beleidslijn waar hoge prioriteit aan wordt gegeven (bijvoorbeeld Natte Natuurparels, dan wel Natura 2000 wet- en regelgeving). En inderdaad: de database van Natuurtijdschriften (2021) gaf geen informatie over een van de drie hier relevante gebieden, ook het doorzoeken van de archieven van De Levende Natuur, Landschap en H₂O leverde geen onderzoeken of verslagen relevant voor deze rapportage. Een prettige uitdaging!

In voorliggende rapportage worden alle verzamelde gegevens in onderlinge samenhang beschouwd, waarbij stapsgewijs van grof (regionale schaal) naar fijn (standplaats) wordt ingezoomd en geïntegreerd. Daartoe wordt successievelijk relevante informatie toegevoegd en wordt aldus invulling gegeven aan de systeembeschrijving.

3 Onderdelen van het systeem

Onderstaand worden de aan geologie, bodem, hoogteligging en hydrologie gerelateerde aspecten besproken met betrekking tot het Molenbeekbos, Everland en het Sputendonksbosje. Gestart wordt echter met een beschrijving van de ontstaansgeschiedenis. Begrip van de wordingsgeschiedenis van het landschap, inclusief antropogeen gebruik en cultuurhistorie, maakt het eenvoudiger om de context rond de in volgende paragrafen te verzamelen gegevens te duiden.



Figuur 3-1: Historische topografische kaart voor Everland, Moelenbeekbos en Sputendonksbosje en omgeving verkend in 1837 (Nationaal Archief 1842). Rode polygonen geven de begrenzing van de drie hier relevante gebieden. De gele polygoon geeft de locatie van de voormalige watermolen. Inzet: bron van de Watermolenbeek (Wildertbeek) op de Ferrariskaart (Ferraris 1777).

3.1 Ontstaansgeschiedenis

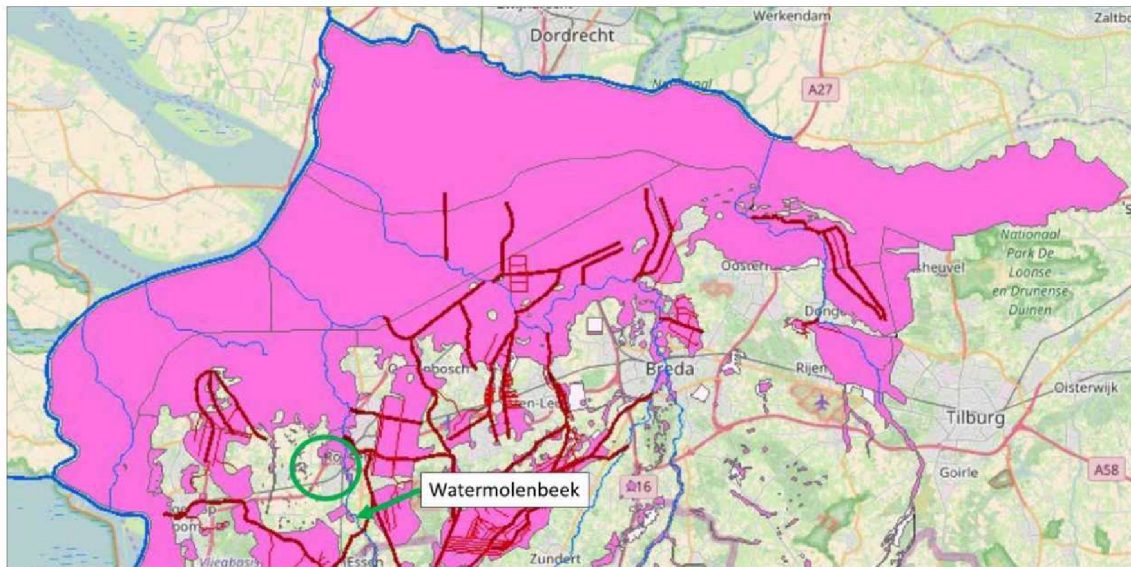
Zoals veel Brabantse beekdalen (5.1.2.e 1999; 5.1.2.e 2016) zijn ook de dalen van de Watermolenbeek (Molenbeekbos en Everland) en de Sputendonkse beek al vroeg in gebruik genomen (Figuur 3-1). Zo stond in 1157 in Nispen al een kerk (5.1.2.e 1984a) en laten de oudste, voldoende gedetailleerde kaarten al beemden en “genormaliseerde” delen zien of turfvaarten zien (Figuur 3-1; 5.1.2.e 1777; Nationaal Archief 1842; 5.1.2.e 1854).

Everland kenmerkt zich in 1838 -het jaar waarin de oudst beschikbare, voldoende gedetailleerde kaart is verkend- door kleinschalig agrarisch gebruik en zelfs een nog onontgonnen deel. Voor het Molenbeekbos geldt hetzelfde, al is daarin ook het broekbos (centraal) te herkennen dat vandaag de dag nog steeds de waarde van het Molenbeekbos definieert, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van ijle zegge (*Carex remota*), bosveldkers (*Cardamine flexuosa*), bosbies (*Scirpus sylvatica*) en dotterbloem (*Caltha palustris*) (daarover meer in paragraaf 3.5).

Het Sputendonks bosje zoals we dat vandaag de dag kennen is onderdeel van een groter, vermoedelijk (gezien de gebruikte legendaeenheid) vochtig bosgebied. Kortom: in het toen al “intensief gebruikte”

landschap, lijken onze aandachtgebieden (uitgezonderd Everland) de natste gebieden te zijn geweest die het moeilijkst in cultuur gebracht konden worden.

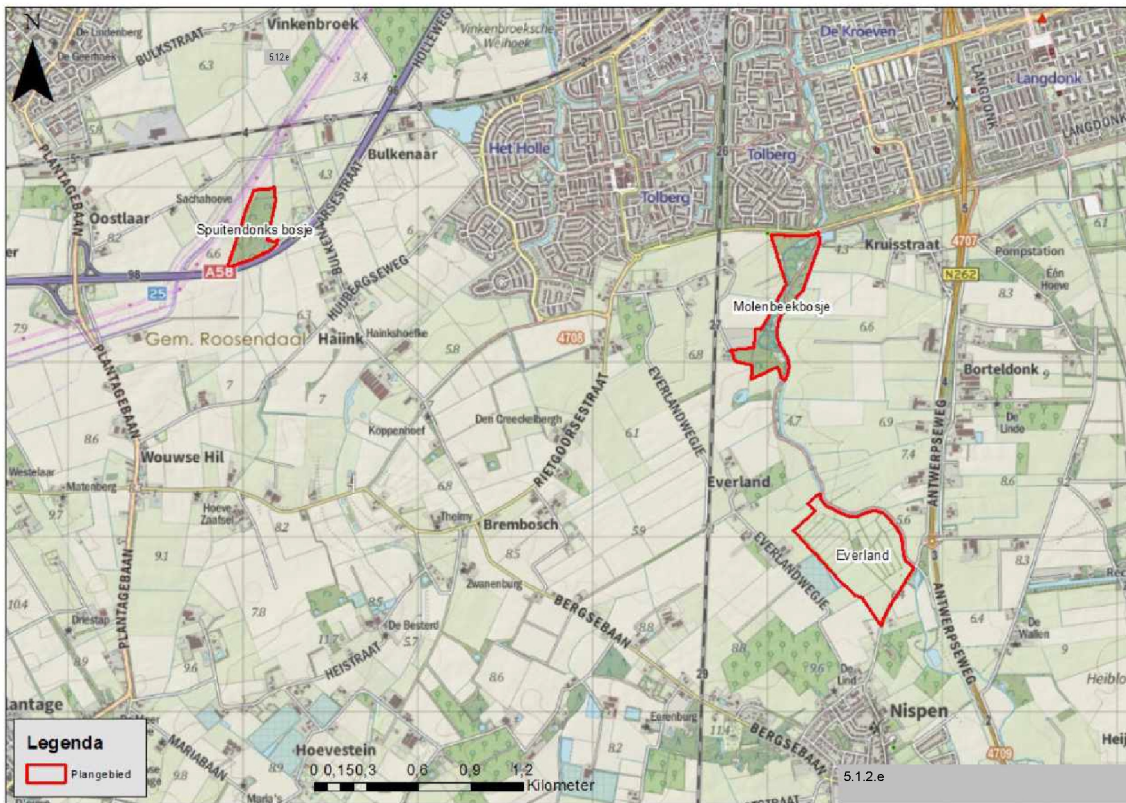
Aan de Watermolenbeek zelf lijkt dan nog weinig gebeurd te zijn; ze vertoont een hoge mate van meandering, hetgeen in beginsel past bij een beek die onder relatief beperkt verval zijn weg zoekt. Dat geldt ook voor de Smitendonkse beek en Haiinkbeek, die weliswaar weinig meandering laat zien, maar waar het veel smallere beekdal (meer daarover in paragraaf 3.2) daar ook veel minder ruimte voor liet.



Figuur 3-2: Voorkomen van historische veenlagen (Roze) in Vlaanderen en West-Brabant. (5.1.2.e) et al. (2017). Groene cirkel geeft de globale ligging van de drie hier relevante gebieden.

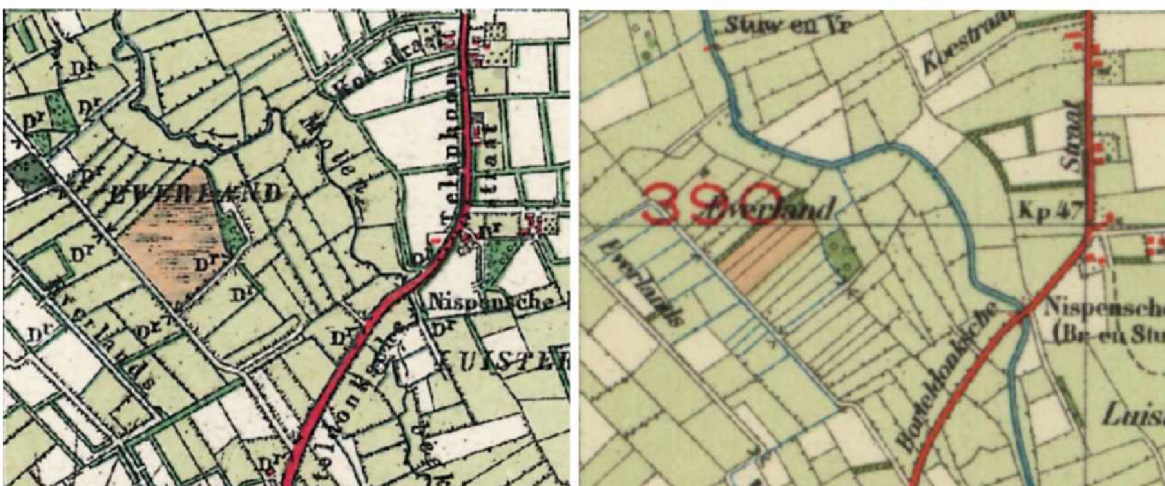
Dat beperkte verval heeft er ook voor gezorgd dat het veen tot ontwikkeling (Figuur 3-2) kon komen dat al in de Middeleeuwen -net als elders in West-Brabant- goeddeels was ontgonnen (5.1.2.e 1984a), getuige ook de aanwezigheid van een watermolen op de -hoe kan het ook anders- Watermolenbeek. De watermolen van Hulsdonk is vermoedelijk al in 1157 aanwezig (uit oorkonden van de Abdij van Tongerlo), maar komt zelfstandig voor het eerst voor vanaf 1279 als eigendom van kloostergemeenschap Sint Catharinadal (Huisman 2021; Molendatabase 2021). De molen beschikte over een molenvijver om over voldoende water te kunnen beschikken, ook in tijden van lage debieten. In de jaren zestig van de vorige eeuw is de molen geheel opgeruimd nadat in de jaren dertig het waterrad al was verwijderd en vervangen door een motor (Molendatabase 2021).

Voor zover bekend was dit de enige molen op de Watermolenbeek. Gezien het beperkte verhang (1 m km^{-1}) en het beperkte mediane debiet (anno 2021 omstreeks $0,20 \text{ m s}^{-1}$) is dat, net als de aanwezigheid van een molenvijver, misschien niet verwonderlijk (5.1.2.e 2018). De stuwschaduw van de molen van Hulsdonk is nooit berekend, maar gezien het beperkte verhang en het vlakke maaiveld is niet onaannemelijk (5.1.2.e et al. 2017) dat in ieder geval het Molenbeekbos, een kleine 500 meter stroomopwaarts, binnen de stuwschaduw viel en daarmee dat de watermolen de hydrologie van het Molenbeekbos in ieder geval tot begin twintigste eeuw beïnvloed heeft. Voor de Smitendonkse beek zijn geen watermolens bekend.



Figuur 3-3: Topografische kaart voor het plangebied en omgeving voor 2020. Rode polygonen geven het plangebied.

Zoals al in paragraaf 2.1 aangehaald, zijn Everland, het Molenbeekbos en het Sputendonks bosje in zeker zin relictten van het landschap van vóór de ruilverkaveling. In dit gebied beginnen de veranderingen vanaf globaal de jaren dertig van de vorige eeuw, bijvoorbeeld met het kanaliseren en verstuwen van de Watermolenbeek. Tegelijkertijd verdwijnt het kleinschalige door houtwallen gekenmerkte gebruik van het landschap en maakt plaats voor grootschalig, open landschap. Dat geldt overigens in mindere mate voor Everland, dat om een of andere reden kleinschalig blijft en aan de schaalvergroting lijkt te zijn ontsnapt. Opvallend in Everland is een nat 'heideperceel' (Figuur 3-4) op de topografische kaart uit 1909. In 1948 wordt een gedeelte van dit perceel opnieuw als heide gekarteerd.



Figuur 3-4: Historische kaartbeelden voor Everland met een 'heidevegetatie'. Links topografische kaart 1909, rechts topografische kaart 1948. Bron: Topotijdreis (Kadaster 2021).

Een laatste ruilverkaveling eind jaren zeventig van de vorige eeuw vormt het landschap zoals we dat nu in het veld herkennen (Figuur 3-3). Het hoeft niet gezegd te worden dat die ontwikkelingen gepaard gaan met het realiseren van een ingrijpend ander watersysteem, met name gericht op voldoende drooglegging en geoptimaliseerde afvoer, maar ook de aanmerkelijke uitbreiding van het stedelijk gebied van Roosendaal en het realiseren van de A58.

Voor het Sputendonksbosje heeft dit alles verstrekende gevolgen gehad; het ligt geïsoleerd door en tussen infrastructuur en grootschalig landgebruik. Ook het Molenbeekbos is -behoudens een klein stukje nu te karakteriseren als droog bos- ingeklemd tussen enerzijds de brede, diepe gekanaliseerde Watermolenbeek en anderzijds de zeer diep ingesneden "meander", bedoeld als vispassage. Dat ene kleine stukje vochtig bos dat nog resteert, is op alle topografische kaarten terug te vinden als vochtig bos. Of het nu om historische kaarten gaat, kaarten van vóór of van na de ruilverkaveling. Hier proberen we te achterhalen waarom dat zo is. Luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog laten het bosje ook zien, maar ook dat de rest van het bosje toen nog niet bestond en naderhand is aangeplant. Daar is na de laatste ruilverkaveling mee begonnen (Kadaster 2021). De vispassage is 2006-2007 gerealiseerd en het bos aanmerkelijk uitgebreid (Figuur 3-5).



Figuur 3-5: Chronologie van het Molenbeekbos. Het oude bosrelict te midden van beemden (1843), met rechtgetrokken Watermolenbeek (1944), aangeplant omliggend bos en diepe watergang in het westen (2007) en de vispassage daartussen (2008).

Resumé ontstaansgeschiedenis

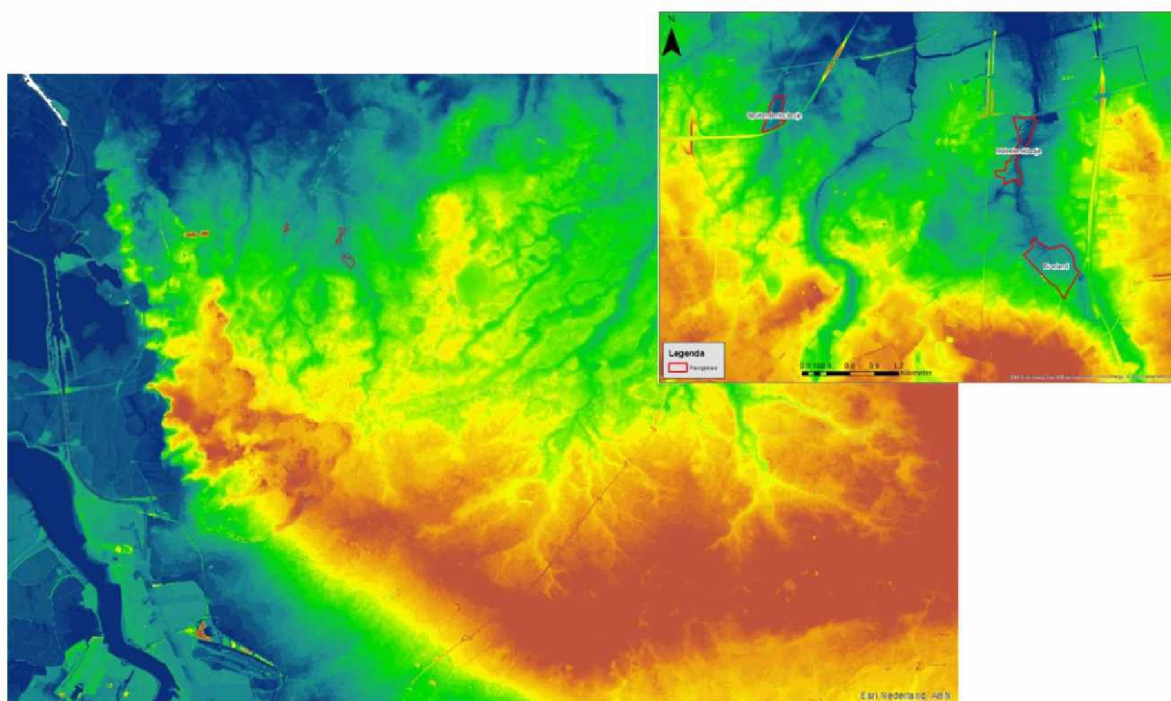
- De beekdalen waarin de hier relevante gebieden liggen zijn al vroeg in gebruik genomen, getuige ook de voormalige watermolen Hulsdonk.
- De stuwschaduw van de watermolen heeft invloed gehad op de waterhuishouding van de Watermolenbeek en daarmee vanwege het beperkte verval en het vlakke maaiveld (stuwschaduw) ook op de hydrologie van het Molenbeekbos en Everland. Voor het Sputendonksbosje gold dit niet.
- Tot de ruilverkavelingen begin en eind vorige eeuw was sprake van een kleinschalig cultuurlandschap waar de drie hier relevante gebieden onderdeel van waren. Het Sputendonksbosje en Everland zijn relictten uit de tijd van vóór de ruilverkavelingen, het Molenbeekbos is in zijn huidige vorm juist ontstaan (aangeplant) als onderdeel van die ruilverkavelingen.
- In het Molenbeekbos is een klein areaal Elzenbroekbos aanwezig. Curieus genoeg is juist dit deel van het bosje op alle beschikbare kaart en fotomateriaal terug te vinden. Dat duidt er ten minste op dat dit bosje moeilijk te ontginnen was en nooit ontgonnen is geweest.

3.2 Hoogteligging

Hoewel het Sputendonksbosje en Everland en het Molenbeekbos aan andere beken grenzen, is hun positie in het beekdal vergelijkbaar (Figuur 3-6A): ze liggen daar waar de beekdalen “uitwaaiëren”, nadat de beken zich via relatief smalle, diep uitgesleten dalen een weg van het Kempisch Plateau (Massief van Brabant) hebben gebaand en aankomen in het vlakke “laagland” (Figuur 3-6B), al hebben ze nog even te gaan voordat ze het tegenwoordige polderlandschap bereiken. Het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos liggen dan ook laag in het landschap, ongeveer 3 tot 4 meter + NAP. Everland ligt iets hoger.

Die overgang betekent in zekere zin dat het water kracht verliest en meer ruimte (moet) nemen, waardoor juist deze gebieden vaak nat waren. Daarbij helpt ook dat juist de uitlopers van hogere gebieden de neiging hadden tot kwel. De overvloed aan laag-dynamisch water maakte ook dat hier veen tot ontwikkeling kon komen (Figuur 3-2).

Daarbij valt op dat in vergelijking met de meer oostelijk gelegen beeksystemen zoals het Mark-systeem ook het Kempisch Plateau in oostelijke richting uitwigt, smal wordt. Het (bovenregionale) intrekgebied voor beide beken is daardoor klein, zeker vergeleken met bijvoorbeeld het Mark-systeem of nog verder oostelijk gelegen Brabantse beken.



Figuur 3-6: Maaiveldhoogte (Rode polygoon geven de drie hier relevante gebieden) in meter + NAP (AHN 2021). Met rood zijn hoge gebieden aangegeven, die via geel en groen verlopen naar de in blauw aangegeven lage gebieden. Inzet: Detail voor de drie hier relevante gebieden.

