



ALTEERRA

WAGENINGEN UR



Ecohydrologie en bodemchemie Veluwemeerkust

Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek

Bas van Delft en Fokke Brouwer

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten
Projectcode 5238106 en 5237946

Ecohydrologie en bodemchemie Veluwemeerkust

Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek

Bas van Delft en Fokke Brouwer

**Alterra Wageningen UR
Wageningen, 2010**

Referaat

Bas van Delft en Fokke Brouwer, 2010. Ecohydrologie en bodemchemie Veluwemeerkust; Resultaten van een ecopedologisch onderzoek. Wageningen, Alterra. 132 blz.; 34 fig.; 15 tab.; 21 ref.

Voor het gebied Veluwemeerkust tussen Harderwijk, Nunspeet, Hierden en het Veluwemeer werden in opdracht van Natuurmonumenten gelijktijdig twee onderzoeken uitgevoerd. In een ecohydrologisch onderzoek is onderzocht in hoeverre kwelinvloed in maaiveld voorkomt en hoe dit door inrichtingsmaatregelen is te verbeteren. Uit interpretatie van bodemkundige en hydrologische kenmerken in twee transecten en een aantal locaties verspreid door het gebied kon afgeleid worden dat vrijwel overal in het gebied zacht grondwater voorkomt, maar dat dit als gevolg van de diepe ontwatering niet overal het maaiveld kan bereiken. Door hydrologische maatregelen is dat te verbeteren. In het bodemchemisch onderzoek werd de fosfaattoestand in het gebied beschreven in relatie tot de gewenste natuurdoeltypen Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland. Hiervoor werden op 96 locaties bodemmonsters van de bovengrond genomen en op 40 locaties van de ondergrond. Van de ondergrondmonsters zijn uiteindelijk 20 monsters geanalyseerd. De bemonstering is in eerste instantie uitgevoerd op 40 locaties binnen strata op basis van bemestingsintensiteit en aard van de bovengrond. Omdat binnen de strata geen eenduidige conclusies getrokken konden worden zijn 56 extra locaties bemonsterd. In 23% van deze locaties is de fosfaattoestand geschikt voor Blauwgrasland en in 53% voor Dotterbloemhooiland. Door uitmijnen kan dit verbeterd worden voor Blauwgrasland op 17% van de locaties en voor Dotterbloemhooiland op 32% van de locaties. Inrichtingsmaatregelen zullen vooral gericht moeten zijn op de verbetering van de hydrologie en in beperkte mate op het verlagen van de fosfaattoestand door uitmijnen.

Trefwoorden: Ecohydrologie, fosfaat, natuurontwikkeling

Foto omslag: Echte koekoeksbloem langs de Veluwemeerkust (Foto Fokke Brouwer)

ISSN 1566-7197

© 2010 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra Wageningen UR.

Alterra B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen, december 2010

Inhoud

1	Inleiding	9
1.1	Probleemstelling	9
1.2	Achtergrond	9
1.3	Aanpak	11
1.4	Leeswijzer	11
2	Materiaal en methoden	13
2.1	Ontwerp bemonsteringsplan	13
2.2	Bodemgeografisch onderzoek	18
2.3	Transecten	20
2.4	Ecohydrologisch onderzoek	21
2.5	Fosfaatonderzoek	23
2.6	Kansrijkdom natuurdoelen en Inrichtingsadvies	24
3	Bodem en grondwatertrappen	25
3.1	Bodem	26
3.2	Grondwatertrappen	27
3.3	Conclusies Bodem en grondwatertrappen	29
4	Ecohydrologie van de Veluwemeerkust	30
4.1	Oppervlaktewaterpeil en drainagebasis	31
4.2	Stijghoogten en kweldruk	32
4.3	Kwaliteit grond- en oppervlaktewater	37
4.4	Kwelinvloed naar maaiveld (pH) profielen	43
4.5	Kwelindicatoren	45
4.6	Zuur/Basentoestand	49
4.7	Grondwaterstromen in de transecten	51
4.8	Conclusies Ecohydrologie	52
5	Fosfaattoestand	54
5.1	Resultaten eerste bemonsteringsronde	54
5.2	Resultaten tweede bemonsteringsronde	58
5.3	Conclusies fosfaattoestand	61
6	Kansrijkdom natuurdoelen en inrichtingsadvies	63
6.1	Kansrijkdom Dotterbloemhooiland en Blauwgrasland	63
6.2	Inrichtingsadvies	68
6.3	Aanbevelingen	69
Bijlage 1	Profielbeschrijvingen	73
Bijlage 2	Transecten	85
Bijlage 3	Stijghoogten en oppervlaktewaterpeil vanaf 2006	91

Bijlage 4	Analyseresultaten watermonsters	98
Bijlage 5	MAION Berekening	100
Bijlage 6	Veldmetingen pH en EG	102
Bijlage 7	pH-profielen	109
Bijlage 8	Kaarten regressie met hulpinformatie	114
Bijlage 9	Analyseresultaten fosfaattoestand bodemmonsters	121
Bijlage 10	Beoordeling fosfaattoestand	125

1 Inleiding

Dit rapport is het resultaat van twee onderzoeken die, gelijktijdig zijn uitgevoerd in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten. Omdat beide onderzoeken tot doel hebben inzicht te krijgen in (het verbeteren van) de natuurpotenties in het gebied Veluwemeerkust en TOP gebied Bloemkampen worden de resultaten in één rapport gepresenteerd. De onderzoeken zijn uitgevoerd in Alterra-projecten:

- 5238106 – Ecohydrologisch onderzoek Veluwemeerkust
- 5237946 – Bodemchemisch onderzoek Veluwemeerkust

Omdat in het deze projecten bodemkundig en ecohydrologisch onderzoek gecombineerd worden om de natuurpotenties in beeld te brengen vanuit hydrologische en bodemkundige randvoorwaarden is sprake van een Ecopedologisch onderzoek. Ecopedologie is het specialisme in de bodemkunde dat zich bezig houdt met het functioneren van de bodem in ecologisch opzicht, als standplaats voor natuurlijke vegetatie en als habitat voor het bodemleven. Daarin speelt ecohydrologie ook een belangrijke rol.

1.1 Probleemstelling

Voor het ecohydrologisch onderzoek is de volgende probleemstelling geformuleerd:

“Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe hebben behoefte aan inzicht in het ecohydrologisch functioneren van het gebied Veluwemeerkust en TOP gebied Bloemkampen. Hierbij gaat het met name om de vraag in hoeverre kwelinvloed in maaiveld voorkomt en hoe dit door inrichtingsmaatregelen te verbeteren is.”

De probleemstelling voor het bodemchemisch onderzoek was:

“Natuurmonumenten wil in grote lijnen inzicht hebben in de fosfaattoestand in het TOP gebied Bloemkampen en daarvoor moet een bemonstering uitgevoerd worden op 40 locaties”

1.2 Achtergrond

Het Natuurmonumentengebied Veluwemeerkust maakt onderdeel uit van de Hierdense Poort en ligt ingeklemd tussen Harderwijk, Nunspeet, Hierden en het Veluwemeer (zie Figuur 1). De Hierdense Poort is één van de zeven zogenaamde ecologische poorten die de Veluwe aan moeten sluiten op de omliggende rivieren en randmeren. De Hierdense Poort verbindt de Veluwe bij de Leuvenumse Bossen met het Veluwemeer.

Samen met nog te verwerven gronden vormt de Veluwemeerkust onderdeel van het TOP-gebied Bloemkampen. Waterschap Veluwe gaat in dit gebied antiverdrogingsmaatregelen uitvoeren. Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe trekken om die reden gezamenlijk op in dit project.

Het ecohydrologisch en bodemchemisch onderzoek vonden gelijktijdig plaats. Uit efficiëntieoverwegingen en om een goede integratie van de bodemkundige en hydrologische gegevens te waarborgen zijn het bodemkundig en het ecohydrologisch onderzoek gelijktijdig en deels op dezelfde locaties uitgevoerd. Daarnaast kon gebruik gemaakt worden van pH en EGV metingen uit oppervlaktewater die door Natuurmonumenten (E. ter Stege) zijn uitgevoerd en het voorkomen van kwelindicerende plantensoorten uit de vegetatiekartering die in dezelfde periode is uitgevoerd door K. Eichhorn.

Door de opdrachtgever is de onderzoeksvraag voor het ecohydrologisch onderzoek als volgt samengevat:

“Breng in kaart hoe het gebied ecohydrologisch functioneert en geef aan welke inrichtingsmaatregelen nodig zijn om het gebied geschikt te maken voor het ambitieniveau nat schraalland en vochtig hooiland. Hierbij rekening houdend met gradiënten, afwijkende bodemtypes, reliëf, variatie in oppervlakte-, en grondwaterkwaliteit etc. Als genoemde ambitieniveaus niet haalbaar zijn, in de daarvoor aangewezen delen van het gebied, aangeven wat het hoogst haalbare ambitieniveau dan wel is.”



Legenda

Beken Percelen

-   Eigendom Natuurmonumenten
-  Eigendom Natuurmonumenten (bos)
-  Geen toestemming
-  Toestemming
-  Uitbreiding

Figuur 1 Ligging van de onderzochte percelen

De reeds door Natuurmonumenten verworven gronden zijn deels ingericht, maar grote delen nog niet. Het gebied bestaat deels uit soortenarme graslanden en bevat uitsluitend veldkavels. Deze worden door de huidige

pachters redelijk intensief benut. De natuurdoeltypenkaart van de Provincie Gelderland uit 2008 geeft voor dit gebied hoge potentie voor natte schraallandontwikkeling. Door de opdrachtgever werd in eerste instantie een beperkte bemonstering gevraagd om een globale indruk te krijgen van de fosfaattoestand in het gebied. Omdat hieruit geen eenduidige conclusies getrokken konden worden en het gebied is uitgebreid, is in tweede instantie een groter aantal bodemonsters genomen.

1.3 Aanpak

Om beide onderzoeken te kunnen integreren zijn in eerste instantie 48 locaties gekozen voor profielbeschrijvingen, waarbij op 40 locaties bodemonsters genomen zijn en meer uitgebreide waarnemingen gedaan, o.a. van het pH-verloop in de bodem en de pH en EGV van het grondwater. Bij 10 van deze locaties zijn tevens grondwatermonsters genomen en is de basenbezetting van de bovengrond bepaald. De keuze van de locaties is gebaseerd op een stratificatie op basis van de bodemkaart en een inschatting van de mate van bemesting ten behoeve van het fosfaatonderzoek en de situering langs een tweetal transecten voor het ecohydrologisch onderzoek (zie 2.1). Daarnaast werden door de opdrachtgever een aantal aanvullende wensen over te bemonsteren locaties geformuleerd.

Door Natuurmonumenten zijn pH- en EGV-metingen uitgevoerd en zijn de locaties van kwelindicerende plantensoorten uit de vegetatiekartering aangeleverd.

Met behulp van de reeds beschikbare en verzamelde bodemkundige en hydrologische informatie is vervolgens onderzocht waar lithotroof water voorkomt en in hoeverre dit van invloed is op de wortelzone van de vegetatie (zie 4). Daarbij zijn kaarten gemaakt van de verbreiding van lithotroof (zacht) grondwater en hydrotypen (pH-profielen die indicatief zijn voor kwel of infiltratie). Voor de vervaardiging van deze kaarten is regressie met hulpvariabelen toegepast. Inzicht van de geologisch/bodemkundige opbouw en van grondwaterstromingen is verkregen door het uitzetten van een deel van de boringen in transecten.

Om in grote lijnen te kunnen bepalen wat de ontwikkelingsrichting is die Natuurmonumenten in gaat slaan in het gebied is het noodzakelijk dat globaal bekend is in welke mate de hoeveelheid fosfaat in de bodem beperkend is voor de ontwikkeling van gewenste natuurwaarden. Het doel van het bodemchemisch onderzoek was in eerste instantie het verkrijgen van een globaal beeld van de fosfaatbelasting in het gebied op een groot schaalniveau (1 monsternamen per 5 tot 10 ha). Het gebied Veluwemeerkust omvat ca 220 ha. Daarvoor zijn in de eerste fase op 40 locaties 2 lagen bemonsterd. Om een eerste indruk te krijgen zijn eerst alleen de monsters van de bovengrond geanalyseerd. De overige monsters werden bewaard voor eventuele aanvullende analyses. Na analyse is besloten voor ongeveer de helft van de locaties ook de tweede laag te analyseren.

Na interpretatie van de eerste reeks monsters is besloten in oktober 2010 een tweede bemonsteringsronde in te laten lassen, waarbij van nog eens 56 locaties de bovengrond werd bemonsterd. Een deel van deze punten ligt in twee uitbreidingen van het onderzoeksgebied die later toegevoegd zijn (zie Figuur 1).

De conclusies van het ecohydrologisch en bodemchemisch onderzoek zijn samengevat in een inrichtingsadvies, waarbij tevens aanbevelingen gedaan worden voor nader onderzoek.

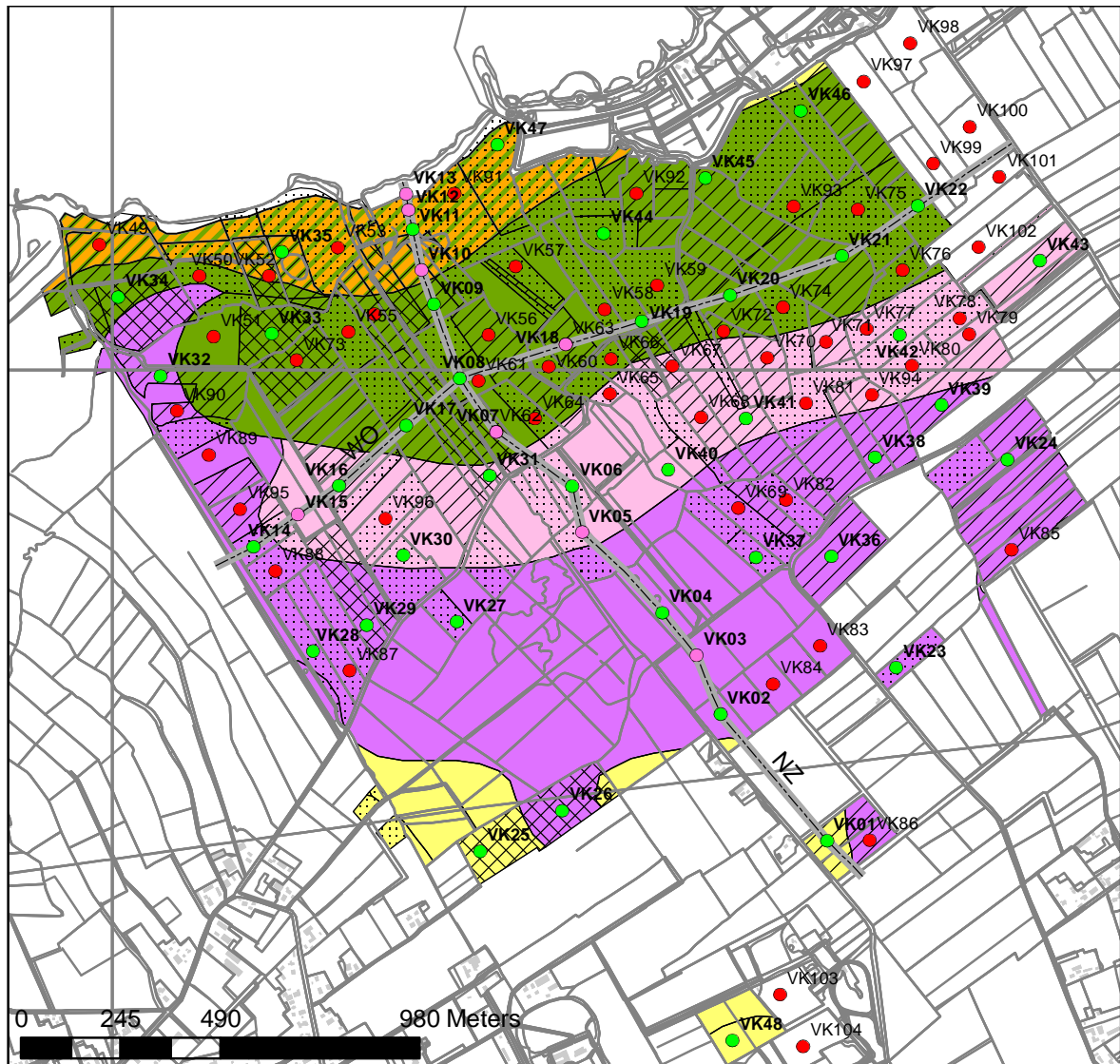
1.4 Leeswijzer

Het eerste deel van het rapport bevat de verantwoording van het onderzoek (hoofdstuk 2) en de resultaten van de verschillende deelonderzoeken (hoofdstuk 3, 4 en 5). Dit vormt de onderbouwing van uiteindelijke

conclusies en het inrichtingsadvies in hoofdstuk 6. Daarbij worden ook enkele aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek. Verzamelde gegevens zijn opgenomen in de bijlagen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Ontwerp bemonsteringsplan



Legenda

Boorpunten

- Bodemmonster
- Tussenboringen
- Monsters 2e ronde
- Transecten

Bovengrond Bodemkaart Bemesting

- Klei
- Klei/moer
- Moerig
- Fijn zand
- Grof zand en klei

- Onbekend
- Licht
- Middel
- Zwaar

Figuur 2 Stratificatie en bemonsteringsplan bodemmonsters

2.1.1 Bodemmonsters

Voor het opstellen van het bemonsteringsplan is uitgegaan van randvoorwaarden voor het bodemchemisch onderzoek, het ecohydrologisch onderzoeken aanvullende wensen van de opdrachtgever. Omdat het niet mogelijk was om alle percelen te bemonsteren en toch een zo goed mogelijke indruk gekregen moet worden van de fosfaattoestand is een stratificatie toegepast naar de aard van de bovengrond en de bemestingstoestand (zie Figuur 2). De achterliggende gedachte is dat de fosfaatbeschikbaarheid bepaald wordt door twee factoren:

1. De hoeveelheid fosfaat die door bemesting in het verleden aan de bodem is toegevoegd
2. De fosfaatbindende eigenschappen van de bovengrond

Door de opdrachtgever is, in overleg met de gebiedsmakelaar voor zoveel mogelijk percelen aangegeven hoe intensief deze in het verleden bemest zijn geweest. Hierbij zijn drie bemestingsklassen en een klasse 'onbekend' onderscheiden. De Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50 000; (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982)) is gebruikt voor de stratificatie van de bovengronden. Daarbij is de associatie van overslaggronden (AZ1) bij de zandgronden gerekend. Binnen deze associatie kunnen echter ook kleiige bovengronden voorkomen. Combinatie van beide kenmerken levert 16 strata op waarover de locaties zijn verdeeld, rekening houdend met de overige randvoorwaarden. De verdeling over de strata (in ha) wordt gegeven in Tabel 1, waarbij tevens onderscheid gemaakt is naar percelen die wel of niet in eigendom zijn.

Tabel 1 Oppervlakteverdeling (ha) naar eigendom, mate van bemesting en aard van de bovengrond

	Eigendom										Eindtotaal
	ja					nee					
	Bemesting				Totaal	Bemesting				Totaal	
Bovengrond	licht	middel	zwaar	niet		licht	middel	zwaar	niet		
Klei	24,1	20,7	9,7	3,5	58,1	10,8	13,7	2,5	5,2	32,2	90,2
Moerig	10,2	19,7	4,6	50,9	85,3	8,3	5,2	1,9	8,5	23,8	109,1
Moerig klei	12,9	12,9	2,8	9,9	38,5	6,5	3,3		5,3	15,1	53,6
Zand	7,1	5,9	3,3	9,0	25,3	6,5	1,1	0,7	1,7	10,0	35,3
Eindtotaal	54,3	59,2	20,4	73,3	207,2	32,0	23,3	5,1	20,7	81,1	288,3

De volgende randvoorwaarden zijn gehanteerd:

Randvoorwaarden Bodemchemisch onderzoek:

- In elk geval vijf percelen > 1 ha buiten TOP gebied
- Verdeling over bemestingsklassen en bodemtypen
- Bij voorkeur binnen eigendom NM of in percelen waar toestemming verkregen is

Randvoorwaarden vanuit ecohydrologisch onderzoek:

- Veldwerk zoveel mogelijk combineren
- Één transect loodrecht op de gradiënt, één transect parallel met de gradiënt
- Bodemmonsters bij peilbuizen in transecten
- Bodemmonsters bij peilbuizen buiten transecten

Daarbij is voor het vaststellen van de locaties de volgende werkwijze gehanteerd:

1. In de percelen > 1 ha buiten de TOP begrenzing is elk één locatie gepland
2. Één locatie is gepland in reeds ingericht schraalland (valt samen met buis B02A/B)
3. Één locatie in perceel met veel dotterbloemen (geen eigendom)
4. Bodemmonsters bij peilbuizen

5. Na vaststellen van deze punten is nagegaan in welke strata deze vallen en is de verdeling van de overige punten hierop aangepast. Deze punten zijn zodanig over het gebied verdeeld, dat:
 - a. Alle punten evenredig verdeeld zijn over de strata
 - b. De punten bij voorkeur op de gronden van Natuurmonumenten liggen en anders in percelen waar toestemming verkregen is
 - c. De punten niet in de reeds ingerichte percelen liggen (met uitzondering van het punt bij B02A/B)
 - d. Een goede geografische spreiding gewaarborgd is

Er waren 40 punten te verdelen over vier bovengrondtypen. Moerige bovengronden komen relatief vaak voor, zand relatief minder vaak. Daarom is een verdeling gehanteerd volgens Tabel 2. Voor de stratificatie naar bovengrondtype moet opgemerkt worden dat deze afgeleid zijn van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (Eilander et al. 1982). Deze kaartschaal is niet bedoeld voor interpretaties op perceelschaal. Daardoor is het mogelijk dat het bodemtype en het bovengrondtype in het boorpunt afwijkt van deze bodemkaart. Ook kan als volg van oxidatie de dikte van het veenpakket afgenomen zijn, waardoor veengronden niet meer aan de diktecriteria voldoen en als moerige bodem geclassificeerd moeten worden en moerige gronden wellicht inmiddels als zandgrond gelden (Pleijter 2004; De Vries, Hendriks et al. 2008). Van elke bemonsterde locatie is een bodemprofielbeschrijving gemaakt, zodat het feitelijke bodemtype op de locatie getoetst kon worden.

