

Ecohydrologische systeemanalyse Hoge Broek

Definitief rapport

Zwolle, mei 2016



Bell Hullenaar

**Ecohydrologisch
Adviesbureau**

Schellerweg 112, 8017 AK Zwolle
tel 038-4774559
E-mail hullenaar@live.com

in opdracht van:



Natuurmonumenten

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@live.com / belljudybell@outlook.com

Projecttitel: Ecohydrologische systeemanalyse Hoge Broek

Opdrachtgever: Natuurmonumenten

Auteurs: J.S. Bell en J.W. van 't Hullenaar

Begeleiding: D. Bokeloh & D. Vreugdenhil (Natuurmonumenten)

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de projectuitvoerder en opdrachtgever.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Bureaustudie	4
2.1	Topografische ligging en algemene informatie	4
2.2	Geohydrologische opbouw	6
2.3	Geomorfologie en bodem	8
2.4	Hoofd-oppervlaktewatersysteem	11
2.5	Regionale grondwatersysteem	11
2.6	Grondwaterstandsverloop	12
2.7	Vegetatie, flora en fauna	14
3	Veldonderzoek	20
3.1	Methode	20
3.2	Resultaten inventarisatie lokale oppervlaktewatersysteem	21
3.3	Resultaten ecohydrologische dwarsprofielen	27
4	Synthese en conclusies	29
4.1	Ecohydrologisch functioneren en knelpunten	29
4.2	Verbeteringsmogelijkheden	31

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

Het Hoge Broek ligt 3 à 4 kilometer ten noorden van Raalte, langs het Overijssels Kanaal. Het betreft een voormalig landbouwgebied, dat in het kader van de ruilverkaveling Raarhoek-Veldhoek is toebedeeld aan Natuurmonumenten. Dit is vooral gedaan vanwege de hoge potenties voor ontwikkeling van waardevolle grondwaterafhankelijke natuurtypen omdat in het gebied kwel optreedt van baserijk grondwater. Om de potenties tot uiting te laten komen is het gebied op initiatief van de Dienst Landelijk Gebied (DLG) in 2007 heringericht. Om de vereiste voedselarme omstandigheden te realiseren is in een deel van het gebied de fosfaatrijke toplaag afgegraven en om de verdroging te bestrijden en het kwelwater weer tot in de wortelzone van de vegetatie door te kunnen laten dringen zijn de sloten die in het gebied aanwezig waren omgevormd tot greppels. De greppels zijn gehandhaafd voor de afvoer van neerslagwater. In de zone waar de fosfaatrijke toplaag is afgegraven wordt voor de ontwikkeling van nat schraalland door Natuurmonumenten sinds (enkele jaren na) de herinrichting een maaibeheer gevoerd. De rest van het gebied wordt begraasd.

Hoewel het deel waar de fosfaatrijke toplaag is afgegraven zich aardig goed lijkt te ontwikkelen bestaat het vermoeden dat vanwege bepaalde aantastingen de werking van het hydrologische systeem nog altijd niet goed is, waardoor de kans aanwezig is dat de ontwikkeling van het nat schraalland niet optimaal verloopt:

- Mogelijk hebben de perceelsloten en afvoersloot van twee nog aanwezige landbouwpercelen aan de noordzijde van het gebied (langs de Krieghuisweg) nog een negatief effect op het hydrologisch functioneren van het natuurgebied.
- Mogelijk hebben de greppels die nu in het gebied aanwezig zijn een drainerende werking op het baserijke grondwater, waardoor dit grondwater de wortelzone nog steeds in onvoldoende mate kan bereiken.
- Andere mogelijke bedreigingen betreffen de grote zandwinplas die ten zuidwesten van het natuurgebied wordt aangelegd, de hoofdwaterloop (Wooldvloedgraven) en andere diepe waterlopen.

Verder speelt de vraag of er ook elders in het gebied (eventueel in combinatie met de verbetering van de werking van het hydrologische systeem) kansen liggen om met behulp van het afgraven van de fosfaatrijke toplaag nat schraalland tot ontwikkeling te brengen. In het gebied waar de fosfaatrijke toplaag niet is afgegraven is in de huidige situatie meestal namelijk nog altijd soortenarm voedselrijk grasland aanwezig.

Doelstelling van het project

Dus om af te leiden in hoeverre er mogelijkheden zijn het hydrologisch en daarmee ecologisch functioneren van het bestaande schraalland (nog verder) te verbeteren, en om af te leiden of er mogelijkheden zijn om in het gebied ook elders (eventueel in combinatie met hydrologische herstelmaatregelen) nat schraalland tot ontwikkeling te brengen, heeft Natuurmonumenten aan Bell Hullenaar gevraagd het ecohydrologisch functioneren van het gebied op beknopte wijze inzichtelijk te maken.

Aanpak

Het project is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Opstellen van een gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2), op basis van beschikbare gegevens. In de gebiedsbeschrijving worden eerst de topografische ligging en andere algemene informatie behandeld, en vervolgens wordt ingegaan op de geohydrologische opbouw, de geomorfologie en bodem, de regionale grondwaterstroming, het functioneren van het hoofd-oppervlaktewatersysteem, het grondwaterstands-verloop en de vegetatie.
- Uitvoeren van veldonderzoek (hoofdstuk 3), waarbij (nog sterker) wordt ingezoomd op het natuurgebied. Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen (voor toelichting van de methoden: zie paragraaf 3.1):
 - Inventarisatie van het lokale oppervlaktewatersysteem.
 - Vervaardiging van twee ecohydrologische dwarsprofielen van het gebied, om een goed inzicht te krijgen in het functioneren van het grondwatersysteem in relatie tot het oppervlaktewatersysteem, de geomorfologische gesteldheid, de bodemopbouw, de (grond)waterkwaliteit en de vegetatie.
- Synthese en conclusies (hoofdstuk 4): hoe functioneert het systeem, zijn er mogelijkheden het hydrologisch en daarmee ecologisch functioneren (nog verder) te verbeteren en zijn er ook elders in het gebied mogelijkheden voor de ontwikkeling van nat schraalland.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Topografische ligging en algemene aspecten

(zie figuur 2.1)

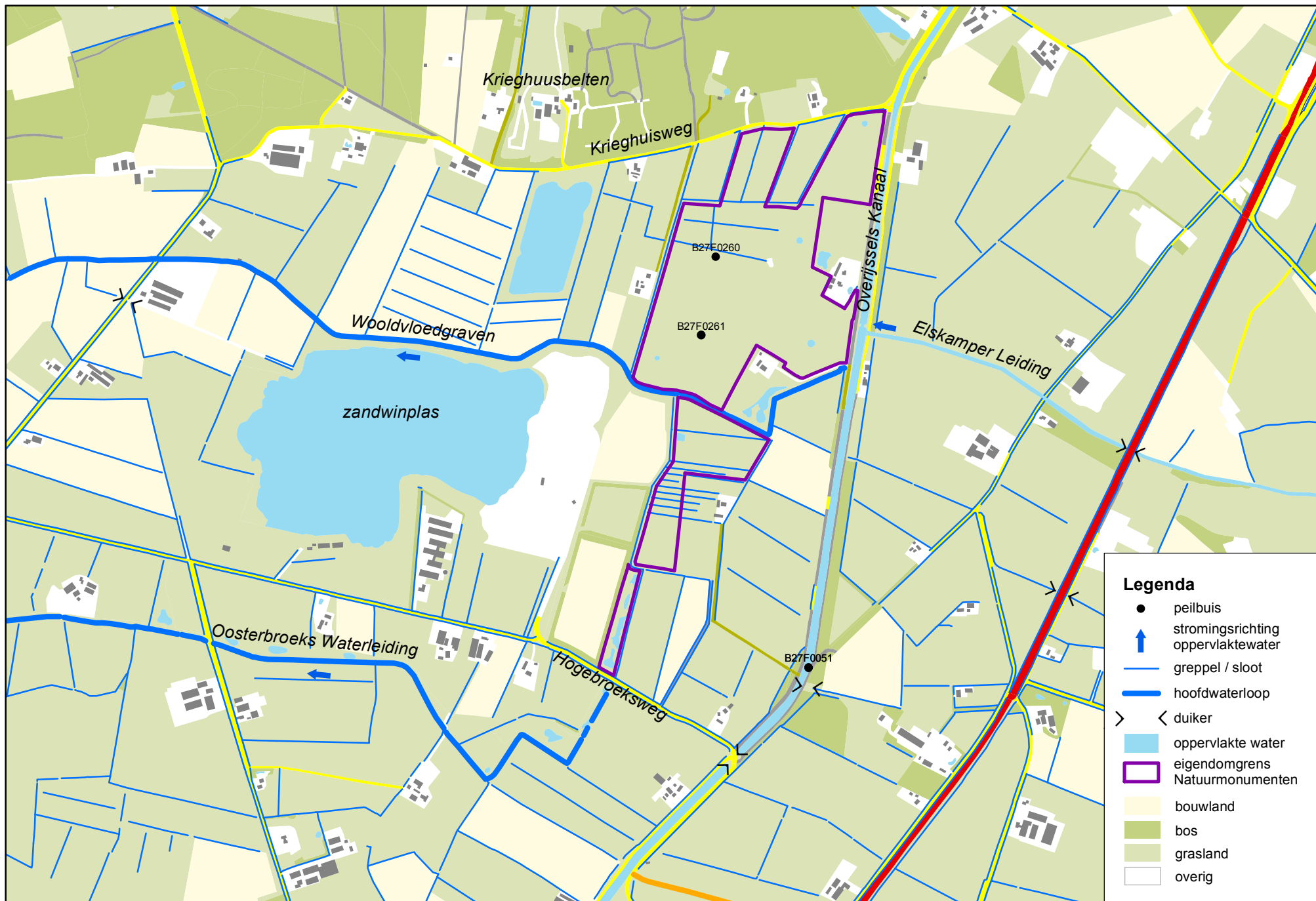
Het natuurgebied Hoge Broek ligt ten westen van het Overijssels Kanaal en aan weerszijden van de hoofdwaterloop Wooldvloedgraven. Het grootste deel van het natuurgebied ligt ten noorden van deze hoofdwaterloop. Het (op een dekzandrug gelegen) gebied ten noorden van het Hoge Broek bestaat grotendeels uit bos, en hier liggen het recreatiegebied Kriegshuusbelten en het privéterrein Woolthaarskoepel.

Ten zuidwesten van het natuurgebied ligt een omvangrijke en diepe zandwinplas. Deze zandwinning is momenteel nog in bedrijf. Ten oosten van de zandwinplas zijn hoge heuvels opgeworpen. Deze heuvels zijn herkenbaar op de hoogtekaart (figuur 2.2), maar nog niet ingetekend op de topografische kaart. Waarschijnlijk betreft het de voor de zandwinning onbruikbare toplaag van de voormalige landbouwgronden die hier in depot is gezet. Ten noorden van de grote zandwinplas ligt een tweede, kleine plas. Deze plas is al veel langer aanwezig en is vermoedelijk ontstaan vanwege een vroegere zandwinning. Deze plas is slechts circa 3,5 meter diep (website Hengelsportvereniging De Brasem, Dalfsen).

Verder zijn in de directe omgeving van het natuurgebied landbouwgronden en bebouwing aanwezig:

- Twee landbouwpercelen aan de noordzijde (langs de Krieghuisweg).
- Landbouwpercelen en bebouwing aan de westzijde (tussen de kleine plas en het natuurgebied).
- Bebouwing met bijbehorende perceel aan de oostzijde (tussen het kanaal en het natuurgebied).
- Bebouwing en bijbehorend perceel langs de Wooldvloedgraven.
- Landbouwgronden en bebouwing ten oosten van het zuidelijke gedeelte van het natuurgebied.

Het Hoge Broek bestaat vrijwel geheel uit grasland. In het deel waar de voedselrijke toplaag is afgegraven wordt sinds enkele jaren na de herinrichting een maaibeheer gevoerd. In dit deel is in september 2011 hooi uit het Luttenbergerven uitgelegd. In dit natuurgebied is namelijk goed ontwikkeld nat schraalland aanwezig. Het deel waar de voedselrijke toplaag niet is afgegraven wordt begraasd.



2.2 Geohydrologische opbouw

De geohydrologische opbouw wordt beschreven aan de hand van verticale doorsneden van het Regis II model van NITG TNO (figuur 2.2). Het betreft hierbij twee versies van een zuidwest-noordoost georiënteerd dwarsprofiel van het Hoge Broek en omgeving. De bovenste versie betreft een overzichtsprofiel tot op een diepte van 190 m -NAP, en in het hieronder weergegeven dwarsprofiel wordt ingezoomd op de ondiepe bodemlagen (tot circa 30 m -NAP). De codes van de geologische formaties die in de dwarsprofielen worden genoemd worden in onderstaande tekst verklaard.

De (praktisch) ondoorlatende basis wordt gevormd door een afwisseling van zandige en kleiige afzettingen behorend tot de Formatie van Oosterhout (ooc). De bovenzijde hiervan ligt op circa 90 m -mv. Volgens REGIS heeft deze laag een hoge c-waarde. Boven deze afzettingen komen fijne en grove zanden met grind en/of schelpen van de Formatie van Oosterhout voor (ooz) met daarop zanden van de Formaties Peize en Waalre (pzwaz6). Deze laag is circa 45 meter dik. Ten oosten van het Hoge Broek houdt de verbreiding van de kleiige afzettingen van de Formatie van Oosterhout op en komen alleen zandlagen voor. Hier is de zandige laag dus dikker met een dikte van circa 120 meter. Onder de Formatie van Oosterhout komt klei van de Formatie van Breda voor (brk1).