Resumé hoogteligging

- De drie hier relevante gebieden liggen op een plek in hun beekdalen die de overgang van hoog naar laag markeert. Hier verliest het waterkracht en neemt meer ruimte, waardoor juist in deze gebieden veel water beschikbaar was.
- Het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos liggen dan ook laag in het landschap. Ongeveer 4 meter + NAP. Everland ligt iets hoger.

3.3 Geologie en bodemopbouw

3.3.1 Geohydrologische opbouw

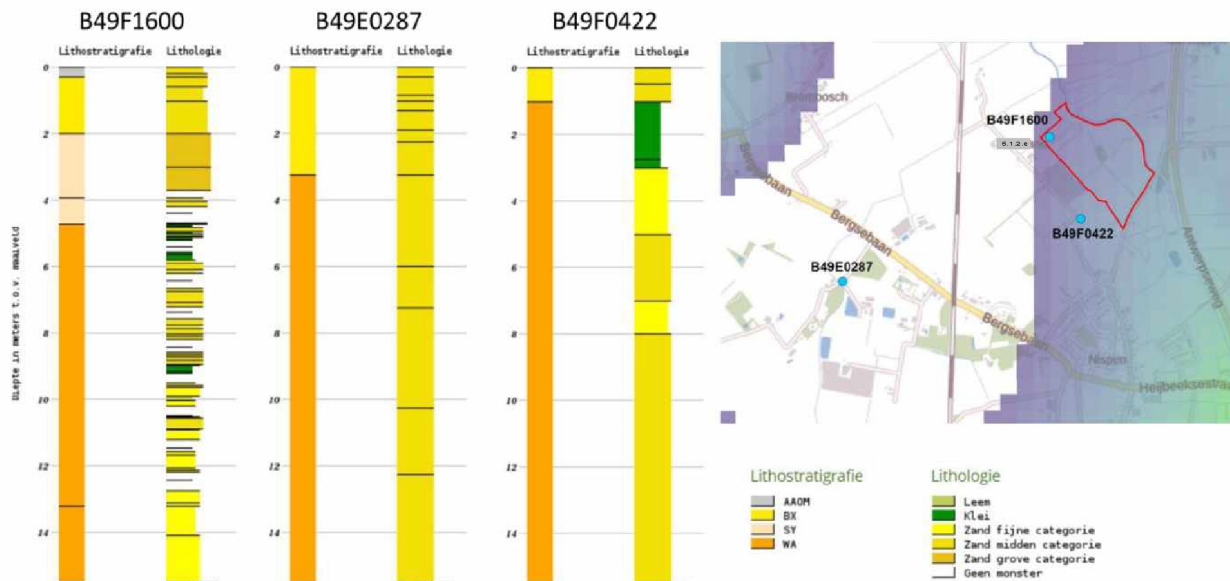
Hoewel de geologische opbouw voor alle drie de hier relevante gebieden vergelijkbaar is, laat Figuur 3-8 ook een belangrijk verschil zien: eerste kleiige eenheid van de formatie van Waalre (roodbruin Wak in Figuur 3-8). Die is nadrukkelijk aanwezig onder het Sputendonksbosje, maar ontbreekt volgens het ondergrondmodel Regis II v2.2 onder Everland en het Molenbeekbos. Onderstaand worden eerst Everland en het Molenbeekbos besproken, waarna het Sputendonksbosje aan de orde komt.

Molenbeekbos en Everland

Beide gebieden kenmerken zich door de aanwezigheid van dikke, goed doorlatende zandpakketten en de afwezigheid van ondiepe of doorlopende weerstand biedende lagen. Een weerstand biedende laag die het hele plangebied als het ware afsluit, ontbreekt kennelijk. Tot ruim 150 meter beneden NAP (zo'n 180 meter beneden maaiveld) vinden we alleen relatief goed doorlatende zandige eenheden, met ingeschakelde, maar niet aaneengesloten kleilagen (bijvoorbeeld de kleiige eenheid van de formatie van Oosterhout (donkergroen Ook in Figuur 3-8). De omgeving is slecht is staat om water vast te houden en, tenzij lokaal leemlagen zijn afgezet, zal hier op basis van de geologische opbouw toch vooral infiltratie verwacht moeten worden.

Aan het maaiveld is de overwegend zandige formatie van Boxtel afgezet (geel BXz in Figuur 3-8). Deze formatie is gevormd ten tijde van de laatste ijstijd, het Weichselien, en typeert zich door eolische afzettingen van fijne zanden (stuifduinen), met lokaal leem of veenlagen (TNO 2003). Daaronder vinden we tot zeker 60 meter beneden NAP de zandige eenheden van de formaties van Waalre en Peize (donkergeel PZWaz in Figuur 3-8). Voor de formatie van Peize gaat het om fluviatiele, goed doorlatende, matig tot grofzandige afzetting, net als voor de formatie van Waalre, terwijl de formatie van Maasluis een mariene oorsprong heeft, zandig en goed doorlatend is (TNO 2003). Goed om ten slotte nog op te merken is dat Everland ligt op de verste uitlopers van een ondiepe kleilaag behorend tot de formatie van Waalre (roodbruin Wak in Figuur 3-8). Deze formatie bestaat in West-Brabant uit vroeg-pleistocene estuariene afzettingen. Hoewel de Waalre klei (Wak1) vaak getypeerd wordt als een kleipakket is deze formatie in werkelijkheid zeer gelaagd, bestaande uit klei afzettingen met inschakelingen van zand, leem en veen (TNO 2003). Toch biedt ze meer weerstand dan de andere formaties onder Everland en het Molenbeekbos.

Om meer zekerheid te krijgen over de verbreiding van de Waalre klei is eind 2021 in het westelijk deel van Everland een boring (B49F1600) geplaatst tot 15,5 meter onder maaiveld (Figuur 3-7). Deze laat zien dat ter plaatse van de boring direct onder de Formatie van Stramproy (beige Sy) Waalre klei voorkomt op een diepte vanaf ongeveer 5 meter onder maaiveld. Het Peize-Waalre pakket is sterk gelaagd met een afwisseling van kleien en zanden. In de bovenste meter van dit pakket zijn diverse kleilagen aangetroffen. Eerste metingen door TNO aan de mineralensamenstelling laten zien dat de Waalre zanden en de onderste lagen Waalre klei weinig kalk bevatten. De bovenste lagen Waalre klei worden als kalkrijk aangemerkt.



Figuur 3-7: Lithologie diepe boringen in en rond Everland, recente boring B49F1600 en oudere boringen B49E0287 en B49F0422 (Dinoloket 2021). Locatie van de boringen geprojecteerd op een kaart van de verbreiding van de Waalre klei volgens Regis II.

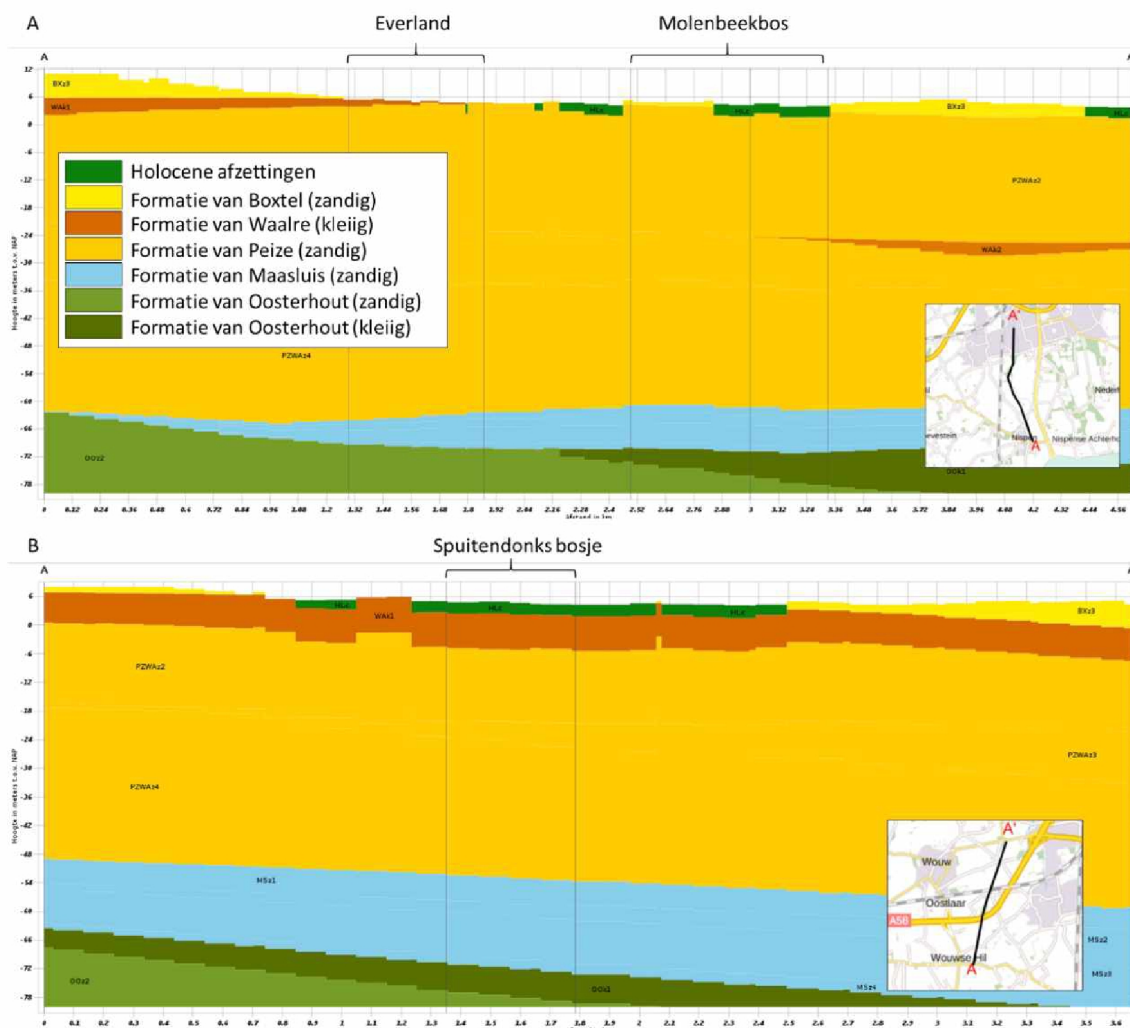
In het beekdal zelf vinden we holocene afzettingen (groen HLc in Figuur 3-8). Die afzettingen, die vaak van betekend belang zijn voor de huidige natuurwaarden, zijn te detailleren met behulp van de bodemkaart en komen iets verderop aan de orde.

Sputendonksbosje

Hoewel de geologische opbouw onder het Sputendonksbosje op hoofdlijnen gelijk is die van de hiervoor besproken gebieden, is er een opvallend en belangrijk verschil: ter plaatste dagzoomt een kleiige, weerstandbiedende laag, namelijk de eerste kleiige eenheid van de formatie van Waalre (roodbruin Wak in Figuur 3-8). Dit estuariene kleipakket kan weliswaar heterogeen zijn, maar biedt niettemin veel meer weerstand voor infiltrerend water in vergelijking met de onderliggende zandpakketten (Dinoloket 2021).

Belangrijk is ook, dat deze weerstand biedende laag in zowel noordelijke als zuidelijk richting doorloopt met een scheefstelling in noordelijke richting. Ofwel, van onder in ieder geval de uitlopers van het Kempisch Plateau¹ tot ver voorbij Roosendaal. Dat betekent dat het freatische pakket, bestaand uit de formatie van Boxtel (geel BXz in Figuur 3-8) hier maar heel erg dun is -vaak maar enkele meters dik- waardoor in zekere zin weinig ruimte is voor water en het gebied al snel nat zal zijn. Dat in tegenstelling tot Everland en het Molenbeekbos, waarvan we hiervoor zagen dat de zandpakketten meer dan 100 meter dik kunnen zijn. In het beekdal zelf vinden we, net als voor Everland en het Molenbeekbos, holocene afzettingen (groen HLc in Figuur 3-8) aan maaiveld.

¹ De Nederlandse modellen houden echt op bij de grens en de Belgische en gegevens voor België zijn voor zover bekend (nog) niet vrij toegankelijk.



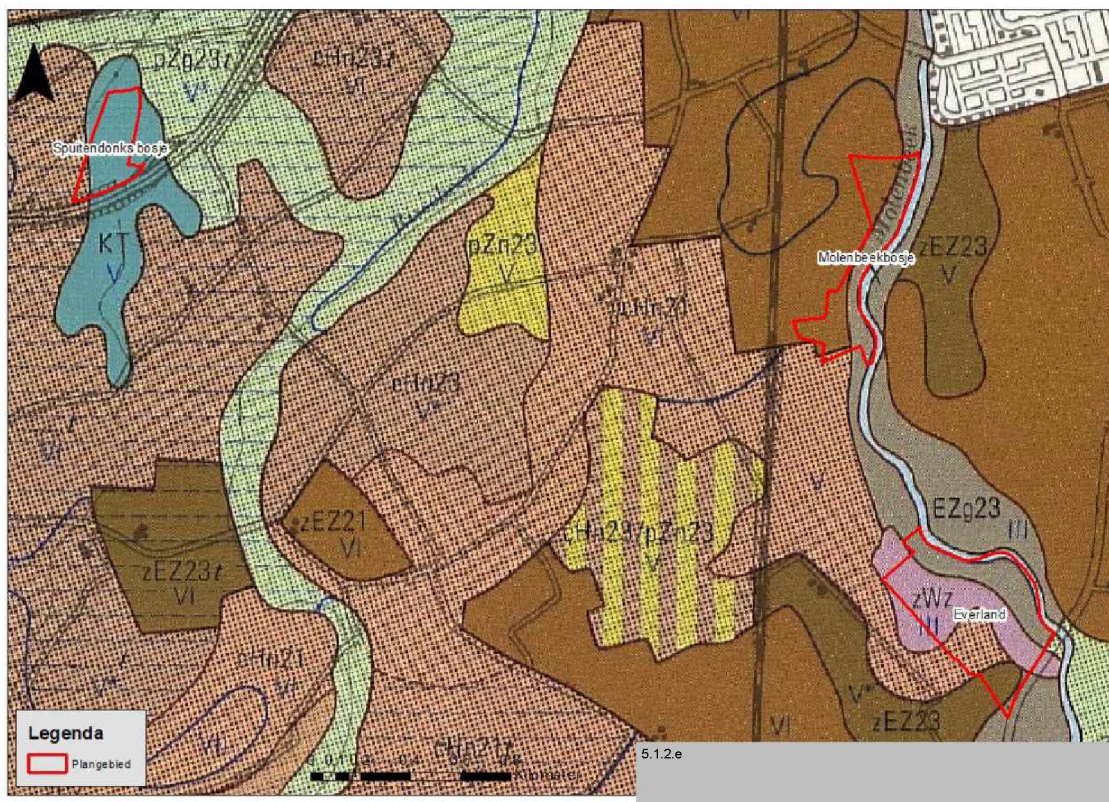
Figuur 3-8: Bodemopbouw voor het onderzoeksgebied zoals weergegeven in Regis II V2.2 (Dinoloket 2021), met enkele toponiemen ter oriëntatie. A: Everland en Molenbeekbos. B: Spuitendonsbosje. Alleen de zuid-noord richting is weergegeven, omdat de oost-west richting geen nieuwe relevante informatie toevoegt.

3.3.2 De bodemkaart - detaillering van de Holocene afzettingen

De bodemkaart beschikbaar voor het hele plangebied (Figuur 3-9) laat voor Everland enkeerdgronden bestaand uit lemig zand (EZg23) en Moerige eerdgronden, waarbij een moerige eerdlaag op zand is afgedekt met zand (zWz) zien en voor het Molenbeekbos dominant de lemig zandige enkeerdgronden (EZg23 en zEz21). In het westen grenzen deze gebieden aan leemarme veldpodzolen (Hn21), indicatief voor jonge ontginningen. De ondiepe (Holocene) bodemopbouw is hier bepaald door menselijk handelen, zoals paragraaf 3.1 al deed vermoeden. Eerdgronden ontstaan door eeuwenlang opbrengen van organisch materiaal ten behoeve van bodemverbetering. In het westen van Nederland gebruikte men vaak (sloot)bagger.

Hiervoor zagen we in de geologische opbouw dat het Spuitendonsbosje afweek van de Everland en het Molenbeekbos. Ook voor de ondiepe bodemopbouw is dat zo (Figuur 3-9). Ook wat betreft de bodemopbouw vormt het Spuitendonsbosje een eiland. Het voorkomen van oude kleigronden bestaand uit zeer ondiepe kleilagen (KT) beperkt zich nagenoeg tot het huidige bosgebied (Figuur 3-10). De omgeving bestaat uit podzolgronden (Hn21 en Hn23) en beekerdgronden met daaronder oude klei (Pzg23t). Daaruit is af te leiden dat het Spuitendonsbosje nooit is ontgonnen en origineel oud bos

betreft of ten minste bos op originele bodem! Uiteraard heeft het wel een hakhout verleden en zijn (relicten van) rabatten aanwezig. Dat sluit goed aan bij de informatie die al was verzameld in paragraaf 3.1. Eigenlijk een uniek stukje Nederland, zéker in dit deel van Nederland.



Figuur 3-9: Bodemkaart voor het plangebied (Stichting voor bodemkartering 1968).

Wat betreft grondwatertrap, zien we ogenschijnlijk dezelfde tweedeling (Figuur 3-9): voor Everland en het Molenbeekbos is grondwatertrap III ingetekend, voor het Sputendonksbosje V. Grondwatertrap III betekent dat de grondwaterstand aan het eind van de winter (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand; GHG) niet dieper dan 40 centimeter onder maaiveld staat, terwijl die in de zomer (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand; GLG) 80 tot 120 centimeter uitzakt. Grondwatertrap V betekent dat de GHG niet dieper dan 40 centimeter onder maaiveld staat en dat de GLG meer dan 120 centimeter uitzakt. De drie relevante gebieden zijn dus in het voorjaar nat tot zeer nat, maar drogen gaandeweg de zomer behoorlijk uit.

Dat uitdrogen lijkt haaks te staan op de aanwezigheid van een weerstand biedende oude kleilaag onder het Sputendonksbosje. We zagen in paragraaf 3.3.1 dat deze laag hier dagzoomt en het daarboven liggende beter doorlatende pakket maar heel erg dun is. Figuur 3-10 laat de aanwezigheid van die laag ook zien in de beperkt beschikbare boringen. Dat kan dus betekenen dat het water ook snel op is. De Sputendonkse beek, die het gebied draineert, speelt hierin in de zomer ongetwijfeld een belangrijke rol.

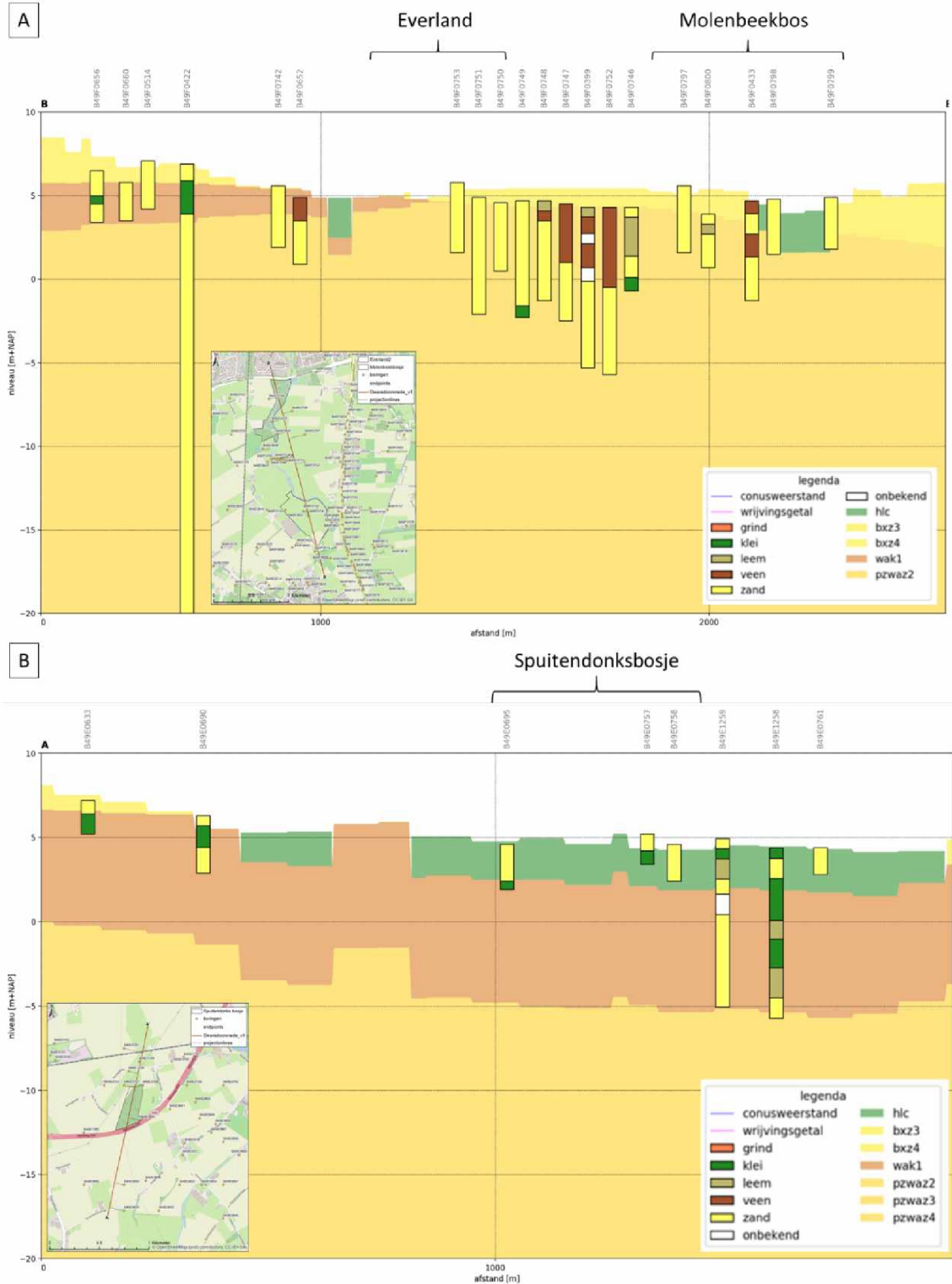
Het is goed om te bedenken dat de kaart waaraan de grondwatertrappen zijn ontleend is vervaardigd in 1968. Toen was al een ruilverkaveling uitgevoerd, maar er volgde er nog een. Daarvan is alleen te verwachten dat de gebieden droger zijn geworden. Grondwaterregime komt meer gedetailleerd aan de orde in paragraaf 3.4.2.