Tabel 2 Verdeling monsterpunten over bovengrondtypen

Bovengrond	Opp binnen eigendom	Opp totaal	Aantal punten
Klei (EK19, kVz, pVz)	58,1	90,2	12
Moerig (wWz)	85,3	109,1	14
Moerig klei (hVz)	38,5	53,6	8
Zand (AZ1, pZg21, pZn21, pZn23)	25,3	35,3	6

Omdat van een aantal percelen niet bekend is wat de bemestingsgeschiedenis is, zijn daar bij voorkeur geen punten gepland. Voor een groot deel valt dit samen met de bossen, die niet bemest zijn, maar ook buiten het onderzoek vallen. Ook de ingerichte percelen vallen in deze categorie. Bij een deel van de percelen met een onbekende geschiedenis is wel een monster genomen omdat daar een peilbuis staat of is gepland. Ook binnen zwaar bemeste percelen een is een beperkt aantalpunten gekozen, de rest is gelijkmatig verdeeld over licht en middel bemeste percelen binnen elk bovengrondtype.

Er zijn op dit moment vijf peilbuizen en een peilschaal actief in het gebied, van een aantal gesaneerde meetpunten zijn nog wel gegevens beschikbaar tot 2005. Deze zijn dan ook bruikbaar.

Één nieuwe peilbuis is gepland binnen terrein Natuurmonumenten en een aantal nieuwe buiten de eigendommen van Natuurmonumenten. Omdat van de buizen buiten het terrein van Natuurmonumenten nog geen locaties beschikbaar waren tijdens het opstellen van het bemonsteringsplan én omdat de te verwachten meetreeksen van deze buizen voor dit onderzoek te kort zijn is daar voor het opstellen van het bemonsteringsplan geen rekening mee gehouden. De transecten zijn zo gepland dat ze een goede doorsnede van het gebied laten zien en langs zoveel mogelijk peilbuizen gaan.

Monsterlocaties zijn wel zoveel mogelijk gepland bij bestaande buizen en de nieuw te plaatsen buis in het terrein van Natuurmonumenten. In een enkel geval ook bij vervallen buizen waar wel gegevens van beschikbaar zijn.

In Tabel 3 is de verdeling van de monsterpunten over de bovengrondtypen en bemestingsklassen weergegeven. Daarnaast zijn er 8 tussenboringen gepland om in de transecten voldoende informatie over de

bodemopbouw te krijgen tussen twee bemonsterde locaties. Bij deze tussenboringen zijn geen pH/EGV metingen gedaan, er is wel een pH-profiel bepaald. De bemonstering is uitgevoerd volgens criteria in Tabel 4.

Tabel 3 Definitieve verdeling van de monsterpunten over de bodemtypen en bemestingsklassen

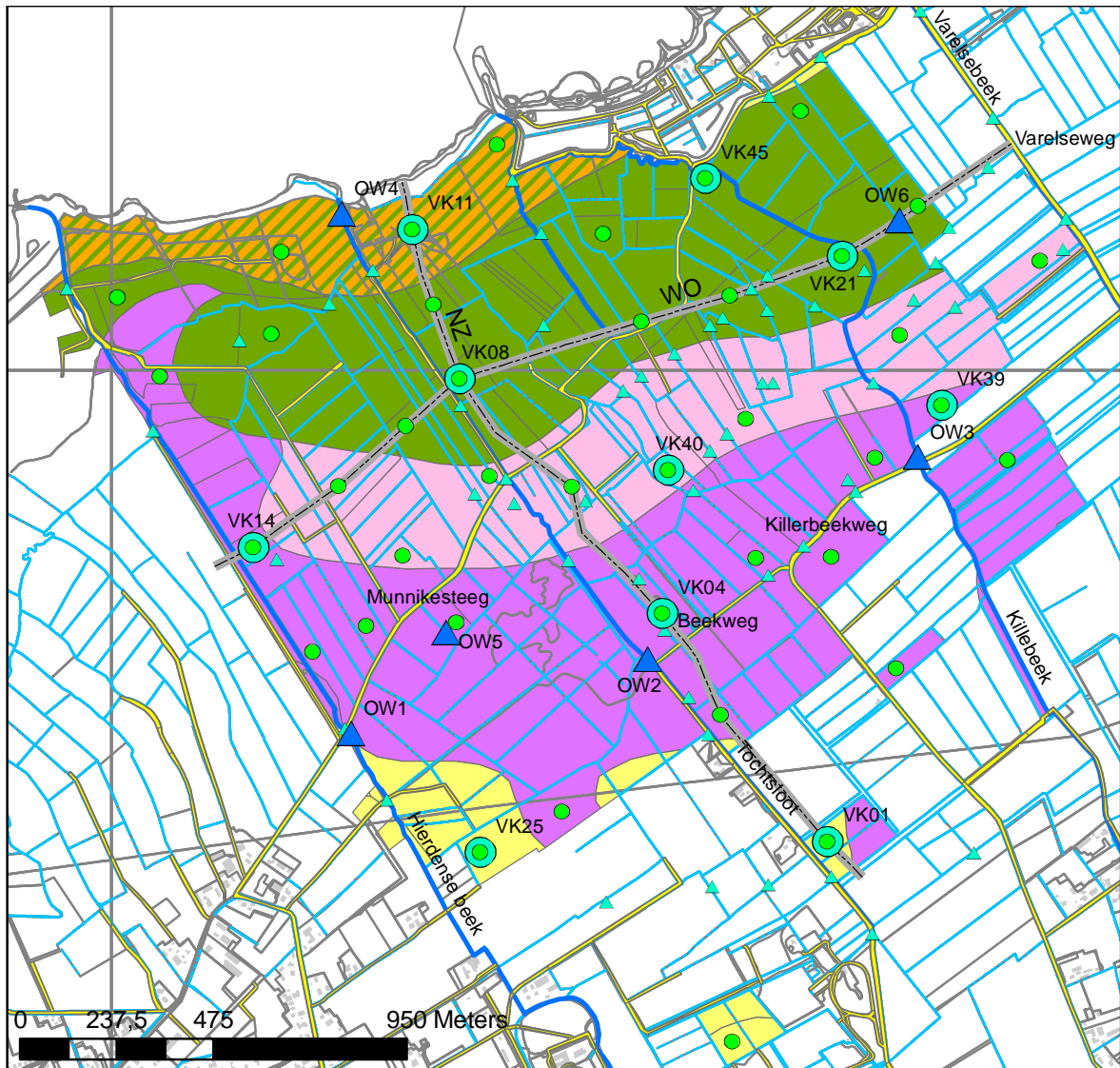
Bovengrond	Bemesting				Eindtotaal
	Licht	Middel	Onbekend	Zwaar	
Klei	5	5		2	12
Klei/Moer	3	3	1	1	8
Moerig	5	5	2	2	14
Zand	2	2	1	1	6
Eindtotaal	15	15	4	6	40

Tabel 4 Criteria voor de bemonsteringsdiepte, afhankelijk van de profielopbouw.

Profielkenmerken		Monsterdieptes	
Dikte kleidek of moerige eerdlaag	Duidelijk gehomogeniseerde laag	Eerste monster	Tweede monster
0-15 cm		0-15 cm	Volgende 20 cm tenzij zand ondieper begint
15-25 cm		0 – onderkant kleidek of moerige eerdlaag	Volgende 20 cm tenzij zand ondieper begint
25-40 cm	≤ 15 cm	0-15 cm	15-35 cm of tot onderkant kleidek of moerige eerdlaag
	15-25 cm	= dikte gehomogeniseerde laag	Volgende 20 cm of tot onderkant kleidek of moerige eerdlaag
	> 25 cm	0-20 cm	20-40 cm of tot onderkant kleidek of moerige eerdlaag
> 40 cm	≤ 15 cm	0-15 cm	15-35 cm
	15-25 cm	= dikte gehomogeniseerde laag	volgende 20 cm
	> 25 cm	0-20 cm	20-40 cm

2.1.2 Watermonsters

De locaties van grond- en oppervlaktewatermonsters en de aanvullende metingen in boorgaten en oppervlaktewater zijn weergegeven in Figuur 3. Grondwatermonsters (N = 10) zijn genomen bij de peilbuizen (N = 6) en op 4 locaties, verspreid door het gebied, waarvan 3 in de transecten. Dit zijn locaties waar ook bodemmonsters genomen worden en in de bodemmonsters ook pH-KCl en Calciumverzadiging bepaald worden. Daarnaast zijn in alle locaties waar bodemmonsters genomen zijn (N = 40) de pH en EGV van het grondwater gemeten.



Legenda

● Boorgatmeting pH/EGV	--- Transecten	Bovengrond Bodemkaart
● Grondwatermonsters	— Beken	
▲ Oppervlaktewatermonsters	■ Klei	
▲ Meting opp. water pH/EGV	■ Klei/moer	
	■ Moerig	
	■ Fijn zand	
	■ Grof zand en klei	

Figuur 3 Bemonsteringsplan grond- en oppervlaktewater

Oppervlaktewatermonsters zijn als volgt gepland:

- 3 monsters waar hoofdwaterlopen het gebied in stromen:
 - o Hierdense beek (OW1)
 - o Tochtsloot (OW2)
 - o Killerbeek (OW3)
- 1 monster stroomafwaarts in de Tochtsloot (OW4), door vergelijking met OW2 kan de verandering in waterkwaliteit bepaald worden

- 2 monsters in perceelstoten OW5 en OW6 waarmee een indruk gekregen wordt van het watertype dat in de percelen afgevoerd wordt.

Aanvullend is door Natuurmonumenten op 63 locaties de EGV van het oppervlaktewater gemeten. Op 30 van deze locaties is ook de pH gemeten.

2.1.3 Uitbreiding

Omdat de bemonstering binnen de strata onvoldoende zekerheid gaf over de fosfaattoestand binnen de strata (zie hoofdstuk 5) is besloten om in oktober 2010 een aanvullende bemonstering uit te voeren. Tevens zijn hierbij percelen in de uitbreiding bemonsterd (zie Figuur 2).

Voor de bemonstering van aanvullende locaties zijn een aantal zones gekozen, waarbij inmiddels ook gebruik gemaakt kon worden van de resultaten van het ecohydrologisch onderzoek (zie hoofdstuk 4) en de eerste bemonsteringsronde. Daarbij is tevens gebruik gemaakt van een kaart waarop clusters percelen zijn aangegeven die voorheen eenzelfde eigenaar gehad hebben. Verondersteld wordt dat deze een vergelijkbare bemestingsdruk hebben gekend. Extra locaties zijn geconcentreerd in:

- In de overgangszone van overslaggronden naar de klei- op veengronden in het noorden, omdat hier relatief veel kwel voorkomt en mogelijk gradiënten ontwikkeld kunnen worden naar blauwgrasland
- Bij moerige gronden aan westkant, waar nog relatief veel kwel voor lijkt te komen (ondiepe neerslaglenzen)
- Binnen de gronden met kleiig moerige bovengrond en aangrenzende klei-op veengronden, ten oosten van de tochtsloot
- Verder verspreid nog wat monsters, waar ecohydrologie gunstig lijkt
- Binnen clusters percelen van één eigenaar alleen extra monsters als bodemkundige verschillen voorkomen
- Cluster percelen tussen bosreservaat en Munnikesteeg is reeds ingericht, hier geen nieuwe monsters.
- Extra monsters in een uitbreiding tussen de Varelseweg en de oorspronkelijke begrenzing en twee extra percelen in het zuiden.

Op grond van deze punten is een plan opgesteld voor aanvullende bemonstering (zie Figuur 2; monsters 2^e ronde). Hierbij zijn 56 aanvullende locaties bemonsterd.

- Alleen de bovengrond is bemonsterd
- De dikte en aard van de bovengrond en de dikte van de te bemonsteren laag is in het veld vastgesteld op basis van criteria in Tabel 4.
- Er zijn geen nieuwe profielbeschrijvingen gemaakt, wel is voor elk punt vastgelegd wat de dikte van het kleidek of de (moerige) eerdlaag is en voor zover mogelijk van een duidelijk gehomogeniseerde laag.

2.2 Bodemgeografisch onderzoek

2.2.1 Veldopname

Het bodemgeografisch onderzoek is uitgevoerd volgens het vastgestelde bemonsteringsplan, uitgaande van een steekproef met stratificatie op basis van bemestingsgraad en legenda-eenheden op de bodemkaart, schaal 1 : 50.000 (par. 2.1), vond plaats in de maanden mei en juni van 2010 en bestond uit de volgende drie deelaspecten:

- Beschrijven van verspreid liggende boorprofielen, beschrijven van boorprofielen in twee transecten en plaatsen van tijdelijke peilbuizen;
- Grondmengmonsters voor laboratoriumanalyses;
- Grondwatermonsters voor laboratoriumanalyses.

Tijdens de veldopname zijn 15 boringen in twee transecten (Figuur 2: noord-zuid en west-oost) beschreven en zijn verspreid over de percelen nog 25 aanvullende boringen beschreven (groene stippen in Figuur 2). Op de locaties van deze beschreven boringen zijn grondmengmonsters genomen over twee diepten (bovengrond en net daaronder, zie Tabel 4). De boorbeschrijving betreft telkens het middelpunt van een set van negen mengmonsters, waarbij tevens de ondiepe grondwaterpeilbuizen (freatisch grondwater) zijn geplaatst. Verder zijn in de transecten nog 8 zogenaamde ‘tussenboringen’ (roze stippen in Figuur 2) verricht voor een verbetering van de bodemkundige schematisering. Enkele weken na het plaatsen van de tijdelijke peilbuizen zijn grondwatermonsters genomen uit 10 tijdelijke peilbuizen tezamen met op 6 locaties oppervlaktewatermonsters (zie Figuur 3).

Tijdens het veldwerk hebben we met een grondboor bodemprofielmonsters genomen tot een diepte van 1,20-1,90 m – mv. In totaal hebben we 48 boringen beschreven en geregistreerd met een veldcomputer. De bodemprofielmonsters zijn per horizont beschreven aan de hand van schattingen voor het organische stofgehalte, veensoort, lutum- en leemgehalte, de mediaan van het zand en een code voor de geologische informatie. Om inzicht te krijgen in het verloop van de zuurgraad binnen het bodemprofiel is op de dieptes: 5, 15, 25, 55, 75 en 100 cm – mv. de zuurgraad met indicatorstrookjes vastgesteld.

De locaties van de boringen zijn met een GPS ontvanger opgezocht en vervolgens met volgnummer opgeslagen in een GIS-bestand (ArcGis). Tijdens de veldopname maakten we tevens gebruik van de topografische kaart (Top10-vector) , schaal 1 : 5000, met daarop de hoogteverschillen uit het AHN (Actueel Hoogtebestand van Nederland; 5m grid).

Voordat de boorinformatie definitief wordt opgeslagen, hebben de profielbeschrijvingen verschillende controleprogramma's (Ten Cate e.a. 1995) doorlopen. Alle bodemkundige informatie is opgeslagen in een GIS-bestand (ArcGis).

2.2.2 Afgeleide kaarten

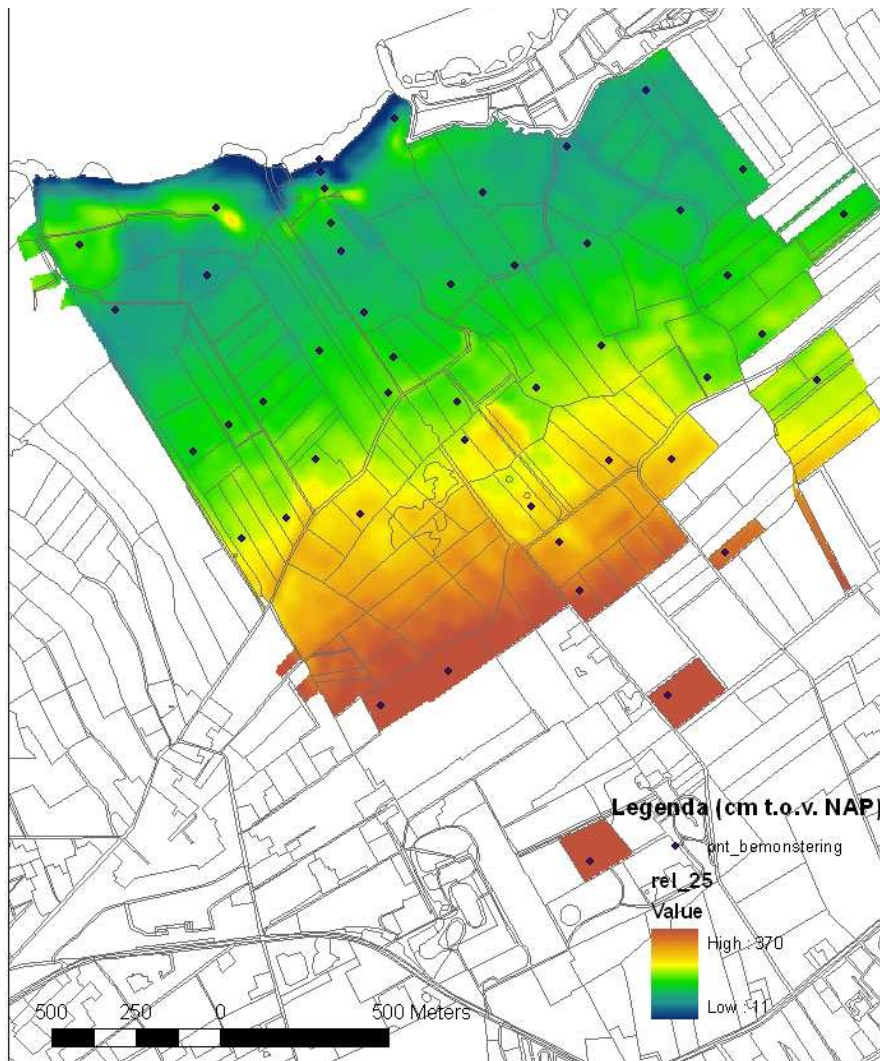
Om gebiedsdekkende uitspraken te kunnen doen over het voorkomen van zacht grondwater en de verbreiding van de hydrotypen (zie 2.4) zijn op basis van de profielbeschrijvingen en topografische informatie (Top10-vector) afgeleide kaarten gemaakt die gebruikt zijn voor regressie met hulpvariabelen.

De volgende kaarten zijn als hulpinformatie aangemaakt en gebruikt (zie Bijlage 8):

- Materiaalkaarten (kleidikte, veendikte en begindiepte van grof zand);
- Relatieve-hoogtekaarten (25, 50, 100 en 200 m);
- Afstandskaarten (sloten, beken en kust).

Materiaalkaarten

Om de materiaalkaarten te vervaardigen, is telkens gebruik gemaakt van 48 boorbeschrijvingen (2.1.1). Van elk boorpunt is de kleidikte, de veendikte en de begindiepte van grof zand vastgesteld. De puntdiktes en begindieptes zijn via interpolatie vlakdekkend gemaakt (methode: Inversed Distance Weight IDW, waarbij voor de berekening van elke cel telkens 12 omgevingspunten zijn gebruikt).



Figuur 4 Relatieve-Hoogtekaart voor afstand van 25 meter

Relatieve-hoogtekaarten

Om de relatieve-hoogtekaarten te maken, is gebruik gemaakt van het AHN (Actueel Hoogtebestand van Nederland). Alle gridcellen in dit bestand gelegen binnen het onderzoeksgebied zijn voor de afstanden van resp. 25, 50, 100 en 200 m gemiddeld waarmee zogenaamde relatieve hoogtes bepaald worden. Bij relatieve hoogtes komt de (locale) geomorfologie beter tot uitdrukking. Als voorbeeld is de kaart met de relatieve hoogte voor 25 meter in deze tekst opgenomen (Figuur 4).