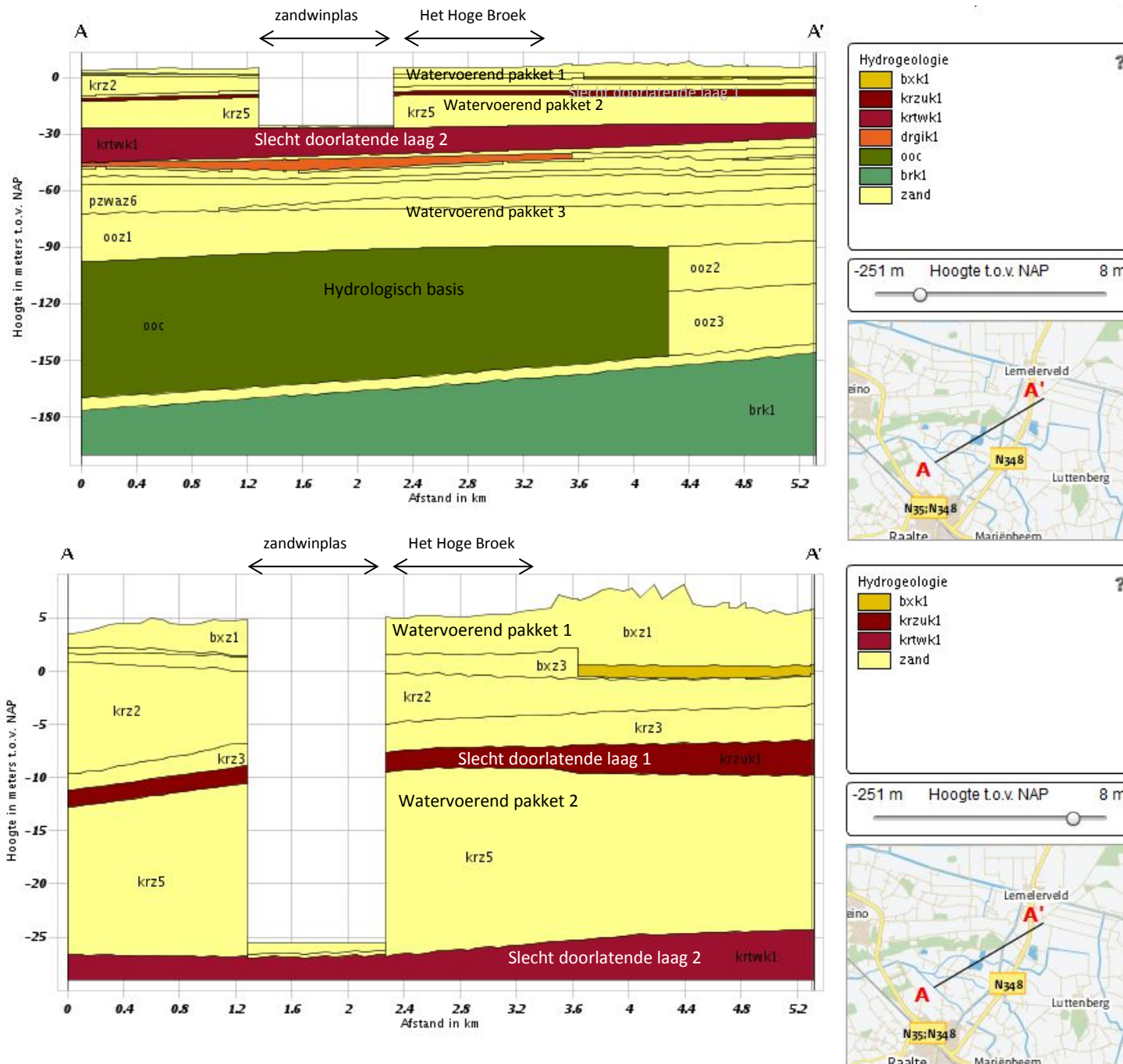
De zanden van de Formatie van Oosterhout worden bedekt met een dunne laag keileem (Formatie van Drenthe, drgik1)). De keileem heeft hier een dikte van circa 4 meter en een matige c-waarde. Direct boven de keileem ligt een dunne zandlaag van de Formatie van Kreftenheye (krz6) met een dikte van circa 2 meter. Hierboven ligt een kleilaag van het laagpakket van Twello ook behorend tot de Formatie van Kreftenheye (krtwk1). Deze kleilaag is circa 13 meter dik en heeft volgens REGIS een zeer hoge c-waarde. Daarboven komen meer zanden van de Formatie van Kreftenheye voor (krz5). Deze zandlaag is circa 17 meter dik. Daarboven ligt een kleilaag van circa 2 meter behorend tot de laagpakket van Zutphen (krzuk1). Deze kleilaag heeft een lage c-waarde. Boven de kleilaag ligt nog circa 8 meter zand van de Formatie van Kreftenheye (krz3 en krz2) met daar boven op 5 à 6 meters zand van de Formatie van Bortel. Volgens Regis komen onder het Hoge Broek geen kleilagen behorend tot de Formatie van Bortel voor.

Totaalbeeld

Het totaalbeeld van de geohydrologische opbouw is dus dat er 3 watervoerende pakketten aanwezig zijn gescheiden door 2 slecht doorlatende lagen. Het eerste watervoerende pakket bestaat uit de zanden van de Formaties van Bortel en de ondiepe zanden van de Formatie van Kreftenheye. De eerste slecht doorlatende laag bestaat uit de kleien van de laagpakket van Zutphen. Hieronder bestaat het tweede pakket uit zanden van de Formatie van Kreftenheye. De tweede slecht doorlatende laag wordt gevormd door de kleien van het laagpakket van Twello met daaronder keileem. Het derde watervoerende pakket bestaat uit de zanden van de Formaties van Peize en Waalre en Oosterhout.

Zandwinplassen

De grote, diepe zandwinplas ten zuidwesten van het natuurgebied is ook aangegeven in de verticale doorsneden. Volgens Regis ligt de bodem van de plas net boven de bovenkant van de tweede slecht doorlatende laag (kleien van het Laagpakket van Twello). De plas is circa 30 meter diep. De kleine zandwinplas ten noorden hiervan is slechts 3,5 meter diep. De bodem hiervan ligt dus ruim boven de eerste slecht doorlatende laag (kleien van Laagpakket van Zutphen).



Figuur 2.2 Schematische geo(hydro)logische dwarsprofielen uit REGIS

2.3 Geomorfologie en bodem

Geomorfologie

De geomorfologische gesteldheid wordt toegelicht aan de hand van een kaart van de regionale hoogteligging (figuur 2.3). Verderop in het rapport is ook een kaart opgenomen van de lokale hoogteligging (figuur 3.1). Hierop zijn de details in het natuurgebied veel beter zichtbaar.

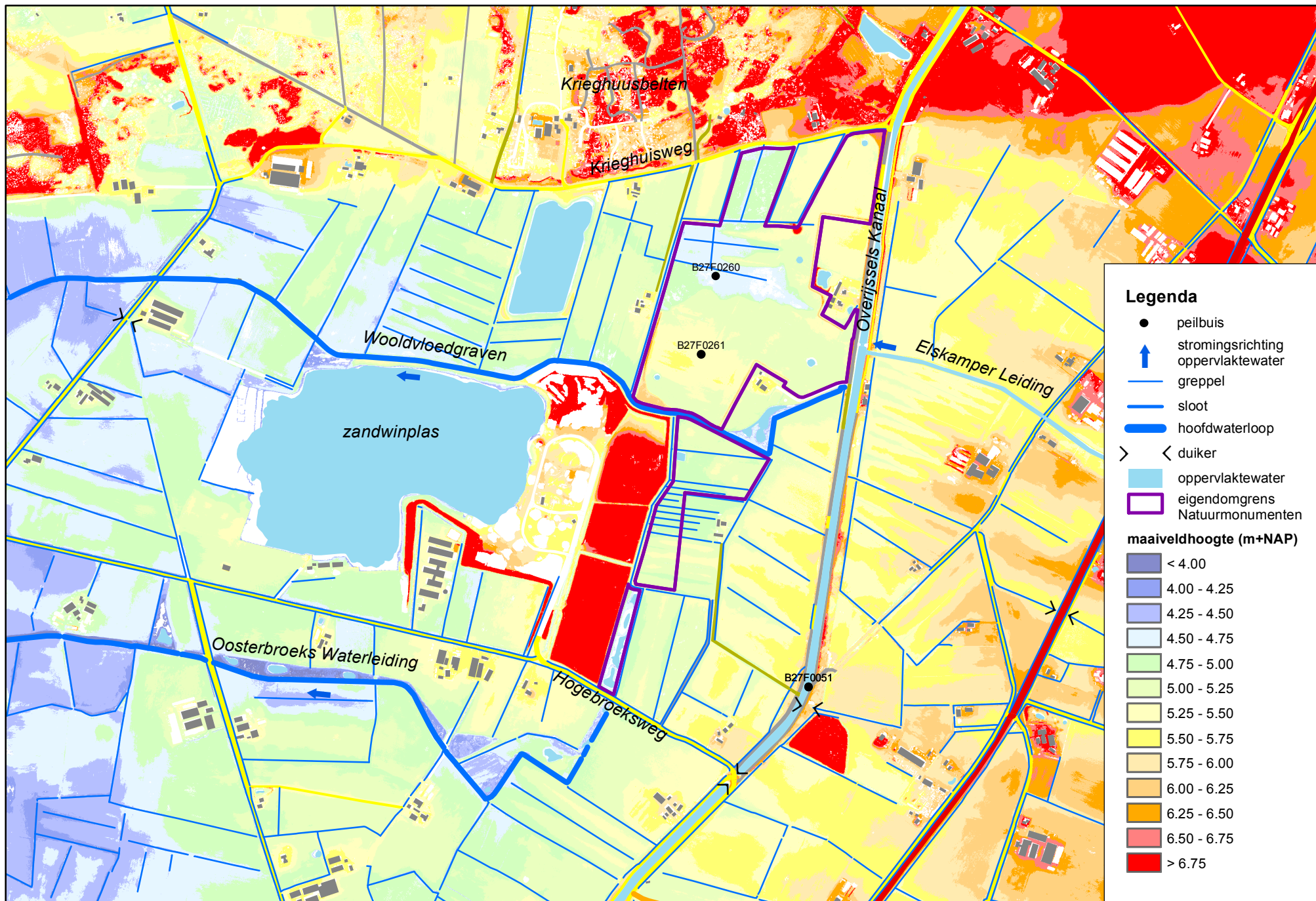
De regionale terreinhelling loopt af van oost naar west. De (boven)lokale geomorfologische gesteldheid is als volgt:

- Ten noorden van de Krieghuisweg ligt een omvangrijke dekzandrug
- Ten zuiden hiervan liggen twee dalsystemen: een noordelijk dalsysteem met hierin de hoofdwaterloop de Wooldvloedgraven en een zuidelijk dalsysteem met hierin de Oosterbroeks Waterleiding.
- Binnen deze dalsystemen is een afwisseling van lokale laagten en lokale (lage / kleine) dekzandruggen en -koppen aanwezig.
- Het natuurlijke patroon wordt sterk verstoord door de zandwinplas en de bijbehorende kunstmatige heuvels die te midden van beide dalsystemen zijn aangelegd. De zandwinning lijkt daarbij gedeeltelijk te zijn aangelegd in een zone waar van oorsprong een lage / lokale dekzandrug tussen beide dalsystemen aanwezig was. De winning loopt door tot in het dalsysteem van de Wooldvloedgraven.
- Beide dalsystemen hebben ten oosten van de kunstmatige heuvels een onderlinge verbinding. In deze zone ligt de zuidelijke uitloper van het natuurgebied.
- Het brede, noordelijke blok van het natuurgebied behoort tot het dalsysteem van de Wooldvloedgraven. In het zuidelijke deel van dit blok ligt een lokale dekzandrug (met hierin peilbuis B27F0261), met ten noorden hiervan een lokale laagte (met hierin peilbuis B27F0260). De natuurlijke afvoer van deze laagte vond waarschijnlijk in westelijke richting plaats: hier is op de hoogtekaart tussen de kleine plas en de westgrens van het natuurgebied een kleine geul herkenbaar. Vanwege de aanleg van de kleine plas is de verdere afvoerroute onbekend.
- In de lokale laagte in het noorden van het natuurgebied is ook de zone herkenbaar waar de fosfaatrijke toplaag is afgegraven. Het betreft de (lichtblauw en paars ingekleurde) zone met maaiveldshoogte <4,9 mNAP op de kaart met de lokale hoogteligging (figuur 3.1). De afgraving is ook opgenomen in de kaart met de regionale hoogteligging (figuur 2.3) maar is hierop minder goed herkenbaar.

Bodem

Er is geen gedetailleerde bodemkaart van het gebied beschikbaar. Er is wel een bodemkaart met schaal 1 : 50.000 beschikbaar, maar deze is te schematisch om als kaart in dit rapport op te nemen. Aan de hand van de nu volgende beschrijving kan in samenhang met raadpleging van de hoogtekaart wel een goed beeld gevormd worden. Het betreft hierbij overigens de situatie voor afgraving van de toplaag van de bodem.

In beide dalsystemen zijn overwegend fijnzandige en lemige beekerdgronden aanwezig. De beekerdgronden in het zuidelijke dalsysteem (van de Oosterbroeks Waterleiding) en de dalverbinding ter plaatse van de zuidelijke uitloper van het natuurgebied hebben een zavel- of kleidek (van 15 à 40 cm). Beekerdgronden hebben een minerale eerdlaag van 15-30 cm dikte en binnen 35 cm duidelijke roestverschijnselen die tot aan de volledig gereduceerde zone doorgaan. Dit bodemtype ontstaat onder natte omstandigheden die het gevolg zijn van langdurige toestroming van basen- en ijzerrijk grondwater. De waterstanden zijn daarbij echter niet (stabiel) hoog genoeg voor veenvorming.



Ter plaatse van de dekzandrug ten noorden van het natuurgebied is een veldpodzolgrond aanwezig is. Veldpodzolen zijn karakteristiek voor inziging van neerslag in vochtige gebieden. Op de overgangen naar de laagten zijn waarschijnlijk (smalle) gordels met gooreerdgronden aanwezig. Deze bodems lijken op bekeerdgronden, maar kennen een dunnere eerdlaag, hebben minder duidelijke gleyverschijnselen en zijn kenmerkend voor minder natte en basenrijke omstandigheden dan bekeerdgronden.

2.4 Hoofd-oppervlaktewatersysteem

In het noordelijke dalsysteem is de Wooldvloedgraven aangelegd, en in het zuidelijke dalsysteem de Oosterbroeks Waterleiding. De waterlopenstelsels ten oosten van het Overijssels Kanaal wateren af op het kanaal.