Voor Everland en het Molenbeekbos zijn vanuit de ruilverkaveling Nispen-Schijf meer gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaarten beschikbaar (5.1.2.e & 5.1.2.e). Voor het Sputendonksbosje is meer gedetailleerde informatie beschikbaar uit de bodemkaart voor Wouw uit 1975 waar het is gekarteerd als cZg74: Beekeerdgronden; zeer sterk lemig fijn zand met een Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand van < 20 cm en een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand van 80 tot 120 cm beneden maaiveld. Dit sluit aan bij de informatie uit de leemkaart. Hoewel het Sputendonksbosje zelf niet op die kaart staat, is voor het net stroomopwaarts gelegen deel van het beekdal van de Sputendonkse beek een slechte doorlatendheid aangegeven (<5 tot 10 cm d⁻¹).

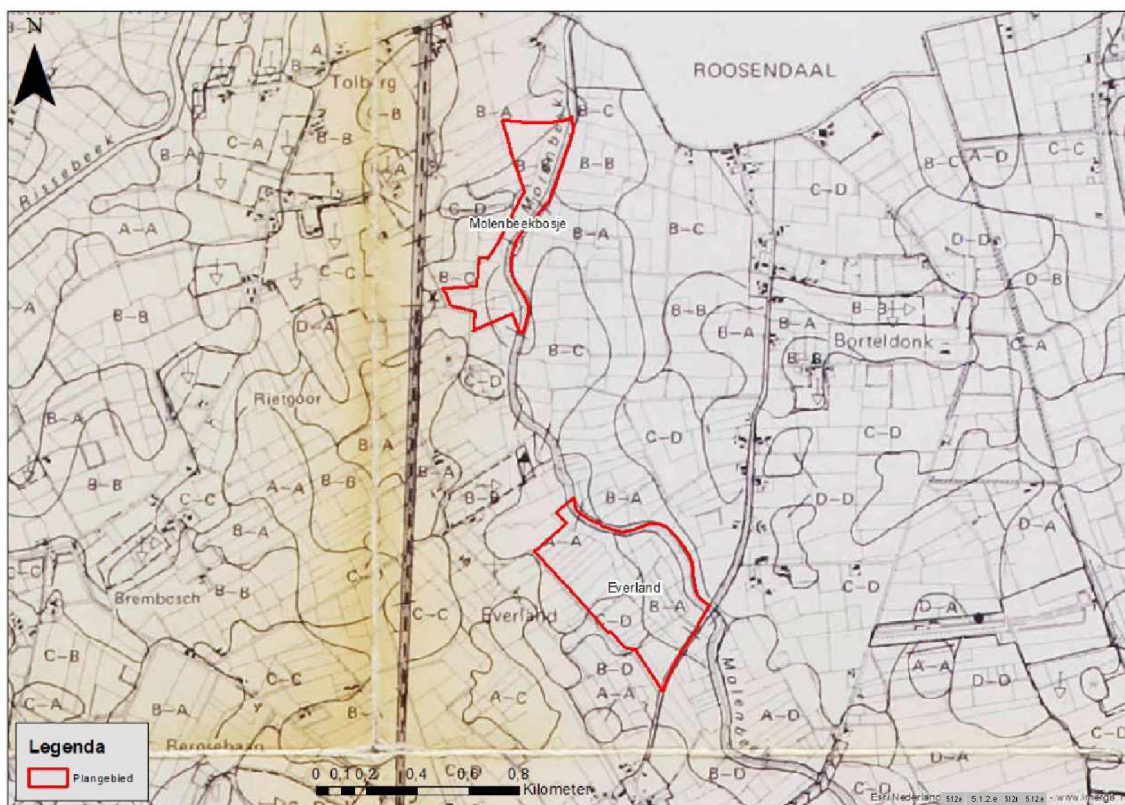
Wat betreft ondiepe bodemopbouw en grondwatertrap voegen de detailkaart uit de ruilverkaveling Nispen-Schijf geen nieuwe informatie toe aan hetgeen hiervoor al was besproken, uitgezonderd dat voor zowel Everland als het Molenbeekbos de grondwatertrap in een smalle zone langs de Watermolenbeek wordt gesteld op II. Dat wil zeggen dat het grondwater aan het eind van de winter aan maaiveld staat, maar niet dieper dan 40 centimeter daaronder, terwijl het in de zomer nooit verder dan 40 tot 80 centimeter uitzakt. Het oude bosrelict (paragraaf 3.1 en Figuur 3-5) bevindt zich in deze zone. Wel laat de leemkaart die voor de ruilverkaveling is opgesteld zien dat voor zowel Everland als het Molenbeekbos een leemlaag van enkele decimeters dik begint op 80 tot 120 centimeter beneden maaiveld. Die laag is ook terug te vinden in de voor het Molenbeekbos beperkt beschikbare boringen (Figuur 3-10).

Deze laag lijkt doorlopend onder het beekdal van de Watermolenbeek aanwezig. Omdat de geohydrologische opbouw alleen goed doorlatende zanden liet zien (Figuur 3-8), is het waarschijnlijk deze laag die bepaalt dat de doorlatendheid tot 120 centimeter beneden maaiveld matig (<5 tot 40 cm d⁻¹) tot slecht (<5 tot 10 cm d⁻¹) is (Figuur 3-11). Overigens ontbreekt de leemlaag in het zuidwesten van Everland -of is deze in de loop der tijd doorgraven- waardoor hier lokaal sprake is van zeer goede doorlatendheid (C-D). Dat versterkt het vermoeden dat ten minste een smalle zone langs de Watermolenbeek functioneert op een relatief ondiep aanwezige, min of meer aaneengesloten leemlaag, waardoor het hier nat kan zijn ondanks het gegeven dat juist hier de geohydrologische opbouw alleen zand laat zien.

Opvallend is, ten slotte, dat het oude bosrelict (paragraaf 3.1 en Figuur 3-5) precies op de uitloper van een ondiepe weerstand biedende laag ligt en een slechte doorlatendheid kent (B-A), waar de omgeving beter doorlatend is (B-D). Wetende dat ook dit deel van het Molenbeekbos al sinds mensenheugenis in dezelfde vorm aanwezig is, begint het verhaal van dit kleine deel van het verder behoorlijk ingrijpend Molenbeekbos behoorlijke overeenkomsten te vertonen met het Sputendonksbosje: een gebied waar nooit iemand brood in heeft gezien en dat daardoor origineel bewaard is gebleven in een verder onherkenbaar veranderde omgeving!



Figuur 3-10: Boringen zoals beschikbaar in het Dinoloket (Dinoloket 2021) voor Molenbeekbos en Everland (A) en Spuitendonsbosje (B) binnen een zone van 100 meter aan weerszijde van de getrokken raaien (inzet in A en B). Achtergrond: geohydrologische opbouw (cf. Figuur 3-8). Niet alle boringen liggen in het plangebied. Dat maakt, in combinatie met het Gezien het reliëf dat enkele boringen boven maaiveld liggen. Deze liggen feitelijk iets verder van de raai.



Figuur 3-11: Doorlatendheid per diepteklasse (0-40 – 40-80 cm -mv) volgens Leenders & Mulder (1976). A: Slecht, B: Matig, C: Goed, D: Zeer goed. Rode polygoenen geven de hier relevante gebieden waarvoor deze gegevens beschikbaar zijn.

Resumé geologie en bodemopbouw

- Op basis van bodemgesteldheid lijkt een polychotomie te ontstaan tussen het Sputendonksbosje en Everland en het Molenbeekbos. Voor beide laatstgenoemden is het lange gebruik van de bodem terug te zien in de opbouw daarvan (onder meer eerdgronden), terwijl de geohydrologische opbouw alleen goed doorlatende zanden laat zien. Het Sputendonksbosje staat in feite op een originele, oude bosgroeiplaats waarvan de bodem de dans met de vooruitgang is ontsprongen.
- Toch is er een belangrijke gemeenschappelijke deeler: ondiep aanwezige weerstand biedende lagen zijn voor alle drie de hier relevante gebieden belangrijk voor het ondiep hydrologisch functioneren. Onder Molenbeekbos en Everland is ondiep een aaneengesloten decimeters dikke leemlaag aanwezig. Alleen lokaal ontbreekt deze in Everland, wat direct vertaald wordt in infiltratie. Onder het Sputendonksbosje is ondiep oude klei aanwezig. In alle gevallen zorgt die ondiepe weerstand biedende laag ervoor dat vanuit de omgeving toestromend water maar ook regenwater moeilijk kan infiltreren in de onderliggende zanden, waardoor ze makkelijk nat zijn.
- Voor het Sputendonksbosje is de bodem boven de kleilaag zo ondiep, dat deze vermoedelijk ook weer makkelijk uitdroogt. Dat vertaalt in een redelijk hoge grondwatertrap (V).
- Verrassend genoeg is, ondanks de verschillen in bodem en ontstaansgeschiedenis, sprake van veel overeenkomsten tussen een klein deel van het Molenbeekbos en het Sputendonksbosje. In beide gevallen gaat het vermoedelijk om oude, originele bosgroeiplaatsen van meer dan 200 jaar oud op ondiep aanwezige weerstand biedende lagen. Convergente evolutie, in zekere zin, maar in ieder geval uniek voor dit deel van Brabant.

3.4 Hydrologie

3.4.1 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewatersysteem is voor alle drie de hier relevante gebieden relatief overzichtelijk: de beek (ie. Sputendonkse beek en Watermolenbeek) is de belangrijkste watergang waarmee de drie relevante gebieden raakvlakken hebben (Figuur 3-15).

Watermolenbeek

De Watermolenbeek, die Everland en het Molenbeekbos verbindt, heeft een bodembreedte van ongeveer 9,20 meter, 1:1 taluds en een bodemhoogte die van Everland tot aan Roosendaal verloopt van globaal 2,60 meter +NAP naar 1,50 meter +NAP (waterschap Brabantse Delta 2021). Kijken we terug naar de leemkaart die voor dit gebied beschikbaar is (paragraaf 3.3.2), dan valt op dat de bodem van de Watermolenbeek vrijwel zeker deze leemlaag doorsnijdt en in contact staat met de zandige ondergrond (paragraaf 3.3). De Watermolenbeek infiltreert of draineert kwelwater.

Van belang is ook dat de Watermolenbeek over haar hele lengte verstuwd is en dus vaste zomer en winterpeilen kent. Voor het Molenbeekbos en een deel van Everland is de stuw aan de zuidrand van Roosendaal relevant (Figuur 3-12). Daar geldt een zomerpeil van 3,4 meter +NAP en een winterpeil van 3,2 meter +NAP. Het zuidelijke deel van Everland ligt bovenstrooms van een volgende stuw: stuw Everlanden. Hier geldt een zomerpeil van 4,1 meter +NAP en een winterpeil van 3,7 meter +NAP.



Figuur 3-12: Stuw in de Molenbeek ten zuiden van Roosendaal (foto mei 2022).



Figuur 3-13: Watermolenbeek ter hoogte van het Everland (foto: september 2021).

Sputendonkse beek

De Sputendonkse beek is geheel vrij van stuwen en stroomt onder vrij verval langs het Sputendonksbosje (waterschap Brabantse Delta 2021). Het Sputendonksbosje wordt in het zuiden begrensd door het talud van de A58 dat met een duiker met bodemhoogte 3,16 meter +NAP wordt gepasseerd. Dat past bij de bekende dimensies van de waterloop: bodembreedte circa 1,30 meter, bodemhoogte 3,15 meter (ter plaatse van het bosje) en een taludhelling aan de zijde van het bosje van 1:1. Bij een maaiveld van ongeveer 4,3 meter +NAP (AHN 2021) is de insnijding relatief beperkt: iets meer dan een meter. Denkend aan de bodemkaart (paragraaf 3.3) is niet waarschijnlijk dat de weerstand biedende kleilaag wordt doorsneden (watergangen in de omgeving zijn vaak ook dieper).

Secundaire en overige watergangen

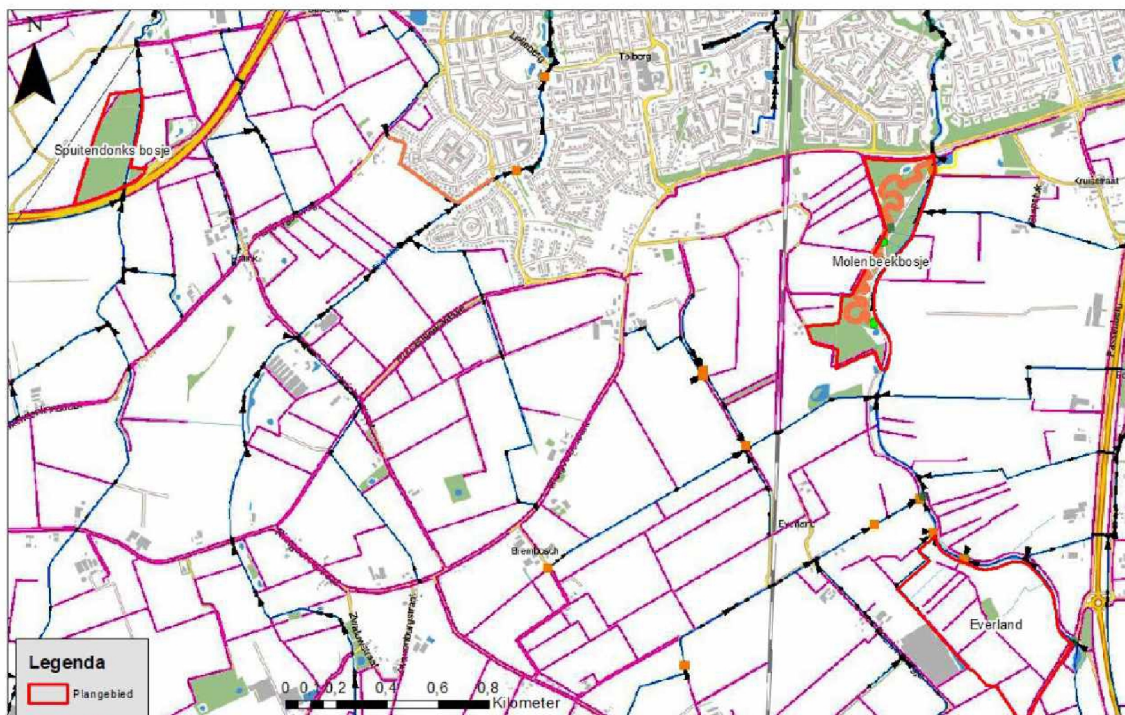
Secundaire watergangen zijn alleen aangegeven voor Everland, waar ze bijdragen aan de ontwatering die nodig is voor de instandhouding van dit oude agrarische landschap. De watergangen in het westelijk deel van Everland wateren volgens de Leggerkaart rechtstreeks af op de Watermolenbeek beneden de stuw. De overige interne sloten wateren ogenschijnlijk niet af op de Watermolenbeek. Bij een veldbezoek (24 augustus 2022) bleek de slootbodem 40 tot 50 cm onder maaiveld te liggen. Rondom Everland liggen diepe sloten op de grens met omringend landbouwgebied. De diepte er van ligt tussen 80 en 140 cm onder maaiveld van het natuurterrein en dit stelsel watert via een stuw af op de Watermolenbeek.

Overigens heeft een veldbezoek (19 mei 2021) laten zien dat het Molenbeekbos directe verbinding met de Watermolenbeek heeft via greppels. Maar voor zowel het Molenbeekbos als het Sputendonksbosje geldt dat er nauwelijks sprake is van interne ontwatering. Opvallend is in dat licht de bijzonder diepe ligging van de vispassage in het Molenbeekbos, die begint met een vijftien meter lange duiker

(waterschap Brabantse Delta 2021). De bodemhoogte van de passage verloopt van 1,46 meter +NAP bij de instroom tot 0,31 meter +NAP bij de uitstroom. Gegeven dat het oude bosrelict ongeveer halverwege de vispassage ligt, is de bodemhoogte van de vispassage hier ongeveer 0,86 m +NAP. Het maaiveld van het oude bosrelict ligt op 3,5 - 3,6 m +NAP. Al met al een serieuze insnijding (Figuur 3-14).



Figuur 3-14: De diep ingesneden vispassage. Foto mei 2022.



Figuur 3-15: Overzicht Oppervlaktewatersysteem (Waterschap Brabantse Delta 2021). Donkerblauw: primaire watergang, Roze: secundaire watergang. Oranje vierkant: Stuw. Groene punt: Vistrap. Rode polygonen geven de drie hier relevante gebieden.

Inundaties

Voor de Watermolenbeek heeft 5.1.2.e (2018) inundatie berekeningen uitgevoerd. Voor de Sputendonkse beek ontbreken dergelijke gegevens. Belangrijk in deze context is dat 5.1.2.e (2018) laat zien dat van regelmatige inundatie eigenlijk alleen sprake is in het nog aan Elzenbroekbos herinnerende deel van het Molenbeekbos: gemiddeld eens per twee jaar. In de praktijk blijkt inundatie van het Molenbeekbos jaarlijks, soms meermaals per jaar op te treden. Dat hangt samen met piekbuien bovenstrooms (schriftelijke mededeling 5.1.2.e Provincie Noord-Brabant).

Langs de Watermolenbeek is op meer plekken sprake van inundaties, ook voor Everland, maar de herhalingsjijd ligt hier meest op 25 tot 65 jaar. Voor de aanwezige natuurwaarden zijn die frequenties nauwelijks nog relevant, al kan de door aangrenzend landgebruik ervaren overlast groot zijn.

Oppervlaktewaterkwaliteit

Dat de Watermolenbeek is aangemerkt als waterlichaam onder de Kaderrichtlijn Water, terwijl de Sputendonkse beek dat niet is, betekent dat voor de Watermolenbeek wél, maar voor de Sputendonkse beek nauwelijks gegevens met betrekking tot de kwaliteit van het oppervlaktewater achterhaald konden worden.

Watermolenbeek

Gegevens met betrekking tot de kwaliteit van het oppervlaktewater zoals die door waterschap Brabantse Delta worden verzameld vanuit haar verplichtingen op grond van de Kaderrichtlijn Water zijn opgenomen in 5.1.2.e (2018). Daaruit valt, samengevat, af te leiden dat de waterkwaliteit voor de Watermolenbeek in betekende mate wordt bepaald door belastingen in België, met name effluent van rioolwaterzuiveringen. Niet vreemd, gezien het stroomgebied voor 58 procent op Belgisch grondgebied ligt. Echter, de beek is de Nederlandse grens nog maar koud gepasseerd en de invloed van landbouw neemt snel toe (5.1.2.e 2018). Dat betekent dat de belasting met voedingsstoffen (stikstof en fosfor) zoals bijna overal in Nederland ruim hoger is dan de op grond van de Kaderrichtlijn Water nagestreefde normen. Daarnaast is de belasting met zware metalen als gevolg van historische belasting van de waterbodem hoog (5.1.2.e 2018).

Sputendonkse beek

Benedenstrooms van het Sputendonksbosje, noordelijk van de spoorlijn en westelijk van de A58, is uit één oppervlaktewaterkwaliteitsmeetpunt bekend in de Sputendonkse beek waar voor 2017 maandelijks gegevens zijn verzameld. Hieruit volgt voor zover het voedingsstoffen betreft dat de belasting (bijna) jaarrond hoger is dan de normen die onder de Kaderrichtlijn Water gelden. In die zin is de verwachting dat de situatie goed vergelijkbaar is met de Watermolenbeek.