Afstandskarten

Om de afstandskarten te maken, is gebruik gemaakt van lijnelementen uit het Top10Vector bestand. Voor alle gridcellen binnen het onderzoeksgebied is de afstand bepaald tot het dichtstbijzijnde lijnelement resp. sloot, beek en veluwemeerkust.

2.3 Transecten

Om het inzicht in de bodemkundige en geologische opbouw en de grondwaterstromen beter te begrijpen zijn de boringen langs de transecten in Bijlage 1 uitgezet in twee dwarsdoorsneden. Hiervoor zijn maaiveldhoogten overgenomen van het AHN. Het verloop van lagen tussen boringen is zo goed mogelijk ingeschat, waarbij

waarden geïnterpoleerd zijn. Voor lagen dicht bij het oppervlak is verondersteld dat deze min of meer het microreliëf volgen. Schattingen van GHG en GLG in de boringen zijn rechtstreeks geïnterpoleerd. Dat zal niet geheel recht doen aan de situatie tussen de punten maar moet als een indicatie gezien worden.

Langs de bovenrand van de transecten is in balken aangegeven wat het bodemtype volgens de bodemkaart is en het gevonden hydrotype (zie 4.4).

Sloten en beken zijn als verticale lijnen ingetekend, waarbij voor sloten een diepte van ca 70 cm en voor beken van ongeveer 100 cm is verondersteld.

De begindiepte van grof zand kon niet overal uit de boringen afgeleid worden, omdat binnen boorbereik, maar bij een beperkt aantal boringen grof (fluvioglaciaal) zand werd aangetroffen. Dit is aangevuld met gegevens uit DINO.

2.4 Ecohydrologisch onderzoek

Voor het ecohydrologisch onderzoek is zoveel mogelijk bodemkundige en hydrologische informatie samengevoegd en geïnterpreteerd om een beeld te krijgen van het ecohydrologisch functioneren van het gebied. Daarbij zijn de volgende aspecten betrokken:

Grondwaterstanden en stijghoogten

Het meetnet in de Veluwemeerkust is in 2006 gesaneerd (Verbelco 2006). Van de periode vóór de sanering konden gegevens gebruikt worden van twee meetlocaties met meerdere filters, zodat stijghoogteverschillen onderzocht konden worden. Van 8 locaties in het gebied en 2 in de directe omgeving konden GHG en GLG waarden gebruikt worden die berekend zijn voor de periode vóór 2006 (Verbelco 2006). Van de periode ná 2006 zijn geen dubbele filters beschikbaar. Wel zijn van vijf locaties intensieve meetreeksen beschikbaar vanaf november 2006 omdat in deze peilbuizen met divers gemeten wordt. Deze peilbuizen zijn allemaal ca 3 meter lang, waardoor het filter in de goed doorlatende pleistocene ondergrond staat. De standen in de buizen beschrijven daardoor de stijghoogte in dat pakket.

In de boorgaten van dit onderzoek zijn geen grondwaterstanden gemeten omdat door de slechte doorlatendheid van een groot deel van de bodems de insteltijd van de grondwaterstanden erg lang kan zijn. Ten behoeve van de pH- en EGV metingen in de tijdelijke buizen zijn deze eerst enkele malen leeggepompt alvorens de meting te doen en in een deel van de gevallen een watermonster te nemen.

Oppervlaktewaterpeilen

Sinds de sanering van het meetnet wordt nog op één locatie in de Tochtsloot het oppervlaktewaterpeil gemonitord. Verder is er weinig bekend over het oppervlaktewaterpeil in het gebied. Het water via een viertal beken stroomt vrij af naar het Veluwemeer, waar het winterstreefpeil 30 cm – NAP en het zomerstreefpeil 5 cm – NAP bedraagt.

Waterkwaliteit

De grondwaterkwaliteit van het water rond GLG niveau in de bemonsterde locaties en van het bemonsterde oppervlaktewater is bepaald door de volgende analyses uit te voeren:

- Nts/PO4 (SFA CaCl2)
- Cl (FIA)
- Ca, K, Mg, Na, S (ICP-AES)
- pH
- EGV

- IC (TOC analyser)

Uit het gehalte IC (anorganische koolstof) en de pH is op grond van het koolzuurevenwicht het bicarbonaatgehalte berekend.

Met het programma MAION (Van Wirdum 1991) is de verwantschap met een aantal referentiewatertypen (lithotroof grondwater, atmotroof water en rijnwater) bepaald. In een vervolgactie is daarna de theoretische mengverhouding van deze referentiewatertypen bepaald die kenmerkend is voor het watermonster (Jansen en Kemmers 1995). Hiermee is voor de 10 grondwatermonsters en de 6 oppervlaktewatermonsters bekend in welke mate de samenstelling bepaald wordt door de verschillende referentiewatertypen. Voor de locaties waar geen watermonster genomen is, is een relatie tussen het aandeel lithotroof water en de pH en EGV in het boorgat afgeleid in de 10 bemonsterde locaties. Deze relatie is vervolgens gebruikt om het aandeel lithotroof water in de niet bemonsterde locaties (N = 40) te voorspellen.

Door het aldus voorspelde aandeel zacht grondwater (lithotroof, referentie Hoge Duvel) in de 40 boorgaten te combineren met vlakdekkend beschikbare hulpinformatie als de dikte van het kleidek, afstand tot sloten etc. is een ruimtelijke voorspelling gedaan van het aandeel zacht grondwater rond GLG-niveau.

pH-profielen en hydrotypen

De bodem pH bepalingen bij de profielbeschrijvingen in het veld zijn opgenomen (zie 2.2.1) zijn per profiel uitgewerkt in een pH-profiel (Bijlage 7). Deze pH-profielen zijn op basis van het verloop van de pH met de diepte en het aandeel lithotroof water op GLG niveau ingedeeld in zgn. hydrotypen (kwel, diepe of ondiepe neerslaglens, infiltratie en mengtype, zie Tabel 5). Hiermee wordt per boorpunt een goede indruk verkregen of eventuele kwel tot in het maaiveld doordringt, of (deels) verdrongen wordt door een neerslaglens.

Tabel 5 Sleutel voor het bepalen van hydrotypen

Hydrotype	%	pH profiel (bodem)			Omschrijving	
		Lithotroof	pH max	pH 0 - 20		pH 20 - GLG
Kw	> 10		≥ 5,5	≥ 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed in wortelzone
Ro	> 10		≥ 5,5	< 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
Rd	> 10		≥ 5,5	< 5,0	< 5,5	Kwelinvloed aanwezig, diepe regenwaterlens
Me	> 10		≥ 5,5	≥ 5,0	< 5,5	Mengwater
In	< 10		< 5,5	< 5,0	< 5,5	Infiltratieprofiel

Voorkomen kwelindicatoren

Bij de vegetatiekartering door Eichhorn Ecologie (Eichhorn 2010) zijn de groeiplaatsen van plantensoorten vastgelegd. Door het voorkomen van zgn. kwelindicatoren op een kaart weer te geven is nagegaan waar de vegetatie het voorkomen van kwel indiceert. Hiervoor zijn de volgende plantensoorten gebruikt:

- Dotterbloem
- Holpijp
- (- Kleine valeriaan)
- Veldrus
- Waterkruiskruid
- (- Waterviolier)

Kleine valeriaan en Waterviolier kwamen slechts enkele keren voor en zijn niet in de analyse betrokken.

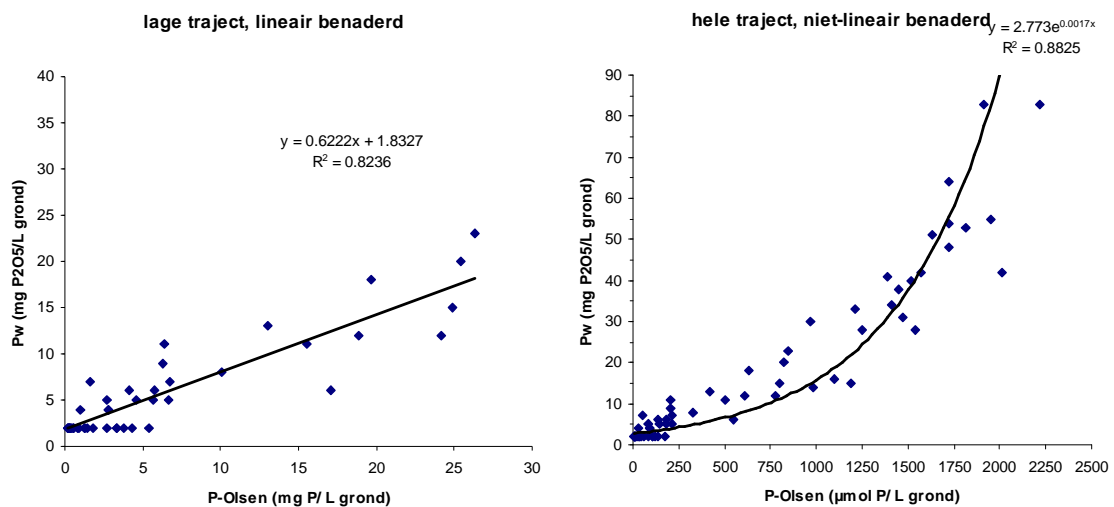
2.5 Fosfaatonderzoek

Alle bodemonsters uit de eerste bemonsteringronde (80 stuks) zijn gedroogd. De bovengrondmonsters (40 stuks) zijn gezeefd en geanalyseerd. Kleimonsters zijn voor het zeven eerst gebroken. In de monsters zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- Organische stof gehalte (gloeiverlies)
- Pw (actueel beschikbaar P)
- Oxalaatextractie met bepaling P-ox, Fe-ox en Al-ox

Met het gehalte Fe-ox en Al-ox is de omvang van de fosfaatbuffer bepaald en uit de verhouding tussen P-ox en de fosfaatbuffer de fosfaatverzadigingsindex (PSI). De PSI is indicatief voor de potentiële fosfaatbeschikbaarheid.

De gevonden waarden zijn vergeleken met de referentiewaarden voor Pw en PSI zoals dat ook in eerder vergelijkbaar onderzoek is gedaan (Van Delft, Stoffelsen et al. 2007; Van Delft en Brouwer 2009). Deze criteria zijn opgenomen in Bijlage 10. Daarbij is tevens een vergelijking gemaakt worden met de grenswaarden volgens de P-Olsen methode, waarbij een relatie gebruikt wordt die is afgeleid tussen P-Olsen en Pw (Chardon, Sival et al. 2009; Van Delft en Stoffelsen 2009), zie Figuur 5.



Figuur 5 Relatie tussen Pw en P-Olsen

Naast de huidige fosfaatbeschikbaarheid is het van belang te weten of het verlagen van de fosfaattoestand door verschrallen of uitmijnen naar een voor de natuurdoelen gewenst niveau kansrijk is binnen een acceptabele termijn. Daarvoor is een inschatting gemaakt van de huidige fosfaatvoorraad en de termijn waarop deze verlaagd kan worden. Hiermee kan de uiteindelijke keuze voor een omvormingsbeheer of het afgraven van de bemeste laag ondersteund worden. Indien verschrallen of uitmijnen niet kansrijk lijkt kan afgraven overwogen worden. In dat geval is het van belang eerst het monster van de tweede laag te analyseren om na te gaan of deze laag wel een voldoende laag fosfaatgehalte heeft. Op basis van de fosfaattoestand van de eerste laag is een selectie gemaakt van de monsters van de tweede laag waarin dezelfde analyses zijn uitgevoerd.

De fosfaattoestand is volgens de geldende criteria voor Pw en PSI beoordeeld in de individuele locaties en als zodanig als punten op een kaart weergegeven. Per stratum is tevens het gemiddelde en de standaardafwijking van deze fosfaatwaarden bepaald om te kunnen beoordelen welke fosfaattoestand in de niet bemonsterde percelen verwacht mag worden. Voor strata met een geringe spreiding kunnen de conclusies (wel of niet geschikt) met enige zekerheid toegepast worden op niet bezochte percelen. Naarmate de spreiding binnen een stratum groter blijkt te zijn, is ook de onzekerheid over de niet bezochte percelen groter.

Voor de aanvullende bemonstering in de 2^e ronde zijn dezelfde analyses uitgevoerd en zijn deze op dezelfde wijze geïnterpreteerd.

2.6 Kansrijkdom natuurdoelen en Inrichtingsadvies

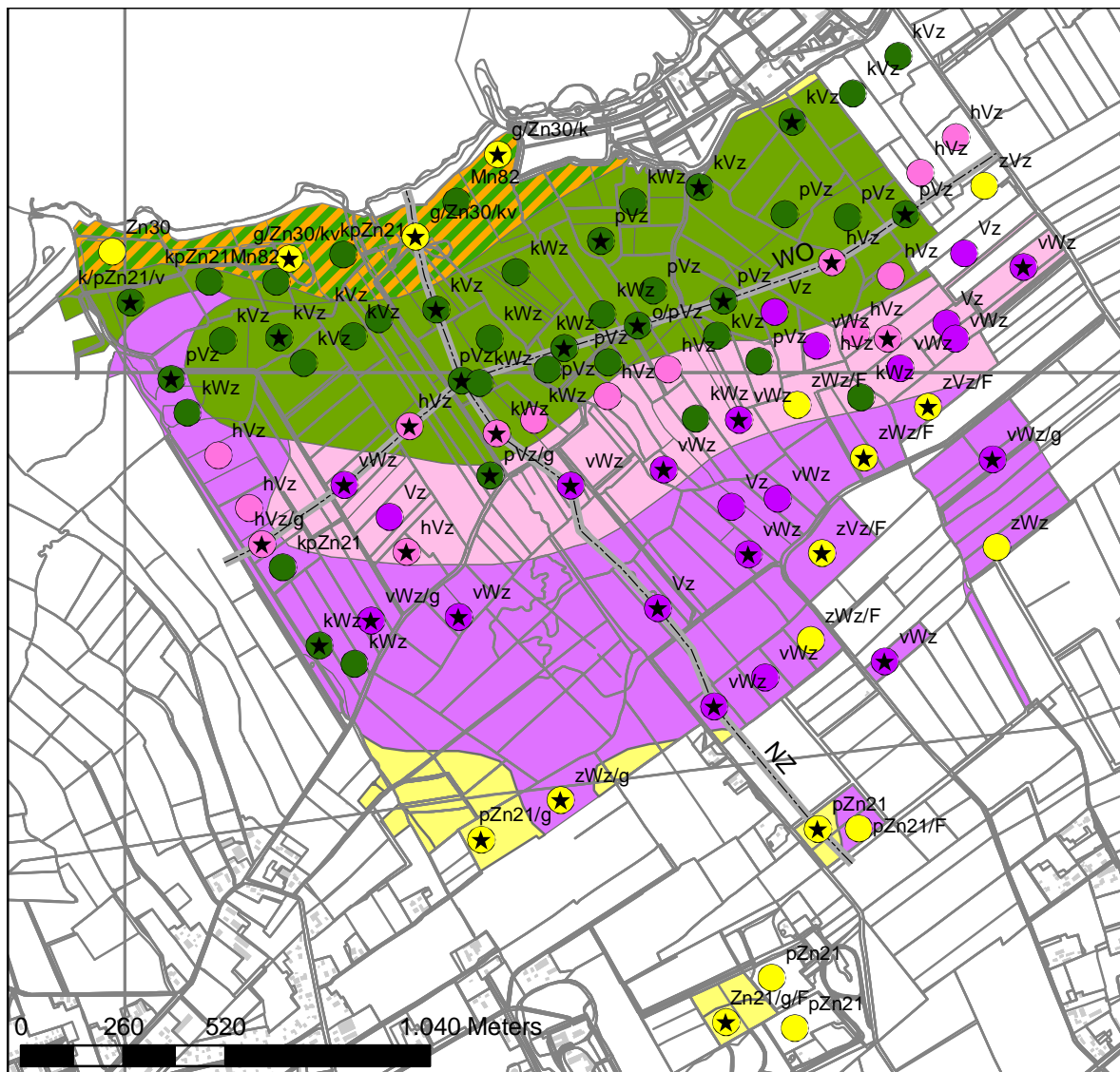
Realisatiekansen

Voor Dotterbloemhooiland en Blauwgrasland is nagegaan in hoeverre aan de standplaatsvereisten voldaan wordt door deze te vergelijken met de ecologische vereisten voor natuurdoeltypen (Runhaar en Hennekens 2006; Runhaar, Jalink et al. 2009) en de criteria voor de fosfaattoestand zoals die gehanteerd worden in natuurontwikkelingsprojecten (zie ook 2.5).

Inrichtingsadvies

De resultaten van het ecohydrologisch en bodemchemisch onderzoek zijn geïntegreerd in een inrichtingsadvies, waarbij aangegeven wordt welke inrichtingsmaatregelen nodig zijn om de natuurdoelen te realiseren. Tevens worden daarbij een aantal aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

3 Bodem en grondwatertrappen



Legenda

Bovengrond Monsterlocaties Bovengrond Bodemkaart

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ● Klei | ■ Klei |
| ● Klei/Moer | ■ Klei/moer |
| ● Moerig | ■ Moerig |
| ● Zand | ■ Fijn zand |
| ★ Beschreven boring | ■ Grof zand en klei |

Figuur 6 Vergelijking van de aard van de bovengrond in de boorpunten en de bodemkaart (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982).

3.1 Bodem

De profielbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage 1. Bij de tweede bemonsteringsronde zijn geen profielbeschrijvingen gemaakt, maar is wel beperkte profielinformatie opgenomen (zie Bijlage 1). Deze informatie kon vanwege de voortgang van het project niet meer in de afgeleide kaarten en analyses verwerkt worden. Onder andere als gevolg van de oxidatie van veen sinds de opname van de bodemkaart wijken de in de profielbeschrijving vastgestelde bodemtypen op een aantal locaties af van die op de bodemkaart. In Figuur 6 is de aard van de bovengrond in de beschreven boorpunten vergeleken met die van de bodemkaart (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982). Voor de monsters uit de tweede ronde is op basis van het organische stofgehalte en de beperkte profielinformatie een inschatting gemaakt van de aard van de bovengrond en het bodemtype. De beschreven boringen zijn onderscheiden met een sterretje. Verschillen tussen de profielbeschrijvingen en de bodemkaart kunnen toegeschreven worden aan een verschil in waarnemingsdichtheid en de oxidatie van veen.

Waarnemingsdichtheid

- De eenheid AZ1 (associatie van overslaggronden) bevat zowel grofzandige overslaggronden als klei-, moerige- en veengronden die op schaal 1 : 50 000 niet onderscheiden kunnen worden.
- De eenheden kVz en pVz hebben beide een kleidek, maar verschillen van elkaar door de aan- of afwezigheid van een minerale eerdlaag of een humusrijke bovengrond. Dit kan perceelsgewijs verschillen.
- In het oostelijk deel van de eenheid vWz komen verwerkte gronden voor met een zandige bovengrond (zWz/F). Op de bodemkaart zijn deze niet apart aangegeven.
- Binnen de eenheid vWz kunnen lokaal bodems voorkomen met meer dan 40 cm veen tussen 0 en 80 cm – mv. Als punt worden deze tot de veengronden gerekend (VK23-pVz, VK14-hVz en VK04-Vz). Deze punten liggen in de buurt van de grens met veengronden of in een locale laagte in het onderliggende dekzand en moeten als onzuiverheid op de bodemkaart beschouwd worden. Bij eerder onderzoek in het gebied werd een veendiktekaart gemaakt, waaruit bleek dat in een laagte in het onderliggende zand langs de Tochtsloot een veenpakket van 60 tot 180 dikte voor kwam (Buijs en Duyts 1993; Van 't Hullenaar 1999).

Oxidatie veen

- Binnen de veengronden komen relatief veel profielen voor met minder dan 40 cm veen tussen 0 en 80 cm – mv. Deze moeten als moerige gronden geclassificeerd worden. Dat is met name in het centrale deel van het gebied het geval in de overgangszone van de veengronden naar de moerige gronden.

3.1.1 Bodemopbouw in de transecten

De zonering in bodemtypen komt goed tot uiting in de transecten (Bijlage 1). Langs de hoogtegradiënt in het Noord-Zuid transect neemt in noordelijke richting de dikte van moerige- en veenlagen toe. In de zuidelijke helft bestaat de bovengrond overwegend uit veraard veen (VV) dat bij de eerste drie boringen direct op het (fluvioperiglaciale) fijne zand (FZ) ligt. Vanaf VK03 wordt ook niet veraard zeggeveen en rietzeggeveen (ZV) gevonden. Vanaf VK05 neemt de invloed van kleiafzettingen van de Zuiderzee toe, eerst in de vorm van kleilig veen (KV) en uiteindelijk een kleidek (KL). Bij VK11 komt op dit kleipakket een pakket grove overslagzanden (OZ) voor die hier bij stormen door de Zuiderzee zijn afgezet. Dit is een Holocene afzetting en verschilt daarin van de fluvioglaciale grove zanden (GZ) uit het Pleistoceen die overal in de diepere ondergrond voorkomen en waardoor de regionale kwelstroom naar het gebied stroomt.