Vanuit het Overijssels Kanaal kan water worden ingelaten naar de Wooldvloedgraven. Dit wordt gedaan in de zomer, om zodoende een hoog zomerpeil in te kunnen stellen. In de winter is de inlaat (in principe) afgesloten, en wordt een laag peil gehandhaafd. Ter hoogte van de westgrens van het natuurgebied bevindt zich een stuw in de Wooldvloedgraven, waarmee de peilregulatie plaatsvindt van het traject dat het natuurgebied doorsnijdt. Nadere informatie ten aanzien van deze stuw, het traject van de Wooldvloedgraven dat het natuurgebied doorsnijdt en de overige waterlopen wordt gegeven in paragraaf 3.2 (resultaten inventarisatie lokale oppervlaktewatersysteem).

2.5 Regionale grondwatersysteem

Er zijn geen isohypsenkaarten van het gebied gevonden. Verwacht mag worden dat het grondwater in de drie watervoerende pakketten conform de regionale terreinhelling in westelijke richting stroomt. In het eerste watervoerende pakket zal er daarbij waarschijnlijk sprake zijn van een afbuiging richting de hoofdwaterlopen.

De zandwinplas is uitgegraven tot aan de onderzijde van het tweede watervoerende pakket. Bij de verkenning van het gebied (op 9-3-2015) is geconstateerd dat het peil in de plas in vergelijking met het peil van het waterlopenstelsel (Wooldvloedgraven) hoog is. Omdat de zandwinplas niet vrij toegankelijk is, kon het hoogteverschil niet worden gemeten, maar het geschatte verschil (op de plek waar de zandwinplas de Wooldvloedgraven zeer dicht nadert) bedraagt circa 0,5 m. De plas heeft zodoende waarschijnlijk geen sterk drainerende werking op het grondwater. Wel zou de vlakke waterspiegel van de zandwinplas aan de bovenstroomse zijde van de plas (ofwel oostzijde) kunnen zorgen voor een zekere aansnijding van de hellende grondwaterspiegel, en hierdoor wel een licht drainerende werking kunnen hebben op het gebied (direct) ten oosten van de plas (zone met het depot). Maar mocht dit al het geval zijn, dan is het effect hiervan naar verwachting ondergeschikt aan dat van de Wooldvloedgraven en andere waterlopen die ten (noord)oosten van de plas aanwezig zijn.

Het effect van de Wooldvloedgraven en andere waterlopen op het hydrologisch functioneren van het natuurgebied is inzichtelijk gemaakt aan de hand van het veldonderzoek dat in het kader van dit project is uitgevoerd (zie hoofdstuk 3).

2.6 Grondwaterstandsverloop

Inleiding

Met behulp van de hydrologische databank DINO is bepaald op welke locaties in het natuurgebied en de directe omgeving hiervan peilbuizen aanwezig zijn of waren en van deze meetpunten zijn grafieken vervaardigd van het grondwaterstandsverloop (zie bijlage 1). Met behulp van het programma Menyanthes zijn de GXG-waarden voor de verschillende reeksen afgeleid (zie tabel 2.1). Het betreft hierbij de Gemiddels Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG).

Opbouw van het meetnet

In het natuurgebied waren in het verleden twee peilbuizen van Natuurmonumenten aanwezig: peilbuizen B27F0260 en B27F0261. Deze peilbuizen hebben reeksen vanaf 1997 tot en met halverwege 2007. De reeksen hebben dus betrekking op de periode van voor de herinrichting van het natuurgebied. De reeksen zijn dus niet relevant voor duiding van de nieuwe situatie. Inmiddels is door Natuurmonumenten (in 2015) wel een nieuwe permanente peilbuis geplaatst, op de locatie van één van de tijdelijke peilbuizen van het veldonderzoek (tpb52). Omdat de reeks van deze nieuwe peilbuis nog erg kort is (en bovendien nog niet beschikbaar is in DINO), is deze buiten de beknopte analyse gehouden.

Ten zuidoosten van het natuurgebied, langs het Overijssels Kanaal, is een meetpunt van derden aanwezig: peilbuis B27F0051. Dit meetpunt heeft twee filters, een (relatief) ondiep filter op +0,15 tot -0,85 mNAP (ofwel op 6 à 7 m -mv en boven het weerstandsbiedende laagpakket van Zutphen) voor registratie van het grondwaterstandsverloop in het eerste watervoerende pakket, en een diep filter op -12,85 tot -14,85 mNAP (ofwel 19 à 21 m -mv en beneden het laagpakket van Zutphen) voor registratie van het stijghoogteverloop in het tweede watervoerende pakket. Dit meetpunt heeft zeer lange reeksen, namelijk vanaf 1972 tot op heden, en er vindt hier ook nog steeds registratie van het grondwaterstands- / stijghoogteverloop plaats.

Voor dit meetpunt zijn niet alleen de GXG-waarden van de complete reeksen afgeleid, maar ook voor de periode 1998 t/m 2006 (voor eerlijke vergelijking met de GXG's van de oude peilbuizen van Natuurmonumenten) en voor de periode 2000 t/m 2013 (situatie gedurende de laatste 14 volledige meetjaren, want in 2014 zit er een te groot gat in de waarnemingen en de reeks van 2015 was bij het opvragen van de gegevens niet verder dan tot en met begin september aangevuld).

Bij kartering van het lokale oppervlaktewatersysteem is in de berm van de Krieghuisweg een peilbuis aangetroffen van Waterschap Groot Salland (locatie 6 op de kaart van bijlage 2). Van deze peilbuis is echter geen reeks beschikbaar in de hydrologische databank DINO. Omdat het voor het benodigde systeeminzicht uiteindelijk ook niet nodig bleek te zijn om over deze reeks te beschikken, is in het kader van deze beknopte analyse deze reeks ook niet bij het waterschap opgevraagd.

Grondwaterstands- en stijghoogteverloop peilbuis B27F0051

In het kader van deze beknopte systeemanalyse is geen tijdreeksanalyse (met behulp van het programma Menyanthes) uitgevoerd. In de grafiek is echter zichtbaar dat er gedurende de zeer lange meetperiode geen grote structurele veranderingen zijn opgetreden. Wel liggen gedurende de periode 1991 t/m 1997 de stijghoogten / grondwaterstanden op een relatief laag niveau. Dit is het gevolg van een reeks van droge

jaren, en met name extreem droge zomers in de betreffende periode. Ook in de extreem droge zomer van 1976 zakt de grondwaterstand relatief ver weg.

Verder is in de grafiek zichtbaar dat het stijghoogteverloop van het diepe filter min of meer gelijk aan het grondwaterstandsverloop van het ondiepe filter. Hieruit volgt dat de weerstand van het Laagpakket van Zutphen (in het betreffende gebied) waarschijnlijk beperkt is. Ook volgt uit de grafiek dat de grondwaterstandsdynamiek beperkt is: de grondwaterstand fluctueert doorgaans tussen de 4,5 en 4,9 mNAP, en het verschil tussen de GHG en de GLG zoals afgeleid voor de complete meetperiode bedraagt zodoende ook slechts 0,4 m. Voor de periode 2000 t/m 2013 is dit verschil (vanwege de hogere GLG ten opzichte van NAP) zelfs nog geringer, namelijk circa 0,3 meter. Hier kan overigens niet meteen uit worden afgeleid dat de GLG is gestegen. De wat lagere GLG voor de complete meetreeks kan immers het gevolg zijn van het effect van de serie van extreem droge jaren in de periode vanaf 1991 t/m 1997. En waar het uiteindelijk om gaat is de constatering dat het fluctuatiedomein zeer beperkt is.

Onderin tabel 2.1 zijn de grondwaterstanden vermeld die op de meetdagen van het veldonderzoek ter plaatse van peilbuis B27F0051 zijn gemeten. Aan de hand hiervan is de representativiteit van de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd afgeleid (zie paragraaf 3.1).

Grondwaterstandsverloop peilbuizen B27F0260 en B27F0261

Zoals gezegd betreft het meetreeksen van vooral de oude situatie van voor de herinrichting van het gebied. Alleen 2007 betreft de nieuwe situatie, maar hiervan is maar een deel van het jaar gemeten. Dit deel van de nieuwe situatie is te kort om hieruit iets af te kunnen leiden. De reden dat toch ook deze reeksen wel globaal in deze analyse worden betrokken, is dat het grote beeld dat hieruit volgt overeenkomt met dat van de eerder behandelde peilbuis B27F0051: ook ter plaatse van de oude peilbuizen van Natuurmonumenten was het fluctuatiedomein (met een verschil tussen de GHG en de GLG van 0,4 m) beperkt. Aangezien in het kader van de herinrichting sloten zijn gedempt of anders omgevormd tot ondiepe greppels, mag verwacht worden dat de grondwaterstanden zich nu op een wat hoger niveau liggen dan voor de herinrichting, maar omdat er in de directe nabijheid van de peilbuizen ook nu nog altijd sterk drainerende waterlopen aanwezig zijn zal het verschil niet heel groot zijn.

Tabel 2.1 GXG-waarden voor de peilbuizen in en nabij het natuurgebied

meetpunt code	meetperiode	GHG (mNAP)	GVG (mNAP)	GLG (mNAP)	MV	GHG-GLG (m)	GHG (m -mv)	GVG (m -mv)	GLG (m -mv)
B27F0051_1	1973-2013	4,89	4,71	4,51	6,11	0,38	1,22	1,40	1,60
B27F0051_2	1973-2013	4,90	4,72	4,50	6,11	0,40	1,21	1,39	1,61
B27F0051_1	2000-2013	4,88	4,71	4,57	6,11	0,31	1,23	1,40	1,54
B27F0051_2	2000-2013	4,88	4,72	4,55	6,11	0,33	1,23	1,39	1,56
B27F0051_1	1998-2006	4,94	4,76	4,55	6,11	0,39	1,17	1,35	1,56
B27F0051_2	1998-2006	4,94	4,76	4,53	6,11	0,41	1,17	1,35	1,58
B27F0260_1	1998-2006	4,70	4,53	4,29	5,03	0,41	0,33	0,50	0,74
B27F0261_1	1998-2006	4,65	4,49	4,28	5,36	0,37	0,71	0,87	1,08
	12-mrt-15	13-aug-15							
B27F0051_1	4,72	4,59							
B27F0051_2	4,74	4,61							

2.7 Vegetatie, flora en fauna

De beschrijving van de vegetatie en de flora is geheel gebaseerd op een kartering die in 2013 is uitgevoerd (Van der Goes en Groot, 2014). De vegetatiekaart is in dit rapport opgenomen als figuur 2.4a (noordelijke deel) en figuur 2.4b (zuidelijke deel). Bij de kartering zijn ook de libellen- en dagvlinderfauna geïnventariseerd. Aan het einde van deze paragraaf wordt ook kort beschreven wat hiervan de resultaten waren.

Vegetatie

Vooraf in het noordelijke en westelijke deel van de zone waar de fosfaatrijke toplaag is afgegraven zijn schrale pioniervegetaties tot ontwikkeling gekomen. Het betreft hierbij de volgende vormen:

- Pioniervegetatie met Geelgroene zegge, typische vorm (16A-1).
- Pioniervegetatie met Geelgroene zegge, vorm met Blauwe knoop, Klokjesgentiaan en Heidekartelblad (16A-2).
- Pioniervegetatie met Geelgroene zegge, vorm met Waterpunge (16A-3).

Het betreft open vegetaties met veel structuur door de afwisseling van kale grond, mossen, lage kruiden, hoge kruiden en grassen. Stijve oegentroost komt verspreid voor en is in de vorm 16A-2 constant en abundant. De vorm 16A-2 ontwikkelt zich in de richting van blauwgrasland.

In het centrale tot zuidelijke deel van de zone waar de toplaag is afgegraven is een combinatie van schrale pioniervegetaties en bloemrijk grasland aanwezig. Het bloemrijk grasland betreft de vorm met Moerasrolklaver (16-1). Ook is hier een zone aanwezig waar de schrale pioniervegetaties voorkomen in combinatie met een helofytenvegetatie. De helofytenvegetatie betreft een vegetatie van Zomprus en Waterpostelein (08A-1). In de zuidwesthoek van de zone waar de toplaag is afgegraven is een combinatie aanwezig van een schrale pioniervegetatie, bloemrijk grasland en vochtige Pitrusruigte (vorm 16-8).

In de laagte in de zuidoosthoek van het gebied waar de toplaag is afgegraven zijn drie verschillende vormen helofytenvegetaties aanwezig (vorm 08-4 dominantie van Riet, vorm 08-6 dominantie van Gewone waterbies en vorm 08-8 vegetatie van Lidrus, Viltige basterdwederik en Vergeet-mij-nietje). Op de noordoostflank van deze laagte is een combinatie van bloemrijk grasland en dotterbloemhooiland tot ontwikkeling gekomen. Het betreft hierbij de bloemrijk hooiland met Moerasrolklaver en Echte koekoeksbloem, vorm met Waterkruiskruid en/of Zomprus (16B1-2). Op de zuidflank van deze laagte is een combinatie van bloemrijk grasland en een helofytenvegetatie met graslandsoorten aanwezig. Het betreft hierbij een helofytenvegetatie van Zomprus, Egelsboterbloem en Fioringras (vorm 12B-5).

In het grootste deel van de diep afgegraven zone ter plaatse van de zuidelijke uitloper van het natuurgebied is een helofytenvegetatie tot ontwikkeling gekomen, met name de vorm 08-4 dominantie van Riet. In het rietland liggen drie plasjes. In het noordelijke plasje is een vegetatie van Haarfonteinkruid aanwezig (vorm 05D-2). Op de overgang van dit plasje naar het rietland is een zone met dotterbloemhooiland ontstaan. Het betreft hierbij bloemrijk hooiland met moerasrolklaver en Echte koekoeksbloem, vorm met veel Gestreepte witbol (16B-1).

Daar waar de (toplaag van de) bodem niet is afgegraven is vooral voedselrijk grasland, bloemrijk grasland of vochtig grasland aanwezig.