Everland

Door Staatsbosbeheer zijn in 2021 drie keer (06-03-21, 10-04-21 en 04-06-21) gegevens verzameld met betrekking tot de oppervlaktewaterkwaliteit van Everland (locaties op Figuur 3-16).

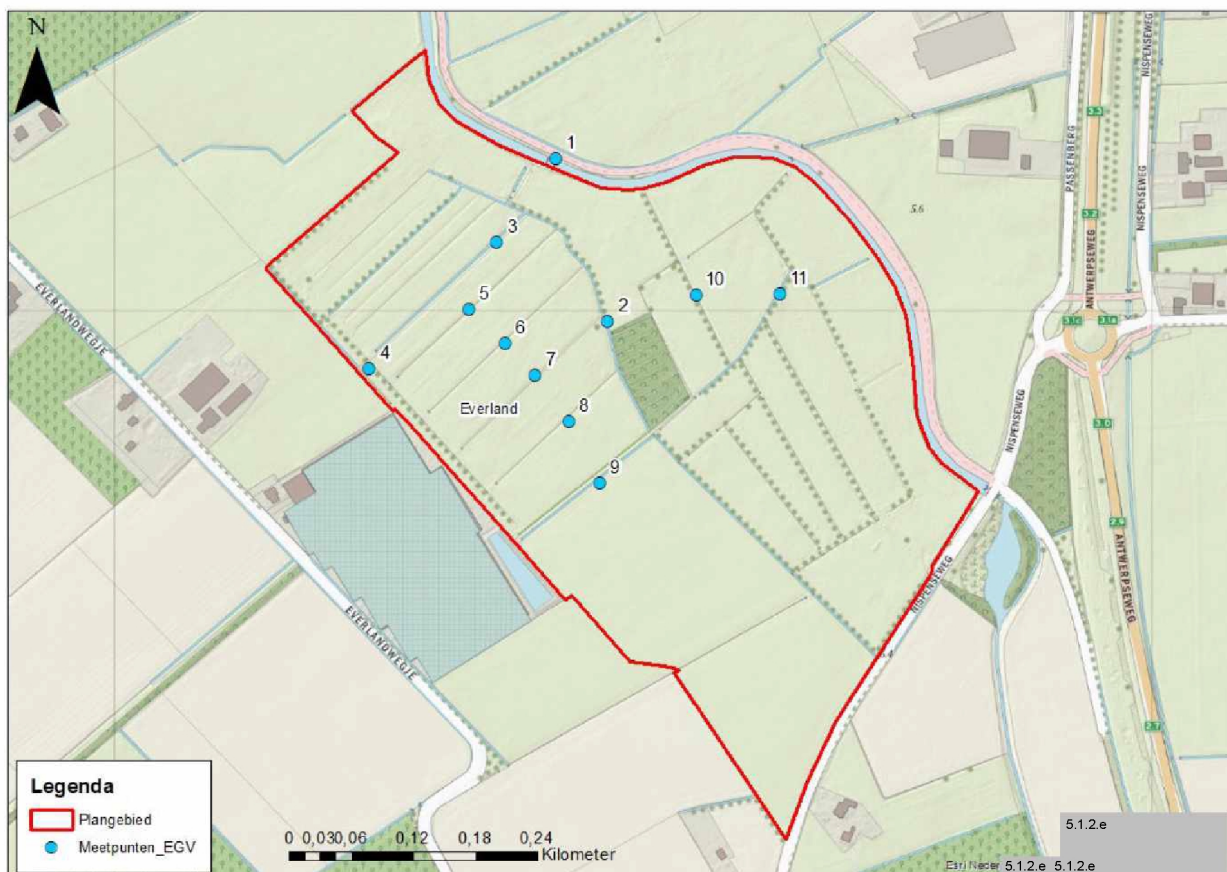
De meetgegevens zijn samengevat in Tabel 3-1. Omdat de gemeten waarden weinig verschillen tussen de meetrondes (zie ook de standaardafwijking), zijn ze gepresenteerd als gemiddelden. Opvallend is de hoge standaardfout voor punt 4 die verklaard kan worden doordat de meting van juni 2021 is gedaan na een periode met veel regenval (en dus veel afstroming, naar verwachting relatief meer dan de andere sloten in het gebied vanwege het grote areaal verhard oppervlak direct aangrenzend).

De landbouwsloten (punten 4 en 9) én de Watermolenbeek (punt 1) kenmerken zich door een gemiddeld (veel) hogere EGV. Dat duidt doorgaans op antropogene invloed, al is uit het EGV (het eindresultaat van positieve en negatieve ionen in het water) niet op te maken om welke stoffen het gaat.

In het gebied zelf, met name het centrale deel (punten 5-8) zijn de EGV-waardes én de pH lager. Met dezelfde kanttkening als hiervoor duidt dat op jong regen- of grondwater.

Tabel 3-1: Gemiddelde zuurgraad (pH), Elektrisch geleidingsvermogen (EGV in $\mu\text{S cm}^{-1}$) en het aantal beschikbare metingen (n) in het oppervlaktewater van Everland. Tussen haakjes is de standaardfout over de drie metingen gegeven.

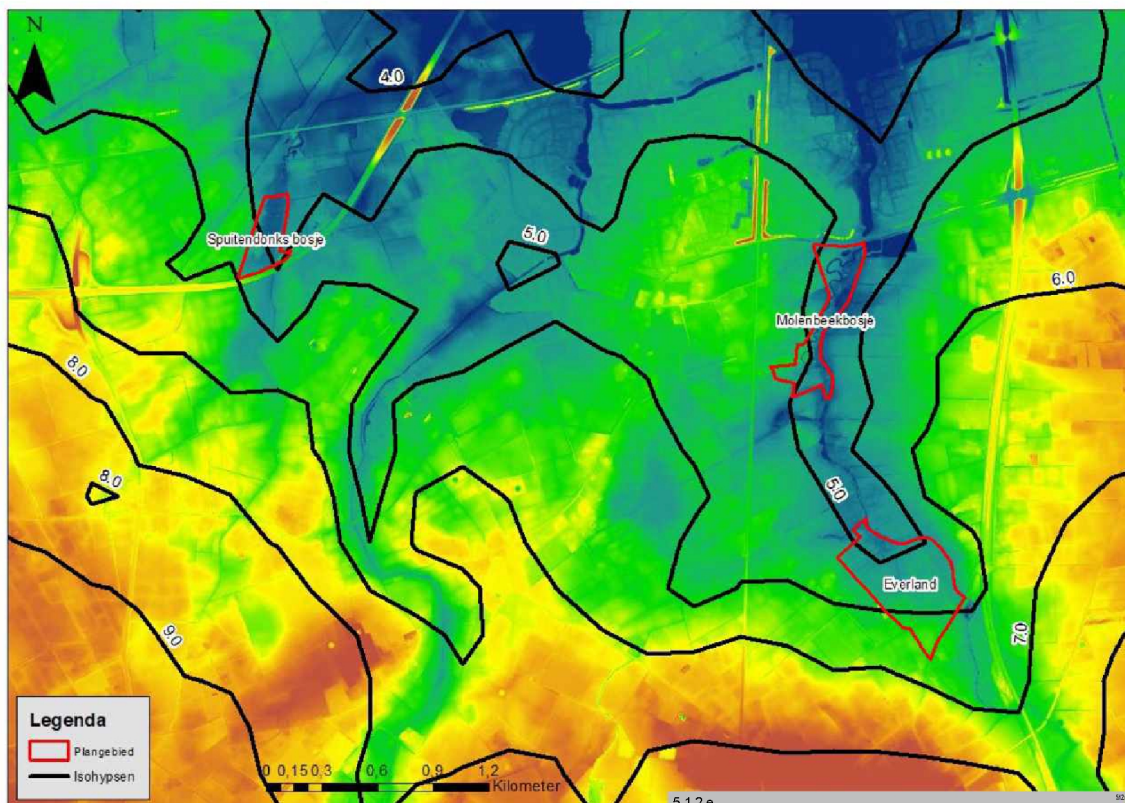
| Monsterpunt | n | pH | EGV | Monsterpunt | n | pH | EGV |
|-------------|---|-----------|-----------|-------------|---|-----------|----------|
| 1 | 3 | 7,1 (0,1) | 573 (77) | 7 | 2 | 5,7 (0,0) | 249 (15) |
| 2 | 3 | 6,6 (0,0) | 349 (26) | 8 | 3 | 5,5 (0,5) | 328 (59) |
| 3 | 3 | 6,2 (0,3) | 200 (28) | 9 | 3 | 6,0 (0,2) | 404 (15) |
| 4 | 3 | 6,3 (0,1) | 466 (307) | 10 | 2 | 6,6 (0,0) | 305 (26) |
| 5 | 3 | 5,5 (0,0) | 253 (44) | 11 | 2 | 6,9 (0,1) | 394 (64) |
| 6 | 3 | 4,4 (0,2) | 268 (19) | | | | |



Figuur 3-16: Monsterpunten oppervlaktewater Everland. Beschikbaar gesteld door de heer 5.1.2.e

3.4.2 Grondwater

De algemene stromingsrichting van het grondwater in het plangebied (eerste watervoerende pakket) is noordelijk gericht (Figuur 3-17).



Figuur 3-17: Isohypsenpatroon in het eerste watervoerende pakket op

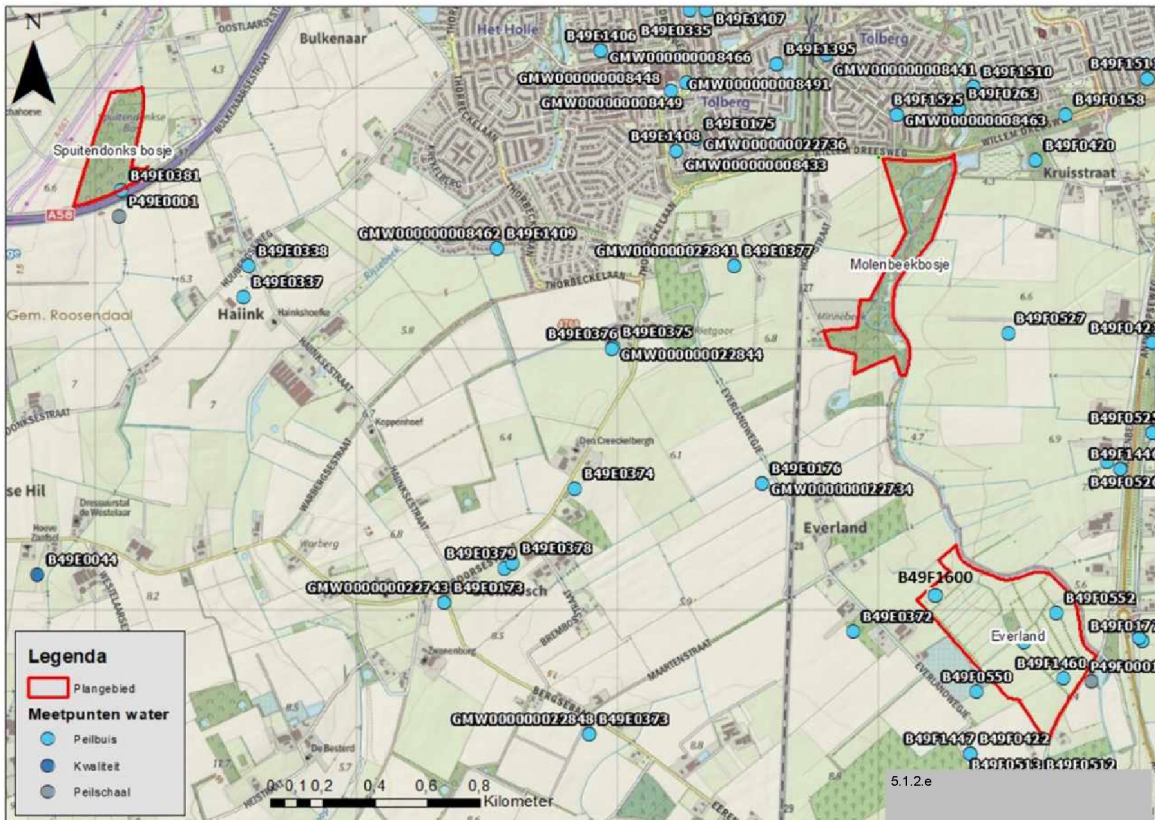
Stijghoogteregime

De bodem en bodemopbouw (paragraaf 3.3) maar ook de hoogtekaart (3.2) doen van origine natte gebieden vermoeden. De grondwatertrappen (omstreeks 1976) ondersteunen dit beeld maar ten dele: ze laten vooral relatief grote fluctuaties zien (Figuur 3-9), zeker voor het Sputendonksbosje. De gereconstrueerde grondwaterstanden van de periode van voor de grote ruilverkavelingen (Jansen et al. 2003) laten voor alle drie de gebieden wintergrondwaterstanden zien van 20 tot 40 centimeter beneden maaiveld, voor delen van Everland zelfs 0-20 centimeter beneden maaiveld. Toch is ook het beeld voor alle drie de hier relevante gebieden dat de grondwaterstanden voor de ruilverkavelingen in de zomer ook al relatief ver uitzakten: 100 tot 140 centimeter beneden maaiveld. Het ontstane beeld dat de grondwaterstanden voor de drie hier relevante gebieden relatief grote fluctuaties tonen, lijkt dus ook te passen op de gereconstrueerde historische grondwaterstanden.

Buiten de hierboven en al in paragraaf 3.3.2 opgenomen informatie met betrekking tot grondwatertrappen, ontbreekt het voor het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos aan enige andere aanvullende hydrologische informatie. Noch in het Dinoloket (Dinoloket 2021), noch in Hydronet dan wel in andere publiek toegankelijke bronnen (eg. Grondwatertools 2021) ontbreekt het aan recente gegevens uit bijvoorbeeld peilbuizen (Figuur 3-18).

Zo lijkt het, alsof in het Molenbeekbos nooit een peilbuis heeft gestaan (Figuur 3-18). In het Sputendonksbosje heeft een ondiepe peilbuis gestaan (B49E0381; filterstelling van 0,75 tot 1,25 meter

beneden maaiveld), die tussen mei 1993 en mei 1995 meer of minder regelmatig 12 keer is opgenomen. Daaraan zijn geen conclusies te verbinden, behalve dat het grondwater in beide jaren in mei ongeveer een meter beneden maaiveld stond en in januari circa 70 centimeter. Iets dieper dan op grond van de grondwatertrappen verwacht zou worden.



Figuur 3-18: Overzicht van de bekende grondwatermeetpunten en peilschalen volgens DINOloket (Dinoloket 2021). Rode polygonen geven de hier relevante gebieden. B49F1600 is de nieuw geplaatste peilbuis. Peilbuis B49F051 staat onder het label Everland.

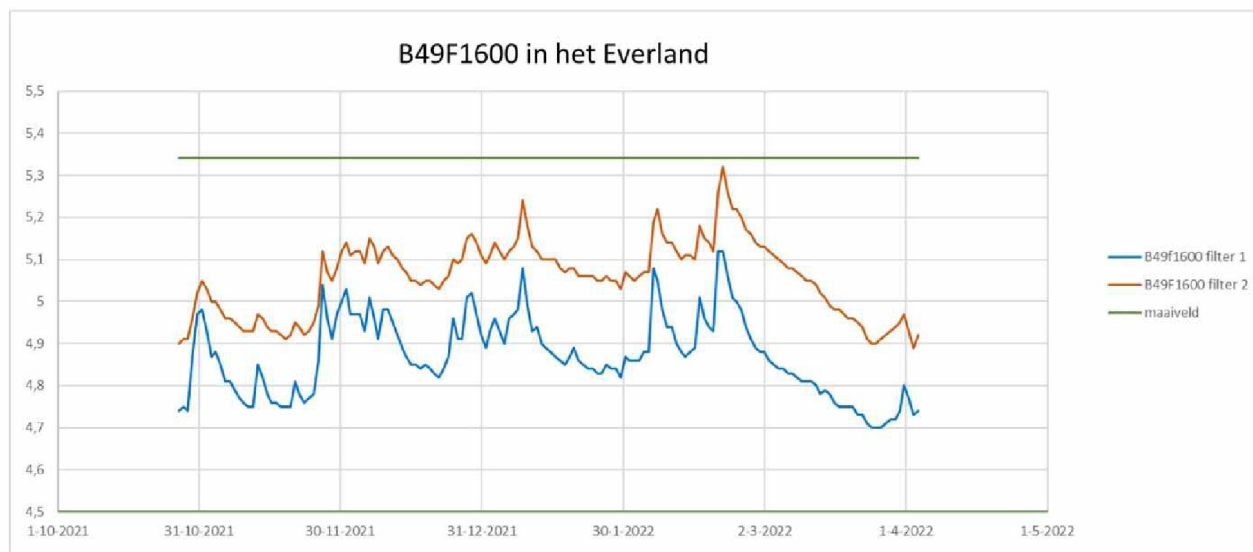
Everland is rijker aan meetpunten, waarbij zelf een raai door het gebied te maken is (Figuur 3-18; B49F0550-0552), waarbij meetgegevens beschikbaar zijn voor de periode 1992-2001 en B49F0550 en B49F0551 uitgerust zijn met een diep en een ondiep filter. De daaruit berekende GxG waarden zijn opgenomen in tabel 3-2. Voor B49F0552 zijn de gegevens onvoldoende betrouwbaar om een dergelijke berekening verantwoord uit te kunnen voeren (Grondwatertools 2021); ze zijn dan ook niet opgenomen in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Het grondwaterregime (in centimeter beneden maaiveld: cm -mv) voor de voor Everland beschikbare peilbuizen (Grondwatertools 2021). GHG: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, GLG: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, GVG: Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand. Filterstelling B49F0550_1: 472 - 422 cm + NAP, B49F0550_2: 335 - 285 cm + NAP, B49F0551_1: 445 - 395 cm +NAP, B49F0551_2: 254 - 204 cm +NAP. Maaiveld B49F0550: 580 cm +NAP, B49F0551: 523 cm +NAP.

| GxG | B49F0550_1 (cm-mv) | B49F0550_2 (cm-mv) | B49F0551_1 (cm-mv) | B49F0551_2 (cm-mv) |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| GHG | 73,8 | 20,4 | 8,3 | 5,4 |
| GLG | 112,6 | 91,5 | 76,5 | 73,7 |
| GVG | 88,0 | 37,7 | 32,2 | 28,5 |

Van belang voor de interpretatie van de gegevens in Tabel 3-2 is dat in beide gevallen de ondiepe filters in beginsel boven de aanwezige leemlaag staan en de diepe filters eronder (paragraaf 3.3.2), maar ook dat B49F0551 juist in de zone staat waar de leemlaag ontbreekt en de doorlatendheid goed is (cf. Figuur 3-11). Dat wetende valt op dat voor B49F0550 de stijghoogte van het ondiepe filter lager is dan die van het diepe filter, terwijl die voor B49F0551 nagenoeg gelijk is (Tabel 3-2). Er is sprake van druk van onderaf (kwel), maar alleen daar waar de ondiepe weerstand biedende laag ontbreekt, kan mogelijk sprake zijn van kwel tot in maaiveld. Een deel van de actuele natuurwaarden van Everland zal hier baat bij hebben. Het betekent ook dat water dat boven de weerstand biedende laag aanwezig is, niet zomaar “in de diepte kan verdwijnen” (denk aan de dikke goed doorlatende zanden onder deze laag; paragraaf 3.3), maar dat de opwaartse druk ervoor zorgt dat het water alsnog over deze laag moet afstromen. Het ontbreken van kwalitatief voldoende gegevens in (Grondwatertools 2021) voor B49F0552, die het laagste deel het dichtst tegen de beek aan ligt, is een gemis. Mogelijk hangt dit samen met inundaties, waardoor het grondwaterregime niet betrouwbaar verklaard kan worden (5.1.2.e 2018).

Belangrijke vraag is, of bovenstaande te extrapoleren is naar het Molenbeekbos, dat langs dezelfde beek ligt. Dat lijkt niet aannemelijk omdat de vispassage, die is gegraven in een hogere zandkop waarvan toch minimaal verwacht mag worden dat ook die water leverde voor het Molenbeekbos, dermate diep is ingesneden dat vrijwel alle water dat vanuit westelijke richting naar de Watermolenbeek toe beweegt hierdoor zal worden afgevangen. In zekere zin is de hydrologische gradiënt door deze vispassage ernstig verstoord, wat van betekenis kan zijn voor met name de instandhouding van het nog aan Elzenbroekbos herinnerende deel van het Molenbeekbos.



Figuur 3-19: Gemeten stijghoogte en grondwaterstand in de nieuw geplaatste diepe peilbuis B49F1600. Filter 1 op 2,85 – 2,25 m +NAP boven de Waalre klei, filter 2 op -7,39 - -9,39 m +NAP onder de Waalre klei. Locatie zie Figuur 3-18.