Ook in het West-Oost transect is een zonering waarneembaar in de bodemopbouw. De bovengronden aan de westkant bestaan uit kleig veen (KV) dat ten oosten van de Tochtsloot overgaat in kleidekken. De dikte van het onderliggend veenpakket wisselt vrij sterk. Bij VK15 en 16 is dit vrij dun. Bij VK 17 bestaat het geheel uit veraard veen (VV), terwijl het bij de overige boringen uit (riet)zeggeveen (ZV) en veraard veen bestaat in wisselende diktes. Dit lijkt samen te hangen met een aantal geulen in het onderliggende pleistocene zand waarin de veengroei dikker is. De geul bij VK08 is mogelijk een voortzetting van de geul die op de veendiktekaart van Buijs en Duyts herkenbaar is in de noordoosthoek van Grote Weiland. Het grove fluvioglaciale zand komt bij VK14 in de omgeving van de Hierdense Beek vrij ondiep voor. In de rest van het transect ligt het dieper en helt af in oostelijke richting.

3.2 Grondwatertrappen

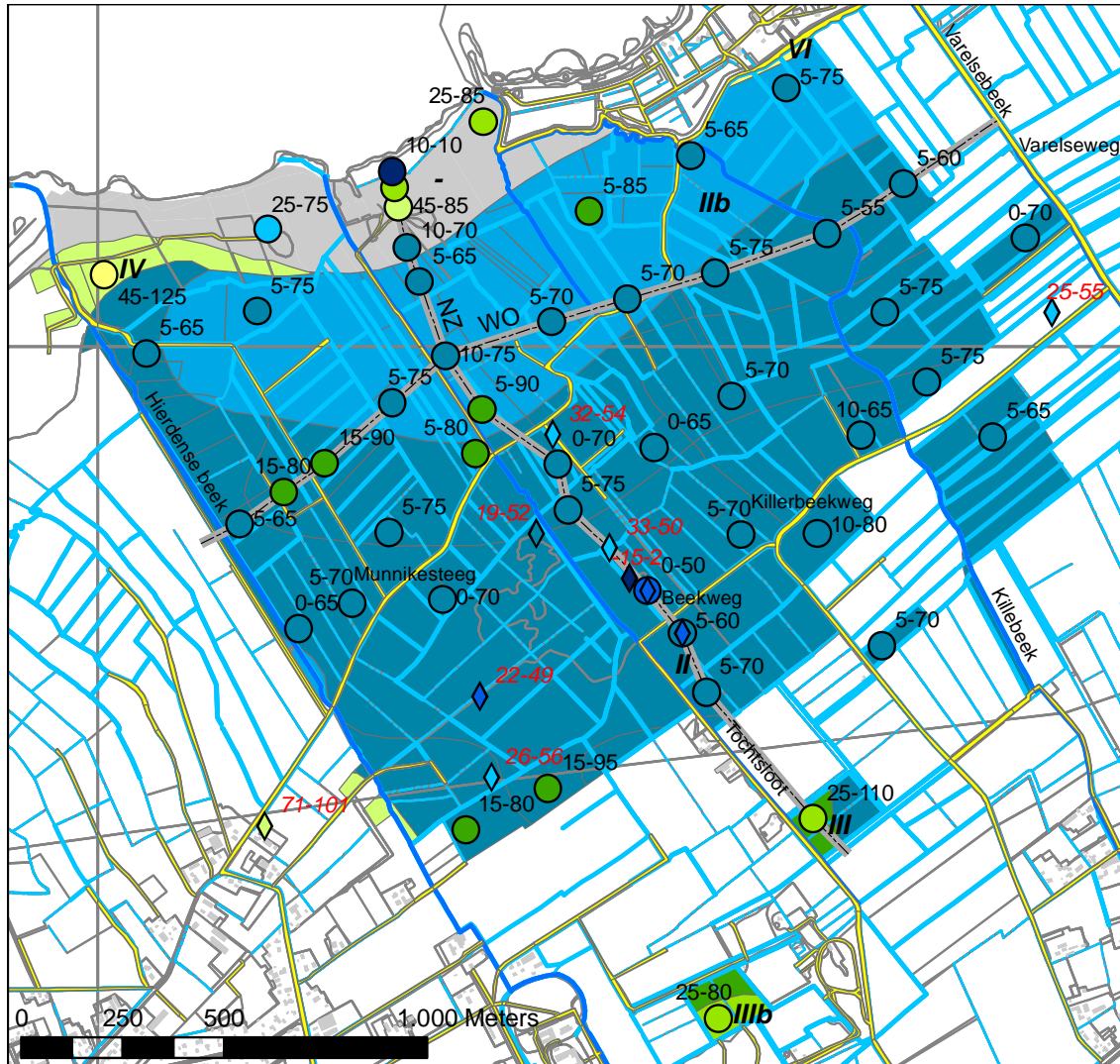
In Figuur 7 zijn de grondwatertrappen op basis van de veldschatting van GHG en GLG in de profielbeschrijvingen vergeleken met de bodemkaart (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982). Tevens zijn de berekende GHG en GLG voor het meetnet vóór 2006 opgenomen (Verbelco 2006).

- In het grootste deel van het gebied komt grondwatertrap IIa voor, ook in delen waar door Eilander et al. grondwatertrap IIb gekarteerd is.
- Bij enkele punten komt IIIa voor. Opvallend is dat deze punten min of meer geclusterd voorkomen, vooral ten westen van de tochtsloot. Mogelijk speelt hier de drainerende werking van de Hierdense Beek een rol.
- Vanwege het sterke reliëf binnen de bodemeenheid AZ1 (associatie van overslaggronden) is hier bij de bodemkartering geen grondwatertrap aangegeven. De grondwatertrap in de profielbeschrijvingen varieert dan ook sterk van wIa tot IVu. Lokaal zal ook wel Vlo voorkomen, buiten de beschreven boringen. Dat is in elk geval zo in de maisakker bij VK34.
- In enkele punten komt grondwatertrap Ia of wIa voor. Dat zijn onzuiverheden binnen de bodemkaart. Voor VK13 geldt dat het gelegen is in de rietkraag langs de oever van het Veluwemeer. Dat is in de bodemkaart niet mee gekarteerd. Bij VK04 is dit toe te schrijven aan het afgraven van de bovengrond en het dempen van een sloot in de Leeuweriksweide (Van 't Hullenaar 1999).
- Het lijkt er op dat de fluctuatie (verschil tussen GHG en GLG) zoals berekend in de peilbuizen geringer is dan uit de bodemkartering en de veldschattingen zou blijken. Daardoor geven de peilbuizen binnen het vlak met IIa soms IIb of Ia aan. Mogelijk komt dat omdat de filters van de peilbuizen vrij diep staan (100 tot 400 cm – mv.). Daarmee zal de GHG vaak te diep geschat worden. Door de slecht doorlatende lagen in de bovengrond, met name de klei en het veraarde veen komen hier veel hogere grondwaterstanden voor dan in de peilbuizen wordt gevonden. Dit verschijnsel staat bekend als anisotropie (Van der Gaast, Massop et al. 2006; Van der Gaast, Massop et al. 2007).

3.2.1 Grondwatertrappen in de transecten

In het Noord-Zuid transect volgen GHG en GLG min of meer de maaiveldgradiënt (Bijlage 1). Opvallend is dat ondanks de drainerende werking van het Veluwemeer de grondwaterstanden weer oplopen onder de rug met overslaggronden bij VK10 en VK11. Dit houdt verband opbolling onder deze rug en met de slecht doorlatende klei- en veen pakketten die hier voorkomen waardoor de opbolling versterkt wordt. Hierdoor vormen deze gronden een belangrijke bufferzone waardoor het gebied naar de rand van het Veluwemeer minder wordt gedraineerd. Afgraven van deze ruggen zou de drainage versterken. Ook in het West-Oost transect volgen de grondwaterstanden min of meer het maaiveld. In beide transecten lijkt het er op dat de GLG bepaald wordt door de diepte van de waterlopen. De exacte bodemdikte van de beken en sloten is niet ingemeten, maar geschat op basis van veldwaarnemingen en andere onderzoeken (Van 't Hullenaar 1999; Verbelco 2006; De

Bruin, Coulet et al. 2008). De veldschatting van de GLG komt hier vrij goed mee overeen. In de omgeving van het noordelijk deel van de Killenbeek, (VK21 en VK22) komt de GLG wel ondieper voor dan de beek- en slootbodem. In dit traject wordt de Killenbeek opgestuwd (zie 4.1). Dat komt in de GLG goed tot uiting.



Legenda

GWt buizen < 2006 GWT boorpunten (GHG-GLG) GWT bodemkaart

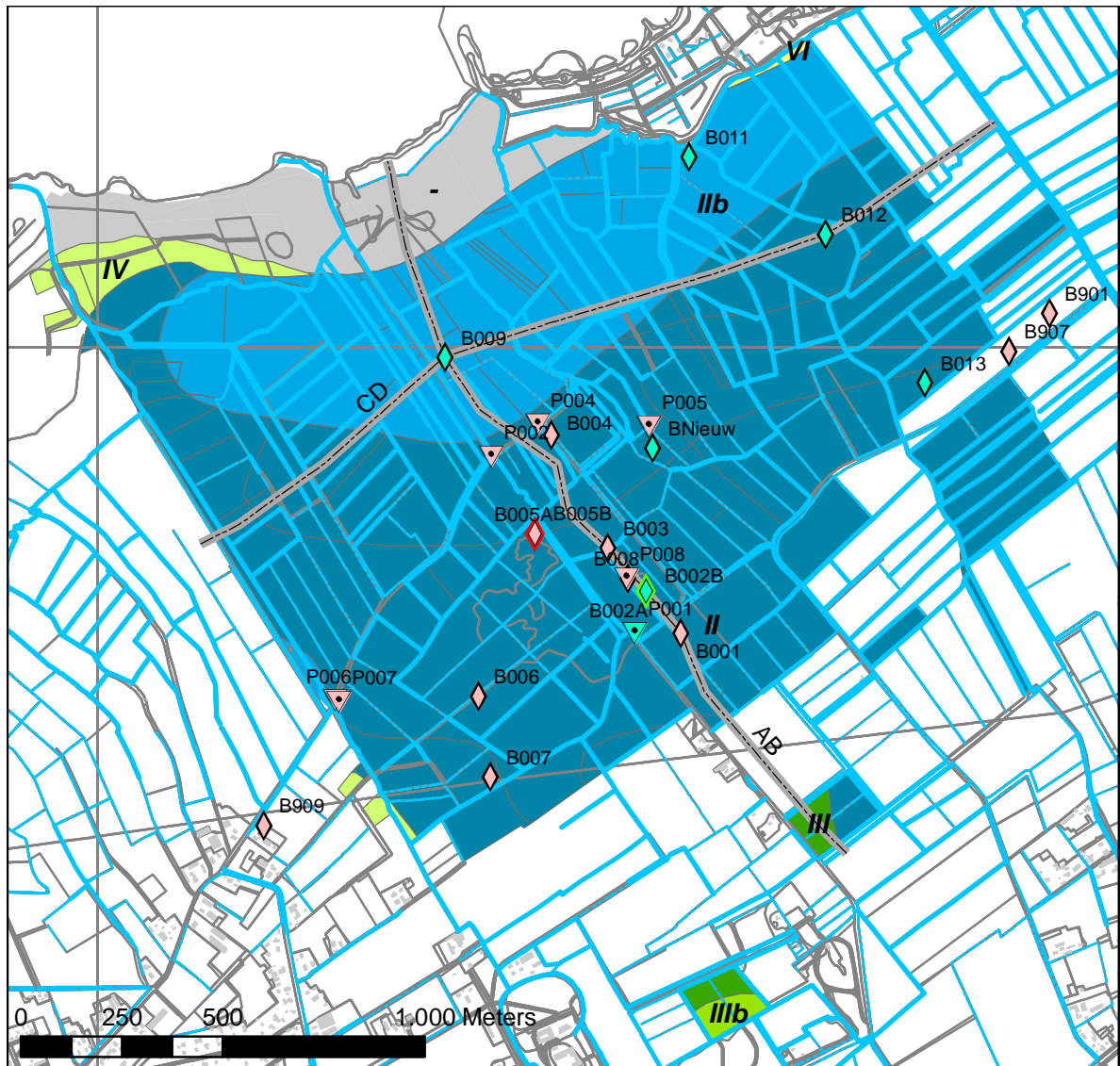
◆ wla	● wla	■ NB
◆ la	● la	■ II
◆ IIa	● IIa	■ IIb
◆ IIb	● IIb	■ III
◆ IVu	● IIIa	■ IIIb
	● IIIb	■ IV
	● IVu	■ VI
	● Vlo	

Figuur 7 Vergelijking veldschatting grondwatertrappen met bodemkartering (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982).

3.3 Conclusies Bodem en grondwatertrappen

- Als gevolg van de oxidatie van veen sinds de opname van de bodemkaart en verschillen in de waarnemingsdichtheid wijken de in de profielbeschrijving vastgestelde bodemtypen op een aantal locaties af van die op de bodemkaart.
- Het gebied vertoont een hoogtegradiënt van Zuidoost (Veluwe) naar Noordwest (Veluwemeer). In noordwestelijke richting neemt de dikte van moerige- en veenlagen toe. In de zuidoostelijke helft bestaat de bovengrond overwegend uit veraard veen dat direct op (fluvioperiglaciaal) fijn zand ligt. Vanaf de Beekweg wordt ook niet veraard zeggeveen en rietzeggeveen gevonden. Halverwege de gradiënt neemt de invloed van kleiafzettingen van de Zuiderzee toe, eerst in de vorm van kleilig veen en uiteindelijk een kleidek. Dicht bij het Veluwemeer komt op dit kleipakket een pakket grove overslagzanden voor die hier bij stormen door de Zuiderzee zijn afgezet. Dit is een Holocene afzetting en verschilt daarin van de fluvioglaciale grove zanden uit het Pleistoceen die overal in de diepere ondergrond voorkomen en waardoor de regionale kwelstroom naar het gebied stroomt.
- Van Zuidwest naar Noordoost neemt de klei-invoel ook toe. In het zuidwesten komen vooral moerige bovengronden voor die in noordwestelijke richting overgaan in kleilig moerige bovengronden en kleidekken.
- In de pleistocene zandondergrond komen erosiegeulen voor waarin het veenpakket dikker is dan in elders.
- In het grootste deel van het gebied komt grondwatertrap IIa voor. Op de bodemkaart wordt ook een strook IIb aangegeven, maar ook in deze zone komt de GHG in de boorpunten dicht bij maaiveld.
- Met name ten westen van de Tochtsloot komen enkele clusters van punten voor met grondwatertrap IIIa. Hier is waarschijnlijk sprake van drainage door de grofzandige ondergrond en het diepe peil van de Hierdense beek.
- De fluctuatie van de veldschattingen van GHG en GLG is groter dan de fluctuatie in de stijghoogte van de peilbuizen door de geringe doorlatendheid van de bovenste pakketten (veen en klei). De filters staan op 100 tot 400 cm – mv. in het goed doorlatende zandpakket en beschrijven dus niet het freatische grondwater, maar de stijghoogte in het onderliggende pakket.
- De freatische grondwaterstanden volgen min of meer de hoogtegradiënt en lopen weer op onder de rug met overslaggronden langs het Veluwemeer.
- De GLG lijkt sterk bepaald te worden door de diepte van de waterlopen (greppels, sloten en beken) die tot in de doorlatende zandondergrond zijn ingesneden.
- Er zijn onvoldoende gegevens over de diepte van individuele waterlopen ten opzichte van maaiveld, de onderkant van het afsluitende pakket en de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket.
- Het onderste (noordelijke) deel van de Killenbeek wordt opgestuwd. Daar komen ook ondiepere waarden van de GLG voor.

4 Ecohydrologie van de Veluwemeerkust



Legenda

Hydrologisch meetnet	◇ Buis ondiep (verv)	GWT bodemkaart	■ III
◇ Buis diep	◇ Buis diep (vev)	■ NB	■ IIIb
◇ Buis diep	▽ Peilschaal (verv)	■ II	■ IV
▽ Peilschaal actief	Transecten	■ IIb	■ VI

Figuur 8 Het hydrologisch meetnet in Veluwemeerkust

In Figuur 8 is het hydrologisch meetnet in het gebied Veluwemeerkust weergegeven. In 2006 is het meetnet grondig gesaneerd (Verbelco 2006). Vóór 2006 zijn vooral metingen gedaan in en rond de natuurkernen van Bloemkampen, Leeuweriksweide en het bosreservaat Grote Weiland. Na de sanering zijn metingen meer verspreid over het gebied gedaan, waarbij tevens gebruik gemaakt wordt van divers, waardoor een veel hogere frequentie en constante reeks verkregen wordt. Van het oorspronkelijke meetnet zijn één peilbuis (B002) en één peilschaal (P001) behouden.

4.1 Oppervlaktewaterpeil en drainagebasis



Figuur 9 Peilschaal P001 met automatische registratie door een diver in de Tochtsloot bij Leeuweriksweide. Ook in droge perioden blijft de beek altijd water afvoeren (foto Bas van Delft)

Over oppervlaktewaterpeilen en de diepte van slootbodems is niet veel van bekend. De beken en sloten blijven wel altijd water voeren, hetgeen een aanwijzing is voor aanvoer van kwelwater vanaf de Veluwe (Van 't Hullenaar 1999). De kwelsterkte in de Tochtsloot is volgens De Bruin et al (2008) ca 1 mm/d, in Killenbeek en Varelse Beek ca 5 mm/d en in de Hierdense Beek onbekend. In Bijlage 1 is voor peilschaal P001 in de Tochtsloot ter hoogte van de Leeuweriksweide het peilverloop vanaf 2007 weergegeven. Dat blijkt vrij constant te zijn tussen 150 en 160 cm + NAP, met incidentele pieken tot maximaal 170 cm + NAP. In droge perioden komen soms lagere standen voor, maar zelfs in de extreem droge zomer van 2010 zakte het peil niet verder dan 138 cm + NAP.

De Tochtsloot, Hierdense Beek¹ en Varelse Beek wateren allen onder vrij verval af op het Veluwemeer (Luijendijk en Hunink 2009). De Killenbeek wordt benedenstrooms gestuwd (bij de zuidwesthoek van de camping). In het Veluwemeer is het peil enkele dm's onder NAP (streefpeil winter - 30 cm, zomer - 5 cm tov NAP). Het verhang is dan ca 170 cm over 1400 m.

Bij een ecohydrologische studie van de Bloemkampen door studenten van Van Hall Larenstein werd een gemiddeld drainageniveau gevonden van 0,75 m in de Varelse Beek, 0,8 m in de Tochtsloot, 0,85 m in de Killenbeek en 1,0 m in de Hierdense Beek (De Bruin, Coulet et al. 2008). Dit zijn echter gemiddelde waarden die langs het tracé kunnen verschillen met de maaiveldhoogte. Voor de Killenbeek mag aangenomen worden dat dit in het gestuwde deel minder is.

De lage drainagebasis in de beken en grote doorlatendheid van de zandige ondergrond zorgen in Bosreservaat Grote Weiland voor verdroging tot in de kern van het gebied (Van 't Hullenaar 1999). Aangenomen mag worden dat dit ook elders in de Veluwemeerkust geldt. Bij P2, waar de Tochtsloot de Munnikesteeg kruist ligt de drainagebasis op 0,7 à 0,8 m – mv., in de Hierdense beek, bij de kruising met de Munnikesteeg is de fluctuatie sterker omdat deze sterker reageert op neerslag vanwege een ondiepe kleilaag in het bovenloopstelsel. De drainagebasis van de beek is hier ook laag. Van 't Hullenaar gaat uit van ongeveer 1,0 – 1,3 m – mv.

Voor een bermsloot langs de zuidkant van de Munnikesteeg wordt door Van 't Hullenaar een drainagebasis gevonden van ca 0,8 m – mv. in de buurt van de Hierdense beek, maar daar valt deze sloot vaak droog. Verder naar het oosten, langs de graslanden tussen Grote Weiland en Munnikesteeg is de drainagebasis ca 0,5 m – mv. Verderop, ter hoogte van het Essenhakhoutbos van de Bloemkampen (P4) is de drainagebasis 0,6 à 0,7 m – mv.

De GLG-waarden in de profielbeschrijvingen lijken overeen te komen met de hiervoor beschreven drainagebasis (zie Figuur 7). De waterdiepte bij geringe afvoer (20%) is 10 à 15 cm boven de bodem (De Bruin, Coulet et al. 2008). Bij de bespreking van de grondwatertrappen in de transecten (3.2.1) werd al geconstateerd dat de GLG sterk bepaald wordt door de diepte van de watergangen. Voor het grootste deel komt grondwatertrap II voor, met GLG op 60 tot 80 cm – mv. Ten oosten van de Tochtsloot komen, mogelijk onderinvloed van de Hierdense Beek ook punten voor met grondwatertrap III (GLG 80 – 95 cm – mv.). Dicht bij het gestuwde traject van de Killenbeek komen vrij ondiepe waarden voor van de GLG (55 – 65 cm – mv.).