Flora

In de zone waar de fosfaatrijke toplaag is afgegraven en in 2011 hooi (uit het een goed ontwikkeld nat schraalland in natuurgebied Luttenbergerven) is uitgelegd zijn vele (min of meer) bijzondere soorten aangetroffen, en vaak ook in grote aantallen. Het betreft hierbij Blauwe knoop (honderden exemplaren / zie foto 2.1), Borstelbies, Fraai duizendguldenkruid (honderden exemplaren, vooral in het centrale, nattere deel van het deelgebied / zie foto 2.2), Geelgroene zegge, Grote ratelaar, bijna 200 exemplaren Heidekartelblad (zie foto voorpagina van het rapport), Kleine zonnedauw, Klokjesgentiaan (meer dan 250 exemplaren), Moeraskartelblad (circa 15 exemplaren), Moerasviooltje (4 exemplaren), Rode ogentroost (volop aanwezig / zie foto 2.3), Stijve ogentroost (duizenden exemplaren) en Waterpunge (honderden exemplaren / zie foto 2.4). Andere bijzondere soorten die hier zijn aangetroffen zijn: Beekstaartjesmos, Blaaszegge, zeer veel Blauwe zegge, Bleekgele droogbloem, Gevleugeld hertshooi, Heelblaadjes, Rietorchis, Schildereprijs (in oeverzone van greppel), Snavelzegge, Tormentil, Waterkruiskruid, Waterpostelein, en Zwarte zegge. Ook de zeldzame mossoorten Boompjesmos en Oermos zijn hier aangetroffen. In 2015 is voor het eerst Moeraswespensorchis aangetroffen. Het betreft twee groeiplaatsen, elk met enkele tientallen exemplaren (mondelijke mededeling D. Vreugdenhil).

Niet alleen in de zone waar de toplaag is afgegraven maar ook in de zone die diep is afgegraven en langs greppels in het zuidelijke deel groeit veel Echte koekoeksbloem en Zwarte zegge. Langs de greppels in het zuidelijke deel groeit ook Moerasspirea en Ruwe smele. In twee van deze greppels groeit Gewone dotterbloem.


In de afgegraven zone ter plaatse van de zuidelijke uitloper van het natuurgebied zijn de volgende soorten aangetroffen: Gewoon kransblad, Haarfonteinkruid, Kleine egelskop, Veldrus, Waterkruiskruid, Waterpunge en Zwarte zegge.

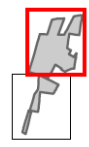
Fauna

Bij de kartering van 2013 zijn 24 libellensoorten waargenomen, waaronder de Bruine winterjuffer en de Glassnijder, maar geen Rode-lijstsoorten. Bovendien zijn toen ook 19 soorten dagvlinders waargenomen, onder andere Groot dikkopje.















Raalterveld 2013
Vegetatiekaart 1:2500
© Kadaster Nederland, 2013

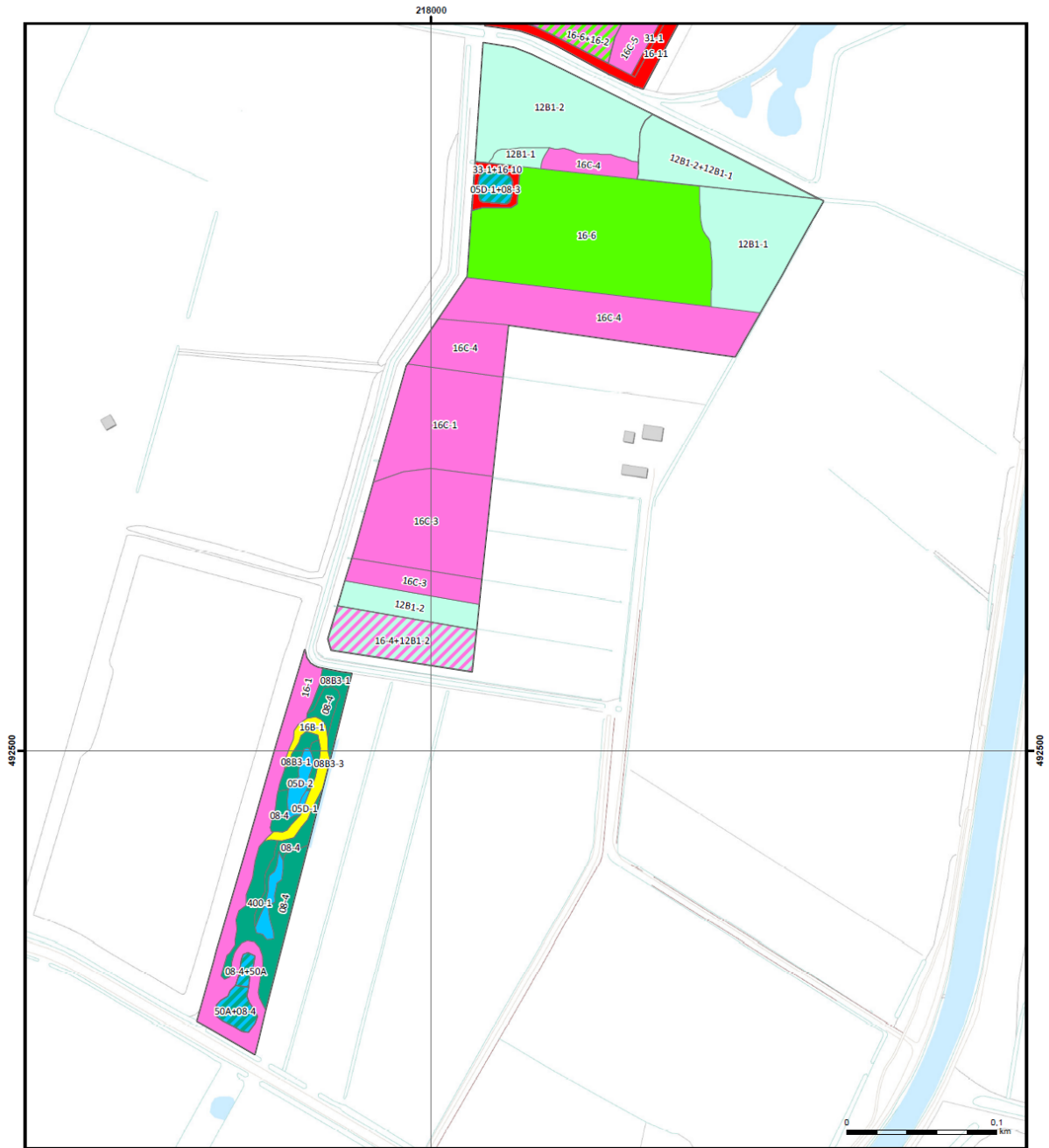





Vegetatietypen

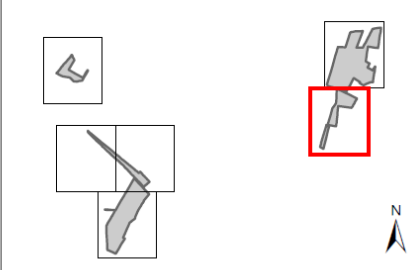
 Watervegetatie	 Bloemrijk grasland
 Pioniervegetatie	 Voedselrijk grasland
 Helofytenvegetatie	 Ruigte
 Helofyten met gras en/of mos	 Struweel
 Vochtig grasland	 Bos of houtwal
 Dotterbloemhooiland	 Overig

Figuur 2.4a Vegetatiekaart Hoge Broek 2013, noordelijke deel (van der Goes en Groot)



Raalterveld 2013
Vegetatiekaart 1:2500
© Kadaster Nederland, 2013





N

Vegetatietypen

 Watervegetatie	 Bloemrijk grasland
 Pioniervegetatie	 Voedselrijk grasland
 Helofytenvegetatie	 Ruigte
 Helofyten met gras en/of mos	 Struweel
 Vochtig grasland	 Bos of houtwal
 Dotterbloemhooiland	 Overig

Figuur 2.4b Vegetatiekaart Hoge Broek 2013, zuidelijk deel (van der Goes en Groot, 2014)



Foto 2.1 *Blauwe knoop*



Foto 2.2 *Echt duizendguldenkruid*



Foto 2.3 Rode ogentroost



Foto 2.4 Waterpunge

3 Veldonderzoek

3.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit twee hoofdonderdelen:

- Waterlopenkartering.
- Vervaardiging van ecohydrologische dwarsprofielen.

Waterlopenkartering

De waterlopenkartering is op 9-3-2015 uitgevoerd. Er is daarbij specifiek aandacht besteed aan de ligging van de kleine slootjes en greppels. Op een aantal plekken is de diepte van de waterlopen, de drooglegging (ofwel de waterstand in de waterloop ten opzichte van maaiveld) en het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) gemeten. De EGV is een maat voor de totale ionenconcentratie van het water. Uit een beknopt waterkwaliteitsonderzoek dat voor de vervaardiging van de ecohydrologische dwarsprofielen is uitgevoerd volgt dat de EGV in dit gebied gerelateerd is aan de basenrijkdom van het water. Dus aan de hand van de EGV-metingen ontstaat op indicatieve wijze een beeld van de mate waarin de waterlopen al dan niet basenrijk kwelwater draineren.

De resultaten van de waterlopenkartering zijn verwerkt in alle thematische kaarten die in het rapport zijn opgenomen. Het lokale stelsel is het best zichtbaar op de inzoomkaart van figuur 3.1. Bij deze kaart is de hoogteligging als ondergrond gebruikt. In bijlage 2 is een tabel opgenomen met de resultaten van de metingen. In deze bijlage is ook een kaart opgenomen met de meetlocaties en de gemeten EGV-waarden. De resultaten van de metingen worden behandeld in paragraaf 3.2.

Vervaardiging van ecohydrologische dwarsprofielen

Om een goed inzicht te krijgen in het functioneren van het grondwatersysteem in relatie tot het oppervlaktewatersysteem, de geomorfologische gesteldheid, de bodemopbouw, de (grond)waterkwaliteit en de vegetatie zijn twee ecohydrologische dwarsprofielen van het gebied vervaardigd. Het onderzoek is uitgevoerd in een vroege voorjaars situatie, omdat het systeem dan goed op druk is, en in de zomer zijn metingen verricht om af te leiden in hoeverre de grondwaterstand dan wegzakt.

Dit is als volgt gedaan:

- Op 11-3-2015 zijn op vier plekken tijdelijke peilbuizen geplaatst. De onderzijden van de filters van deze peilbuizen bevinden zich allen op circa 2 m -mv.
- In combinatie hiermee zijn ook elders in de raaien van de dwarsprofielen boringen uitgevoerd:
 - Deels betreft het boringen van circa 1,2 m diep, voor het (nader) vaststellen van de bodemopbouw van de toplaag en het meten van de grondwaterstand.
 - Deels betreft het boringen van 0,2 à 0,3 m diep, voor het meten van de EGV in de toplaag van de bodem in het deel waar de bovengrond bij de herinrichting van het gebied is afgegraven.
- De grondwaterstands- en EGV-metingen zijn uitgevoerd op 12-3-2015, en die dag zijn ook watermonsters genomen voor het meten van de alkaliniteit en de pH. De alkaliniteit geeft de mate van buffering, ofwel de basenrijkdom van het water weer. In totaal zijn negen watermonsters genomen: vier van het grondwater van de tijdelijke peilbuizen en vijf oppervlaktewatermonsters. De

resultaten van de waterkwaliteitsmetingen zijn opgenomen in de ecohydrologische dwarsprofielen.

- Op 12-3-2015 zijn alle boorgaten en tijdelijke peilbuizen middels een doorgaande waterpassing ten opzichte van NAP ingemeten, zijn de grondwaterstanden in de boorgaten en de tijdelijke peilbuizen gemeten en zijn ter plaatse van de meetraaien ook de bodems en waterpeilen van alle greppels en sloten ingemeten. Hierbij is de NAP-peilschaal in de Wooldvloedgraven (van Waterschap Groot Salland) als referentie gebruikt.
- Op 13-8-2015 zijn de grondwaterstanden in de tijdelijke peilbuizen en een selectie van boorgaten opnieuw gemeten, voor het vaststellen van de mate van wegzakken van de grondwaterstand in de zomer.

Representativiteit van de metingen op 12-3-2015 en 13-8-2015

In tabel 2.1 zijn (behalve de GXG-waarden) ook de meetwaarden vermeld die voor de beide filters van peilbuis B27F0051 in de databank DINO zijn opgenomen op de dagen waarop de metingen zijn verricht die zijn uitgevoerd in het kader van het veldonderzoek. Uit vergelijking van deze meetwaarden met de GXG-waarden die voor dit meetpunt zijn afgeleid volgt dat op de meetdag in het vroege voorjaar (12-3-2015) bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig waren. Op de meetdag in de zomer (13-8-2015) waren bij benadering de GLG-omstandigheden aanwezig die zijn afgeleid voor de meetperiode vanaf 2000 t/m 2013. Omdat peilbuis B27F0051 nabij het natuurgebied staat, en het ondiepe filter hiervan zich ook in hetzelfde watervoerende pakket bevindt als de filters van de tijdelijke peilbuizen en de boorgaten (namelijk het eerste watervoerende pakket), mag verwacht worden dat dit in het natuurgebied bij benadering ook het geval was.

3.2 Resultaten waterlopenkartering

Wooldvloedgraven

In grote lijnen is het functioneren van dit hoofdsysteem al in hoofdstuk 2 beschreven. In de onderstaande beschrijving wordt op meer gedetailleerde wijze op bepaalde zaken ingegaan.

Het natuurgebied wordt doorsneden door de hoofdwaterloop de Wooldvloedgraven (zie foto 3.1). Ter hoogte van de westgrens van het natuurgebied bevindt zich een stuw in deze hoofdwaterloop. In de vroege voorjaars situatie (zowel op 9-3-2015 als 12-3-2015) bedroeg het waterpeil aan de bovenstroomse zijde 4,25 mNAP. Aan de benedenstroomse zijde was het waterpeil 22 cm lager, ofwel 4,03 mNAP. De inlaat vanuit het Overijssels Kanaal was in deze vroege voorjaars situatie afgesloten.