Om meer inzicht te krijgen in de grondwatersituatie in het Everland is eind 2021 een nieuwe peilbuis (B49F1600) geplaatst in opdracht van Brabant Water. Filter 1 begint op circa 3 meter onder maaiveld, filter 2 op circa 13,5 meter onder maaiveld. De meetreeksen (Figuur 3-19) laten zien dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket onder de Waalre klei hoger is dan de freatische grondwaterstand boven de Waalre klei. Jaarrond stroomt grondwater opwaarts door de Waalre klei vanuit het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket. De positie van het ondiepe filter 1 komt overeen met de positie van de diepe filters van de hierboven besproken peilbuizen B49F0550 en B49F0551. De reeks is nog te kort om deze te kunnen relateren aan de in Tabel 3-2 getoonde GXG's. De nieuwe gegevens bevestigen dat sprake is van een kwelsituatie ter plekke van het Everland, maar dat de

aanwezigheid van kleilagen in de ondergrond de grootte van de opwaartse grondwaterstroom wel beperken.

Effect van grondwaterwinningen

In de ruime omgeving van de Molenbeek en het Spuitensdonks bosje wordt grondwater onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening, industrie en landbouw. Grondwaterwinning voor de drinkwaterwinning in West-Brabant vindt voornamelijk plaats uit de Formatie van Oosterhout op meer dan 100 meter diepte; in Bergen op Zoom is de waterwinning minder diep. Samen geven de waterwinningen een verlaging van de stijghoogte in de Formatie van Oosterhout tot meer dan een meter ten westen van Roosendaal. In het dal van de Molenbeek is de berekende gemiddelde verlaging in freatische grondwaterstand ongeveer 10 tot 25 cm (van Wachtendonk et al. 2021). De effecten zijn relatief groot, omdat de Waalreklei hier dun wordt verondersteld. De effecten op de grondwaterstand in het Molenbeekbosje zijn kleiner dan 5 cm. Agrariërs onttrekken grondwater op een diepte van ongeveer 50 meter voor beregening; het gemiddelde effect op de grondwaterstand is kleiner dan 5 cm in de beschouwde natuurgebieden (Verhagen, 2019). De effecten op de grondwaterstand van industriële onttrekkingen zijn kleiner dan 5 cm (Van Wachtendonk, 2021).

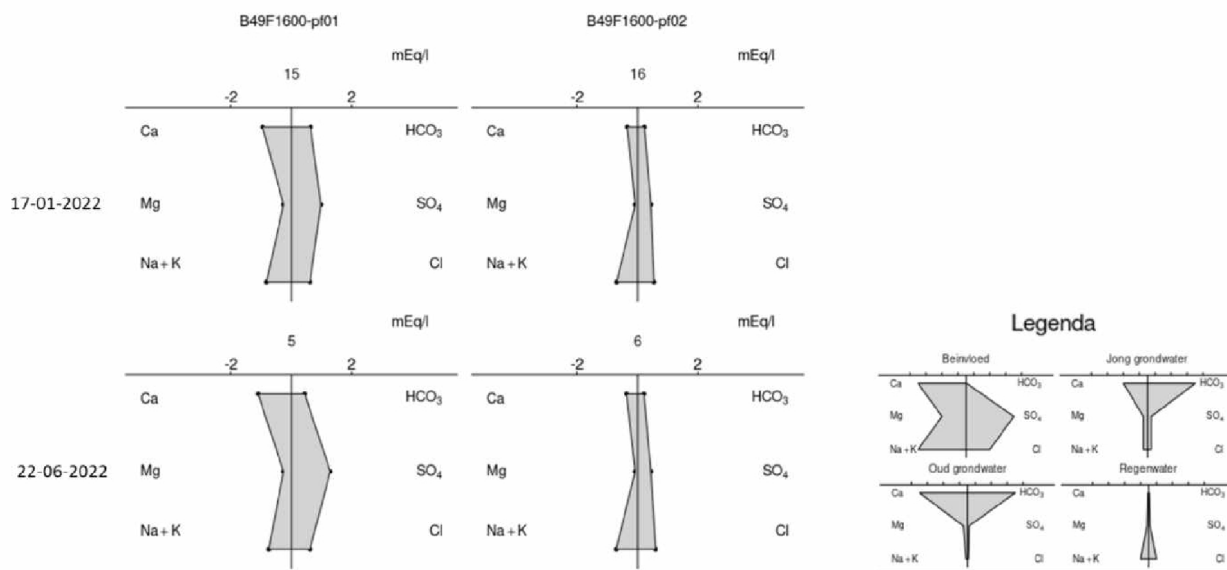
Grondwatersamenstelling Everland

De eind 2021 geplaatste peilbuis B49F1600 in Everland geeft meer inzicht in de samenstelling van het grondwater op verschillende dieptes boven en onder de Waalre klei (zie Tabel 3-3; Figuur 3-20 en Bijlage 1). Het grondwater in beide filters is zwak zuur. De gehalten calcium en waterstofcarbonaat (en daarmee de hardheid) zijn laag. Het diepere grondwater onder de Waalre klei is opvallend armer aan mineralen dan het ondiepe grondwater. Uit TNO-onderzoek volgt dat de bovenste lagen Waalre klei kalkrijk zijn afgezet (zie 3.3.1). Bij de opwaartse flux over de Waalre kei (zie Figuur 3-19) wordt het diepere grondwater aangereikt.

Everland is omringd door landbouwgebied en de invloed daarvan is ook terug te zien in de waterkwaliteit in beide filters. Het chloridegehalte is licht verhoogd in vergelijking met schoon grondwater, wat kan wijzen op vervuiling door bemesting (Aggenbach et al. 2020). Weliswaar ontbreekt nitraat in de watermonsters, maar de concentraties sulfaat en ijzer zijn met name in het bovenste filter vrij hoog, waarschijnlijk door pyrietoxidatie.

Tabel 3-3: Grondwaterkwaliteit in peilbuis B49F1600 in Everland. Locaties van deze peilbuis in Figuur 3-18. Metingen uitgevoerd op 17 januari en 22 juni 2022.

| Datum | B49F1600 Filter | | pH | EGV | HCO ₃ | Ca | Cl | SO ₄ | P-ortho (als P) | NO ₃ | NH ₄ |
|------------|-----------------|---------------|------|-----|------------------|-----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | m -mv | | | | | | | | | |
| 17-01-2022 | 1 | 3,24 – 3,84 | 6,24 | 214 | 39 | 19 | 22 | 47 | <0,02 | <0,2 | 0,26 |
| | 2 | 13,48 – 15,48 | 5,82 | 128 | 14 | 6,8 | 19 | 21 | 0,034 | <0,2 | 0,097 |
| 22-06-2022 | 1 | 3,24 – 3,84 | 5,92 | 230 | 27 | 22 | 22 | 62 | <0,02 | <0,2 | 0,34 |
| | 2 | 13,48 – 15,48 | 5,80 | 130 | 13 | 7,3 | 21 | 21 | 0,099 | 0,2 | 0,10 |



Figuur 3-20: Stiff-diagrammen voor de grondwaterkwaliteit in beide filters boven en onder de Waalre klei in peilbuis B49F16000 in Everland (locatie in Figuur 3-18; (Stiff Jr. 1951)).

Resumé Hydrologie

- Het oppervlaktewatersysteem voor de gebieden Sputendonksbosje en Molenbeekbos is relatief eenvoudig: de beide beken bepalen de waterhuishouding en van interne ontwatering is nauwelijks sprake.
- Bij Everland wordt de waterhuishouding in betekende mate beïnvloed door de diepe sloten die het natuurgebied van de omringende landbouwgronden scheiden. Verder watert een deel van het interne slotenstelsel rechtstreeks af op de beek.
- De Watermolenbeek is breed, recht, diep en gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstand biedende laag om contact te maken met de onderliggende goed doorlatende zanden. Hier infiltreert water. De Sputendonkse beek is smaller, ondieper en niet gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstandbiedende laag niet.
- De vispassage door het Molenbeekbos is aangelegd in een hogere zandrug en ligt bijzonder diep ingesneden, waardoor deze de natuurlijke hydrologische gradiënt in betekende mate verstoort.
- Alleen het nog aan Elzenbroekbos herinnerende deel van het Molenbeekbos inundeert met enige regelmaat: gemiddeld eens per twee jaar.
- Het oppervlaktewater in zowel de Sputendonkse beek als de Watermolenbeek is rijk aan voedingsstoffen. De Watermolenbeek is ook rijk aan zware metalen als gevolg van historische verontreiniging.
- Gegevens met betrekking tot grondwaterkwantiteit en -kwaliteit ontbreken nagenoeg geheel voor het Sputendonksbosje en voor het Molenbeekbos. De grondwatertrappen die volgen uit de bodemkaart vormen de best beschikbare gegevens en laten relatief grote fluctuaties zien. Hiervan lijkt al van oudsher sprake te zijn.
- Grondwaterstandgegevens zijn wel beschikbaar voor Everland. Die gegevens laten de invloed van de weerstand biedende laag zien. Onder die laag is sprake van een hogere stijghoogte, wat een opwaartse waterbeweging tot gevolg heeft. Dit beeld is bevestigd met een nieuw geplaatste peilbuis in het Everland eind 2021. Alleen daar waar de weerstand biedende laag ontbreekt, lijkt het diepere water aan maaiveld te kunnen komen. Die opwaartse druk zorgt er wel voor dat daar waar de

weerstand biedende laag niet meer helemaal intact is, geen lek richting de goed doorlatende ondergrond ontstaat.

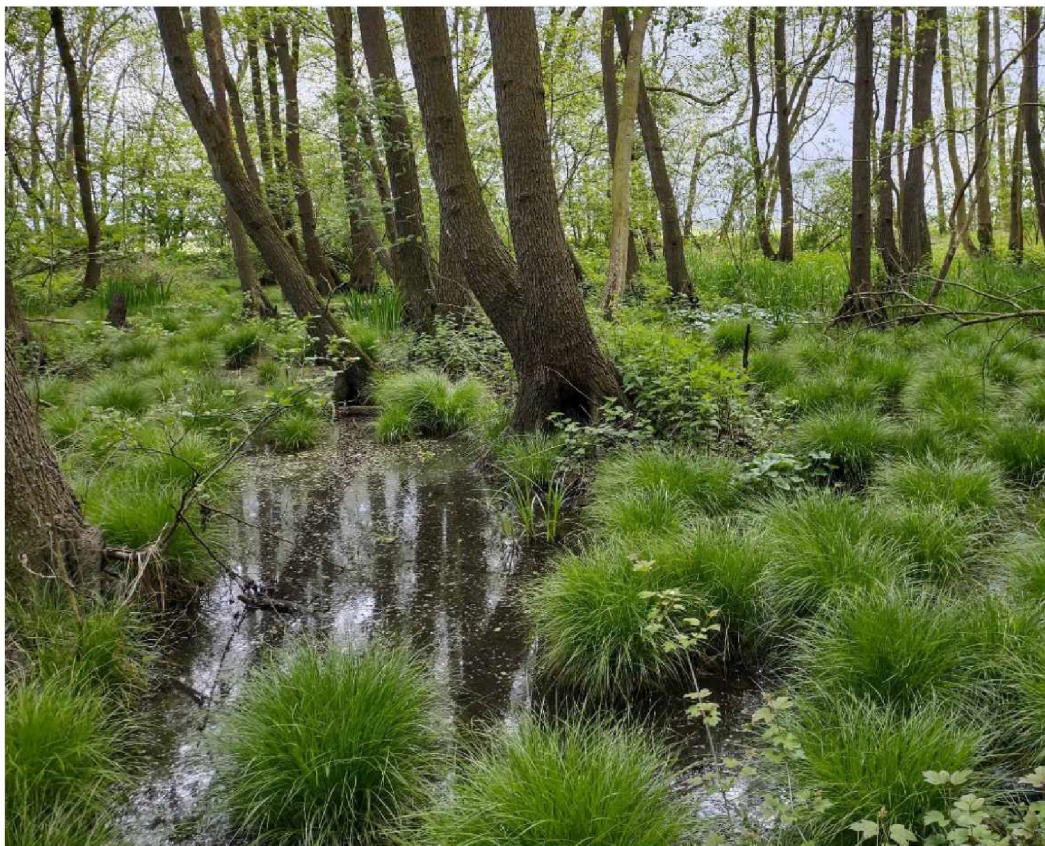
- Het ondiepe en met name het diepere grondwater onder Everland is opvallend mineralenarm. De invloed van het landbouwgebied rond Everland is echter terug te zien in de kwaliteit van het grondwater.
- Zonder grondwaterkwaliteitsgegevens is voor Molenbeekbos en Sputendonksbosje niet iets betekenends te zeggen over de herkomst van het grondwater, dan wel in hoeverre het grondwater verantwoordelijk is voor de aanwezige natuurwaarden. Zo kan de regelmatige inundatie van het Molenbeekbos ook zorgen voor de noodzakelijke basenaanvulling. Ondiep aanwezige leemlagen kunnen ook zorgen voor de aanrijking, iets dat gezien de bodemopbouw in ieder geval voor het Sputendonksbosje voor de hand ligt.

3.5 Vegetatie

Het Sputendonksbosje is recent nog gekarteerd (Courbois et al. 2016), waardoor een goed beeld bestaat van de actueel aanwezige vegetaties. In de Landelijke Vegetatiedatabank (Schaminée & Hennekens 2021) zijn bovendien ook oudere opnamen te vinden, die het mogelijk maken om iets te zeggen over de ontwikkeling van de vegetatie. Voor het Molenbeekbos en Everland ontbreken recente gegevens. Voor deze twee gebieden is gebruik gemaakt van de Landelijke Vegetatiedatabank (Schaminée & Hennekens 2021) en de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFP 2021).

Sputendonksbosje

Het beeld dat de vegetatie laat zien, is dat sprake moet zijn van relatief basenrijke, natte omstandigheden. De aanwezigheid van muskuskruid (*Adoxa moschatellina*) en bosanemoon (*Anemone nemorosa*) wijzen hierop. In 2001 is eenmalig elzenzegge (*Carex elongata*) bekend (2001; NDFP 2021). Dotterbloem en IJle zegge zijn aanwezig in de laagste delen. Moeraszegge (*Carex acutiformis*) kan duiden op sterk wisselende waterstanden, al spreekt uit de bekende opnamen geen dominantie van de soort. Zeker noemenswaardig zijn verder gulden boterbloem (*Ranunculus auricomus*) -een soort die in beekdalbossen vaak voorkomt waar in het voorjaar lang water op kalk- of leemrijke bodem staat- en autochtone gele dovenetel (*Lamium galeobdolon*); een zeldzaamheid. De oudst beschikbare opnamen in de Landelijke Vegetatiedatabank dateren uit 1982; ze laten feitelijk hetzelfde beeld zien. Dat geeft aan dat wat vegetatie betreft het Sputendonksbosje stabiliteit toont, ondanks alle ontwikkelingen in de omgeving.



Figuur 3-21: Relict elzenbroekbos in het Molenbeekbos met zwarte els (*Alnus glutinosa*), pollen ijle zegge (*Carex remota*), gewone dotterbloem (*Caltha palustris*, subsp. *Palustris*), grote brandnetel (*Urtica dioica*) en zwarte bes (*Ribes nigrum*).

Molenbeekbos

Het Molenbeekbos heeft twee gezichten. Overwegend gaat om aangeplant bos met daarin lindes, eik, haagbeuk, beuk, essen of populier met een ondergroei van overwegend gobbertskruid (*Geranium robertianum*) dat eerder duidt op drogere omstandigheden. Het in deze rapportage al vaak aangehaalde oude bosrelict lijkt eigenlijk in alles op het Sputendonksbosje; bosanemoon, bosveldkers, ijle zegge, dotterbloem zijn aanwezig (duidend op permanent natte, basenrijke omstandigheden) al neemt de dominantie van hennegras (*Calamagrostis canescens*) en braam (*Rubus spec.*) -duidend op verdroging, eutrofiëring of beiden- naar de randen snel toe. Ook hier dateren de oudste opnamen uit 1982 en laten die opnamen feitelijk eenzelfde beeld zien. Al hindert het ontbreken van formele recente opnamen een vergelijking tussen jaren, het lijkt er niet op dat de vegetatie wezenlijk is veranderd.

Afwezig uit de bekende opnamen is elzenzegge, een belangrijke kensoort van het Elzenbroekbos (*Carici elongatae - Alnetum*; r42Aa2 VvN). Hoewel deze soort veel algemener is in oostelijk Brabant en bij Roosendaal zijn westelijke grens bereikt (Hennekens et al. 2001) en recent niet bekend is uit het oude bosrelict, is ze anno 2021 nog aangetroffen op enkele honderden meters ten zuiden daarvan in de oevers van een poel (NDFP 2021). Oudere waarnemingen (1986 of ouder) zijn alleen op kilometerholniveau beschikbaar en daardoor niet met zekerheid toe te wijzen aan een van de hier relevante gebieden. Elzenzegge zelf is met name kritisch op de vochtthuishouding (permanent zeer nat) en minder op basenrijkdom van water of standplaats (Weeda et al. 1985) met als kenmerkende groeiplaats de stamvoet van zwarte els (*Alnus glutinosa*). Aangenomen dat elzenzegge voor 1990 voorkwam in het oude bosrelict, zou dat op verdroging (een toename van de stijghoogtedynamiek) kunnen duiden.

Everland

De oudste (losse) waarnemingen voor Everland dateren van eind negentiende eeuw en betreffen soorten die ook nu nog in het gebied gevonden worden². De recente gegevens laten kwelindicatoren als holpijp (*Equisetum fluviatile*) en waterviolier (*Hottonia palustris*) zien, zonder uitzondering in slootkanten, waar duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*) de boventoon voert. De spaarzame vegetatiegegevens duiden, bijvoorbeeld via een ruime verspreiding van echte koekoeksbloem (*Silene flos-cuculi*), op matig voedselrijke, vochtige graslanden in (tegenwoordig) extensief weide- of hooilandbeheer.



Figuur 3-22: Graslanden in Everland op 24 augustus 2022. Links jaarrond beweide grasland met o.a. Akkerdistel (*Cirsium arvense*) en Jacobskruiskruid (*Jacobaea vulgaris*). Rechts gemaaid hooiland met o.a. Reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), Veldrus (*Juncus acutiflorus*) en Pitrus (*Juncus effusus*).

Centraal in Everland ligt een klein bosperceel met een rijke ondergroei. In de kruidlaag komen, vergelijkbaar met het Sputendonsbosje en het oud bos-relict in het Molenbeek bos een aantal bijzondere soorten voor, kenmerkend voor een vochtige, basenrijke groeiplaats. In de waarnemingen uit de NDFF van de afgelopen 10 jaar zijn de opvallende soorten: bosannemoon (*Anemone nemorosa*), echte valeriaan (*Valeriana officinalis*), gewone salomomszegel (*Polygonatum multiflorum*), grote keverorchis (*Neottia ovata*), ijle zegge (*Carex remota*), kruipend zenegroen (*Ajuga reptans*), slanke sleutelbloem (*Primula elatior*) en zwartblauwe rapunzel (*Phyteuma nigrum*). Met in de struiklaag soorten als aalbes (*Ribes rubrum*), eenstijlige meidoorn (*Cratageus monogyna*) en gelderse roos (*Viburnum opulus*), en in de boomlaag naast zomereik (*Quercus robur*), gewone Es (*Fraxinus excelsior*) en vogelkers (*Prunus padus*) is dit bosje te typeren als Vogelkers-Essenbos (r46Aa5 VvN)

Momenteel wordt twee-derde van het natuurterrein in het groeiseizoen beweide. De vegetatie oogt structuurrijk en kruidenrijk, passend bij het actuele beheertype N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland (Figuur 3-22 links). Een-derde deel aan de zuidwestzijde wordt beheerd als hooiland en wordt niet nabeweide (Figuur 3-22 rechts). Dit gedeelte werd in de eerste helft van de 19^e eeuw gekarteerd als 'heidevegetatie' (zie Figuur 3-4). De vegetatie wordt hier nu gedomineerd door grassen met o.a. reukgras (*Anthoxanthum odoratum*), veldrus (*Juncus acutiflorus*) en pitrus (*Juncus effusus*). In de greppels komen kruiden voor zoals grote wederik (*Lysimachia vulgaris*) en moerasrolklaver (*Lotus pedunculatus*).

² Al is niet helemaal duidelijk of die oude opnamen ook daadwerkelijk betrekking hebben op Everland (uurhok-niveau). Ook als deze uit de omgeving afkomstig zijn, mag gezien de periode toch aangenomen worden dat ze het toen meer algemene beeld schetsen. Dat is overigens vaak het geval bij oudere opnamen. De optekenaars hadden vaak tot doel de omgeving te karakteriseren, niet zozeer om formele opnamen te maken.