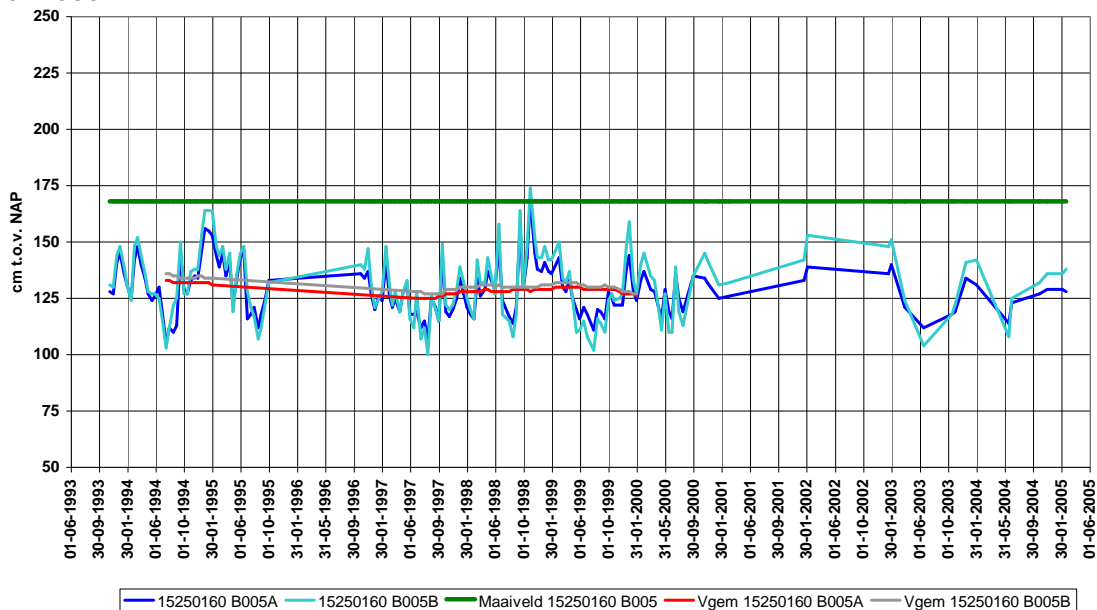
4.2 Stijghoogten en kweldruk

Om vast te stellen of kwel in het gebied voorkomt kan de stijghoogte van meetpunten met een diep filter (piëzometers) vergeleken worden met ondiepere filters en het maaiveld. De grootte van een eventuele kwelflux hangt daarnaast ook af van de weerstand van verschillende lagen waar het water door moet stromen. In het verleden is zeker kwel voorgekomen, getuige ook de bodemontwikkeling, waarbij op grote schaal veengroei heeft plaatsgevonden. Waar geen veen voorkomt wijst het voorkomen van beekerdgronden (pZg23) op het voorkomen van kwel. Sinds de drooglegging van Oostelijk Flevoland in 1968 wordt in elk geval een deel van de kwelstroom weggevangen (Van Belle, Bulte et al. 2006; Verbelco 2006). Op basis van modelstudies wordt voor het TOP-lijstgebied Hierdense Beek/Bloemkampen uitgegaan van een kwelflux van 0 – 2 mm/dag (Luijendijk en Hunink 2009). Een deel van deze kwel verdwijnt waarschijnlijk ook in de sloten.

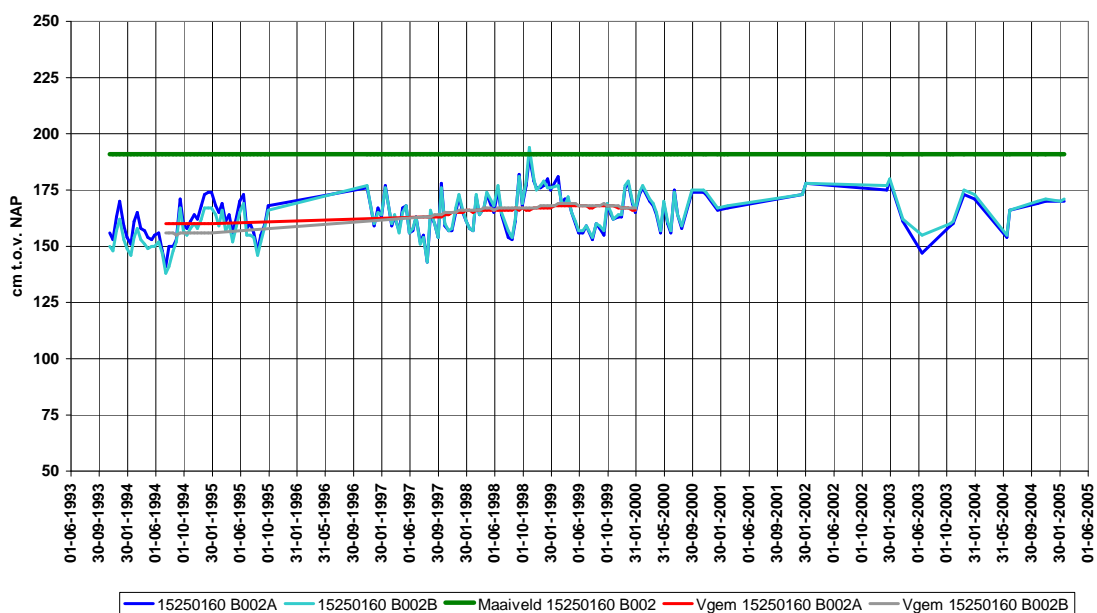
¹ In het rapport van Luijendijk en Hunink worden Tochtsloot, Killenbeek en Varelse Beek genoemd als vrij aflopende beken terwijl elders gesteld wordt dat de Killenbeek benedenstrooms gestuwd wordt. In het rapport van Bruin et al. is het stuwpunt aangegeven in de Killenbeek bij de camping. Aangenomen kan worden dat in het citaat de Hierdense Beek bedoeld wordt in plaats van de Killenbeek.

Omdat het meetnet in 2006 grondig is aangepast, is een vergelijking van de situatie vóór en na 2006 lastig te maken. Slecht één peilbuis van het oude meetnet is overgebleven (B002). Oorspronkelijk stonden hier twee filters tot resp. 90 en 228 cm – mv. Van het ondiepe filter zijn sinds begin 2005 in DINO geen metingen meer.

Vóór 2006



Figuur 10 Tijdstijghoogtelijnen voor B005A (filter 230 cm – NAP) en B005B (filter 138 – NAP) voor periode tot juni 2005 (bron Verbelco 2006)



Figuur 11 Tijdstijghoogtelijnen voor B002A (filter 37 cm – NAP) en B002B (filter 107 + NAP) voor periode tot juni 2005 (bron Verbelco 2006)

In de Leeuweriksweide (B001, B002 en B008) en in het bosreservaat (B006) worden stijghoogtes tot dicht bij maaiveld gevonden (grondwatertrap wla en la). Binnen Leeuweriksweide is dat toe te schrijven aan maaiveldverlaging en het dempen van een sloot. Bij de overige buizen zijn de standen iets dieper en komen

over het algemeen overeen met grondwatertrap IIa en IIb, waarbij de fluctuatie zeer beperkt is (ca 30 á 40 cm).

Door Van 't Hullenaar (1999) wordt aangegeven dat de geringe peilfluctuatie in de buizen B002 en B003 (ca 40 cm) het gevolg is van kwel van de Veluwe. Dat zou ook gelden voor de Tochtsloot (peilschaal P001). Het dichten van een waterloop in 1996 zou het peil bij B002 met 10 cm verhoogd hebben. Samen met het afgraven van de veraarde bovengrond is de Leeuweriksweide daardoor natter geworden. Hieruit kan ook opgemaakt worden dat de stijghoogten nadelig beïnvloed worden door de ontwatering in het gebied.

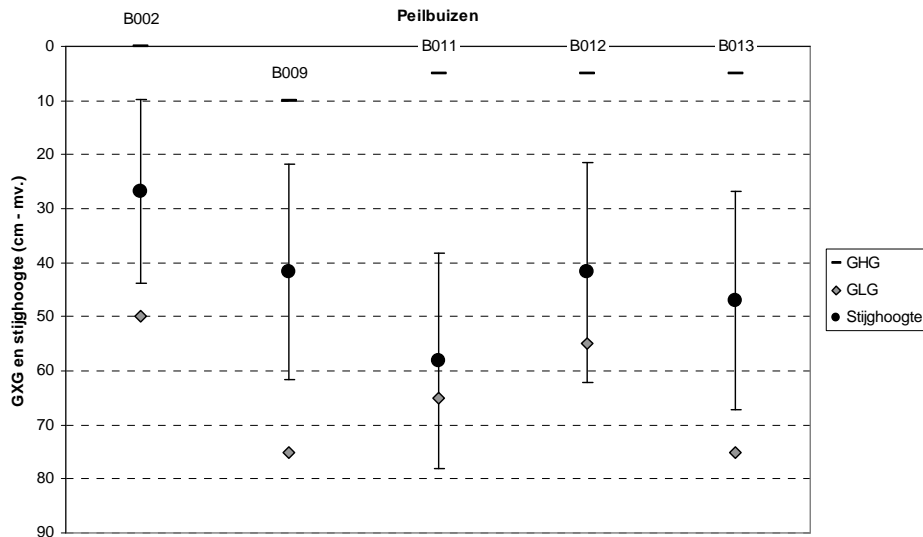
Een aanwijzing voor kwel zou gevonden moeten worden in stijghoogteverschillen tussen filters op verschillende dieptes. Er zijn vóór 2006 slechts twee locaties met twee filters (B002 en B005, zie Figuur 10 en Figuur 11). Voor zover er stijghoogteverschillen zijn, is de stijghoogte van de diepere buis geringer dan van de ondiepere buis. Dat betekent dat op die locaties geen kwel te verwachten is. Met name bij B005 lijkt infiltratie plaats te vinden. Dat bij B002 geen verschil gevonden wordt kan komen omdat beide filters in hetzelfde pakket staan.

Ná 2006

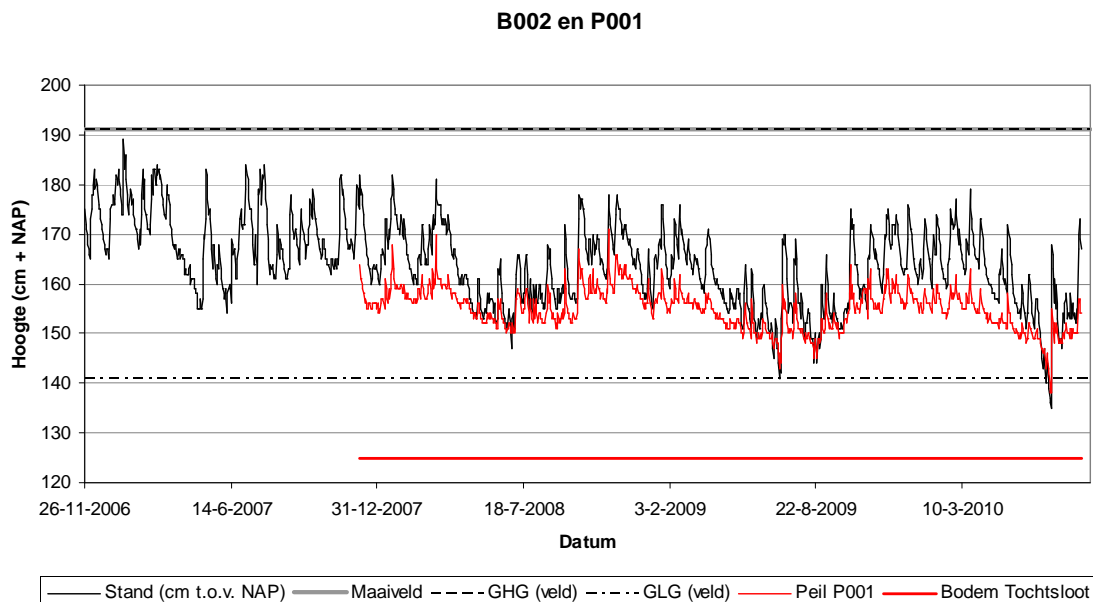
Vanaf november 2006 worden vijf peilbuizen verspreid in het gebied intensief gemeten met divers. In Bijlage 1 zijn de meetreeksen uitgezet ten opzichte van het maaiveld en de veldschattingen van GHG en GLG. De reeksen zijn nog te kort om een GHG en GLG mee te berekenen. Wel kan een indicatie gegeven worden van de fluctuaties en de stijghoogte ten opzichte van maaiveld en de drainagebasis. De drainagebasis is niet precies bekend omdat er weinig informatie is over hoogte van slootbodems en peilen (zie 4.1). In Tabel 6 worden de stijghoogten vergeleken met de veldschattingen van GHG en GLG tov NAP en in Figuur 12 tov van maaiveld. Als maat voor de spreiding is 2 x de standaardafwijking aangehouden. Dit betekent dat ongeveer 95% van de waarnemingen zich bevinden tussen het gemiddelde en +/- 2 x standaardafwijking. De stijghoogten zijn met deze spreiding ook weergegeven in de transecten (Bijlage 2).

*Tabel 6 Maaiveldhoogte, veldschattingen en stijghoogten bij de peilbuizen en oppervlaktewaterpeil in de Tochtsloot bij peilschaal P001. Alles in cm tov NAP. Gemiddelden over eind november 2006 tot eind september 2010. Spreiding is 2 * standaardafwijking.*

Peilbuis	NAP	Veldschatting		Stijghoogte	
		GHG	GLG	Gem	Spreiding
B002	191	191	141	164	17,0
B009	111	101	36	69	19,9
B011	93	88	28	35	19,9
B012	112	107	57	70	20,3
B013	137	132	62	90	20,1
Peilschaal					
P001	125			155	8,2



Figuur 12 Veldschattingen GXG en gemiddelde stijghoogte in de peilbuizen ten opzichte van maaiveld.



Figuur 13 Vergelijking stijghoogte, GHG en GLG B002 met oppervlaktewaterpeil in de Tochtsloot (P001)

Alleen voor B002 kan een goede indruk gekregen worden uit het peil bij P001 en blijkt deze ongeveer 150 cm + NAP te zijn (zie Figuur 13). De GLG bij B002 is ongeveer 10 cm lager geschat en komt daarmee overeen met de laagst gemeten standen in zowel de peilbuis als in de beek. De veldschatting is gedaan in de droge zomer van 2010 en is daardoor mogelijk iets te diep geschat. Ook is het mogelijk dat hier nog hydromorfe kenmerken herkenbaar waren van voor de vernatting. De stijghoogte in de peilbuis (met een filter op 226 cm - mv.) is in natte perioden ongeveer 10 cm hoger dan het peil in de beek, waaruit blijkt dat de beek een drainerende werking heeft in het perceel. Opvallend is dat de standen in de beek en de peilbuis vrijwel synchroon lopen. In een natte periode stijgen de standen in de buis sterker dan in de beek maar zakken daarna weer terug naar hetzelfde niveau. Dit komt ook tot uiting in een grotere spreiding voor de stijghoogte ten opzichte van de spreiding in de oppervlaktewaterpeilen. In de zandige en deels grofzandige ondergrond waarin de buis staat, maar waarin ook de beek is ingegraven is de doorlatendheid groot.

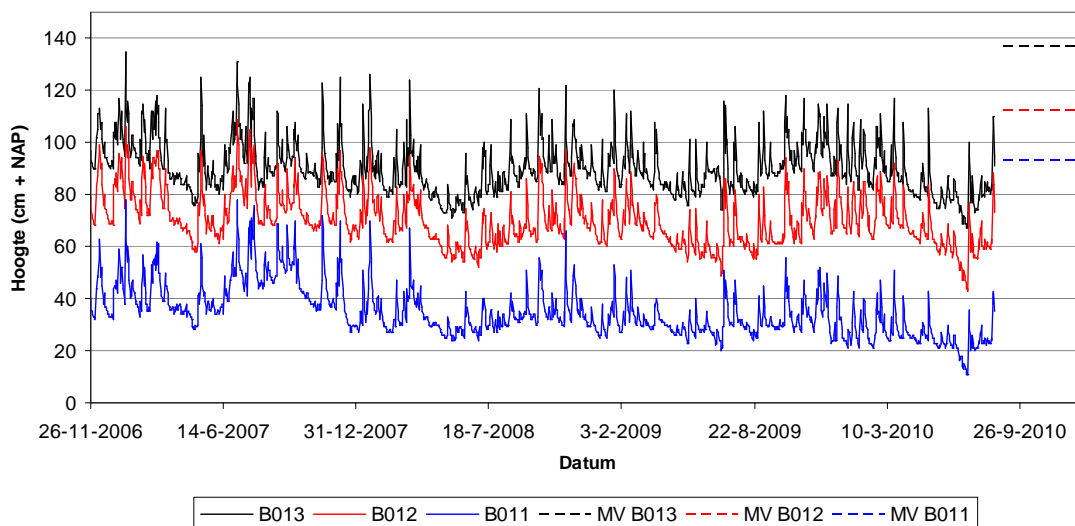
In alle peilbuizen is de fluctuatie gering. Het merendeel van de stijghoogtemetingen bevindt zich in een bandbreedte van 30 à 40 cm, met pieken in tijden van grote neerslaghoeveelheden (Figuur 14, Figuur 15 en Bijlage 1). De spreiding bedraagt in de meeste buizen +/- 20 cm, met uitzondering van buis B002 waar de spreiding +/- 17 cm is. Deze pieken dempen weer snel uit, waarschijnlijk door de sterk doorlatende ondergrond en lage drainagebasis. De geringe fluctuatie is wel een aanwijzing voor kwel.

Bij B002, B009 en B013 is de stijghoogte in droge perioden ca 5 tot 15 cm hoger dan de GLG. Omdat de GLG in sterke mate bepaald wordt door de ontwatering lijkt het er op dat de stijghoogte niet benut wordt en de kwel in de sloten verdwijnt. Door het verhogen van het beekpeil, of bij voorkeur het ondieper maken van de beken en sloten zal meer kwel in de bovengrond doordringen. Bij B011 en B012 is de GLG meer in overeenstemming met de stijghoogte in droge perioden, waarschijnlijk omdat de Killenbeek hier al is opgestuwd. Het opstuwingseffect is grootst bij B011. Deze buis ligt ook dichterbij het stuw dan B012. Voor de peilbuizen in de transecten is de gemiddelde stijghoogte en de spreiding in Bijlage 2 aangegeven.

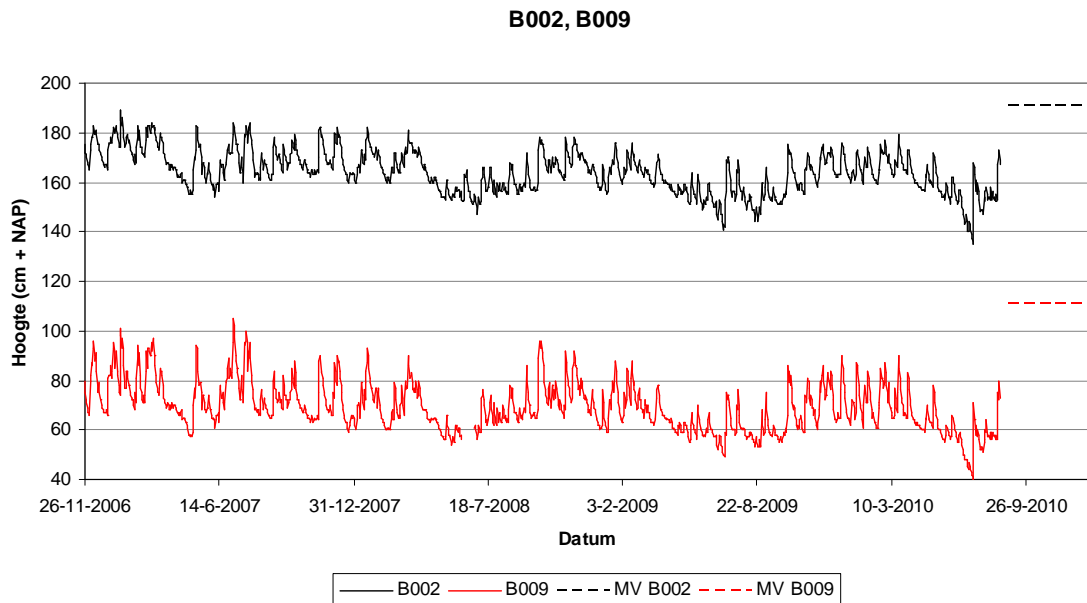
In de transecten (Bijlage 2) is duidelijk te zien dat de beken en sloten over het algemeen doorlopen tot in de zandige ondergrond en soms zelfs tot in het grove zand, zoals het geval is bij de Hierdense Beek ter hoogte van het West-Oost transect. Hierdoor wordt veel kwelwater afgevangen naar de sloten. Door deze waterlopen sterk te verondiepen zal de kwelflux meer naar het maaiveld gedwongen worden. Dit zal een sterker effect hebben dan het opzetten van peilen. Dat laatste wordt door Natuurmonumenten ook niet wenselijk geacht vanwege het natuurlijk karakter van de beken (Van Belle, Bulte et al. 2006).