Op 13-8-2015 bedroeg het peil aan de bovenstroomse zijde 4,39 mNAP, wat betekent dat het peil in de zomer circa 0,15 m hoger was dan in het vroege voorjaar. Ook benedenstroomse van de stuw was op 13-8-2015 een hoog peil aanwezig: 4,34 mNAP. In de zomersituatie vond inlaat van water vanuit het Overijssels Kanaal plaats: met behulp hiervan worden de relatief hoge zomerpeilen dus gehandhaafd.

Ter plaatse van de scherpe bocht in de hoofdwaterloop is (in het kader van de ruilverkaveling) een aanzienlijke zone langs de loop diep afgegraven. Dit is vooral gedaan om de bergingscapaciteit van het oppervlaktewatersysteem te vergroten, om zo afvoerpieken af te vlakken en dus wateroverlast (verder benedenstroomse) te reduceren. Daarnaast heeft op deze wijze ook natuurontwikkeling plaatsgevonden: deze zone is nu het gehele jaar door geïnundeerd waardoor er inmiddels een (eutroof) rietmoeras tot ontwikkeling is gekomen. Getuige de sterke kwelverschijnselen die op 9-3-2015 in het

Rietmoeras zijn waargenomen, draineert deze fors afgegraven zone (net als de Wooldvloedgraven) in sterke mate kwelwater.

Stelsel ten noorden van Wooldvloedgraven

Op de westgrens van het natuurgebied (langs het toegangspad van het hier aanwezige huis) ligt een diepe afvoersloot (diepte circa 0,85 m, drooglegging circa 0,5 m). Deze afvoersloot watert net bovenstrooms van de stuw af op de Wooldvloedgraven. Daar waar deze afvoersloot de grens vormt van het natuurgebied is bovendien een brede plasberm aangebracht (zie foto 3.2). De plasberm is circa 10 meter breed en is begroeid met riet. Getuige de sterke kwelverschijnselen (veel roest en oliefilm) draineert niet alleen de sloot maar ook de plasberm in sterke mate kwelwater. Zodoende zijn hier ook hoge EGV-waarden gemeten (van 592 en 824 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Het stelsel van het noordelijk deel van het natuurgebied en de hier aanwezige twee externe percelen watert af op deze afvoersloot. Dit stelsel is als volgt opgebouwd:

- Vanaf de Krieghuisweg zijn twee noord-zuid verlopende sloten en twee noord-zuid verlopende greppels aanwezig:
 - Op de grens met het externe perceel aan de noordwestzijde ligt een sloot. Deze sloot dient voor de ontwatering van het externe perceel.
 - Ten westen hiervan ligt een greppel die dient voor de afvoer van neerslagwater uit het noordelijke deel van de zone waar de bovengrond is afgegraven en ontwikkeling van nat schraalland plaatsvindt (zie foto 3.3).
 - Op de grens met het externe perceel ten oosten hiervan ligt een greppel en op de oostgrens van dit externe perceel ligt een slootje. Het slootje en de greppel dienen voor de ontwatering van dit perceel.
- Deze twee greppels en twee slootjes wateren af op een oost-west georiënteerde sloot. In de zone waar de toplaag van de bodem is afgegraven is de diepte van het resterende loopprofiel zo gering dat de loop is geclassificeerd als greppel.
- Via enkele kleine duikers watert ook het slootje dat op de grens met het verder oostelijk gelegen externe perceel aanwezig is (met wal omringd perceel, met in het zuidelijk deel ervan bebouwing) op deze sloot / greppel.
- Ook in het zuidelijke deel van de zone waar de bovengrond is afgegraven zijn voor de afvoer van neerslagwater enkele greppels aanwezig (zie foto 3.4).

Getuige de aanwezigheid van Grote Iisdodde is het afvoerwater van de oost-west verlopende sloot/greppel voedselrijk. Deze eutrofiëring wordt waarschijnlijk veroorzaakt door uitspoeling van meststoffen in het noordoostelijke externe perceel en/of het oostelijke externe perceel. Mogelijk treedt ook nog in de noordoosthoek van het natuurgebied nog een zekere uitspoeling op, aangezien hier bij de herinrichting van het gebied de voedselrijke bovengrond niet is afgegraven.

In het zuidoostelijke deel van de zone die is afgegraven is een extra laag deel aanwezig. Dit deel is in de winter en in het (vroeg) voorjaar (ondanks de aanwezigheid van een afvoergreppel) in lichte mate geïnundeerd, en de laagte valt waarschijnlijk ook in de zomer niet of nauwelijks droog, waardoor hier een helofytenvegetatie tot ontwikkeling is gekomen (zie voor verdere beschrijving paragraaf 2.7: vegetatie en flora).

Het effect van de slootjes en greppels op het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van de ecohydrologische dwarsprofielen (zie paragraaf 3.3). In paragraaf 3.3 worden ook de resultaten van de EGV-metingen behandeld die in de slootjes en greppels zijn verricht.

Stelsel ten zuiden van Wooldvloedgraven

Vanuit het zuiden watert het slotenstelsel van het gebied tussen het depot van de zandwinning, het Overijssels Kanaal en de Hoge Broeksweg af op de Wooldvloedgraven. Het slotenstelsel dient voor de ontwatering en afwatering van de landbouwgronden tussen het zuidelijke deel van het natuurgebied, het Overijssels Kanaal en de Hogebroeksweg. De (belangrijkste) afvoersloot van dit stelsel ligt op de westgrens van het natuurgebied, op de grens met het depot van de zandwinning. Ook deze afvoersloot is diep en draineert zodoende veel kwelwater (sterke vorming oliefilm en EGV =590 $\mu\text{S/cm}$).

Ook in de zuidelijke uitloper van het natuurgebied is ten behoeve van waterberging / natuurontwikkeling een zone diep afgegraven, deze zone is nu doorgaans licht geïnundeerd en ook hier is inmiddels een rietmoeras tot ontwikkeling gekomen. Ook deze diep afgegraven zone draineert in sterke mate kwelwater.

Elders zijn binnen het zuidelijke deel van het natuurgebied een aantal greppels aanwezig, vooral in de laagte ten westen van de bebouwing. De greppels lopen door tot in het externe gebied ten westen van de bebouwing.

Stelsel ten westen van het natuurgebied

In het landbouwgebied ten westen van het natuurgebied ligt een slotenstelsel. Dit stelsel watert via een aantal noord-zuid georiënteerde sloten af op de Wooldvloedgraven. Onder het toegangspad naar het huis aan de westzijde van het natuurgebied ligt echter ook een kleine duiker: via deze duiker kan een klein deel van het stelsel van het landbouwgebied (deel tussen de Kleine Plas en het toegangspad) in principe ook via de afvoersloot op de westgrens van het natuurgebied afwateren. Op het moment van de veldinventarisatie werd via deze duiker echter geen water afgevoerd, terwijl er op dat moment wel sprake was van waterafvoer via de noord-zuid verlopende sloten rechtstreeks naar de Wooldvloedgraven.

Zandwinplas

De zandwinplas ligt geïsoleerd ten opzichte van het oppervlaktewater-stelsel. Er is bij de veldinventarisatie althans nergens een afvoer(duiker) geconstateerd, en het waterpeil in de plas was op dat moment (vroeg voorjaarssituatie van 2015) ook een stuk hoger dan dat van de Wooldvloedgraven (geschatte peilverschil: 0,5 meter).



Foto 3.1 Wooldvloedgraven



Foto 3.2 Afvoersloot met plasberm op de westgrens van het noordelijke blok



Foto 3.3 Greppel in het noordelijke deel van de zone waar de toplaag is afgegraven



Foto 3.4 Greppel in het zuidelijke deel van de zone waar de toplaag is afgegraven

3.3 Resultaten ecohydrologische dwarsprofielen

Bodemopbouw

Daar waar de toplaag van de bodem niet is afgegraven is aan de oppervlakte een laag sterk humeus zand van circa 35 cm aanwezig. Daar waar de toplaag wel is afgegraven is de bodem vanaf maaiveld gelijk humusarm. Op grond van de gemeten hoogteverschillen tussen het wel en niet afgegraven deel volgt dat er een laag van circa 0,4 meter is afgegraven.

Zowel in de niet als wel afgegraven delen is aan de oppervlakte een laag (zwak) lemig, zeer fijn zand aanwezig. De dikte hiervan loopt uiteen van 0,5 à 1,0 meter. De ondergrond bestaat veelal uit leemarm, matig fijn tot matig grof zand, met hierin grove korrels en kleine grindjes en soms ook houtresten.

Zowel ter plaatse van tpb52, tpb53 als tpb60 zijn al vanaf een diepte van 1,8 m -mv kalkrijke afzettingen aangetroffen. Het betreft hierbij kalkrijk zand. Alleen ter plaatse van tpb54 zijn geen kalkrijke afzettingen aangetroffen. Deze peilbuis staat in een dekzandrug, dus onder invloed van infiltratie van regenwater is de bodem hier tot op grotere diepte ontkalkt.

Ecohydrologisch functioneren

Uit de dwarsprofielen blijkt het volgende:

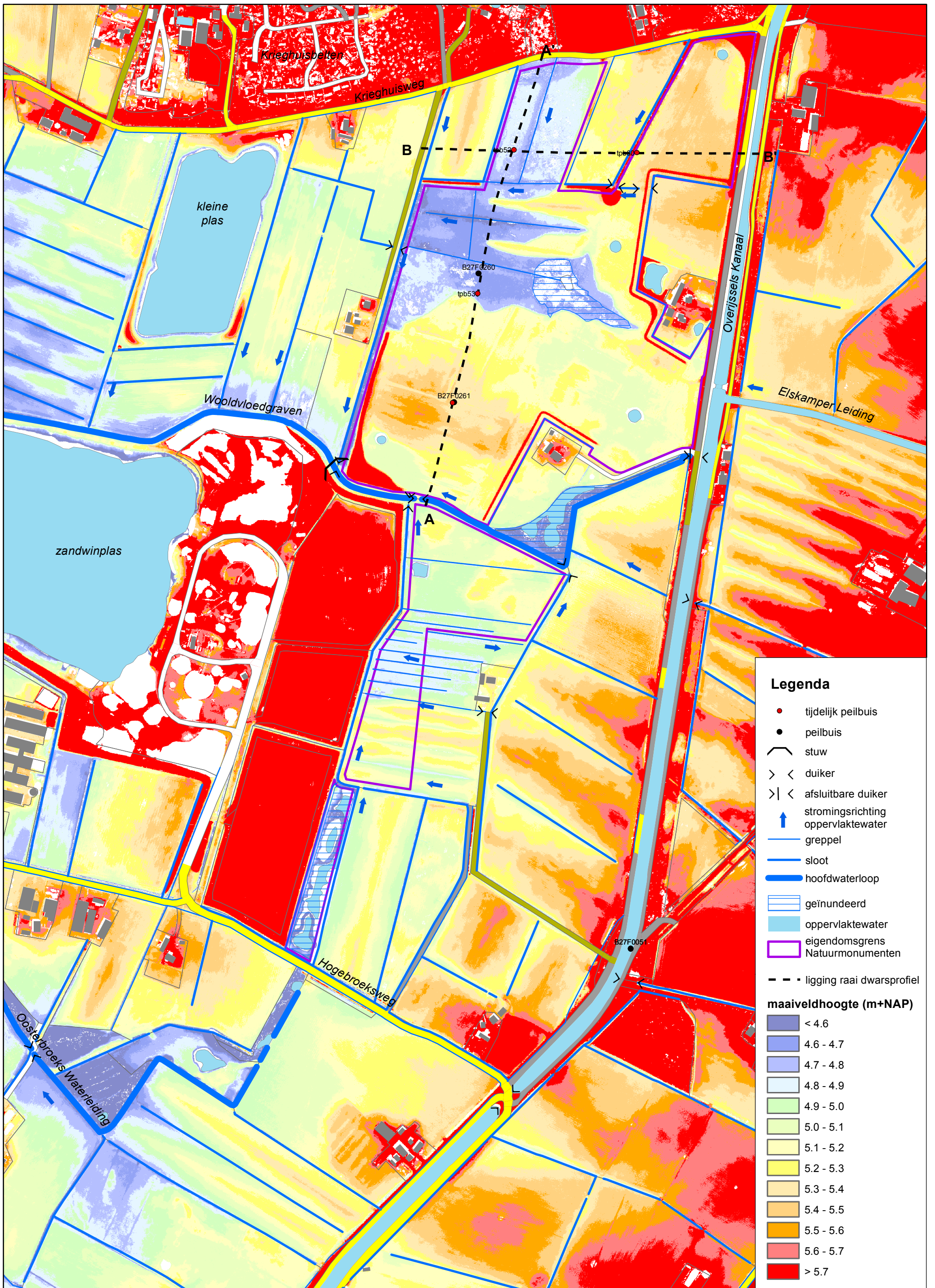
- Er is zowel in zuidelijke als in westelijke richting een licht verhang in grondwaterspiegel aanwezig: het grondwater stroomt dus in zuidwestelijke richting af. Vanwege de voeding die vanuit de dekzandrug ten noorden van de Krieghuisweg plaatsvindt wijkt de stromingsrichting in het inzoomgebied iets af van de (westelijke) stromingsrichting van het regionale systeem.
- Uit dwarsprofiel A-A' volgt dat de Wooldvloedgraven in de vroege voorjaarsituatie een sterk drainerende werking heeft op het grondwater.
- Uit dwarsprofiel B-B' volgt dat ook de afvoersloot langs de onverharde weg (aan de westzijde) en het Overijssels Kanaal (aan de oostzijde) een sterk drainerende werking hebben op het grondwater. Hetzelfde geldt voor de sloot op de grens met het noordwestelijke externe perceel.
- Ondanks de drainerende werking van deze diepe waterlopen ligt de grondwaterstand in het afgegraven gedeelte in het vroege voorjaar dicht nabij maaiveld (0,1 à 0,15 m -mv) en er treedt hier getuige de waargenomen kwelverschijnselen, de hoge gemeten EGV-waarden en de vaststelling van de aanwezigheid van gebufferd grond- en oppervlaktewater ook kwel op. In de zomer zakt in dit gedeelte de grondwaterstand ook slechts in zeer beperkte mate beneden maaiveld weg (tot slechts 0,2 à 0,4 m -mv op 13-8-2015).
- De mate waarin het kwelwater tot in de wortelzone van de vegetatie kan doordringen loopt echter nogal uiteen. Dit lukt het best in de zeer laag gelegen zone in het uiterste noorden van de noordlob van de afgegraven zone (zone met bo59 en bo60): zelfs het water op maaiveld heeft hier een hoge alkaliniteit (3,8 meq/l) en dus ook hoge EGV (605 $\mu\text{S}/\text{cm}$). In deze zone groeit de basenminnende Waterpunge dan ook volop. In de zones die niet zeer laag liggen (en met name de zone aan weerszijden van tpb52) is dit echter in veel mindere mate het geval: hier zijn in de ondiepe boorgaten EGV-waarden van slechts circa 100 tot 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemeten. Dit duidt erop dat hier een mengtype van kwel- en regenwater aanwezig is.
- De noord-zuid verlopende greppel en ook de twee oost-west verlopende greppels ten zuiden hiervan worden in de vroege voorjaarsituatie wel gevoed met baserijk kwelwater (sterke kwelverschijnselen en EGV's van 461, 532 en 624