Resumé vegetatie

- Met het Sputendonksbosje als prettige uitzondering, zijn gegevens met betrekking tot vegetatie niet rijk aanwezig. De gegevens die wel aanwezig zijn, doen in ieder geval vermoeden dat de vegetatie sinds globaal de jaren tachtig van de vorige eeuw stabiel is.
- Passend bij de informatie verzameld in de eerdere paragrafen past de vegetatie van het Sputendonksbosje en (het natte deel van) het Molenbeekbosje bij natte, basenrijke groeiplaatsen zoals die horen bij Elzenbroekbossen.
- De vegetatie in Everland weerspiegelt het oude weidegebruik, waarvoor het in zekere zin een reservaat is. Kwelindicatoren beperken zich tot de aanwezige sloten en het hooiland in het zuidwestelijk deel van Everland. Het bosperceeltje in Everland is te typeren als Vogelkers-Essenbos en indiceert een vochtige, basenrijke standplaats.

4 Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren

De in hoofdstuk 3 uitgewerkte bouwstenen en aandachtpunten worden in dit hoofdstuk eerst samengebracht tot een ecohydrologische interpretatie voor het functioneren van de drie beschreven gebieden. Op basis daarvan worden in een aparte paragraaf de sleutelfactoren afgeleid. Deze kunnen gebruikt worden om uitspraken te doen met betrekking tot het detailniveau van de beschikbare hydrologische modellen.

4.1 Samenvatting van de bouwstenen

Voordat de ecohydrologische interpretatie wordt uitgewerkt, wordt hieronder ter referentie herhaald, wat de voorgaande paragrafen voor elk van de bouwstenen van de systeemanalyse hebben opgeleverd. Zij vormen de basis voor de beschrijving in paragraaf 4.2.

Ontstaansgeschiedenis

- De beekdalen waarin de hier relevante gebieden liggen zijn al vroeg in gebruik genomen, getuige ook de voormalige watermolen Hulsdonk.
- De stuwschaduw van de watermolen heeft invloed gehad op de waterhuishouding van de Watermolenbeek en daarmee vanwege het beperkte verval en het vlakke maaiveld (stuwschaduw) ook op de hydrologie van het Molenbeekbos en Everland. Voor het Sputendonksbosje gold dit niet.
- Tot de ruilverkavelingen begin en eind vorige eeuw was sprake van een kleinschalig cultuurlandschap waar de drie hier relevante gebieden onderdeel van waren. Het Sputendonksbosje en Everland zijn relictten uit de tijd van vóór de ruilverkavelingen, het Molenbeekbos is in zijn huidige vorm juist ontstaan (aangeplant) als onderdeel van die ruilverkavelingen.
- In het Molenbeekbos is een klein areaal Elzenbroekbos aanwezig. Curieus genoeg is juist dit deel van het bosje op alle beschikbare kaart en fotomateriaal terug te vinden. Dat duidt er ten minste op dat dit bosje moeilijk te ontginnen was en nooit ontgonnen is geweest.

Hoogteligging

- De drie hier relevante gebieden liggen op een plek in hun beekdalen die de overgang van hoog naar laag markeert. Hier verliest het waterkracht en neemt meer ruimte, waardoor juist in deze gebieden veel water beschikbaar was.
- Het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos liggen dan ook laag in het landschap. Ongeveer 4 meter + NAP. Everland ligt iets hoger.

Geologie en bodem

- Op basis van bodemgesteldheid lijkt een polychotomie te ontstaan tussen het Sputendonksbosje en Everland en het Molenbeekbos. Voor beide laatstgenoemden is het lange gebruik van de bodem terug te zien in de opbouw daarvan (onder meer eerdgronden), terwijl de geohydrologische opbouw alleen goed doorlatende zanden laat zien. Het Sputendonksbosje staat in feite op een originele, oude bosgroeiplaats waarvan de bodem de dans met de vooruitgang is ontsprongen.
- Toch is er een belangrijke gemeenschappelijke deler: ondiep aanwezige weerstand biedende lagen zijn voor alle drie de hier relevante gebieden belangrijk voor het ondiep hydrologisch functioneren. Onder Molenbeekbos en Everland is ondiep een aaneengesloten decimeters dikke leemlaag aanwezig. Alleen lokaal ontbreekt deze in Everland, wat direct vertaald wordt in infiltratie. Onder het Sputendonksbosje is ondiep oude klei aanwezig. In alle gevallen zorgt die ondiepe weerstand

biedende laag ervoor dat vanuit de omgeving toestromend water maar ook regenwater moeilijk kan infiltreren in de onderliggende zanden, waardoor ze makkelijk nat zijn.

- Voor het Sputendonsbosje is de bodem boven de kleilaag zo ondiep, dat deze vermoedelijk ook weer makkelijk uitdroogt. Dat vertaalt in een redelijk hoge grondwatertrap (V).
- Verrassend genoeg is, ondanks de verschillen in bodem en ontstaansgeschiedenis, sprake van veel overeenkomsten tussen een klein deel van het Molenbeekbos en het Sputendonsbosje. In beide gevallen gaat het vermoedelijk om oude, originele bosgroeiplaatsen van meer dan 200 jaar oud op ondiep aanwezige weerstand biedende lagen. Convergente evolutie, in zekere zin, maar in ieder geval uniek voor dit deel van Brabant.

Hydrologie

- Het oppervlaktewatersysteem voor de gebieden Sputendonsbosje en Molenbeekbos is relatief eenvoudig: de beide beken bepalen de waterhuishouding en van interne ontwatering is nauwelijks sprake.
- Bij Everland wordt de waterhuishouding in betekende mate beïnvloed door de diepe sloten die het natuurgebied van de omringende landbouwgronden scheiden. Verder watert een deel van het interne slotenstelsel rechtstreeks af op de beek.
- De Watermolenbeek is breed, recht, diep en gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstand biedende laag om contact te maken met de onderliggende goed doorlatende zanden. Hier infiltreert water. De Sputendonkse beek is smaller, ondieper en niet gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstand biedende laag niet.
- De vispassage door het Molenbeekbos is aangelegd in een hogere zandrug en ligt bijzonder diep ingesneden, waardoor deze de natuurlijke hydrologische gradiënt in betekende mate verstoort.
- Alleen het nog aan Elzenbroekbos herinnerende deel van het Molenbeekbos inundeert met enige regelmaat: gemiddeld eens per twee jaar.
- Het oppervlaktewater in zowel de Sputendonkse beek als de Watermolenbeek is rijk aan voedingsstoffen. De Watermolenbeek is ook rijk aan zware metalen als gevolg van historische verontreiniging.
- Gegevens met betrekking tot grondwaterkwantiteit en -kwaliteit ontbreken nagenoeg geheel voor het Sputendonsbosje en voor het Molenbeekbos. De grondwatertrappen die volgen uit de bodemkaart vormen de best beschikbare gegevens en laten relatief grote fluctuaties zien. Hiervan lijkt al van oudsher sprake te zijn.
- Grondwaterstandgegevens zijn wel beschikbaar voor Everland. Die gegevens laten de invloed van de weerstand biedende laag zien. Onder die laag is sprake van een hogere stijghoogte, wat een opwaartse waterbeweging tot gevolg heeft. Alleen daar waar de weerstand biedende laag ontbreekt, lijkt het diepere water aan maaiveld te kunnen komen. Die opwaartse druk zorgt er wel voor dat daar waar de weerstand biedende laag niet meer helemaal intact is, geen lek richting de goed doorlatende ondergrond ontstaat.
- Het ondiepe en met name het diepere grondwater onder Everland is opvallend mineralenarm. De invloed van het landbouwgebied rond Everland is echter terug te zien in de kwaliteit van het grondwater.
- Zonder grondwaterkwaliteitsgegevens is voor Molenbeekbos en Sputendonsbosje niet iets betekenends te zeggen over de herkomst van het grondwater, dan wel in hoeverre het grondwater verantwoordelijk is voor de aanwezige natuurwaarden. Zo kan de regelmatige inundatie van het Molenbeekbos ook zorgen voor de noodzakelijke basenaanvulling. Ondiep aanwezige leemlagen

kunnen ook zorgen voor de aanrijking, iets dat gezien de bodemopbouw in ieder geval voor het Sputendonksbosje voor de hand ligt.

Vegetatie

- Met het Sputendonksbosje als prettige uitzondering, zijn gegevens met betrekking tot vegetatie niet rijk aanwezig. De gegevens die wel aanwezig zijn, doen in ieder geval vermoeden dat de vegetatie sinds globaal de jaren tachtig van de vorige eeuw stabiel is.
- Passend bij de informatie verzameld in de eerdere paragrafen past de vegetatie van het Sputendonksbosje en (het natte deel van) het Molenbeekbosje bij natte, basenrijke groeiplaatsen zoals die horen bij Vogelkers-Essenbos en Elzenbroekbossen.
- De vegetatie in Everland weerspiegelt het oude weidegebruik, waarvoor het in zekere zin een reservaat is. Kwelindicatoren beperken zich tot de aanwezige sloten en het hooiland in het zuidwestelijk deel van Everland. Het bosperceeltje in Everland is te typeren als Vogelkers-Essenbos en indiceert een vochtige, basenrijke standplaats.

4.2 Ecohydrologische interpretatie

Ondanks de geografisch wat verspreide ligging en verschillen in gebruik en ontwikkeling in de loop der tijd laten de drie hier relevante gebieden tal van overeenkomsten zien, waaronder het gegeven dat ze te beschouwen zijn als relictten van vervlogen tijden, tijden van voor de vooruitgang. Interessante en onbeantwoorde vraag is bijvoorbeeld waarom het Sputendonksbosje en een klein deel van het Molenbeekbos de dans met de vooruitgang in zekere zin zijn ontsprongen? Overigens is dat ook niet direct een vraag die in een ecohydrologische systeemanalyse beantwoord kan of moet worden. Het laat wel zien dat juist deze gebieden iets in zich hadden dat het niet de moeite waard maakte om ze verder te “ontwikkelen”. In het begin van de twintigste eeuw waren dat vaak zeer natte omstandigheden, tijdens de latere ruilverkavelingen kan het in zekere zin “dom geluk” zijn omdat nu eenmaal de verplichting was neergelegd om ook “natuur” te behouden of te ontwikkelen.

Algemene interpretatie

Dat gezegd hebbende, maken de verzamelde gegevens aannemelijk dat alle drie de gebieden altijd nat zijn geweest en in betekende mate werden beïnvloed door zowel de beek waar ze aan grenzen als toestromend grondwater. De nu nog steeds aanwezige vegetatie duidt op basenrijke omstandigheden die van oudsher samenhangen met kwel, inundaties met beekwater of een combinatie van beiden. Die effecten zijn met de beschikbare gegevens niet goed te scheiden. In alle gevallen laat de actuele vegetatie signalen van verdroging (verlaging grondwaterstand), eutrofiëring (verlaging grondwaterstand en/of regelmatige invloed van inundaties met voedselrijk beekwater) of een combinatie daarvan zien. Dat beeld is al decennialang stabiel.

Door het ontbreken van grondwaterkwaliteitsgegevens voor Molenbeekbos en Sputendonksbosje is het niet mogelijk om de herkomst van het grondwater met enige zekerheid te bepalen. De ligging in de overgangszone van het Kempisch Plateau (Brabants Massief) naar het vlakke polderland laat ruimte voor invloed van ouder, bovenregionaal grondwater, maar de aanwezigheid van ondiepe klei- en leemlagen laat evengoed ruimte voor kleinere, lokale systemen die -tegenwoordig- in meer of mindere mate los staan van de regionale hydrologie. Die lagen zorgen dan voor (een relatief snelle) aanrijking van het infiltrerende regenwater. Een algemeen beeld van het functioneren, voldoende om de voorliggende vraag te beantwoorden is echter wel te schetsen.

Sputendonksbosje

Wat wel duidelijk is, is dat het Sputendonksbosje zijn bestaan dankt aan de aanwezigheid van dikke, ondiep aanwezige kleilagen onder een heel dun dekzandpakket. Die weerstand biedende laag, de verbreiding en de scheefstelling daarvan zorgen ervoor dat relatief veel water -voor zover niet onderschept door het verder agrarisch georiënteerde oppervlaktewatersysteem- op het bosje toe kan stromen en maar moeilijk kan infiltreren naar het verder tot grote diepte goed doorlatende onderliggende zandpakket. Diezelfde weerstand biedende laag zorgt ook voor de noodzakelijke basenvoorziening en is als zodanig op te vatten als de kurk waar het Sputendonksbosje op drijft. Het dunne dekzandpakket boven de weerstand biedende laag samen met de ontwikkelingen in het omliggende landgebruik helpen verklaren waarom het grondwaterregime indicaties van wisselvochtigheid (hoog in het voorjaar, maar relatief snel uitzakkend in de zomer) laat zien: er is bijna constante aanvoer van water over de weerstand biedende laag nodig om het grondwaterpeil stabiel te houden. Efficiënte ontwatering van het intrekgebied maakt dan dat het water in tijden van weinig neerslag en grote watervraag door de vegetatie snel “op” kan zijn. Ook al is niet precies duidelijk geworden waar dat intrekgebied tegenwoordig nog ligt, is wel duidelijk dat overal in de ruime omgeving sprake is van efficiënte ontwatering.

Molenbeekbos

Het gebied waar tegenwoordig het Molenbeekbos ligt, is in de loop der decennia veranderd van een nat in een droog van grondwater onafhankelijk bos, uitgezonderd een klein areaal dat nog steeds aan Elzenbroekbos herinnert; het oude bosrelict. Het bos daaromheen is van behoorlijk recente datum. Het normaliseren van de Watermolenbeek heeft ertoe geleid dat die waterloop vanaf die tijd contact maakt met het onderliggende zandpakket en kan daardoor kwelwater draineren dat eerst op andere plekken een rol had. Dat verstoort de hydrologische gradiënt. De dwars door een hoge zandkop gegraven en daardoor zeer diep ingesneden vispassage verstoort de hydrologische gradiënt aan de westzijde van het Molenbeekbos, waardoor water dat vanaf de west- en zuidzijde uit de dekzandruggetjes zou toestromen het bos niet meer kan bereiken. Het veel hogere peil van de gestuwde Watermolenbeek en het gegeven dat deze contact maakt met het onderliggende zandpakket maakt overigens niet onmogelijk dat een hydrologische gradiënt richting de vispassage, onder het bos door, is ontstaan. Gegevens die dit ondersteunen of weerspreken zijn niet boven water gekomen.

Dan blijft over het aan Elzenbroekbos herinnerende oude bosrelict in het Molenbeekbos. Ook hier speelde de ondiep aanwezige weerstand biedende laag een rol in de waterhuishouding en de basenaanvulling, maar die rol is gegeven de hiervoor beschreven veranderingen in het watersysteem vermoedelijk veel kleiner geworden. De drainerende werking van aangrenzende watergangen (vispassage en Watermolenbeek) maakt enige grondwaterinvloed hier eigenlijk onmogelijk. Het lijkt er sterk op dat regelmatige inundaties vanuit de Watermolenbeek tegenwoordig belangrijk zijn in de waterhuishouding van dit deel van het bos. Er is immers sprake van een open verbinding, waardoor de kom waarin dit bosje ligt zich al snel kan vullen. Hoewel dit niet op te vatten is als een positieve ontwikkeling voor het oude bosrelict, geven de beschikbare vegetatiegegevens ook geen aanleiding om spectaculaire achteruitgang te vermoeden sinds de jaren tachtig, al is het vermoeden op basis van een enkel veldbezoek wel dat het areaal waarbinnen soorten als ijle zegge gevonden kunnen worden is afgenomen ten gunste van bijvoorbeeld grote brandnetel. Het lijkt er op basis van het veldbezoek op dat de permanent natte omstandigheden in de laagste delen de groei van de wat meer eutrafente soorten nog voldoende kan remmen.

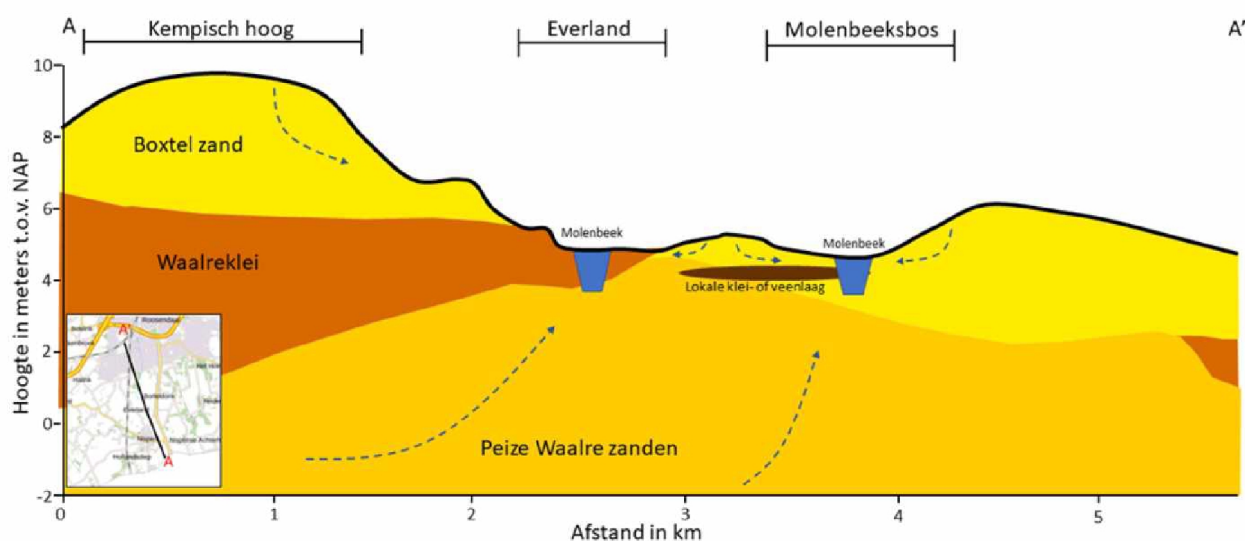
Everland

Voor het Everland lijkt het verhaal op dat van het Sputendonksbosje. Een ondiep aanwezige weerstand biedende laag zorgt ervoor dat grondwater dat op deze gebieden toestroomt niet in de verder tot op grote diepte dominante goed doorlatende zandpakketten kan verdwijnen, maar ondiep af moet stromen. Gegevens beschikbaar voor Everland laten een hogere potentiaal onder deze weerstand biedende laag zien, waardoor ook in geval van gaten in die laag water moeilijk kan infiltreren. Eerder zal daar sprake zijn van kwel. Dat het deel van het gebied waar sprake is van goede doorlatendheid (contact met het onderliggende regionale systeem) pas heel laat in graslandgebruik is genomen, ondersteunt dat denken.

Dat die kwel tegenwoordig nog aan maaiveld komt, ligt niet voor de hand. Op de grens met het omringende landbouwgebied liggen diepe ontwaterende sloten. Kwelindicatoren zijn beperkt tot sloten, slootkanten en een perceel in hooilandbeheer. Ook het (historische) gebruik vraagt om enige drooglegging. Uit de analyse van de grondwaterkwaliteit zijn geen harde conclusies te trekken. Het diepe grondwater is namelijk arm aan mineralen, zoals ook het geval is voor regenwater.

Systeemschets

Figuur 4-1 vat voorgaande samen in een systeemschets op hoofdlijnen (omdat de herkomst van het water niet te duiden is).



Figuur 4-1: Geohydrologische dwarsdoorsnede van Kempisch Hoog (zuid) via het Everland naar Molenbeekbos.

Kennislacunes

Kennis van de grondwaterkwaliteit voor alle drie de hier relevante gebieden, maar zeker ook het grondwaterregime voor in ieder geval het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos maakt een betere interpretatie van het ecohydrologische systeem mogelijk. Ontbreken van die kennis staat het beantwoorden van de hier gestelde vraag echter niet in betekende mate in de weg (paragraaf 4.3), wel het op enig moment formuleren van effectieve herstelmaatregelen.

Om voor het Everland inzicht te krijgen in de bodemopbouw en in het grondwaterregime van het middeldiepe grondwater en het regionale grondwater onder de Waalre klei, is eind 2021 een peilbuis geplaatst met twee filters. Hiermee kan nu iets gezegd worden over het al of niet ontbreken van Waalre klei en de mate waarin de verschillende grondwaterpakketten elkaar beïnvloeden.

4.3 Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling

De in paragraaf 4.2 uitgewerkte systeemsets geeft aan dat ondiep aanwezige weerstand biedende lagen bepalend zijn voor de standplaatscondities in de drie hier relevante gebieden. Die lagen zijn dan ook de aan te duiden als sleutelfactor, bepalend voor grondwaterdynamiek en basenrijkdom.

De potenties waarnaar op grond van het provinciale Natuurbeheerplan worden gestreefd, zijn weergegeven in Figuur 2-1. De daarbij behorende hydrologische randvoorwaarden zijn opgenomen in Tabel 4-1. Dat zijn de randvoorwaarden zoals die beleidsmatig worden gebruikt. Ze zijn geaggregeerd naar beheertype conform het Subsidiestelsel Natuur en Landschap. Dat betekent automatisch ook dat ze geen recht doen aan individuele vegetatiegemeenschappen binnen een beheertype. De boodschap is vooral dat Tabel 4-1 niet te verwarren is met harde alles of niets grenzen. Er is meer mogelijk dan Tabel 4-1 doet vermoeden. Niettemin is de vraag aan deze rapportage geworteld in een toetsing aan beleid, waarmee de waarden in dat licht een relevant uitgangspunt vormen.