In Figuur 14 en Figuur 15 zijn de stijghoogten vergeleken voor reeksen buizen die langs de hoogtegradiënt in het gebied staan. B013, B012 en B011 staan langs de Killenbeek, B002 en B009 langs de Tochtsloot. In beide series is het verhang naar het Veluwemeer met een peil van -30 tot -5 cm tov NAP duidelijk waarneembaar.

B013, B012, B011



Figuur 14 Vergelijking van de stijghoogten van november 2006 tot september 2010 voor B013 tot B011.



Figuur 15 Vergelijking van de stijghoogten van november 2006 tot september 2010 voor B002 en B009.

4.3 Kwaliteit grond- en oppervlaktewater

Het grondwater in het gebied wordt gevoed door regionaal kwelwater van een hoge kwaliteit (Luijendijk en Hunink 2009). Door van 't Hullenaar (1999) werd in december 1998 bij buis B002, zowel in de buis (beide filters), een boorgat als aan maaiveld schoon, subregionaal kalkrijk kwelwater aangetroffen. Ook in ondiepe boorgaten elders in de Leeuweriksweide werd dit watertype aangetroffen. In lage delen van het perceel kan dit water boven maaiveld komen. Dat lijkt vooral het geval langs de Tochtsloot en in de omgeving van de peilbuis. In de hogere delen komt een mengtype met meer neerslaginvloed voor. Neerslaginvloed wordt beperkt door oppervlakkige afstroming over het naar het noorden en westen hellende maaiveld, waarbij het uiteindelijk via de Tochtsloot wordt afgevoerd. In de hoogste delen is de neerslaginvloed wel hoger ($EGV < 100 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Met name de Tochtsloot wordt gekenmerkt door veel afvoer van kwelwater (Luijendijk en Hunink 2009). In de Varelse Beek is dat lokaal ook het geval. De Killenbeek lijkt vooral ten zuiden van de camping veel kwelwater te ontvangen. Omdat de Hierdense Beek het langste is (25 km) en zijn oorsprong vindt op de Veluwe (Staverdense Beek), voert deze beek zowel lokaal water als water van het bovenliggend stroomgebied af.

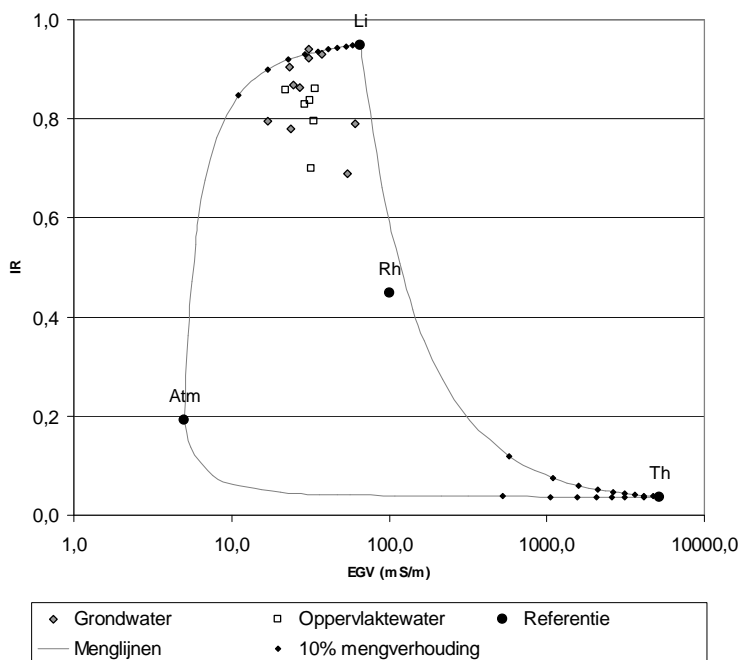
Hoewel de Tochtsloot een constante afvoer van helder, kalkrijk kwelwater heeft, blijkt er volgens Van 't Hullenaar (1999) wel enige bemestingsinvloed in voor te komen. Met name het fosfaatgehalte kan periodiek boven de streefwaarde van $0,05 \text{ mg}/\text{l}$ uit komen. Bij maandelijkse metingen in 1992 was dat in 8 van de 12 monsters het geval, waarbij waarden van $0,12$ tot $0,14 \text{ mg}/\text{l}$ gemeten werden. Omdat de lage delen van de afgeplagde percelen van Leeuweriksweide bij piekafvoeren kunnen inunderen zou dat volgens Van 't Hullenaar een probleem kunnen zijn, vooral omdat het grootste deel van de P gebonden is aan organische stof en bij inundatie kan neerslaan. Of dit werkelijk een probleem is zal afhangen van de fosfaatbuffereigenschappen van de bodem. Bij VK04 (bij B002) is de fosfaatbuffer zeer groot, vooral vanwege het hoge ijzergehalte, uit de kwelstroom (zie Bijlage 9 en Bijlage 10). De verwachting is dan ook dat de toevoer van fosfaat uit sedimentatie niet tot een hogere fosfaatbeschikbaarheid zal leiden, zeker ook omdat inundatie slechts sporadisch optreedt. Ook het ontbreken van een voedselrijke vegetatie in deze zone wijst hierop.

Het stikstofgehalte ligt het gehele jaar rond de 5 mg/l, maar is slecht voor een klein deel gebonden aan organische deeltjes, waardoor het gevaar van eutrofiëring bij inundatie klein is.

De herkomst van de meststoffen in het water moet gezocht worden in maisakkers in het bovenloopgebied, aan de rand van de Veluwe en mogelijk in rioolwaterlozingen.

4.3.1 Watermonsters

In Bijlage 4 zijn de analysegegevens van de watermonsters opgenomen, de resultaten van de MAION berekeningen staan in Bijlage 5. Omdat het water afkomstig is van de Veluwe is als referentiewatertype voor lithotroof grondwater de referentie voor zacht grondwater van Hoge Duvel genomen. In Figuur 16 is een IR/EGV diagram opgenomen. De verdeling over de referentiewatertypen is opgenomen in Figuur 17.



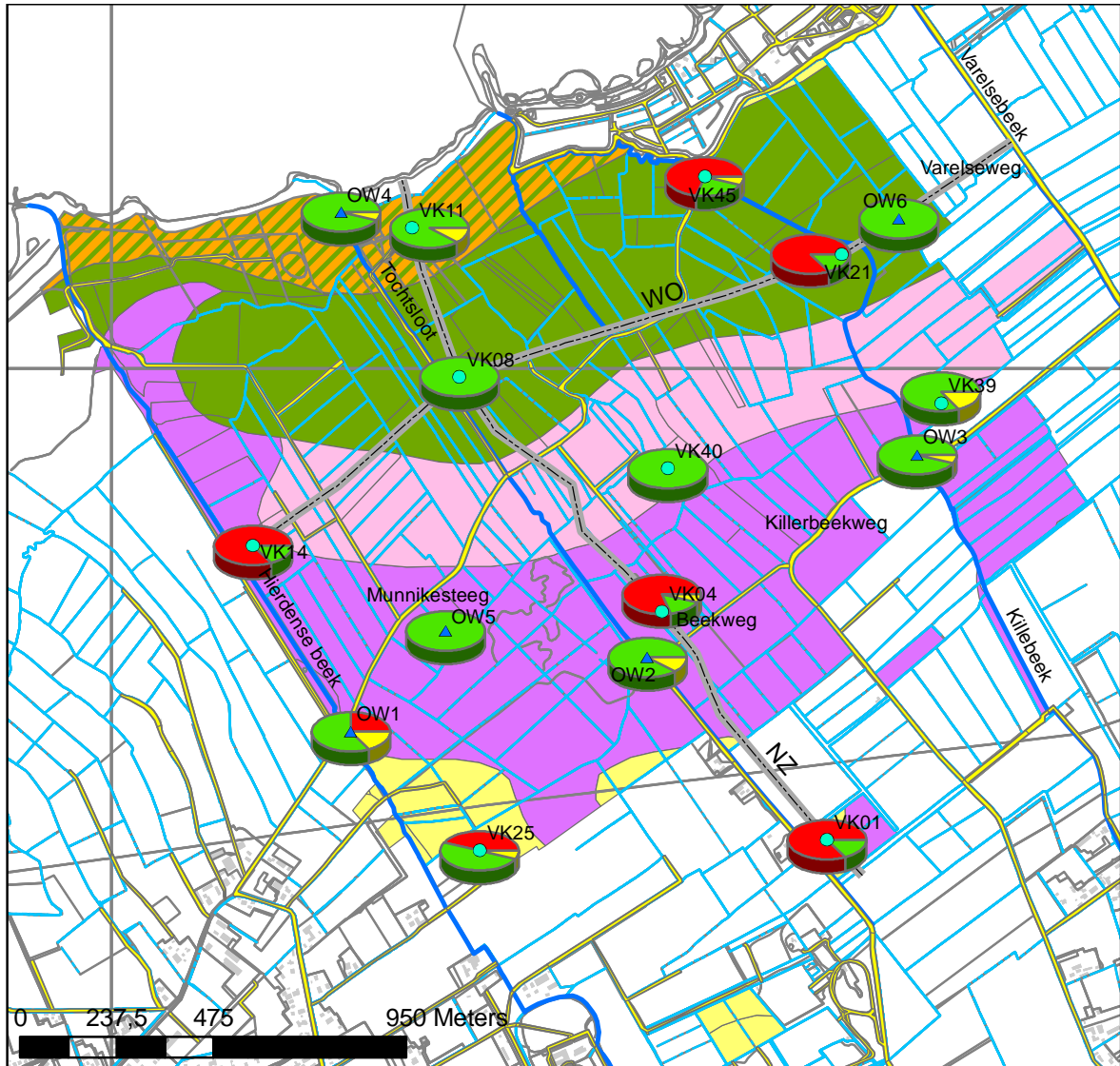
Figuur 16 IR/EGV diagram voor de watermonsters uit Veluwemeerkust

Bij de grondwatermonsters is er een redelijke spreiding over de referentiewatertypen. Een deel (N = 4) van de monsters bestaat grotendeels uit zacht grondwater, met soms enige beïnvloeding door de landbouw. Bij een ander deel (N = 5) komt 70 tot 85 % neerslagwater voor. Één monster (VK25W) bevat ongeveer gelijke aandelen neerslagwater als grondwater. Dat wijst er op dat in elk geval bij een deel van de bemonsterde locaties neerslagwater infiltreert tot in het grondwater. Deze punten liggen steeds in de nabijheid van beken. Langs de Hierdense beek (VK14 en VK25) is dit te verklaren door de drainerende werking van de beek, waardoor meer neerslag in de bodem kan doordringen. Dat is waarschijnlijk ook het geval bij VK01, waar de kweldruk mogelijk ook lager is. Bij VK04, VK21 en VK45 is de toegenomen neerslaginvloed mogelijk het gevolg van vernatting door het dempen van een sloot in het Leeuweriksweland en het opstuwen van de Killenbeek (zie 4.2).

Bij de oppervlaktewatermonsters overheerst de invloed van zacht grondwater. Kennelijk voeren alle waterlopen voornamelijk kwelwater af. Dat geldt ook voor de sloten (OW5 en OW6). Bij OW1, aan de zuidwestrand van het

gebied in de Hierdense Beek komt een iets groter aandeel neerslagwater (25%) voor, maar dat is onvoldoende om de verwantschap met zacht grondwater te verlagen. Dat komt door de hogere ionconcentratie van grondwater, waardoor relatief veel neerslagwater (ca 85%) nodig is om voldoende te verdunnen. Anders dan de andere beken voert de Hierdense Beek ook een deel neerslagwater af.

Het aandeel beïnvloeding neemt in de Tochtsloot af tussen OW2 en OW4, waar de beek het gebied verlaat. Dat wijst er op dat binnen het gebied een grotere hoeveelheid schoon kwelwater in de beek gestroomd is.





Legenda

Watermonsters



-  Neerslag
-  Zacht grondwater
-  Beïnvloed

-  Grondwatermonsters
-  Oppervlaktewatermonsters

Bovengrond Bodemkaart

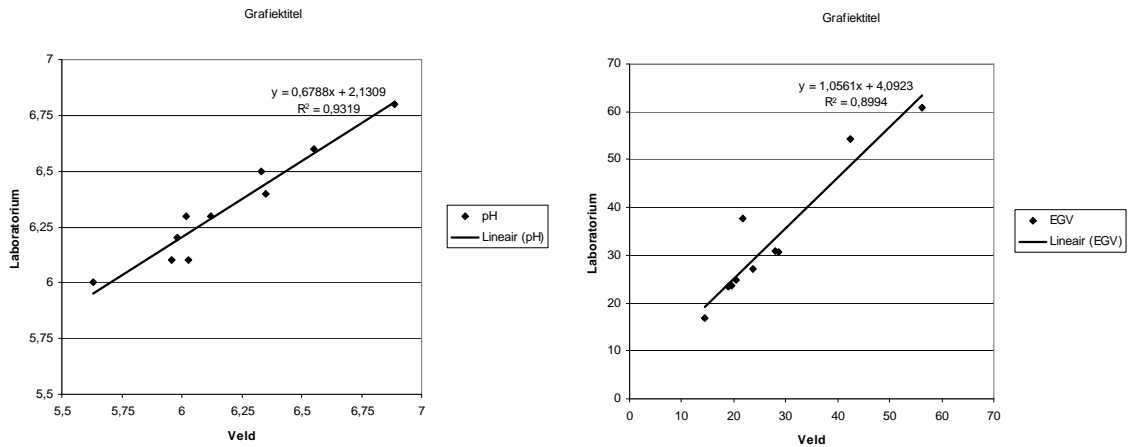
-  Klei
-  Klei/moer
-  Moerig
-  Fijn zand
-  Grof zand en klei

Figuur 17 Verdeling referentiewatertypen in de watermonsters

4.3.2 Veldmetingen

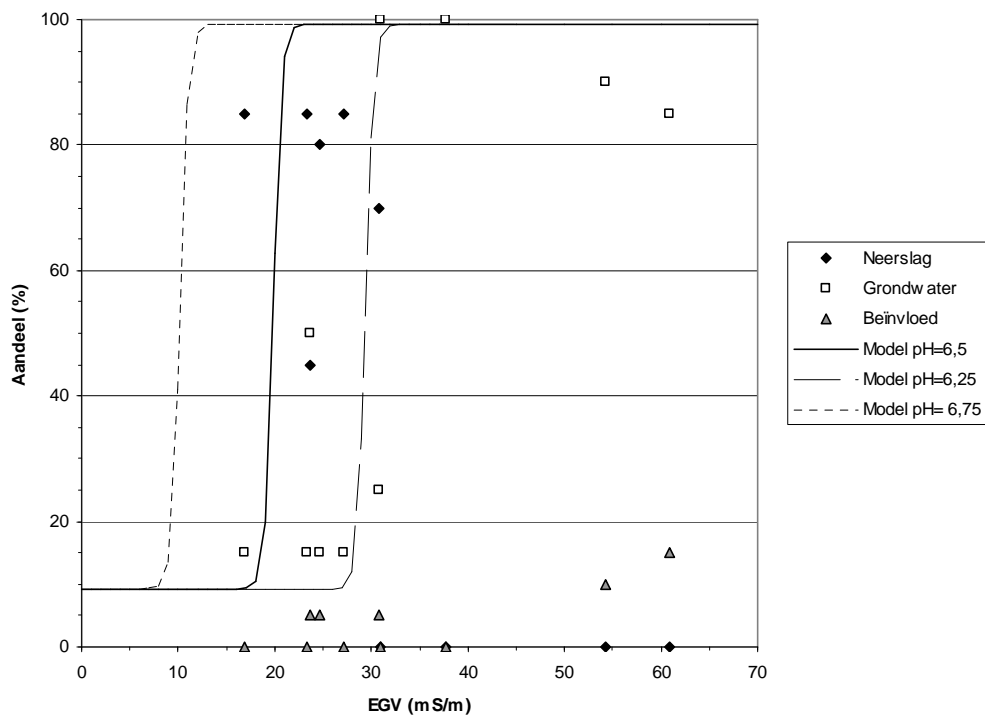
De meting van pH en EGV in de boorgaten en het oppervlaktewater staat in Bijlage 6. Bij de oppervlaktewatermetingen is niet overal de pH gemeten.

Voor de veldmetingen in boorgaten waar tevens watermonsters genomen zijn is in Figuur 18 de veldmeting vergeleken met de meting in het laboratorium. Deze blijken goed overeen te komen. Omdat deze metingen gebruikt worden om het aandeel zacht grondwater in de niet bemonsterde boorgaten te voorspellen zijn de veldmetingen gecorrigeerd voor de gevonden relaties.



Figuur 18 Vergelijking veldmeting en laboratoriummeting van pH en EGV in boorgaten

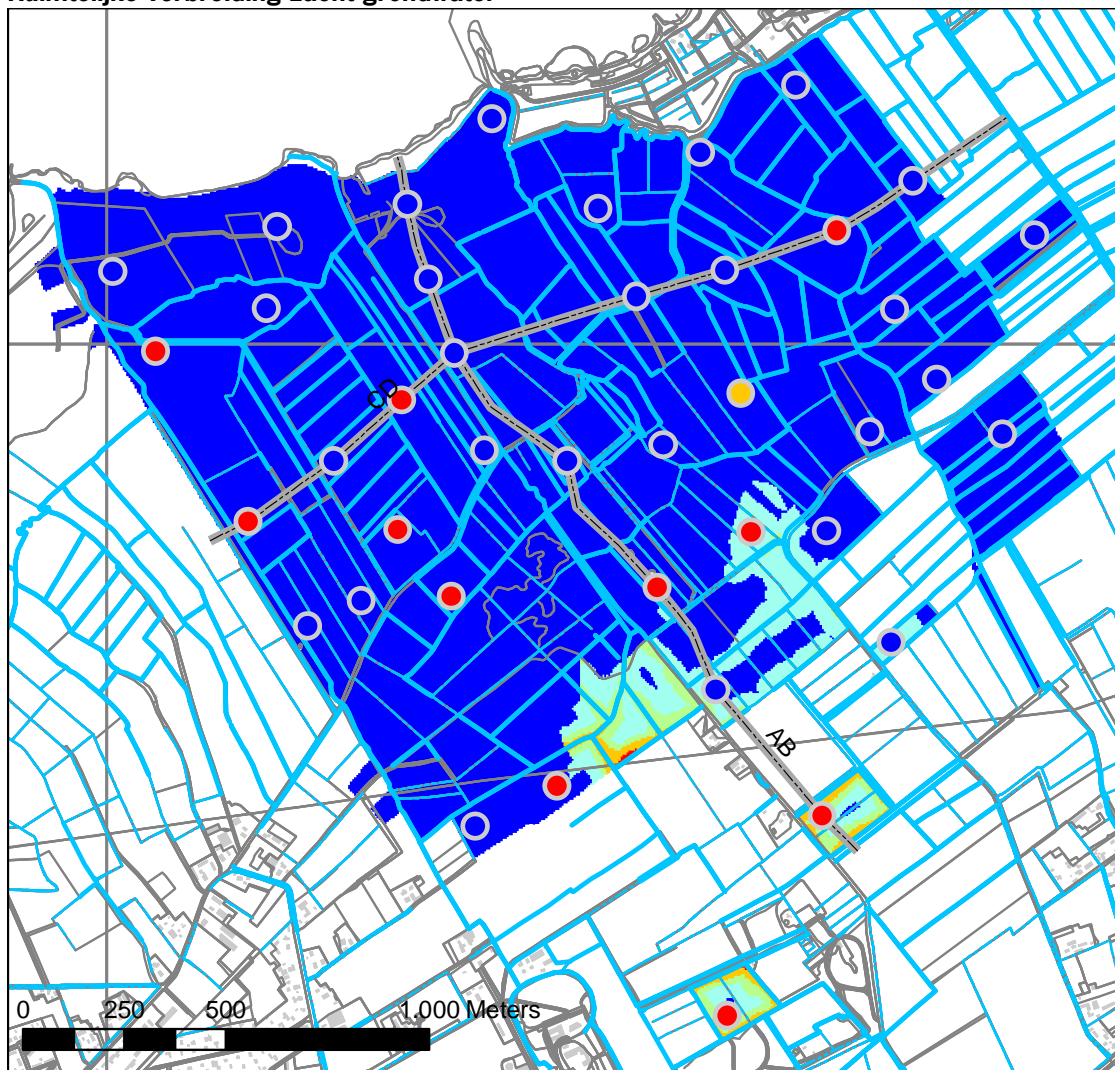
Voorspelling aandeel zacht grondwater in niet bemonsterde locaties



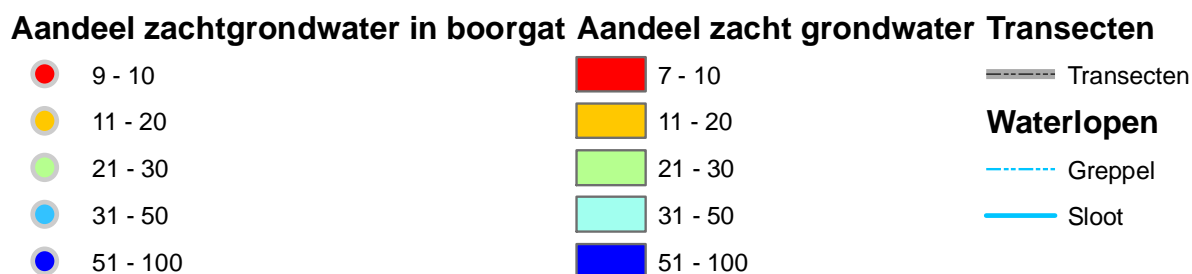
Figuur 19 Logistisch model voor de voorspelling van het aandeel zacht grondwater uit pH en EGV van het grondwater

Met de gecorrigeerde metingen van pH en EGV in de boorgaten bij de bemonsterde locatie is een logistisch regressiemodel afgeleid, waarmee het aandeel zacht grondwater voorspeld kan worden. Bij een gemiddelde pH 6,5 is het aandeel zacht grondwater zeer gering bij EGV < 20 mS/m, maar neemt daarboven zeer snel toe tot vrijwel 100%. Bij een wat lagere pH (6,25) vindt deze stijging pas plaats vanaf EGV = 30 mS/m, maar bij een iets hogere pH (6,75) reeds bij EGV = 10 mS/m.