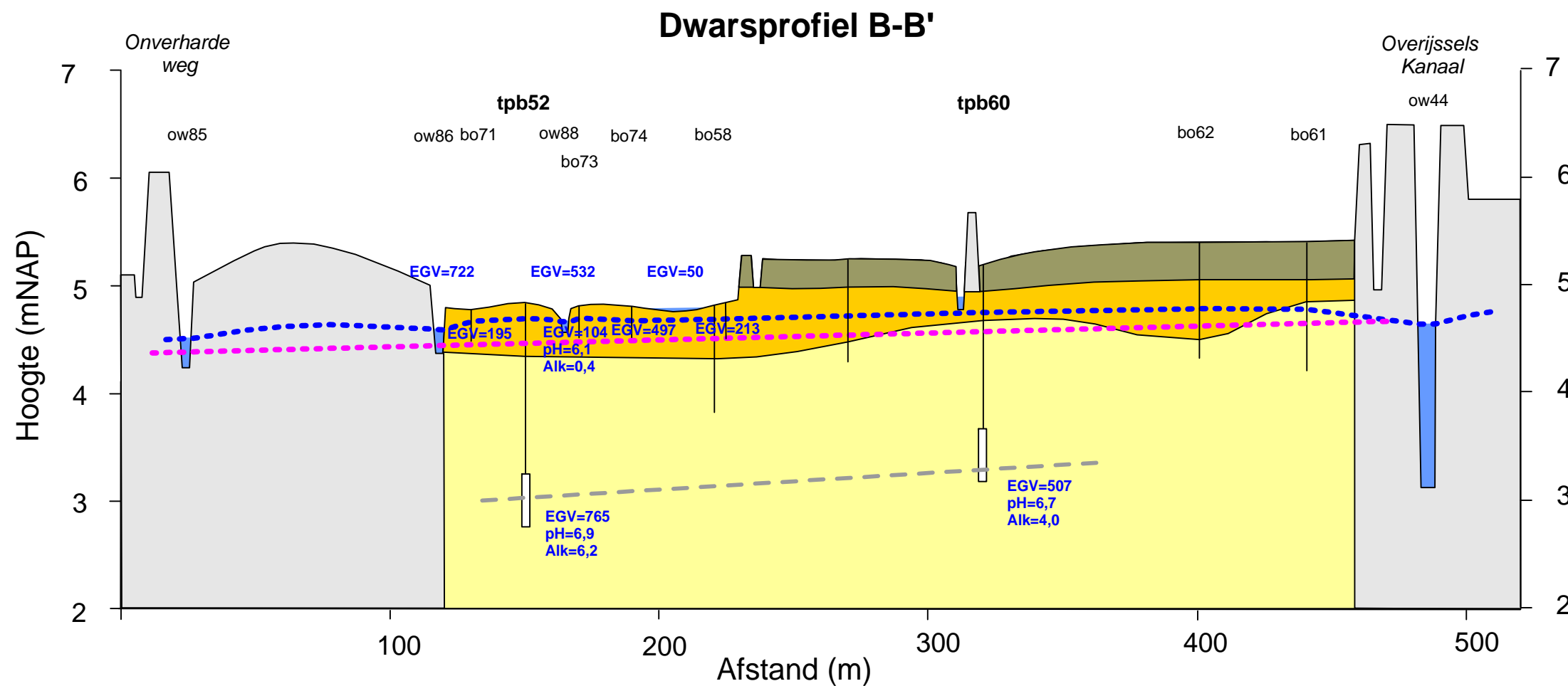
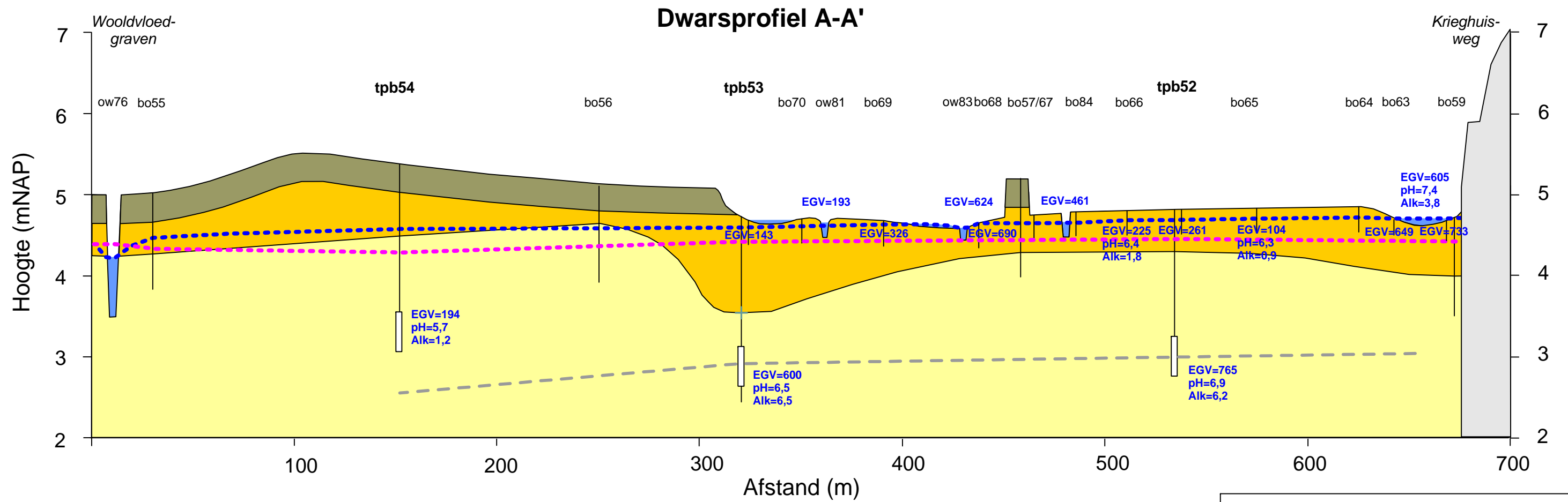
($\mu\text{S}/\text{cm}$). Daar waar het drainageniveau van deze greppels naadloos aansluit op het maaiveld van de omgeving zijn ook in de ondiepe boorgaten naast de greppels hoge EGV-waarden gemeten (Bo68: $\text{EGV}=690 \mu\text{S}/\text{cm}$). Dit wijst erop dat op deze plekken het basenrijke kwelwater goed in staat is tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen.

Dankzij het al dan niet in verdunde vorm doordringen van het basenrijke kwelwater tot in de wortelzone van de vegetatie, de aanwezigheid van een schrale, lemige toplaag en het zorg dragen voor een goede zaadbron (door het aanbrengen van hooi uit het Luttenbergerven) is in korte tijd een zeer soortenrijke vegetatie tot ontwikkeling gekomen, met tal van bijzondere soorten (als Stijve ogentroost, Rode ogentroost, Heidekartelblad en Klokjesgentiaan). Daar waar het kwelwater het best tot in de toplaag van de bodem door kan dringen groeien ook de basenminnende soorten Waterpunge en Moeraskartelblad. Dit is vooral het geval in noordelijke deel van de noordlob.

De greppels die in het gebied aanwezig zijn voor de afvoer van neerslagwater hebben een licht drainerende werking op het basenrijke kwelwater. Dit is vooral het geval op plekken waar de profielen van de greppels niet naadloos op het maaiveld van de omgeving aansluiten. De licht drainerende werking lijkt echter niet onoverkomelijk en het risico is aanwezig dat bij demping van de greppels de vorming van een zure neerslaglens juist wordt bevorderd omdat het gebied te vlak is voor een goede afvoer van neerslagwater over maaiveld heen.

Belangrijker dan de licht drainerende werking van de greppels is de sterk drainerende werking van de diepe sloten. Voor dit noordelijke deel van het natuurgebied vormen de ontwaterings- en afwateringssloten van beide percelen langs de Krieghuisweg en de afvoersloot langs de westgrens van het natuurgebied de grootste knelpunten. Door middel van aanpak van deze knelpunten kan het basenrijke kwelwater over een veel grotere oppervlakte in onverdunde vorm tot in de wortelzone gaan doordringen, waardoor de reeds aanwezige basenminnende soorten (Waterpunge en Moeraskartelblad) zich kunnen uitbreiden en ook andere (kritische) basenminnende soorten (als Parnassia en Vlozegge) zich kunnen gaan vestigen.





Legenda

- = sterk humeus, (zwak) lemig, zeer fijn zand
- = (zwak) lemig, zeer fijn zand
- = leemarm, matig fijn tot matig grof zand
- = bodemopbouw onbekend
- = open water (in vroege voorjaarsituatie)
- = grondwaterspiegel op 12-3-2015 (bij benadering GVG-omstandigheden)
- = grondwaterspiegel op 13-8-2015 (bij benadering GLG-omstandigheden)
- = bovenzijde kalkrijke afzettingen
- EGV=765 = Elektrisch Geleidingsvermogen ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- pH=6,9 = pH (-)
- Alk=6,2 = Alkaliniteit (meq/l)
- = tijdelijke peilbuis / boorgat

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch Adviesbureau

Figuur 3.2 Ecohydrologische dwarsprofielen

4 Synthese en conclusies

4.1 Ecohydrologisch functioneren en knelpunten

In het gebied waar het Hoge Broek ligt is het grondwatersysteem opgebouwd uit drie (uit zandige afzettingen bestaande) watervoerende pakketten, met hiertussen twee slecht doorlatende kleilagen. De eerste slecht doorlatende laag (Laagpakket van Zutphen) is circa 2 m dik en de bovenzijde hiervan ligt op 13 à 14 m -mv. De weerstand van deze laag is waarschijnlijk beperkt. De tweede slecht doorlatende laag (Laagpakket van Twello) is circa 17 m dik en de bovenzijde hiervan ligt op circa 30 m -mv. Deze dikke kleilaag heeft wel een hoge weerstand.

Het Hoge Broek ligt grotendeels in het dalsysteem van de Wooldvloedgraven. Ten noorden hiervan ligt een omvangrijke dekzandrug. Het zuidelijke deel van het natuurgebied ligt in een verbinding van dit dalsysteem met het verder zuidelijk gelegen dalsysteem van de Oosterbroeks Waterleiding. Binnen de dalsystemen is een afwisseling van lokale laagten en kleine / lage dekzandruggen aanwezig. Onder invloed van de voeding met baserijk kwelwater zijn in de dalsystemen bekeerdgronden ontstaan.

Ook in de huidige situatie worden de dalsystemen nog altijd in sterke mate gevoed met baserijk kwelwater. Het betreft hierbij in de eerste plaats lokale / ondiepe kwel, met voeding (via het eerste watervoerende pakket) vanuit de dekzandruggen, en met name de omvangrijke dekzandrug aan de noordzijde. Omdat in het gebied al vanaf een diepte van circa 2 m -mv kalkrijke afzettingen voorkomen, is ook het (meeste) ondiepe kwelwater baserijk. Mogelijk treedt er (vooral in de meer centraal gelegen delen van de dalsystemen) in combinatie hiermee ook (bovenlokale / subregionale) kwel op uit het tweede watervoerende pakket. Het is gezien de hoge weerstand van de tweede weerstandsbiedende laag onwaarschijnlijk dat er (noemenswaardige) diepe, regionale kwel optreedt vanuit het derde watervoerende pakket.

In de huidige situatie wordt het overgrote deel van het baserijke kwelwater echter rechtstreeks gedraineerd en uit het gebied afgevoerd door diepe hoofdwaterlopen en sloten. In de zone waar het natuurgebied ligt hebben vooral de Wooldvloedgraven, de afvoerloop op de westgrens van het noordelijke blok van het natuurgebied, de afvoerloop van het zuidelijke deel van het natuurgebied en de ontwaterings- en afwateringssloten van het westelijke externe perceel langs de Kriegshuisweg een sterk drainerende werking op het kwelwater. Daar waar langs de waterlopen diepe afgravingen zijn uitgevoerd, vooral om de bergingscapaciteit van het stelsel te verhogen, is de drainerende werking van de waterlopen extra sterk.

In vergelijking met deze forse aantastingen is het effect van beide zandwinningsplassen op het functioneren van het hydrologische systeem van het natuurgebied waarschijnlijk beperkt. Dit komt doordat de plassen geïsoleerd liggen van de oppervlaktewaterstelsels en zodoende ook een veel hoger peil hebben, waardoor de drainerende werking ervan op het grondwater veel geringer is (ook al is de diepte van de grote plas zeer groot). In het kader van deze beknopte systeemanalyse is het effect van de zandwinningsplassen echter alleen op oriënterende wijze afgeleid en dus niet uitgebreid onderzocht. Mogelijk beschikt het waterschap over meer informatie (op basis van modelberekeningen / berekende isohypsenkaarten) en kan het beeld ten aanzien hiervan verscherpt worden. Wellicht kan ook uit overleg met het bedrijf dat de zandwinning uitvoert een beter beeld gevormd worden.

Vanwege de sterk drainerende werking van het diepe waterlopenstelsel is in de laag gelegen delen van het natuurgebied waar de bovengrond niet is afgegraven het basenrijke kwelwater niet in staat de wortelzone van de vegetatie te bereiken, en liggen de grondwaterstanden gedurende het gehele jaar (voor een dergelijk gebied) ver beneden maaiveld.