Tabel 4-1: Referentiewaarden voor de Gemiddeld Voorjaars Grondwaterstand (GVG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en grondwaterinvloed (Bal 2001; 5.1.2.e 2004; 5.1.2.e al. 2005; 5.1.2.e 2007; 5.1.2.e et al. 2009 en het referentiebestand van Royal HaskoningDHV). GLG en GVG uitgedrukt in centimeter beneden maaiveld (cm -mv). Een negatieve waarde geeft daarmee een waterstand boven maaiveld.

| Natuurbeheertype | GVG (cm -mv) | GLG (cm -mv) | Grondwater invloed |
|--|-----------------|-----------------|----------------------------|
| Moeras (N05.01) | 20 - -20 | 40-80 | - ¹ |
| Nat schraalland (N10.01) | 20 - -5 | 20-60 | Ja, basenarm |
| Vochtig hooiland (N10.02) | 5 -50 | > 80 | Ja, basenrijk ² |
| Kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) | >40 | >60 | - |
| Rivier- en Beekbegeleidend bos (N14.01) | 20 - -20 | 40-80 | Ja, aangerijkt |
| Haagbeuken- en Essenbos (N14.03) | 10 - >10 | >80 | Aangerijkt |

¹ Goed ontwikkeld rietmoeras gedijt slecht bij de aanwezigheid van uitsluitend zuur regenwater.

² Oppervlaktewater kan deze functie overnemen, vergelijkbaar met de vroegere praktijk van bevoeiing. Daarbij is met name de kwaliteit van het achterblijvende slib van belang, laat onderzoek zien en in mindere mate de kwaliteit van het water zelf als ten tijde van de inundatie sprake is van waterstanden aan of net onder maaiveld.

³ Getallen tussen haakjes geven aan dat afhankelijk van de lokale omstandigheden het getal tussen haakjes als bovengrens kan gelden.

De in Tabel 4-1 weergegeven referentiewaarden hebben we vergeleken met de gegevens over de grondwaterstanden samengebracht in paragraaf 3.4.2.

Sputendonksbosje

Voor het Sputendonksbosje komen het beheer- en ambitie-type geheel overeen, namelijk Haagbeuken- en Essenbos (N14.03) en Rivier- en Beekbegeleidend bos (N14.01) (Figuur 2-1). Met referentie naar Tabel 4-1 wordt duidelijk dat de grote fluctuatie in het grondwaterregime die blijkt uit de beschikbare gegevens in combinatie met de ondiep aanwezige weerstand biedende laag die voor aanrijking zorgt goed past bij Haagbeuken- en Essenbossen (N14.03). Immers, Haagbeuken- en Essenbos komt voor op vochtige, basenrijke bodems, waar de grondwaterstand tot dicht onder maaiveld kan staan, maar waar vaak sprake is van tijdelijke schijngrondwaterspiegels als gevolg van een slecht doorlatende leem- of kleigrond, waardoor de grondwaterstand heel variabel is (Bal 2001; Ertsen et al. 2005; BIJ12 2021). Dat is de situatie die voor het Sputendonksbosje volgt uit Figuur 4-1. Het behalen van de beheer- en ambitie-typen hangt daarmee samen met zogenoemde schijnspiegels, niet met het onderliggende eerste watervoerende pakket.

Molenbeekbos

Het beheertype voor het hele Molenbeekbos is Vochtig bos met productie (N16.04; Figuur 2-1). Het is een breed gedefinieerd bostype waarin tal van boomsoorten de boventoon mogen voeren. Het betreft in zekere zin de productievariant van delen van het Haagbeuken- en Essenbos (N14.03) en Beek- en Rivierbegeleidend bos (N14.02), al zijn -passend bij de brede definitie- geen concrete abiotische randvoorwaarden gedefinieerd (BIJ12 2021). In beginsel komt het op matig nat tot matig droge, vrij voedselrijke kleiige tot zandige bodems, waaronder overstromingsdelen van beken. De actuele abiotiek levert hier geen knelpunten op voor het duurzaam voorkomen van dit beheertype. Voor het aan Elzenbroekbos herinnerende oude bosrelict is in beginsel een hogere ambitie mogelijk, al duidt de hier verzamelde informatie erop dat het onderliggende hydrologische systeem ingrijpend veranderd is.

Als ambitie geldt voor het Molenbeekbos een mix van Rivier- en Beekbegeleidend bos (N14.02), Dynamisch moeras (N05.04) en Dennen-, Eiken- en Beukenbos (N15.02; Figuur 2-1). Laatstgenoemde is een (grond)water onafhankelijk type. Daar passen de in deze rapportage verzamelde gegevens goed bij. De beide andere types vragen permanent hoge, weinig wisselende waterstanden of regelmatige inundaties (Tabel 4-1). Daar is, zeker na aanleg van de vispassage en gegeven het gestuwde en gereguleerde peil in de Watermolenbeek, geen sprake meer van, waardoor het niet waarschijnlijk is dat deze ambitietypes zonder (hernieuwde) inrichtingsmaatregelen haalbaar zijn.

Everland

Het actuele beheertype voor Everland is Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02), het ambitietype voor hetzelfde areaal is Vochtig hooiland (N10.02; Figuur 2-1). Een deel is "Nog in te richten", waarbij het ambitieniveau nog niet is vastgesteld (provincie Noord-Brabant 2020). Op basis van de hier samengebrachte informatie lijkt het voor de hand te liggen om richting (wellicht wat drogere) graslandtypes te denken. Het ambitietype en tevens beheertype voor het bosperceeltje in Everland is N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos. Op basis van de huidige bijzondere floristische waarden is het (eveneens wat drogere) ambitietype N14.03 Haagbeuken- en essenbos het best passend.

De in deze rapportage verzamelde grondwaterstandsgegevens (Tabel 3-3) laten zien dat verwacht mag worden dat aan de in Tabel 4-1 samengebrachte abiotische randvoorwaarden kan worden voldaan, waarbij de basenaanrijking voor rekening komt van voornamelijk de ondiep aanwezige weerstand biedende laag en (mogelijk) kwel van daaronder gelegen watervoerende pakketten. Dan moet wel de diepe ontwatering rondom het natuurterrein worden aangepakt. Deze vangt de kwel die in Everland uit kan treden nu (grotendeels) af. Daarbij is de kwaliteit van het lokaal toetredende grondwater dat in het omringende landbouwgebied infiltreert, alsmede het behoud van de floristische waarden in het bosperceeltje een zorgpunt.

5 Evaluatie metingen en berekeningen grondwaterkwantiteit

In de voorgaande hoofdstukken van dit rapport is een beschouwing gegeven van de werking van het hydrologisch systeem gebaseerd op meetgegevens, kaarten en systeemkennis. Echter soms ontbreekt het ook aan kennis en dan kan een geohydrologisch model helpen om deze gaten op te vullen. Van West-Brabant is er een geohydrologisch model beschikbaar gebaseerd op het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV 2019). De vraag is echter of het model het hydrologisch systeem van het natuurgebied voldoende goed (in detail) beschrijft. Deze paragraaf gaat daar nader op in.

5.1 Beschikbare metingen

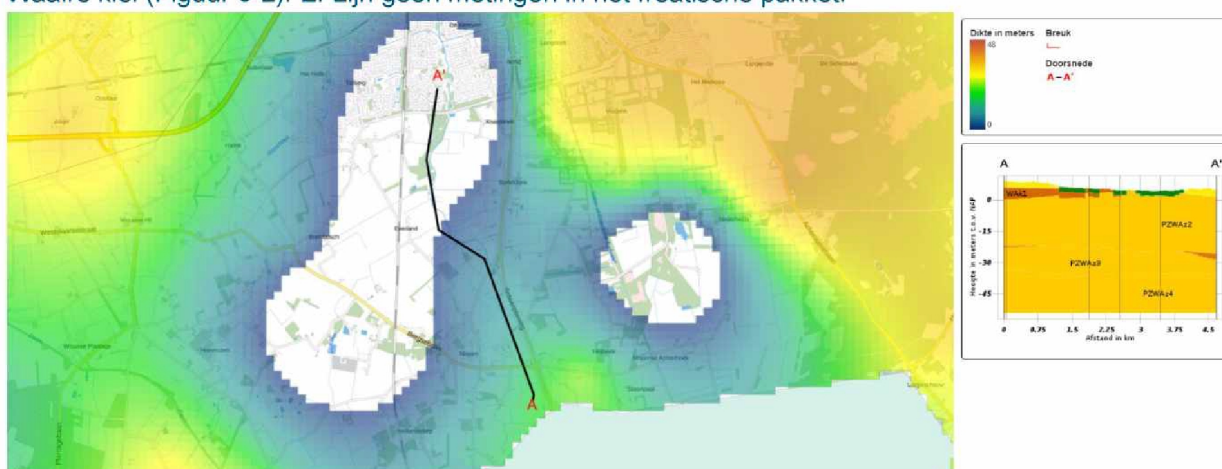
Het model is gevalideerd met de ijkset van het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV 2019). Deze dataset is opgebouwd uit metingen van Dinoloket aangevuld met metingen van Brabantse Delta. De dataset is gecontroleerd op betrouwbaarheid, ook met tijdreeksanalyse. De verificatie wordt uitgevoerd voor de gemiddelde situatie in 2009 tot en met 2016, een periode met een redelijk gemiddelde grondwateraanvulling zonder grote uitschieters. Binnen deze periode moeten voldoende metingen per meetpunt beschikbaar zijn. De voorwaarden zijn:

1. Alleen volledige jaren, dat wil zeggen jaren met minimaal 6 maanden met minstens 1 meting.
2. Minstens één volledig jaar in de periode 2009 t/m 2016.
3. Peilbuisfilters die op basis van de filterstelling kunnen worden toegekend aan het lagenmodel.

In deze evaluatie is gekeken naar peilbuizen boven en onder de Waalre klei, aangezien dit de belangrijkste scheidende laag is in West-Brabant. De Waalre klei is echter volgens RegisII v2.2 volledig afwezig in de omgeving van het Molenbeekbosje, hier ligt in sommige gevallen de zandige formatie van Peize Waalre aan maaiveld (Figuur 5-1). Verder is ook de Waalre klei rondom de natuurgebieden in het algemeen dun, waardoor deze laag weinig weerstand biedt.

Er zijn 3 peilbuizen in de omgeving van het Everland en het Molenbeekbos die de grondwaterstand meten in een formatie boven de Waalre klei (Figuur 5-2 boven). Hiervan ligt slechts 1 peilbuis binnen het natuurgebied Everland. In het watervoerende lagen onder de Waalre klei liggen 14 peilbuizen, een aantal van deze peilbuizen meten dus ook de freatische grondwaterstand waar de Waalre klei ontbreekt.

Er zijn zes peilbuizen in de omgeving van het Sputendonks bosje die de stijghoogte meten onder de Waalre klei (Figuur 5-2). Er zijn geen metingen in het freatische pakket.



Figuur 5-1: Dikte Waalre klei 1 in de omgeving van het Everland en het Modelbeekbosje. De Waalre klei ontbreekt volledig bij het Molenbeekbosje.

5.2 Grondwaterstand en Stijghoogte

Everland en Molenbeekbosje

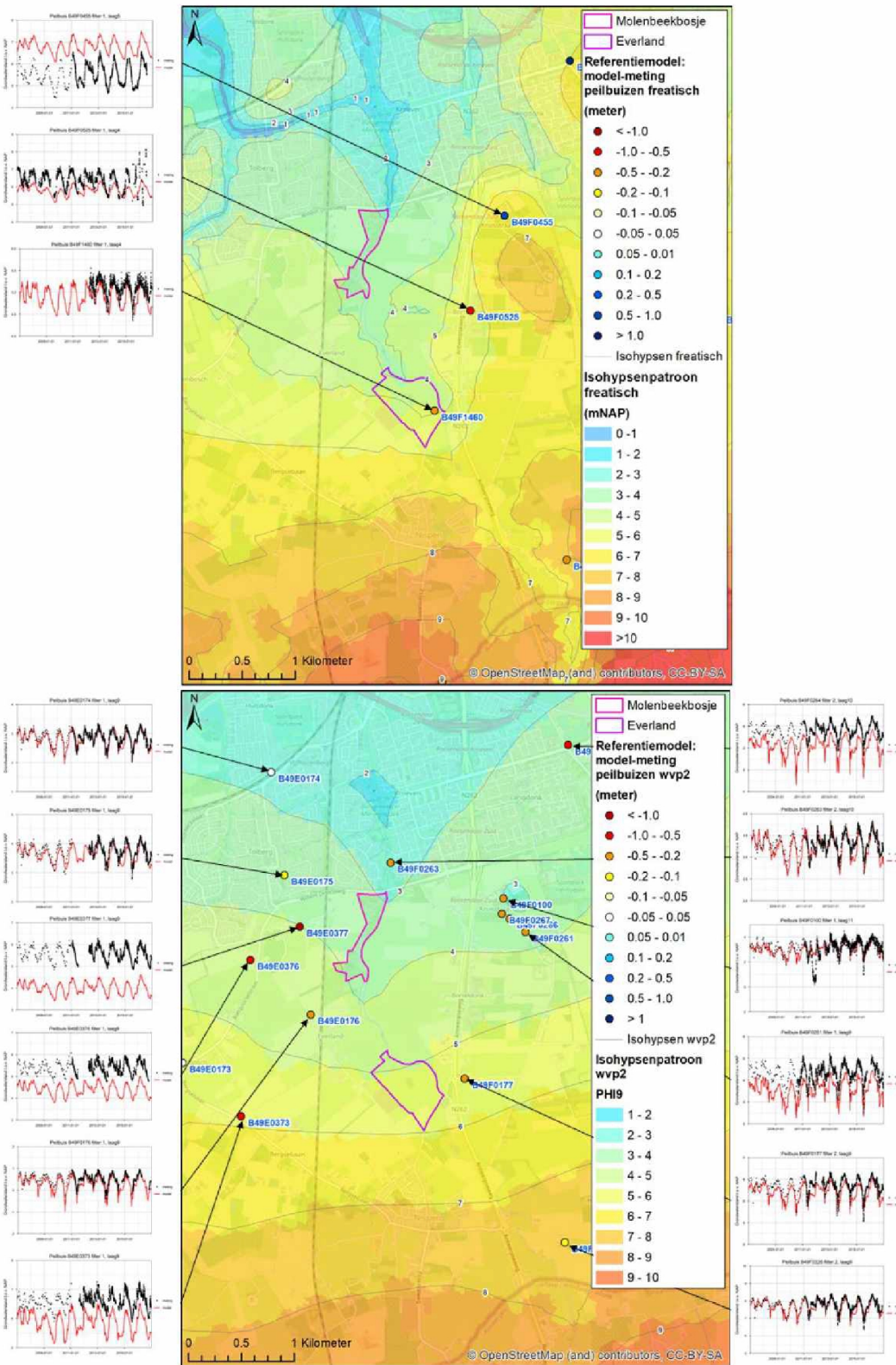
Alle peilbuizen, met uitzondering van B49F0455, zijn in de omgeving van het Molenbeekbosje en het Everland zijn zowel boven als onder de Waalre klei te droog (meting is hoger dan model). De dynamiek in grondwaterstanden en stijghoogtes die het model berekend komt wel goed overeen met de gemeten dynamiek. De verschillen zijn dus systematisch en niet tijdsgebonden. Hieruit volgt dat deze verschillen hoogstwaarschijnlijk worden veroorzaakt door de schematisatie van de ondergrond. Mogelijk is er meer weerstand aanwezig aan maaiveld of is de horizontale doorlatendheid te hoog. Ook het oppervlaktewatersysteem kan hier meer invloed hebben op de berekende stijghoogtes en grondwaterstanden.

B49F0455 is de enige peilbuis waar het model te nat is. Deze peilbuis ligt in het wingebied van winning Rosendaal boven de Waalre klei, die hier een weerstand van ongeveer 1000 dagen heeft. Direct onder de Waalre klei is het model te droog (B49F0100). Dit kan erop dat de weerstand van de Waalre klei hier te hoog is.

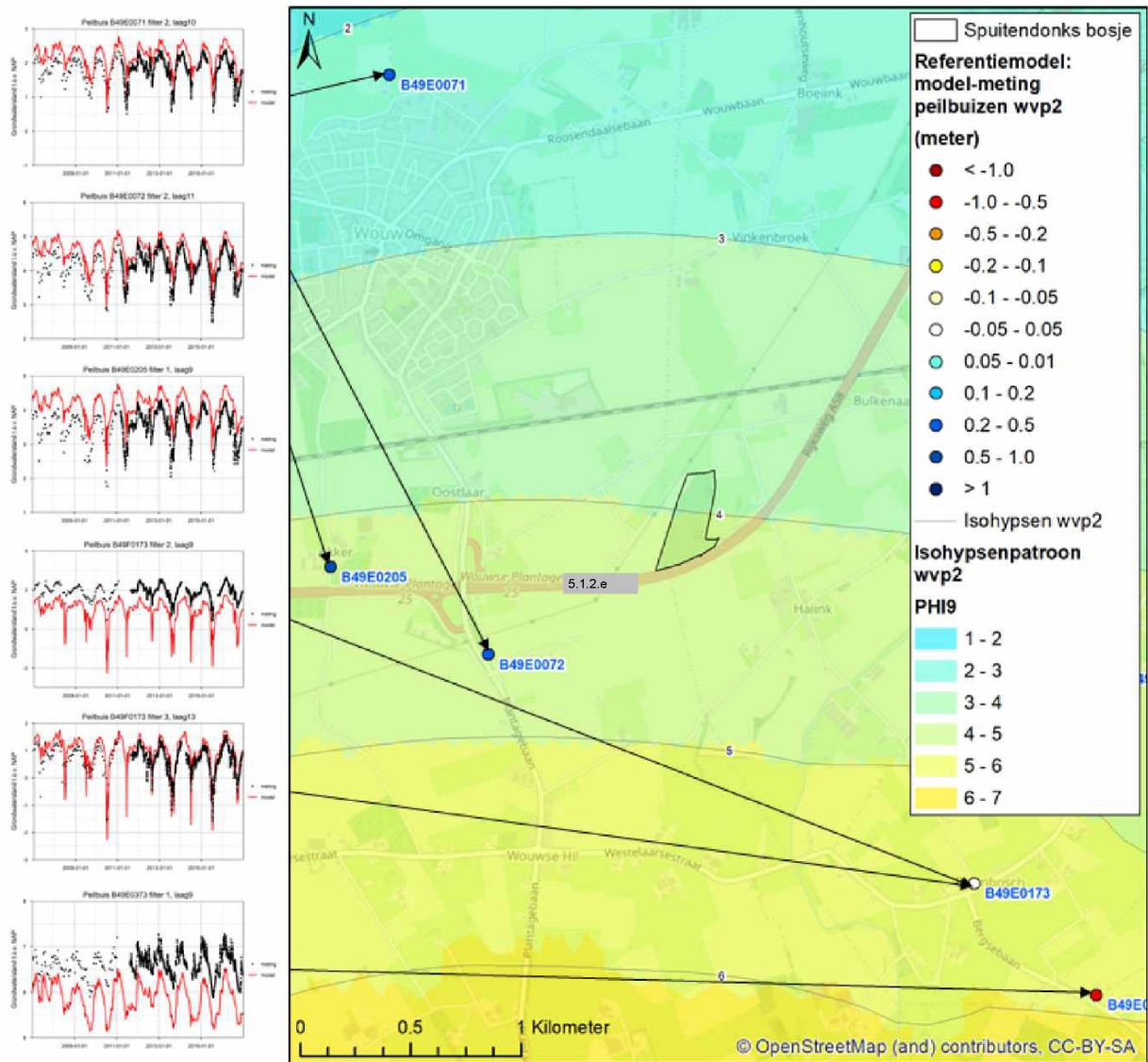
Peilbuis B49F1460 ligt in het natuurgebied Everland. Het model is bij deze peilbuis 20 tot 50 cm droger dan de metingen. Wat opvalt aan de meetreeks van deze peilbuis is dat de grondwaterstand in de zomerperiode in zowel model als meting evenveel uitzakt, maar dat deze in de meting sneller herstelt dan in het model. Doordat deze peilbuis zeer dicht langs Watermolenbeek ligt kan dit erop duiden dat de dynamiek tussen de grondwaterstand en het oppervlaktewater in het model niet correct is. Ook kan dit veroorzaakt worden doordat er lokaal anders wordt berekend dat het model voorspelt.

Sputendonks bosje

Er zijn geen peilbuizen die de grondwaterstand boven de Waalreklei meten in het Sputendonks bosje of in de omgeving daarvan. Van de peilbuizen onder de Waalre klei is het model in drie peilbuizen te nat en in één peilbuis te droog. De dynamiek wordt in alle peilbuizen goed gesimuleerd. Dus naar verwachting worden de verschillen tussen model en meting bepaald door de schematisatie van de ondergrond.