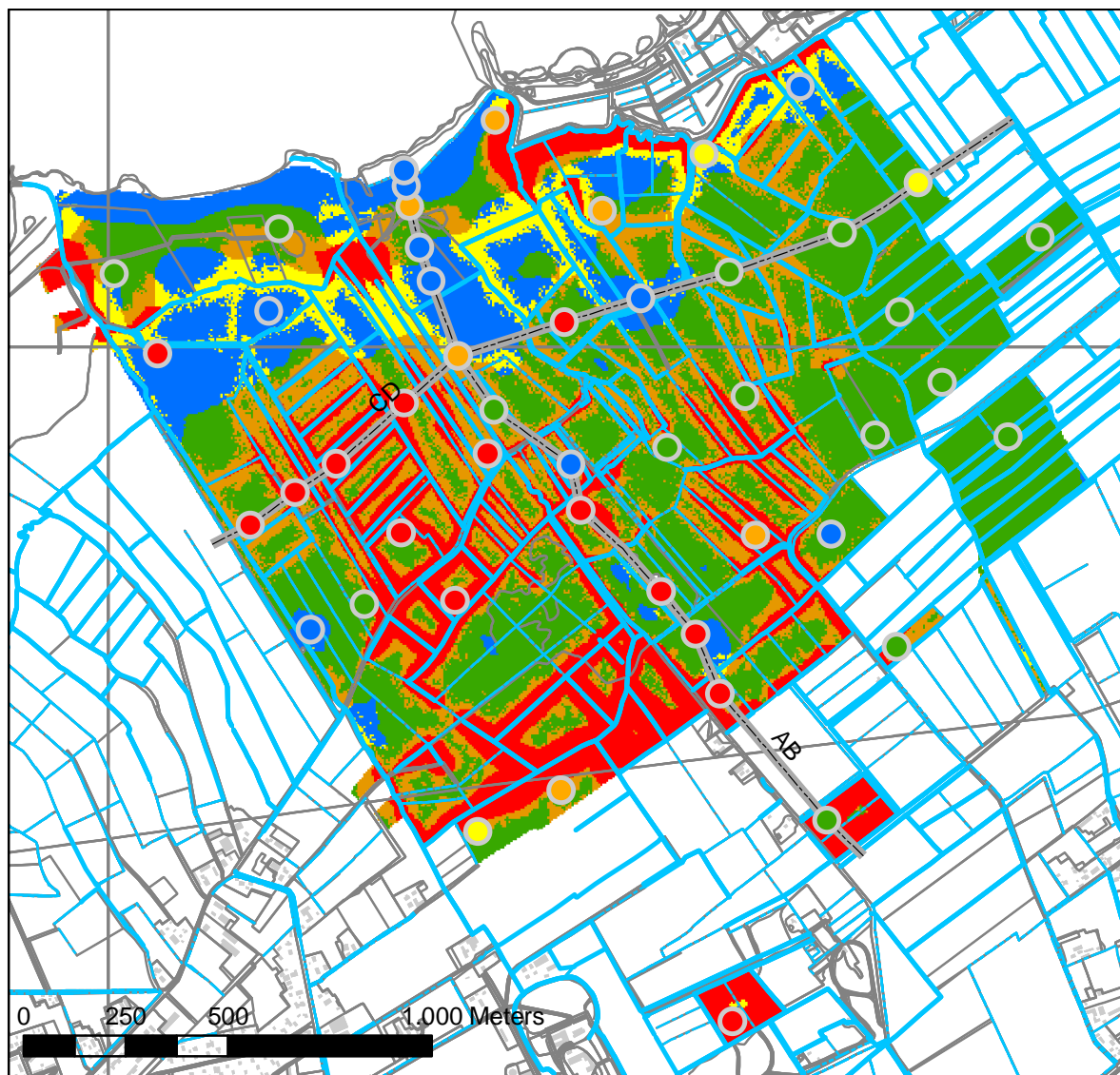
Ruimtelijke verbreiding zacht grondwater



Legenda



Figuur 20 Aandeel zacht grondwater op basis van logistisch model en regressie met hulpvariabelen.



Legenda

Hydrotypen in boorpunten Hydrotypen Transecten

- In
- Rd
- Me
- Ro
- Kw

- In
- Rd
- Me
- Ro
- Kw

— Transecten

Waterlopen

--- Greppel

— Sloot

Figuur 21 Hydrotypen in boorgaten en de ruimtelijke verbreiding op basis van regressie met hulpvariabelen. (Zie ook Tabel 5).

In Figuur 20 is doormiddel van regressie met hulpvariabelen (zie Bijlage 8) het in de met logistische regressie in de boorgaten voorspelde aandeel zacht grondwater vertaald naar een ruimtelijk beeld. In de boorgaten komt volgens het logistisch model vrijwel alleen puur neerslagwater of een groot aandeel (> 50%) grondwater voor. Dat is te verklaren uit het steile verloop van de relatie in Figuur 19. Ook in de niet bemonsterde boorgaten blijkt een laag aandeel zacht grondwater vooral voor te komen ten westen van de Tochtsloot, waar de Hierdense Beek een sterk drainerende werking heeft. De regressie met hulpvariabelen voorspelt in het grootste deel van het gebied een hoog aandeel zacht grondwater, met uitzondering van enkele vlakken in de

buurt van de bovenloop van de Tochtsloot. Dit komt goed overeen met de aanname dat overal in de ondergrond kwelwater van de Veluwe voorkomt.

4.4 Kwelinvloed naar maaiveld (pH) profielen

In Bijlage 7 zijn de pH-profielen van de locaties waar een grondwatermonster genomen is schematisch uitgezet met de calciumverzadiging en de verdeling van de referentiewatertypen. In Figuur 21 is voor alle boorpunten aangegeven tot welk hydrotype zij behoren. Kwelprofielen blijken vooral aangetroffen te worden in de overgangszone van de zandige overslaggronden naar de klei-op veengronden bij in het noorden en verspreid in het gebied. Ten oosten van de Tochtsloot komen veel ondiepe neerslaglenzen voor. In het gebied ten westen van de Tochtsloot en bij de reeds ingerichte percelen van de Leeuweriksweide komen infiltratieprofielen voor.

Het voorkomen van een infiltratieprofiel bij VK04/B002 lijkt in tegenspraak met de bevindingen van Van 't Hullenaar (1999). Volgens Van 't Hullenaar is de aanwezigheid van zuur water in de wortelzone van hogere delen van de Leeuweriksweide niet veroorzaakt door een neerslaglenzen, maar door onvoldoende diep afplaggen van de veraarde top laag. Echter zowel de samenstelling van het watermonster als het pH-profiel en de lage calciumverzadiging wijzen op een vrij sterke neerslaginvloed. Ook uit de stijghoogte analyse van de peilbuizen blijkt geen sterke kwelinvloed. Studenten van IAHL kwamen eerder tot dezelfde conclusie (De Bruin, Coulet et al. 2008).

Ruimtelijke verbreiding hydrotypen

Voor de indeling van pH profielen in hydrotypen zijn drie pH-waarden van belang (Tabel 5):

- pH tussen 0 en 20 cm – mv.
- maximale pH
- pH tussen 20 cm – mv. en GLG

Door gebruik te maken van vlakdekkende hulpinformatie (Bijlage 8) kon voor elk van deze pH-waarden een kaart gemaakt worden die vervolgens met de sleutel in Tabel 5 is gecombineerd tot een kaart met de verbreiding van hydrotypen (Figuur 21). Bij de regressie met hulpvariabelen werd een groot aantal potentieel verklarende variabelen getoetst, waarna door voorwaartse selectie de variabelen met de beste verklarende kracht werden geselecteerd. Hierbij bleken de hydrotypen vooral bepaald te worden door de dikte van het kleidek, relatieve maaiveldhoogte, afstand tot Veluwemeer en sloten en de begindiepte van grof zand, zowel tov maaiveld als NAP (Tabel 7).

Tabel 7 Geselecteerde hulpvariabelen voor modellen hydrotypen (+ = positieve invloed op pH, - = negatieve invloed).

Hulpvariabele	Model		
	pH 0-20	pH max	pH 20 –GLG
Kleidikte	+	+	+
Relatieve maaiveldhoogte 50 m	-	-	
Relatieve maaiveldhoogte 200 m	+		
Afstand Veluwemeerkust		+	+
Afstand tot sloten		+	+
Begindiepte grof zand tov maaiveld			-
Top grof zand tov NAP			-

Het beeld van de met hulpvariabelen geïnterpoleerde hydrotypen komt goed overeen met de puntwaarnemingen, met uitzondering van de ingerichte percelen van de Leeuweriksweide. Daar lijkt het model een wat gunstiger beeld te geven dan in de boorpunten wordt waargenomen. Een verklaring hiervoor is de wat afwijkende hydrologie ten opzichte van de rest van het gebied. In de ingerichte percelen wordt neerslagwater

vastgehouden en dat komt wel tot uiting in de pH-profielen, maar niet in het model omdat de vernattingsmaatregelen hierin niet opgenomen zijn.



Figuur 22 Door de drainerende werking van de diepe sloten wordt kwel afgevangen, zoals hier in het noordelijk deel van de Tochtsloot. Het verzuringseffect is het grootst nabij de sloten en neemt af met de afstand tot de sloten. (Foto Bas van Delft)

In de rest van het gebied is de overeenkomst goed en komt ook overeen met de andere waarnemingen en eerder getrokken conclusies. De invloed van de geselecteerde variabelen is ook uit bodemkundig/hydrologisch oogpunt goed te verklaren.

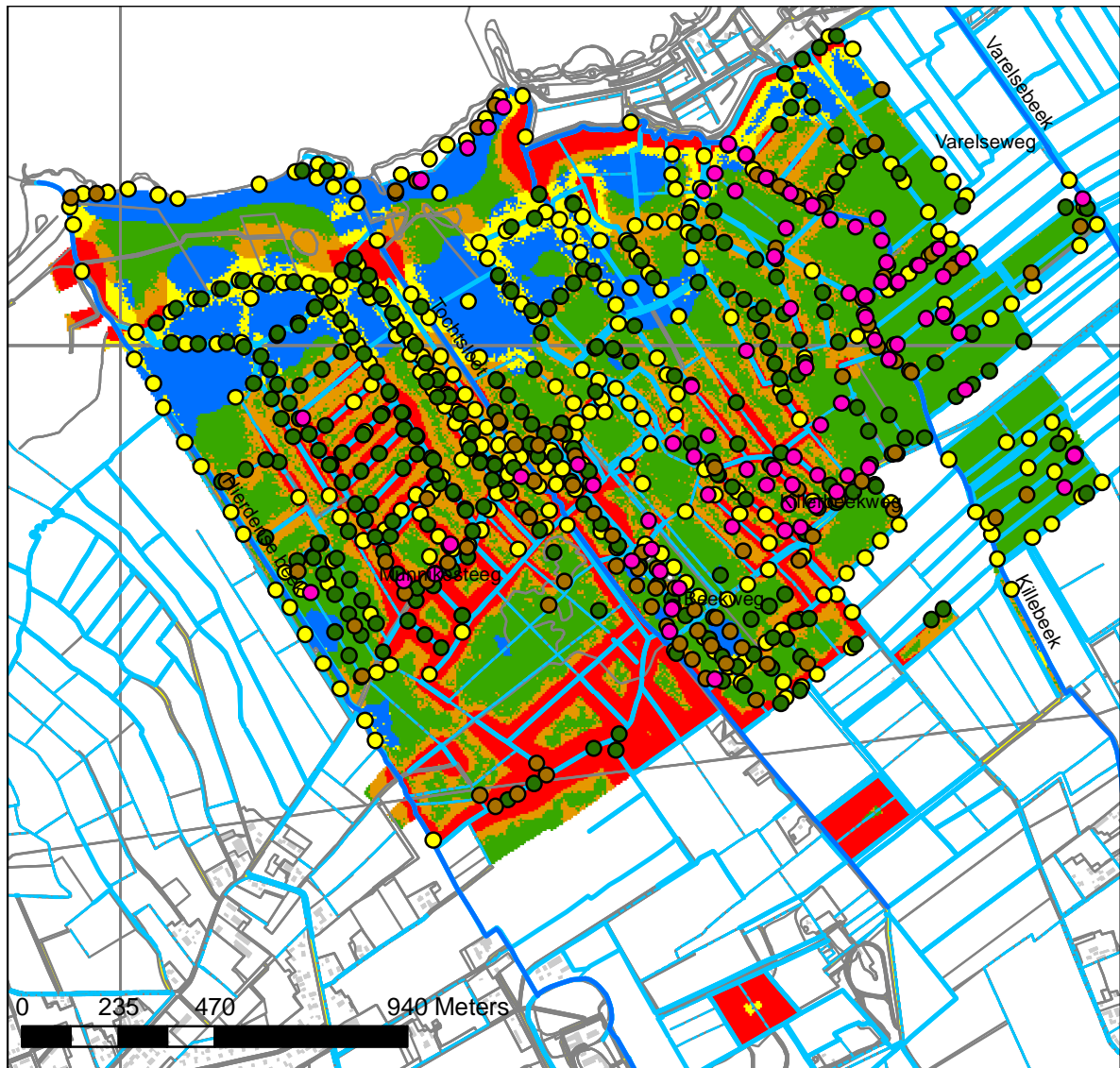
- Dikke kleipakketten gaan over het algemeen ook samen met dikke veenpakketten (zie de transecten in Bijlage 1). Waar deze pakketten dikker zijn, zijn waterlopen (greppels, sloten en beken) ook minder diep of helemaal niet in de zandondergrond ingesneden, zodat minder kwelwater wordt afgevangen.
- Een grotere relatieve maaiveldhoogte binnen 50 m heeft voor de pH van 0 – 20 cm en de maximale pH een negatief effect omdat de kwelflux het maaiveld op de hoogste plekken binnen een perceel niet goed kan bereiken.
- Bij een grotere zoekstraal (200 m) blijkt een relatief hooggelegen locatie in de bovengrond juist een hogere pH te kunnen hebben
- De maximale pH en de pH tussen 20 cm en GLG blijken beiden toe te nemen bij een toenemende afstand tot het Veluwemeer en de sloten, hoewel de afstand tot het Veluwemeer een veel kleinere bijdrage lijkt te hebben dan die tot de sloten. In beide gevallen moet de oorzaak gezocht worden in de drainerende werking die het grootst is dicht bij de sloten. Dat komt het duidelijkst tot uiting langs de sloten in die delen van het gebied met een dun kleidek of waar geen kleidek voorkomt, ten westen van de Tochtsloot en in de Bloemkampen. In het midden van het perceel kan dan nog wel enige kwel doordringen.
- De begindiepte van grof zand ten opzichte van maaiveld en ten opzichte van NAP hebben een tegenstrijdige invloed. Zowel een grotere diepte ten opzichte van maaiveld als een hogere top ten opzichte van NAP hebben een negatieve invloed op de pH tussen 20 cm en GLG. De top ten opzichte van NAP is echter sterker significant ($P = 0,009$ tov $0,038$). Hier betekent het ondieper voorkomen

van grof zand dat de doorlatendheid veel groter is en dat kwelwater sneller wordt afgevoerd naar de sloten.

4.5 Kwelindicatoren

Van een viertal kwelindicerende plantensoorten die in de florakartering van 2010 zijn opgenomen (Eichhorn 2010) is in Figuur 23 de verbreiding uitgezet tegen de geïnterpoleerde hydrotypen. Vrijwel in het hele gebied komen kwelindicatoren voor, maar deze blijken voornamelijk langs waterlopen voor te komen. Daarvoor zijn meerdere verklaringen mogelijk.

- Uit de eerdere analyses blijkt dat kwelwater voor een groot deel wordt afgebogen naar de sloten en beken in het gebied. De oppervlaktewatermonsters en de veldmetingen van pH en EGV in oppervlaktewater (Bijlage 6) bevestigen dit beeld. Het is dus niet verwonderlijk dat in veel watergangen kwelindicatoren worden gevonden. Overigens valt hierbij het ontbreken van Holpijp langs de Hierdense Beek op. Hier is alleen op een aantal locaties Dotterbloem aangetroffen. Waterkruiskruid wordt vooral ten oosten van de Tochtsloot gevonden, met name langs de Killenbeek en ten oosten van Bloemkampen, in percelen die aangeduid worden als Het Keldertje. Hier zou de soort optreden als eerste fase in de omvorming van landbouwgronden naar natuur, waarbij de bodem nog te voedselrijk is voor de associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid (De Bruin, Coulet et al. 2008).
- Het ontbreken van kwelindicatoren op de percelen hoeft niet te betekenen dat daar geen kwel zou voorkomen. Het kan ook veroorzaakt worden door een te hoog trofieniveau als gevolg van bemesting.
- In Figuur 24 zijn de groeiplaatsen langs de waterlopen weggelaten door alleen punten te selecteren die op minimaal 10 m van een waterloop staan. Daarvoor is in deze afstand in ArcGis bepaald. Kwelindicerende plantensoorten op terrestrische groeiplaatsen blijken dan toch vooral voor te komen waar volgens de hydrotypenkaart kwel aan of dicht bij maaiveld komt (kwelprofielen en ondiepe neerslaglenzen).
- Voor de ingerichte percelen van de Leeuwerikswede lijkt het voorkomen van kwelindicerende plantensoorten op de percelen in tegenspraak met de eerdere conclusie dat hier weinig kwel voorkomt. In Figuur 25 is voor Leeuwerikswede en omgeving de verbreiding van kwelindicatoren aangegeven met de maaiveldhoogte en de waterlopen. De meeste waarnemingen zijn inderdaad langs waterlopen gedaan. Dat geldt vooral voor Dotterbloem en Holpijp (Figuur 26). Het voorkomen van overige waarnemingen, met name van Veldrus langs rechte lijnen doet vermoeden dat hier toch ook sprake is van een greppel. Het lijkt er op dat kwelinvloed toch beperkt is tot de directe omgeving van sloten en greppels en enkele lagere delen van de percelen waar ook door Van 't Hullenaar de grootste kwelinvloed werd gevonden (mits afvoer van neerslagwater gegarandeerd is). Op delen waar veel regenwater blijft staan groeit immers ook veel veenmos (eigen waarneming). Door studenten van IAHL werden zuurindicerende soorten vooral gevonden in afvoerloze laagtes, waar neerslagwater stagneert (De Bruin, Coulet et al. 2008).