In de (noordelijke) laagte waar bij de herinrichting van het gebied in 2007 de fosfaatrijke bovengrond tot op een diepte van circa 0,4 meter is afgegraven is het basenrijke kwelwater wel in zekere mate in staat de wortelzone van de vegetatie te bereiken. Door de afgraving van de toplaag is het drainageniveau van het betreffende gebied een stuk verlaagd, waardoor hier (ondanks de sterke aantasting van het systeem door de diepe waterlopen) het kwelwater toch tot hoog in het bodemprofiel kan doordringen. Bovendien zakt vanwege de sterke kwelinvloed en de toegepaste maaiveldsverlaging de grondwaterstand in de zomer slechts in zeer beperkte mate (twee tot vier decimeter in de GLG-situatie) beneden maaiveld weg. Met de afgraving van de toplaag is tevens een effectieve verschraving van de bodem gerealiseerd. Bovendien is de bodemlaag die nu aan de oppervlakte ligt (zwak) lemig, waardoor de bodem ook goede bufferende eigenschappen heeft. Dankzij deze gunstige condities is hier in korte tijd een waardevolle vegetatie tot ontwikkeling gekomen, met soorten als Heidekartelblad, Rode ogentroost, Stijve ogentroost, Klokjesgentiaan en tal van andere bijzondere soorten. De echt basenminnende soorten zijn echter slechts op enkele plekken aanwezig, en het betreft hierbij ook maar drie soorten: Waterpunge, Moeraskartelblad en Moeraswespenorchis. Basenminnende soorten als Parnassia en Vlozegge ontbreken.

Belangrijkste oorzaak hiervan is de sterk drainerende werking van de waterlopen, wat ook in het deel waar de toplaag is afgegraven tot een minder sterke kwel van basenrijk grondwater leidt. Voor dit noordelijke deel van het natuurgebied vormen de ontwaterings- en afwateringssloten van beide percelen langs de Krieghuisweg en de afvoersloot langs de westgrens van het natuurgebied de grootste knelpunten.

De greppels die in het gebied aanwezig zijn voor de afvoer van neerslagwater hebben een licht drainerende werking op het basenrijke kwelwater. Dit is vooral het geval op plekken waar de profielen van de greppels niet naadloos op het maaiveld van de omgeving aansluiten. De licht drainerende werking lijkt echter niet onoverkoombaar en het risico is aanwezig dat bij demping van de greppels de vorming van een zure neerslaglens juist wordt bevorderd omdat het gebied te vlak is voor een goede afvoer van neerslagwater over maaiveld heen.

4.2 Verbeteringsmogelijkheden

Vanwege het optreden van sterke basenrijke kwel en de aanwezigheid van een lemige bodem zijn er in dit gebied unieke kansen om op uitgebreide schaal soortenrijke natte schraallanden te ontwikkelen. Er liggen met name goede kansen voor ontwikkeling van (het ecologisch zeer waardevolle) blauwgrasland. Temeer omdat in Nederland vrijwel al het blauwgrasland is verdwenen, en het bijna nergens goed lukt dit te herstellen / ontwikkelen, dient er veel meer focus te komen op ontwikkeling hiervan in het Hoge Broek.

Kort samengevat is dit als volgt mogelijk:

- Enerzijds aanpak van de sterk drainerende werking van de waterlopen door middel van uitbreiding van het natuurgebied op zodanige wijze dat er vanuit het watersysteem gezien een logische begrenzing ontstaat.
- Anderzijds ook elders (in lage delen) de fosfaatrijke bovengrond afgraven.
- Met deze combinatie hoeft de drainagebasis van het gebied slechts in beperkte mate te worden verhoogd, waardoor de beoogde ontwikkeling van nat schraalgrasland goed kan worden gerealiseerd zonder dat derden (bebouwing en externe percelen) hiervan hinder zullen ondervinden.

Benodigde gebiedsuitbreidingen

Voor een effectieve aanpak van de drainerende werking van de waterlopen en optimale benutting van de potenties dienen de volgende gebiedsuitbreidingen plaats te vinden:

- Verwerving van de twee externe percelen langs de Kriegshuisweg, zodat de sterk drainerende werking van de ontwaterings- en afwateringsloten van deze percelen kan worden aangepakt. Ook de sterk drainerende werking van de afvoersloot op de westgrens van het natuurgebied kan dan worden gereduceerd. De diepte van deze sloot is namelijk afgestemd op het westelijke perceel, dus indien in dit perceel het landbouwkundig gebruik wordt beëindigd, dan is er een duidelijke speelruimte voor verondieping van deze loop, zonder dat daarbij de drooglegging van de bebouwing en het agrarische gebied ten westen van de afvoersloot en onverharde weg in gevaar komt.
- Uitbreiding van het zuidelijke deel van het natuurgebied tot aan het Overijssels Kanaal en de Hoge Broeksweg, waarmee ook hier een logische begrenzing van het natuurgebied wordt gerealiseerd en een goed systeemherstel voor het natuurgebied als geheel kan plaatsvinden. Met deze uitbreiding kan namelijk niet alleen de drainerende werking van het slotenstelsel in het zuidelijke deel, maar ook de drainerende werking van de Wooldvloedgraven worden aangepakt. Dit is mogelijk omdat het hier het meest bovenstrooms gelegen traject betreft. Ook ten aanzien hiervan geldt dat de aanwezige bebouwing hiervan geen hinder hoeft te ondervinden (want vanwege het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond hoeft het peil niet heel ver te worden verhoogd, dus de sloten die op de grenzen van de erven liggen kunnen goed blijven afwateren).

Verbeteringen die binnen de huidige begrenzing kunnen worden uitgevoerd

Het oostelijke externe perceel langs de Kriegshuisweg is inmiddels al verworven door Natuurmonumenten. Hiermee kan het hydrologische systeem in de noordoosthoek al worden hersteld. Bovendien heeft het perceel zelf ook hoge potenties voor ontwikkeling van nat schraalland, want ook deze zone ligt (vrij) laag en op basis van enkele aanvullende boringen die in het perceel zijn uitgevoerd volgt dat ook hier onder de bouwvoor (van circa 25 cm) een fijnzandige en (zwak) lemige bodemlaag aanwezig is. Bovendien volgt uit onderzoek van B-WARE (2015) dat hier met een ontgraving van 40

cm ook de juiste bodemchemische condities gerealiseerd kunnen worden voor ontwikkeling van blauwgrasland (met Olsen-P = 258 $\mu\text{mol/l}$, Ca-z = 17.828 $\mu\text{mol/l}$ en Fe-t = 395 $\mu\text{mol/l}$). Hiervoor moet behalve de bouwvoor een extra laagje van 15 cm worden afgegraven (waarmee de ontgravingsdiepte gelijk wordt aan die van het reeds ingerichte deel). Gezien het geleidelijke verhang in maaiveld zijn er bij verwijdering van de fosfaatrijke bovengrond en demping van de resterende slootprofielen ook mogelijkheden voor ontwikkeling van blauwgrasland naar heischraal grasland. Omdat er een lichte verhang in het maaiveld aanwezig is, kan de afvoer van neerslagwater hier wel afdoende over maaiveld heen plaatsvinden.

Bij de afgraving van de fosfaatrijke bovengrond in het noordelijke deel zijn twee smalle stroken niet meegenomen. Deze stroken liggen nu daarom als smalle ruggen in de zone waar de toplaag wel is afgegraven. Hoewel de ruggen geen (grote) negatief invloed lijken te hebben op de aangrenzende delen (vanwege uitspoeling van fosfaat), hebben ook deze stroken hoge potenties voor ontwikkeling van nat schraalland: ook hier ontstaan dan bij afgraving immers de juiste hydrologische condities (met kwelwater dat tot in de wortelzone van de vegetatie doordringt en een nauwelijks wegzakkende grondwaterstand in de zomer). Uit onderzoek van B-WARE (2014) volgt dat in het direct aangrenzende reeds ingerichte deel de juiste bodemchemische condities aanwezig zijn voor soortenrijk nat heischraal grasland (met Olsen-P = 175 $\mu\text{mol/l}$, Ca-z = 11.879 $\mu\text{mol/l}$ en Fe-t = 174 $\mu\text{mol/l}$). Dus indien de toplaag in beide stroken op vergelijkbare wijze wordt ontgraven (dus met toepassing van een ontgravingsdiepte van 40 cm), dan mogen hier vergelijkbare hydrologische en bodemchemische condities verwacht worden, waardoor ook hier een geschikte situatie ontstaat voor ontwikkeling van soortenrijk nat heischraal grasland.

Ten zuidoosten van het reeds ingerichte deel (dus tussen beide particuliere eigendommen en langs het Overijssels Kanaal) ligt nog een laaggelegen gebied. Uit het onderzoek van B-WARE (2014) volgt dat ook dit deelgebied vanuit bodemchemisch oogpunt zeer kansrijk is: hier kunnen bij een ontgraving van 30 cm en een paar jaar aanvullend maaien en afvoeren de juiste bodemchemische condities gecreëerd worden voor blauwgrasland (met Olsen-P = 516 $\mu\text{mol/l}$, Ca-z = 13.618 $\mu\text{mol/l}$ en Fe-t = 620 $\mu\text{mol/l}$). Waarschijnlijk zijn de mogelijkheden nog beter als (net als elders) ook hier een ontgravingsdiepte van 40 cm wordt toegepast (maar dit kan niet worden onderbouwd met gegevens, omdat de bodemlaag van 40-50 cm -mv hier niet is onderzocht). Deze laaggelegen zone wordt nu echter waarschijnlijk nog wel negatief beïnvloed door de drainerende werking van de Wooldvloedgraven. Zodoende zal hier ook na het ontgraven van de toplaag het kwelwater naar verwachting nog niet goed in de wortelzone van de vegetatie gaan doordringen. In samenhang hiermee kan overwogen worden hier te wachten met de aanpassing van de inrichting totdat aanpak van de Wooldvloedgraven heeft plaatsgevonden.

Uit het bodemchemisch onderzoek van B-WARE (2015) volgt dat ook het laag gelegen gebied ten zuiden van de Wooldvloedgraven vanuit bodemchemisch oogpunt zeer kansrijk is: met een ontgraving van 30 cm ontstaan de juiste condities ontwikkeling van dotterbloemhooiland (met Olsen-P = 513 $\mu\text{mol/l}$, Ca-z = 41810 $\mu\text{mol/l}$ en Fe-t = 513 $\mu\text{mol/l}$) en met een ontgraving van 40 cm ontstaan de juiste condities voor blauwgrasland (met Olsen-P = 316 $\mu\text{mol/l}$, Ca-z = 17200 $\mu\text{mol/l}$ en Fe-t = 316 $\mu\text{mol/l}$). Ook voor dit deelgebied geldt echter dat het beter is om eerst tot een aanpak van de drainerende werking van het waterlopenstelsel (slotenstelsel van het zuidelijke deelgebied zelf en de Wooldvloedgraven) te komen.

Uit het bodemchemisch onderzoek van B-WARE (2015) volgt ook dat het fosfaat ter plaatse van de grote dekzandrug middenin het natuurgebied (ofwel ten noorden van de Wooldvloedgraven) wel dieper in de bodem is doorgedrongen: hier is voor de diepste bemonsterde laag (30-40 cm -mv) een Olsen-P concentratie van 1258 $\mu\text{mol/l}$ gemeten. De toplaag bevat echter veel meer fosfaat (Olsen-P = 2226 $\mu\text{mol/l}$). Met het afgraven van de toplaag tot op een diepte van 30 cm (ofwel de bouwvoor) kan hier weliswaar geen

heide of droog heischraal grasland worden ontwikkeld, maar is het (in combinatie met een aanvullend maaibeheer van enkele jaren) wel mogelijk om bloemrijk grasland tot ontwikkeling te brengen. Omdat ook onder GHG-omstandigheden de grondwaterspiegel in de dekzandrug niet tot nabij het huidige maaiveld opbult (maar hooguit tot slechts circa 0,6 à 0,8 m mv in het hoge deel en circa 0,4 m ter plaatse van de flanken), kan deze maatregel ook zonder nadelige consequenties voor het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied worden uitgevoerd: de dekzandrug blijft zo namelijk zijn functie als lokaal intrekgebied onverminderd vervullen.

Koers voor realisatie van de verbeteringen

In overleg met de projectgroep is voor de realisatie van de genoemde verbeteringen de volgende prioritering afgesproken:

1. Inrichting van de twee percelen in de noordoosthoek (dus van het recentelijk verworven perceel in samenhang met het perceel ten oosten hiervan): ook hier de fosfaatrijke bovengrond afgraven (dus 40 cm: de bouwvoor van 25 cm en 15 cm extra), de resterende slootprofielen dempen / verondiepen tot greppels, en zo een gradiënt van heischraal grasland naar blauwgrasland op de lemige bodem tot ontwikkeling brengen. Dit liefst doen in samenhang met het afplaggen van de twee stroken in het aangrenzende gebied ten zuidwesten hiervan. Ook dient overleg te worden gevoerd met de particulier aan de oostzijde om te bezien of de afvoersloot verlegd kan worden (langs het kanaal).
2. Verwerving en inrichting van het perceel in de noordwesthoek, zodat de drainerende werking van zowel de perceelsloot als de afvoersloot kan worden aangepakt. In combinatie hiermee ook hier de voedselrijke bovengrond verwijderen. Aangezien het perceel vermoedelijk is opgehoogd zal hier naar verwachting niet alleen de oorspronkelijke bouwvoor maar ook de grond die extra is opgebracht verwijderd moeten worden.
3. Inrichting van het resterende deel van het blok ten noorden van de Wooldvloedgraven: ook hier in het lage deel (tussen beide particulieren in / langs het kanaal) de fosfaatrijke bovengrond verwijderen (tot op een diepte van 30 of 40 cm, om zo blauwgrasland tot ontwikkeling te brengen. Dit liefst doen in samenhang met de aanpak van de drainerende werking van de Wooldvloedgraven. Bovendien ter plaatse van de dekzandrug 30 cm ontgraven, om zo de ontwikkeling van bloemrijk grasland mogelijk te maken.
4. Verwerving en inrichting van het zuidelijke blok, zodat (rekening houdend met de bebouwing die hier aanwezig is) de drainerende werking van de Wooldvloedgraven, de hoofdloop van het zuidelijke blok, de diep uitgegraven retentie en het lokale slotenstelsel kan worden tegengegaan. In combinatie hiermee de fosfaatrijke bovengrond afgraven, om de potenties voor ontwikkeling van blauwgrasland / dotterbloemhooiland te benutten.