Figuur 5-2: Isohypsenvoerend pakket boven de Waalre klei (boven) en onder de Waalre klei bij het Everland en het Molenbeekbosje. De punten tonen de locaties van de peilbuizen waarmee het model is geverifieerd. De kleur van het punt geeft aan hoeveel het model verschilt met de peilbuizen in de meters. De grafieken naast de kaart tonen de verschillen tussen model en metingen voor de peilbuizen in het watervoerende pakket, de rode lijn zijn gemodelleerde grondwaterstanden en de zwart punten zijn de gemeten grondwaterstanden.



Figuur 5-3: Isohypsenpatroon in het tweede watervoerende pakket bij het Smitendonks bosje. De punten tonen de locaties van de peilbuizen waarmee het model is geverifieerd. De kleur van het punt geeft aan hoeveel het model verschilt met de peilbuizen in meters. De grafieken naast de kaart tonen de verschillen tussen model en meting voor de peilbuizen in het watervoerende pakket, de rode lijn zijn gemodelleerde grondwaterstanden en de zwarte punten zijn de gemeten grondwaterstanden.

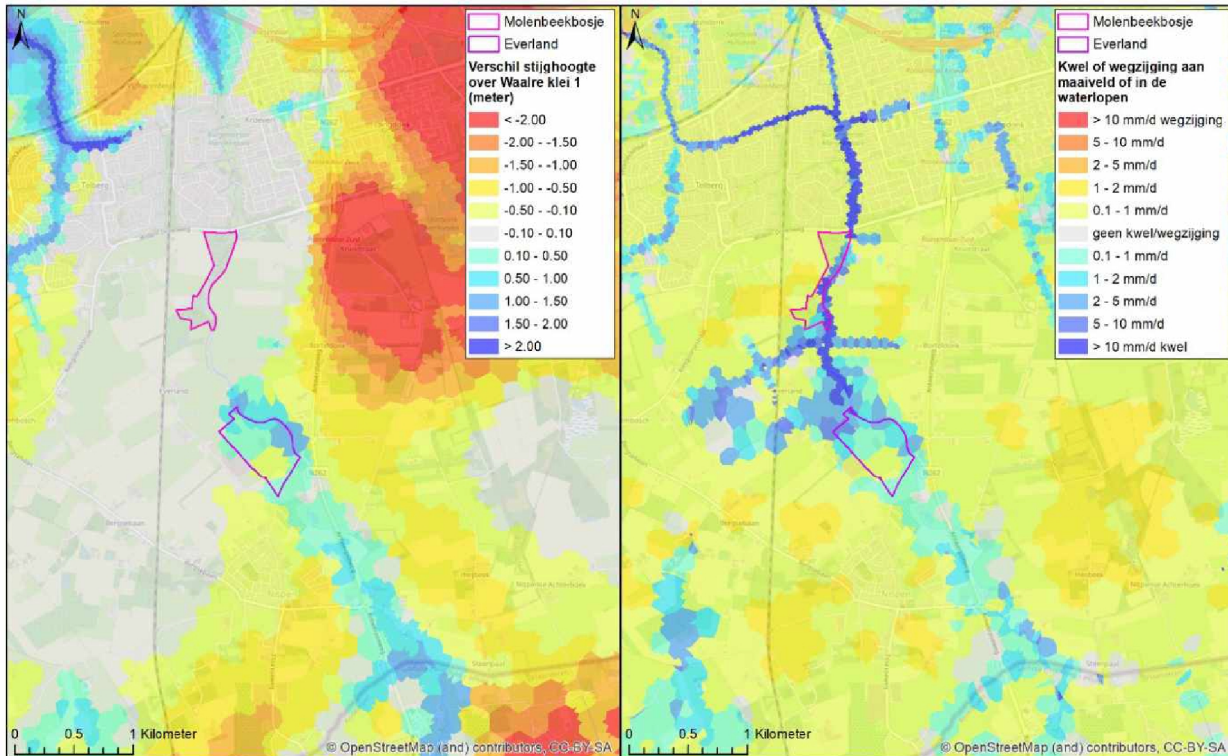
5.3 Kwel en wegzijging

Everland en Molenbeekbosje

Uit de beschouwing van de peilbuizen in paragraaf 3.4.2 is op basis van peilbuismetingen gebleken dat er een kwel flux aanwezig is in delen van het Everland. Deze kwel flux is naar verwachting niet aanwezig in het Molenbeekbosje waar de diep aangelegde vispassage het kwelwater afvoert.

Figuur 5-4 links toont het stijghoogteverschil over de Waalre klei, er is geen verschil waar deze ontbreekt. Figuur 5-4 rechts toont de kwel en wegzijging aan maaiveld of de drainage en infiltratie van de waterlopen. In het Everland berekent het model een kwel flux over de Waalre klei en aan maaiveld cq. in de waterlopen. Dit komt overeen met de eerdere observaties. Waar de Waalre klei ontbreekt is sprake van wegzijging aan maaiveld en zeer sterke drainage door de Watermolenbeek. Hierdoor is er

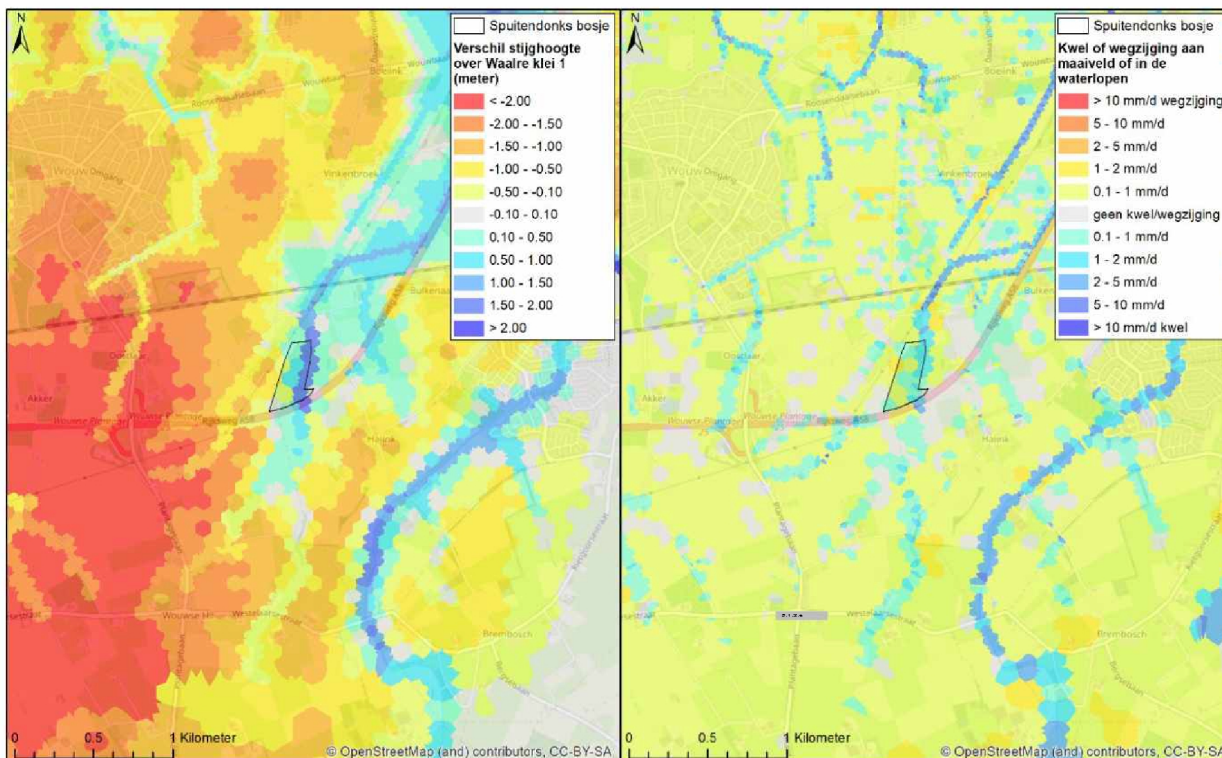
ook geen kwel aanwezig in het Molenbeekbosje. Wat verder opvalt is dat de vispassage niet in het grondwatermodel is verwerkt.



Figuur 5-4: Links: Vershil tussen stijghoogte onder de Waalre klei 1 en de grondwaterstand bij het Everland en het Molenbeekbosje. Blauwe kleuren betekenen opwaartse stroming (kwel), gele en rode kleuren betekenen neerwaartse stroming (wegzijging) over deze kleilaag. Rechts: Kwel of wegzijging aan maaiveld of in de waterlopen. Blauwe kleuren geven kwel aan en geel/rode kleuren wegzijging.

Sputendonks bosje

In het Sputendonks bosje berekent het model een kwelflux over de Waalre klei (Figuur 5-5). De kwel wordt grotendeels gedraineerd door de Sputendonkse beek maar komt ook deels aan maaiveld. Er zijn echter geen metingen of veldobservaties van het Sputendonks bosje waaruit aanwezigheid van kwel of wegzijging blijkt. Wel past het gemodelleerde kwelpatroon bij de conclusies uit deze systeemanalyse, namelijk dat de aanrijking van basenrijke kwel door de leemlaag in het natuurgebied waarschijnlijk is.



Figuur 5-5: Links: Verschil tussen stijghoogte onder de Waalre klei 1 en de grondwaterstand bij het Smitendonks bosje. Blauwe kleuren betekenen opwaartse stroming (kwel), gele en rode kleuren betekenen neerwaartse stroming (wegzijing) over deze kleilaag. Rechts: Kwel of wegzijging aan maaiveld of in de waterlopen. Blauwe kleuren geven kwel aan en geel/rode kleuren wegzijging.

5.4 Aanbevelingen voor het grondwatermodel

Op basis van de hiervoor gepresenteerde bevindingen de belangrijkste aandachtspunten voor het hydrologische systeem van het Everland, het Molenbeekbosje en het Smitendonkse bosje op een rij:

- Het model is systematisch te droog bij het Everland en het Molenbeekbosje. Dit kan door de schematisatie van de ondergrond of het watersysteem worden veroorzaakt. Extra lokale gevoeligheidsanalyse en kalibratie kan hier meer inzicht in geven.
- De weerstand van Waalre klei bij winning Rosendaal is mogelijk te hoog. Extra kalibratie is nuttig.
- De vispassage die door het Molenbeekbosje loopt is niet opgenomen in het model.
- Er zijn geen metingen van de grondwaterstand in het Molenbeekbosje en in het Smitendonks. Het is aan te raden freatische peilbuizen te plaatsen.

Referenties

- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2020. *Invloed van met nutriënten verrijkt grondwater op kwelafhankelijke ecosystemen*. OBN - VBNE, Driebergen.
- AHN. 2021. Algemeen Hoogtebestand Nederland. Online beschikbaar: <http://www.ahn.nl/pagina/apps-en-tools/viewer.html>; Laatste bezocht February 6, 2020.
- Anoniem. 2021. Wildernis Kaartenkamer. Online beschikbaar: <http://www.wildernis.eu/chart-room/>.
- 5.1.2.e 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- BIJ12. 2021. De Index Natuur en Landschap. Online beschikbaar: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/de-index-natuur-en-landschap/>; Laatste bezocht April 21, 2021.
- 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2007. *Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vematting van Natte natuurparels in Noord-Brabant*. B-WARE, Nijmegen.
- 5.1.2.e 1999. *Bijdrage tot de historische ecologie van de Limburgse Kempen (1910-1950)*. Stichting Natuurpublicaties Limburg, Maastricht.
- 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2016. *Vegetatie- en plantensoortenkartering West Brabant 2015. Objecten: Het Laag, Westelijke Beemden, Terheijden*. Burea Waardenburg, Culemborg.
- 5.1.2.e 2004. *Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae gemeenschappen*. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Dinoloket. 2021. Dinoloket. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>.
- 5.1.2.e & 5.1.2.e 1954. *Verkenningsonderzoek naar het voorkomen van leem in enige gebieden van Noord-Brabant*. Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Wageningen.
- 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2005. *OGOR natuur in Brabant - Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- 5.1.2.e Overzichtsbeeld van ingescande en georeferreerde kaartbladen van de "Kabinetskaart der Oostenrijkse Nederlanden en het Prinsbisdom Luik" opgemaakt door 5.1.2.e in 1777, exemplaar Koninklijke Bibliotheek van België, Vlaams landgedeelte. Opgemaakt op kaartschaal van ca 1/11.520. Online beschikbaar: <https://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/2d7382ea-d25c-4fe5-9196-b7ebf2dbe352>.
- Grondwatertools. 2021. Grondwatertools. Online beschikbaar: <https://www.grondwatertools.nl/grondwatertools-viewer>.
- 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2001. SynBioSys, een biologisch kennissysteem ten behoeve van natuurbeheer, natuurbeleid en natuurontwikkeling.
- 5.1.2.e 2021. Roosendaalse watermolen. Online beschikbaar: <https://www.bhic.nl/ontdekken/verhalen/roosendaalse-watermolen>.
- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e & J. van der Horst. 2003. *Reconstructie van historische grondwaterstandskarakteristieken met grondwaterstanden gemeten in de periode 1952-1955*. Alterra, Wageningen.
- 5.1.2.e 2018. *Watersysteemanalyse Molenbeek*. 5.1.2.e + 5.1.2.e Deventer.
- Kadaster. 2021. TopoTijdreis. Online beschikbaar: <http://topotijdreis.nl/>.
- 5.1.2.e & 5.1.2.e 1976. *Ruilverkevelingsgebied Nispen-Schijf Bodemgesteldheid en Bodemgeschiedheid*. Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Wageningen.
- 5.1.2.e 2021. Lizard. Online beschikbaar: <https://rhdhv.lizard.net/>.
- 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2017. *Watermolenpaspoorten II*. Royal HaskoningDHV, Maastricht.
- Molendatabase. 2021. Verdwenen molens - Watermolen van Roosendaal. Online beschikbaar: <https://www.molendatabase.org/molendb.php?step=details&nummer=2276>.
- Nationaal Archief. 1842. Topografische kaart 1842 van de omgeving van Roosendaal, verkend in 1838.
- Natuurtijdschriften. 2021. Natuurtijdschriften - Toegang tot tijdschriften over de Nederlandse natuur. Online beschikbaar: <https://natuurtijdschriften.nl/natuur>.
- NDFD. 2021. Nationale Databank Flora en Fauna. Online beschikbaar: <https://ndff-ecogrid.nl/>.
- Provincie Noord-Brabant. 2020. *Natuurbeheerplan Noord-Brabant - Algemene tekst en kaarten*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- 5.1.2.e 2020. *Waterrobuust dal van de Molenbeek - Roosendaal*. Atelier voor Water en Landschap, Wageningen.
- 5.1.2.e 1984a. *Cultuurhistorisch Landschapsonderzoek Streekplangebied West-Brabant deel 3*. Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Wageningen.
- 5.1.2.e 1984b. *Cultuurhistorisch Landschapsonderzoek Streekplangebied West-Brabant delen 1 & 2*. Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Wageningen.
- Royal HaskoningDHV. 2019. *Update Hydrologische Gereedschapskist Noord-Brabant*. Royal HaskoningDHV.
- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2009. *Ecologische vereisten Habitattypen*. KWR, Nieuwegein.
- 5.1.2.e & 5.1.2.e 2021. Landelijke Vegetatie Databank. Online beschikbaar: <https://www.synbiosys.alterra.nl/LVD2/#OVER%20DE%20LANDELIJKE%20VEGETATIE%20DATABANK>.
- Stichting voor bodemkartering. 1968. Bodemkaart van Nederland 49 Oost Bodemkaart Bergen op Zoom.
- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e 1951. The interpretation of chemical water analysis by means of patterns. 5.1.2.e *Techn.* 3(10):15-16.
- TNO. 2003. *Lithostratigrafische nomenclator ondiepe ondergrond*. TNO, Utrecht. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep/>; Laatste bezocht July 26, 2017.

- 5.1.2.e 5124 1854. Overzichtsbeeld van ingescande en georefreerde kaartbladen van de "Cartes topographiques de la Belgique", 5.1.2.e 1846-1854, voor Vlaanderen. Kaartschaal 1:20.000. Online beschikbaar: <https://www.geopunt.be/catalogus/datasetfolder/93795cd6-66d3-4310-83b2-5443adfee403>.
- 5.1.2.e 2016. *Het vergeten landschap - Beekdale in de Kempen*. Online beschikbaar: www.brabantslandschap.nl/assets/HET-VERGETEN-LANDSCHAP-160201.pdf; Laatst bezocht July 25, 2017. Waterschap Brabantse Delta. 2021. Vastgestelde Legger Oppervlaktewater. Online beschikbaar: <https://www.brabantsdelta.nl/legger>.
- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 1985. *Nederlandse oecologische flora - wilde planten en hun relaties*. KNNV Uitgeverij.
- 5.1.2.e 5.1.2.e 5.1.2.e & 5.1.2.e 2017. *Ecohydrologische studie LIFE+ Helvex*. Vrije Universiteit Brussel, INBO, B-WARE, Nijmegen.

Bijlage 1

Waterkwaliteit Everland

Resultaten van metingen aan grondwater in peilbuis B49F1600 in Everland. Bemonsteringslocatie weergegeven in 5.1.2.e
 Watermonsters zijn verzameld op 17 januari en 22 juni 2022. In **blauw** opvallend hoge meetwaarden, in **rood** opvallend lage meetwaarden.

| Sampled Date | 17-1-2022 22-6-2022 | Everland, grondwater | | | |
|----------------------|------------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Component | Eenheid | B49F1600-pf01 | B49F1600-pf02 | B49F1600-pf01 | B49F1600-pf02 |
| maaiveld | m+NAP | 5,34 | 5,34 | 5,34 | 5,34 |
| bovenkant filter | m+NAP | 2,1 | -8,14 | 2,1 | -8,14 |
| onderkant filter | m+NAP | 1,5 | -10,14 | 1,5 | -10,14 |
| bovenkant filter | m-mv | 3,24 | 13,48 | 3,24 | 13,48 |
| onderkant filter | m-mv | 3,84 | 15,48 | 3,84 | 15,48 |
| Zuurgraad (veld) | pH-eenh. | 6,2 | 5,78 | 6,32 | 6,12 |
| Temperatuur meting | °C | 9,2 | 10,5 | | |
| EGV 20°C (veld) | uS/cm | 217 | 128 | 239 | 187 |
| Zuurstof (veld) | mg/l O2 | 0,48 | 0,4 | | |
| Grondwaterstand | m-bb | 1,21 | 1,01 | | |
| Grondwaterstand | m-mv | 0,46 | 0,26 | | |
| Zuurgraad | pH-eenh. | 6,24 | 5,82 | 5,92 | 5,8 |
| Temperatuur meting | °C | 18,8 | 18,2 | 19,1 | 21,2 |
| EGV 20°C | uS/cm | 214 | 128 | 230 | 130 |
| Temperatuur meting | °C | 18 | 17 | 18,4 | 20,5 |
| Natrium | mg/l Na | 17 | 14 | 15 | 14 |
| Kalium | mg/l K | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 3,8 |
| Calcium | mg/l Ca | 19 | 6,8 | 22 | 7,3 |
| Magnesium | mg/l Mg | 3,1 | 0,97 | 3,1 | 1 |
| Chloride | mg/l Cl | 22 | 19 | 22 | 21 |
| Waterstofcarbonaat | mg/l HCO3 | 39 | 14 | 27 | 13 |
| Koolstofdioxide | mg/l CO2 | | | 49 | 32 |
| TAC | mmol/l | | | 1,6 | 0,95 |
| Sulfaat | mg/l SO4 | 47 | 21 | 62 | 21 |
| IJzer | mg/l Fe | 5,1 | 1,9 | 4,5 | 1,7 |
| Ammonium | mg/l NH4 | 0,26 | 0,097 | 0,34 | 0,1 |
| Nitriet | mg/l NO2 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Nitraat | mg/l NO3 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 |
| Orthofosfaat | mg/l P | <0,02 | 0,034 | <0,02 | 0,099 |
| Natrium | mmol/l | 0,74 | 0,61 | 0,65 | 0,61 |
| Kalium | mmol/l | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,10 |
| Calcium | mmol/l | 0,47 | 0,17 | 0,55 | 0,18 |
| Magnesium | mmol/l | 0,13 | 0,04 | 0,13 | 0,04 |
| Chloride | mmol/l | 0,62 | 0,54 | 0,62 | 0,59 |
| Waterstofcarbonaat | mmol/l | 0,64 | 0,23 | 0,44 | 0,21 |
| Sulfaat | mmol/l | 0,49 | 0,22 | 0,65 | 0,22 |
| IJzer | mmol/l | 0,09 | 0,03 | 0,08 | 0,03 |
| Ammonium | mmol/l | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Orthofosfaat | mmol/l | | 0,001 | | 0,003 |
| hardheid | mmol/l | 0,60 | 0,21 | 0,68 | 0,22 |
| hardheid:bicarbonaat | mmol/l | 1,06 | 1,09 | 0,65 | 0,95 |
| Mg:hardheid | mmol/l | 0,21 | 0,19 | 0,19 | 0,18 |
| som NO3+SO4 | meq/l | 0,98 | 0,44 | 1,29 | 0,44 |
| som HCO3+SO4 | meq/l | 1,13 | 0,45 | 1,09 | 0,43 |