Literatuur

B-WARE, 2014. Potenties voor de verdere ontwikkeling van bloemrijke graslanden en akkers in Overijssel en Flevoland. In opdracht van Natuurmonumenten.

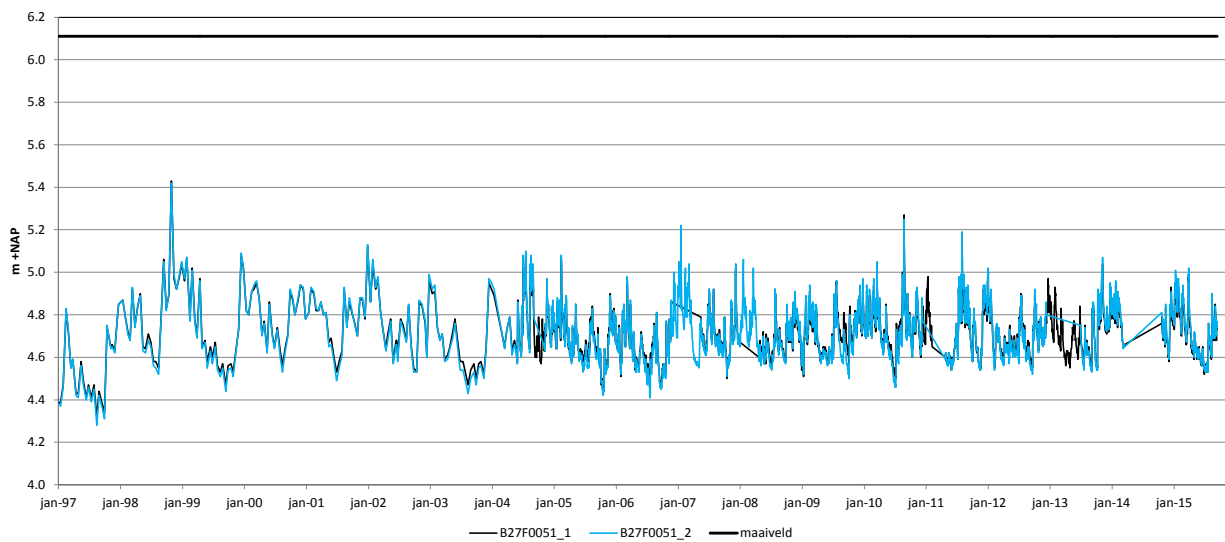
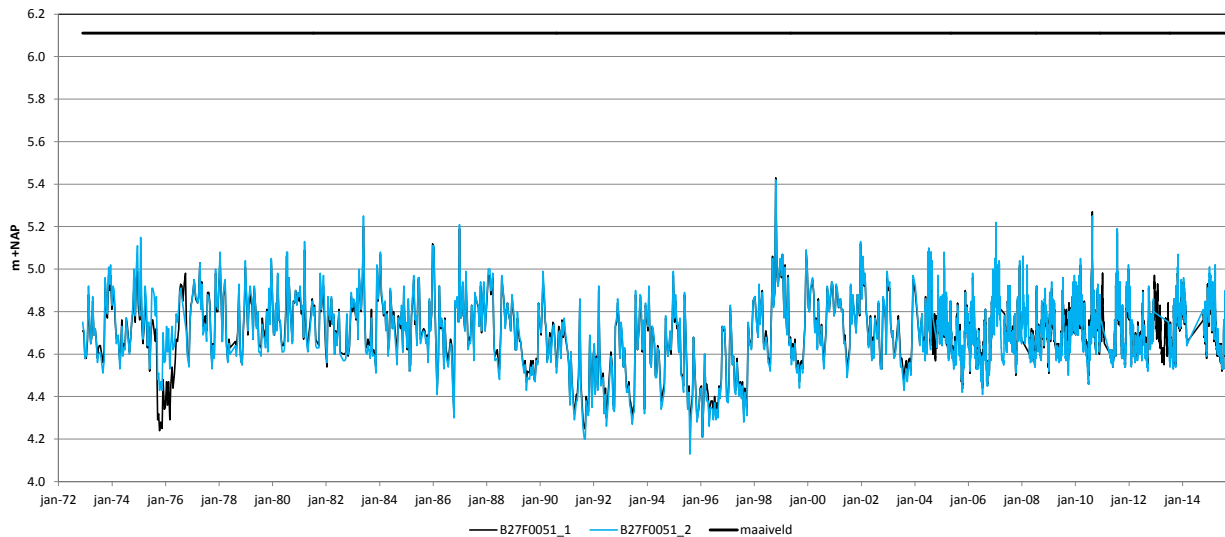
B-WARE, 2015. Onderzoek naar potenties van graslanden in Overijssel en Flevoland. In opdracht van Natuurmonumenten.

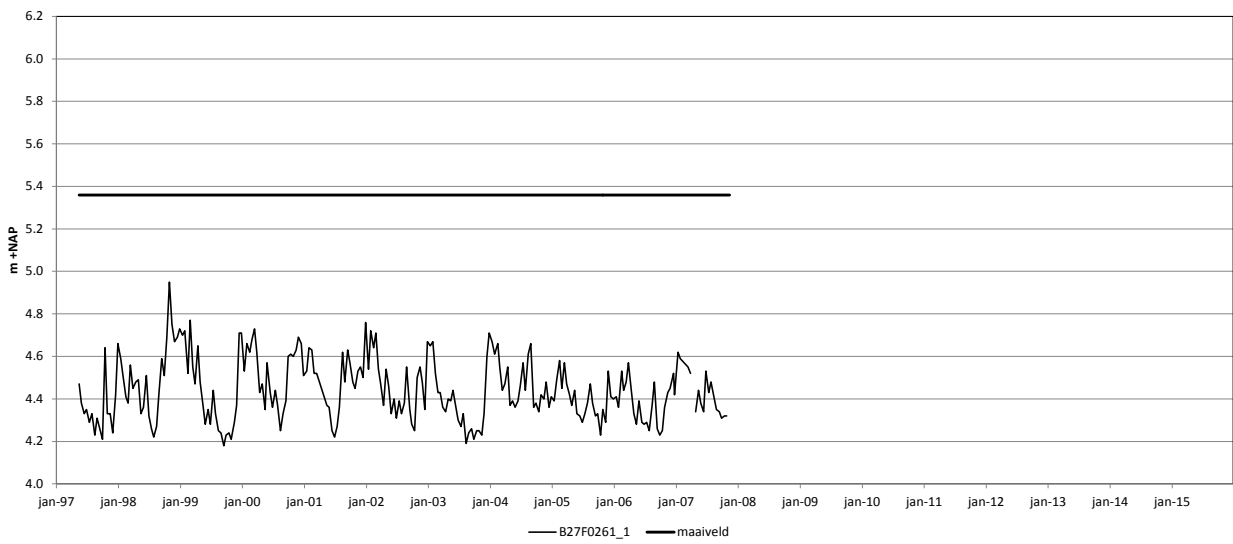
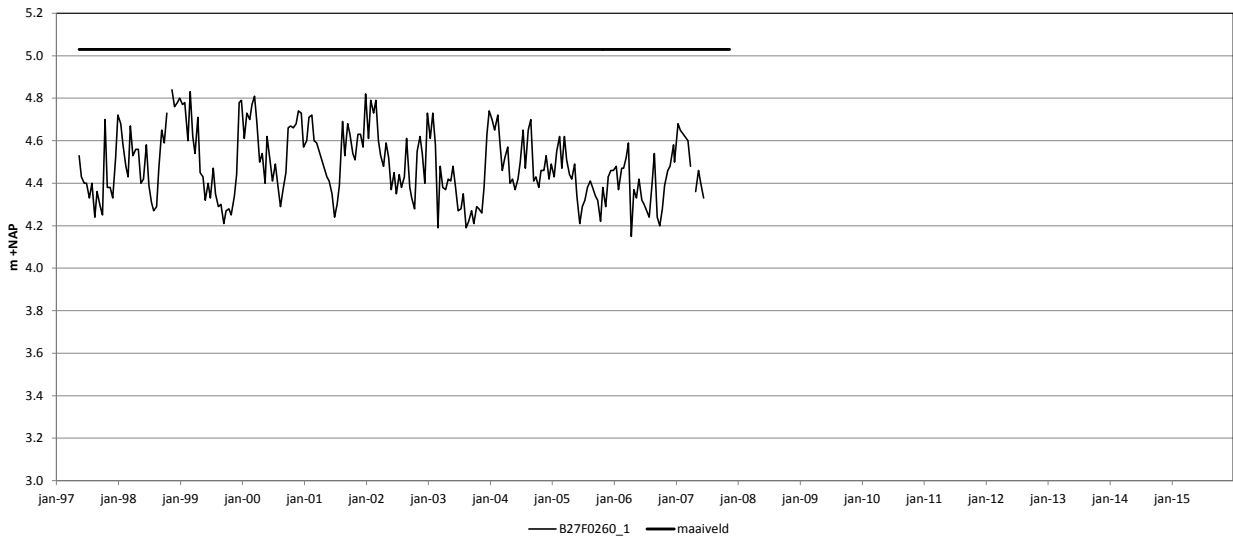
VAN DER GOES EN GROOT, 2014. SNL-kartering Raalerveld (uitgevoerd in 2013) - Vegetatie, flora, libellen en dagvlinders. G&G-rapport 2013-39. In opdracht van Natuurmonumenten.

Bijlagen

- 1 Grafieken grondwaterstandsverloop
- 2 Kaart met locaties en EGV-waarden oriënterende metingen oppervlaktewater
- 3 Boorbeschrijvingen onderzoek bodemopbouw

Bijlage 1: Grafieken grondwaterstandsverloop







- Legenda**
- x 39 waypoint
 - EGV op 9 maart 2015
 - 590
 - tijdelijke peilbuis
 - peilbuis
 - ∩ stuw
 - > < duiker
 - >| < afsluitbare duiker
 - ↑ stromingsrichting oppervlaktewater
 - greppel
 - sloot
 - hoofdwaterloop
 - ▨ geïnundeerd
 - ▭ oppervlaktewater
 - ▭ eigendomsgrens Natuurmonumenten
 - - - ligging raai dwarsprofiel

Bijlage 3: Boorbeschrijvingen veldonderzoek Raalterveld

Boringen uitgevoerd op 11 maart 2015

Tpb52	mv:	4.83	schraalland met geelgroen zegge	
	0	15	zand	zeer fijn, zwak lemig, roest
	15	30	zand	zeer fijn, roest
	30	50	zand	zeer fijn, licht grijs, roest
	50	130	zand	matig fijn, enkele grindjes, lichtgrijs
	130	220	zand	matig fijn, enkele grindjes, donker grijs, houtresten, vanaf 180 kalkrijk
Tpb53	mv:	4.74	schraalland met veel pitrus	
	0	30	zand	zeer fijn, sterk lemig, roest
	30	40	zand	zeer fijn, zwak lemig, zwakke roest
	40	120	zand	zeer fijn / matig fijn, zwak lemig, grijs
	120	220	zand	matig grof, grove korrels, donker grijs, vanaf 180 kalkrijk
Tpb54	mv:	5.40	voedselrijk grasland, begraasd?	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig, bouwvoor
	35	70	zand	zeer fijn, zwak lemig to 50, roest
	70	90	zand	zeer fijn, licht beige
	90	150	zand	matig fijn, licht beige, leemarm
	150	230	zand	matig fijn / matig grof, enkel grindjes, grove korrels, donker grijs
Bo55	mv:	5.03	voedselrijk grasland	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, sterk lemig, bouwvoor
	35	50	zand	zeer fijn, sterk lemig, zeer sterke roest
	50	75	zand	zeer fijn, zwak lemig, roest
	75	120	zand	matig fijn, grove korrels, leemarm, beige grijs
Bo56	mv:	5.14	voedselrijk grasland	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig, bouwvoor
	35	50	zand	zeer fijn, sterke roest
	50	70	zand	matig fijn, roest
	70	110	zand	matig fijn / matig grof, zwak lemig, beige, beige grijs, roest
	110	120	zand	matig fijn / matig grof, grijs
Bo57	mv:	5.21	voedselrijk grasland	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig
	35	70	zand	zeer fijn, zwak lemig, roest
	70	90	zand	zeer fijn, roest
	90	120	zand	matig fijn, grove korrels en grindjes, grijs, houtresten
Bo58	mv:	4.82	schraalland, geelgroen zegge	
	0	30	zand	zeer fijn, zeer zwak lemig, roest, beige
	30	50	zand	zeer fijn, zwak roest, grijs
	50	100	zand	matig fijn, grove korrels, enkele grindjes, grijs
Bo59	mv:	4.71	schraalland, geelgroen zegge	
	0	30	zand	zeer fijn, zwak lemig, roest
	30	50	zand	zeer fijn, zwak lemig, beige grijs, hout resten
	50	70	zand	zeer fijn, zwak lemig, grijs, hout resten
	70	90	zand	matig fijn / matig grof, leemarm, grijs, hout resten
	90	120	zand	matig fijn / fijn, zeer zwak lemig, grijs, hout resten
Tpb60	mv:	5.20	weiland	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig, bouwvoor
	35	50	zand	zeer fijn, zwak lemig, zeer ijzerrijk
	50	130	zand	zeer fijn
	130	220	zand	matig fijn, grove korrels, vanaf 180 kalkrijk
Bo61	mv:	5.42	voedselrijk grasland, begraasd	
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig, bouwvoor
	35	55	zand	zeer fijn, zwak lemig, sterke roest
	55	110	zand	zeer fijn, licht beige tot beige grijs
	110	120	zand	matig fijn, grijs
Bo62	mv:	5.39		
	0	35	zand	sterk humeus, zeer fijn, zwak lemig
	35	90	zand	zeer fijn, zwak lemig
	90	100	zand	zeer fijn