Legenda

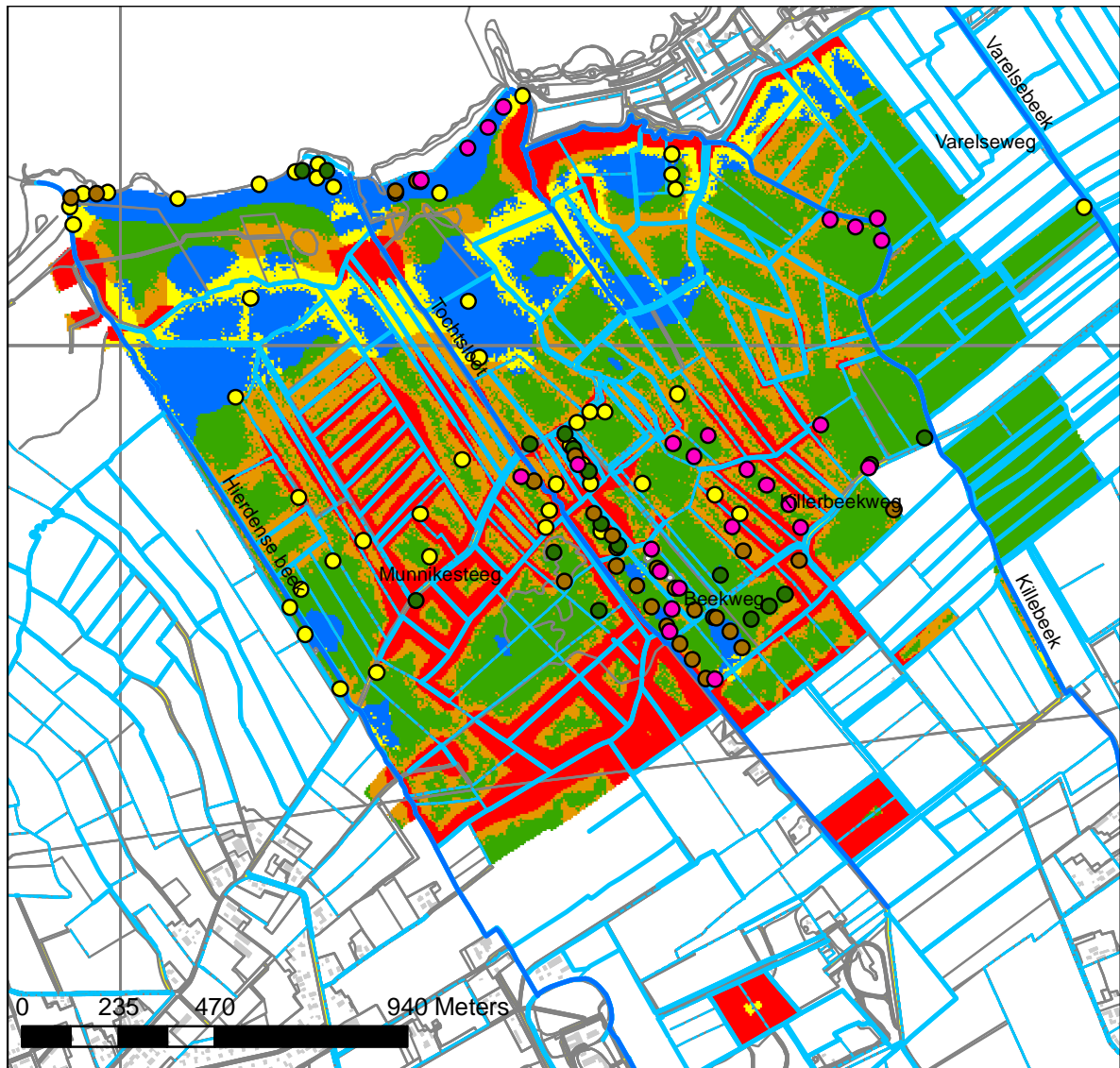
Flora

- Dotterbloem (328)
- Holpijp (276)
- Veldrus (88)
- Waterkruiskruid (78)

Hydrotypen Waterlopen

- In
- Rd
- Me
- Ro
- Kw
- Greppel
- Sloot
- Beken

Figuur 23 Vergelijking hydrotypen met verbreiding van kwelindicatoren. Tussen haakjes staat het aantal waarnemingen (Bron floragegevens: Eichhorn 2010).

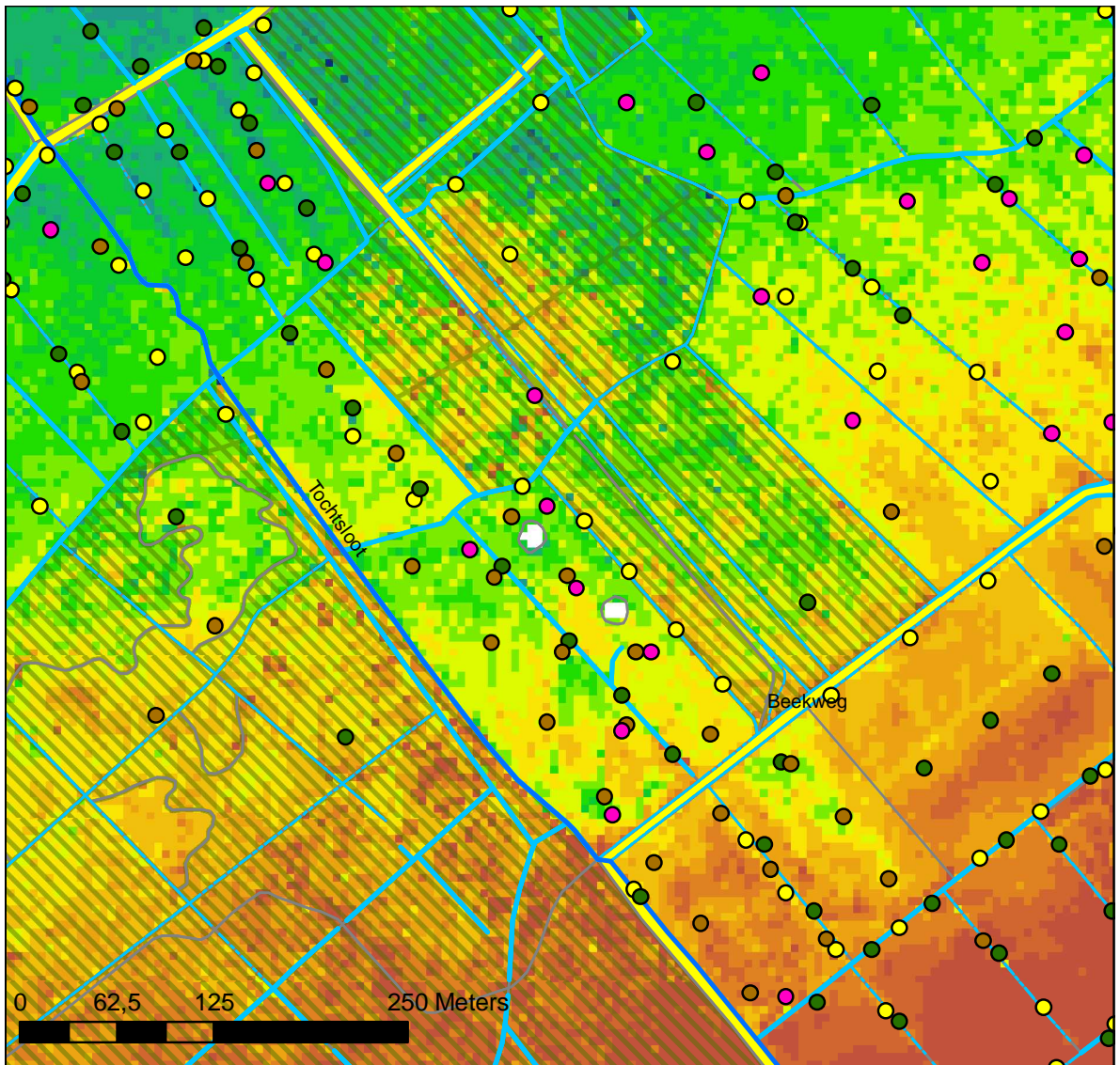


Legenda

Flora terrestrische groeiplaatsen Hydrotypen Waterlopen

● Dotterbloem (48)	■ In	--- Greppel
● Holpijp (18)	■ Rd	— Sloot
● Veldrus (25)	■ Me	— Beken
● Waterkruiskruid (26)	■ Ro	
	■ Kw	

Figuur 24 Vergelijking hydrotypen met verbreiding van kwelindicatoren op terrestrische groeiplaatsen Tussen haakjes staat het aantal waarnemingen (Bron floragegevens : Eichhorn 2010).



Legenda

Flora

- Dotterbloem (328)
- Holpijp (276)
- Veldrus (88)
- Waterkruiskruid (78)

Waterlopen

- Greppel
- Sloot

Maaiveldhoogte (cm + NAP)

VALUE

- < 100
- 101 - 110
- 111 - 120
- 121 - 130
- 131 - 140
- 141 - 150
- 151 - 160

- 161 - 170
- 171 - 180
- 181 - 190
- 191 - 200
- 201 - 210
- 211 - 220
- 221 - 230
- 231 - 240

Figuur 25 Verbreiding van kwelindicatoren in Leeuweriksweide en omgeving tegen maaiveldhoogte en waterlopen. De gearceerde vlakken zijn bospercelen (Bron floragegevens: Eichhorn 2010).



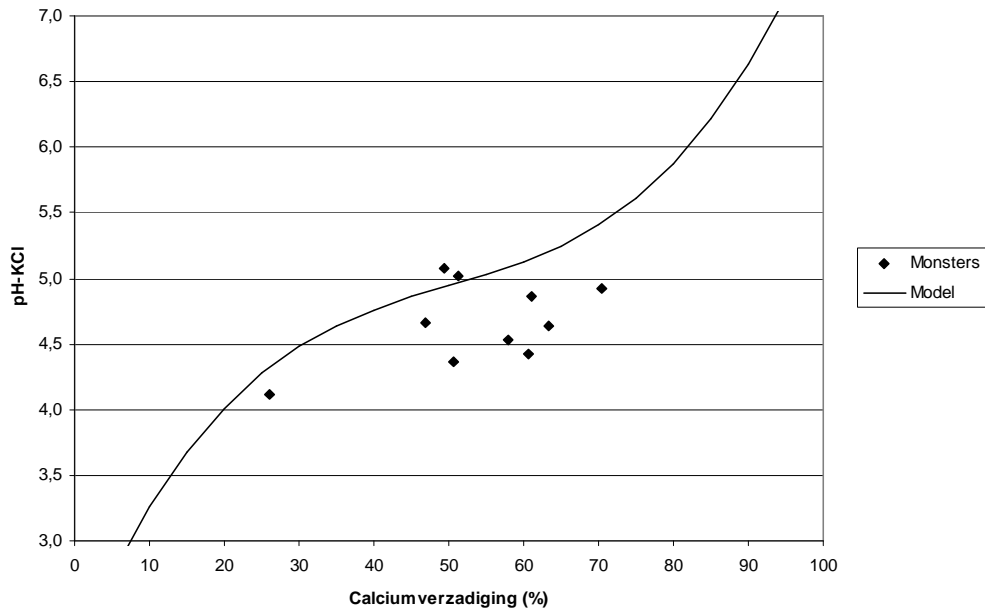
Figuur 26 Ook bij Leeuweriksweide is het voorkomen van kwelindicerende plantensoorten als Dotterbloem beperkt tot de sloten en greppels (foto Bas van Delft)

4.6 Zuur/Basentoestand

Op 10 locaties waar de grondwatermonsters genomen zijn (zie Figuur 3), zijn tevens bodemmonsters genomen waar pH-KCl en Calciumverzadiging aan bepaald zijn. De analysesresultaten zijn opgenomen in Tabel 8. In Figuur 27 zijn voor deze monsters pH-KCl en calciumverzadiging tegen elkaar uitgezet.

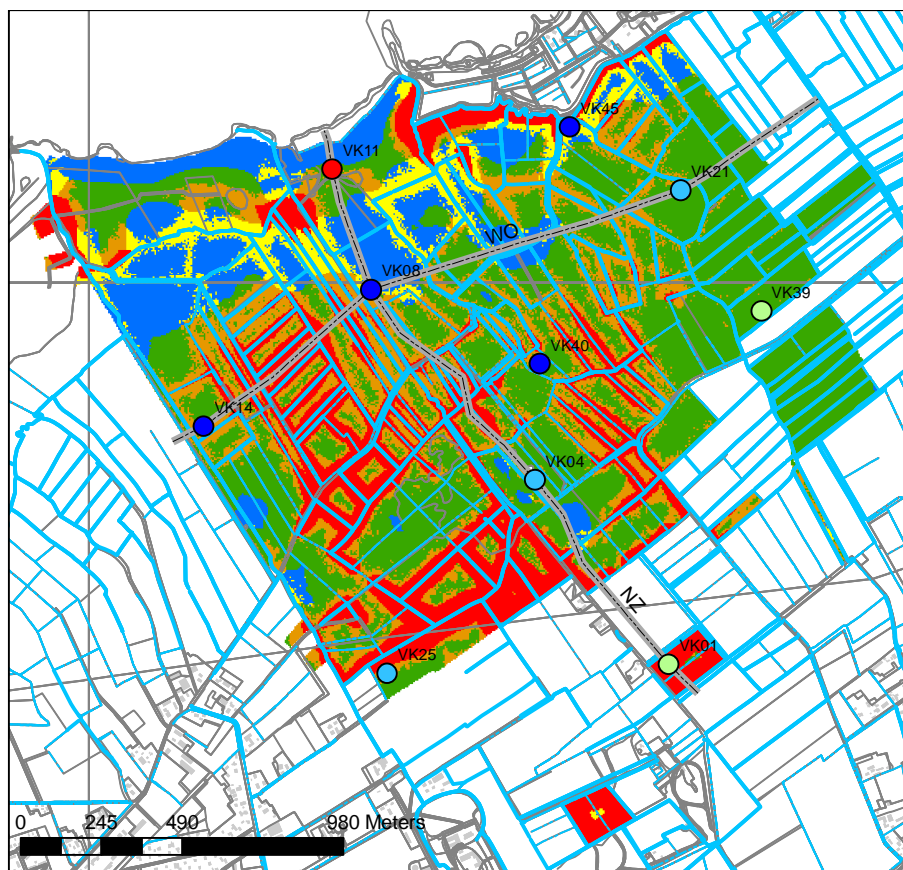
Tabel 8 Analysesresultaten zuurgraad bodemmonsters

Monster	Diepte cm - mv.	CEC [cmol(+)/kg]	Ca-uitw	Mg-uitw	pH-KCl	Basenverzadiging	
						Ca %	Ca + Mg
VK01	0-15	18,60	9,20	1,66	5,08	49,46	58,37
VK04	0-15	97,00	49,20	2,70	4,37	50,72	53,50
VK08	0-20	40,30	24,60	4,41	4,86	61,04	71,98
VK11	0-15	10,10	2,64	0,65	4,11	26,14	32,60
VK14	0-20	70,00	42,50	3,99	4,43	60,71	66,42
VK21	0-15	56,20	32,50	7,65	4,53	57,83	71,44
VK25	0-20	16,40	8,42	1,25	5,02	51,34	58,98
VK39	0-15	8,14	3,82	0,58	4,66	46,93	54,01
VK40	0-15	73,10	46,30	8,10	4,64	63,34	74,42
VK45	0-15	28,30	19,90	3,86	4,92	70,32	83,97



Figuur 27 Relatie tussen pH-KCl en calciumverzadiging in 10 bodemmonsters

De ruimtelijke verbreiding is weergegeven in Figuur 28. In alle monsters, op VK11 na is de calciumverzadiging hoger dan 40%. Deze loopt op tot ruim 70% bij VK45. De hoogste waarden worden gevonden in de kwelzone op de overgang van de overslaggronden naar de klei-op veengronden en (VK08 en VK45), maar ook bij twee punten in de zone waar vooral (ondiepe) neerslaglenzen voorkomen (VK14 en VK40), waarbij opvallend is dat VK14 als punt een infiltratieprofiel heeft. Naar het oosten en zuiden neemt de calciumverzadiging in de bodemmonsters af, hoewel deze nog ruim boven de 30% blijft. Bij VK11, op de rug met grofzandige overslaggronden is de calciumverzadiging het laagst. Aan het pH-profiel (Bijlage 7) is duidelijk te zien dat hier sprake is van een (diepe) neerslaglens. Het aandeel zacht grondwater is zeer hoog en de pH van de kalkrijke zavel onder GLG niveau is 7,0. Hoger in het profiel loopt deze echter snel terug tot matig zuur. Het zachte grondwater heeft in dit deel van het profiel duidelijk geen invloed.



Legenda

Calciumverzadiging Hydrotypen Transecten		
● 26 - 30	■ In	— Transecten
● 31 - 40	■ Rd	Waterlopen
● 41 - 50	■ Me	--- Greppel
● 51 - 60	■ Ro	— Sloop
● 61 - 70	■ Kw	

Figuur 28 Calciumverzadiging in bodemonsters

4.7 Grondwaterstromen in de transecten

In de transecten (Bijlage 2) zijn indicatieve grondwaterstromen in het onderzochte deel van het profiel doormiddel van pijlen weergegeven. Met blauw zijn de vermoedelijke kwelstromen weergegeven en met rood de infiltratie van neerslagwater. In de balk boven de transecten zijn ook de hydrotypen aangegeven die indicatief zijn voor de mate waarin neerslagwater in de bodem doordringt (zie 4.4) Dit wordt mede bepaald door de ontwateringsdiepte en de daarmee samenhangende bergingscapaciteit. De bergingscapaciteit is mede afhankelijk van de textuur en het poriënvolume. In zand is deze groter dan bij veen. In klei is deze het kleinst.

Door de diepe sloten en beken wordt met name bij een dunnere deklaag (veen en klei) veel kwelwater afgevangen. Maar ook waar bij een dikkere deklaag wordt de kwelstroom vaak afgebogen naar de waterlopen als deze door de deklaag heen gegraven zijn of bij een hoge dichtheid van sloten. Dat laatste lijkt een rol te spelen in het WO transect, ten westen van de Tochtsloop. Hier komen ondanks een vrij dikke deklaag toch infiltratieprofielen en diepe neerslaglenzen voor. In een vergelijkbaar traject ten oosten van de Tochtsloop met minder sloten komen kwelprofielen en ondiepe neerslaglenzen voor.

4.8 Conclusies Ecohydrologie

- Over oppervlaktewaterpeilen is niet veel bekend
- Beken en sloten blijven altijd water voeren, hetgeen een aanwijzing is voor aanvoer van kwelwater vanaf de Veluwe.
- De meeste kwel wordt afgevoerd door Killenbeek en Varelse beek
- Naast een grondwaterstands daling als gevolg van de inpoldering van oostelijk Flevoland zorgen de lage drainagebasis in de beken en sloten en de grote doorlatendheid van de zandondergrond voor verdroging in de Veluwemeerkust
- Volgens modelstudies kan voor het TOP-lijstgebied Hierdense Beek/Bloemkampen uitgegaan van een kwelflux van 0 – 2 mm/dag. Deze kwel wordt echter grotendeels afgevangen door de diepe ligging van beken en sloten.
- Uit de vergelijking van stijghoogtes in peilbuizen met meer filters kon voor de Leeuweriksweide geen kwel worden aangetoond en lijkt voor de noordoosthoek van bosreservaat het Grote Weiland sprake van wegzijging. Voor de rest van het gebied zijn geen meetpunten met meer filters beschikbaar.
- Het dempen van een sloot in de Leeuweriksweide heeft geleid tot een grondwaterstandsverhoging van ca 10 cm. In droge perioden komt de stijghoogte overeen met het peil in de Tochtsloot, in natte perioden is het ongeveer 10 cm hoger dan de beek.
- De peilbuizen hebben een geringe fluctuatie, wat een aanwijzing is voor kwel. Pieken als gevolg van neerslag dempen snel weer uit door de diepe drainagebasis.
- Bij de buizen B009 en B013 is de stijghoogte ca 20 cm hoger dan de GLG die vooral bepaald wordt door de diepte van de waterlopen. Kwel komt dan minder hoog in het profiel en verdwijnt in de sloten.
- Door opstuwing in de Killenbeek (B011 en B012) en het dempen van een sloot (B002) komt de GLG meer in overeenstemming met de stijghoogte.
- De beste manier om de grondwaterstanden te verhogen en te voorkomen dat kwel in de sloten wordt weggevangen is het verondiepen van de sloten, liefst tot aan de onderkant van de slecht doorlatende veen en kleipakketten.
- Onder het hele gebied komt schoon, zacht grondwater voor dat afkomstig is van de Veluwe. Als gevolg van de diepe ontwatering in delen van het gebied is plaatselijk ook een vrij groot aandeel regenwater aanwezig.
- Bij de Leeuweriksweide waar vernattingsmaatregelen genomen zijn en in het opgestuwde deel van de Killenbeek komt ook een groot aandeel neerslagwater voor, hetgeen erop wijst dat door deze maatregelen de afvoer van neerslagwater onvoldoende verzekerd is en dit het kwelwater gedeeltelijk kan verdringen.
- Kwelinvloed tot in de wortelzone komt voor in het noordwesten, in de overgangszone van de overslaggronden naar de klei-op veengronden en in noordelijke richting naar het Veluwemeer. Ten oosten van de Tochtsloot komt kwel vrij dicht in de buurt van de wortelzone, maar komen toch ondiepe neerslaglenzen voor.
- Door de drainerende invloed van de Hierdense beek en omdat de afsluitende pakketten daar dunner zijn is de invloed van kwel ten westen van de Tochtsloot veel geringer en komen daar ook veel diepe neerslaglenzen en infiltratieprofielen voor.
- In de Leeuweriksweide is door de vernatting de neerslaginvloed sterk toegenomen.
- In vrijwel het hele gebied komen kwelindicerende plantensoorten voor langs de waterlopen omdat deze overall zacht grondwater afvoeren.
- Het ontbreken van kwelindicerende plantensoorten op de percelen hoeft niet per sé een gevolg te zijn van het ontbreken van kwel in de wortelzone. Het kan ook een gevolg zijn van een te voedselrijke bovengrond.

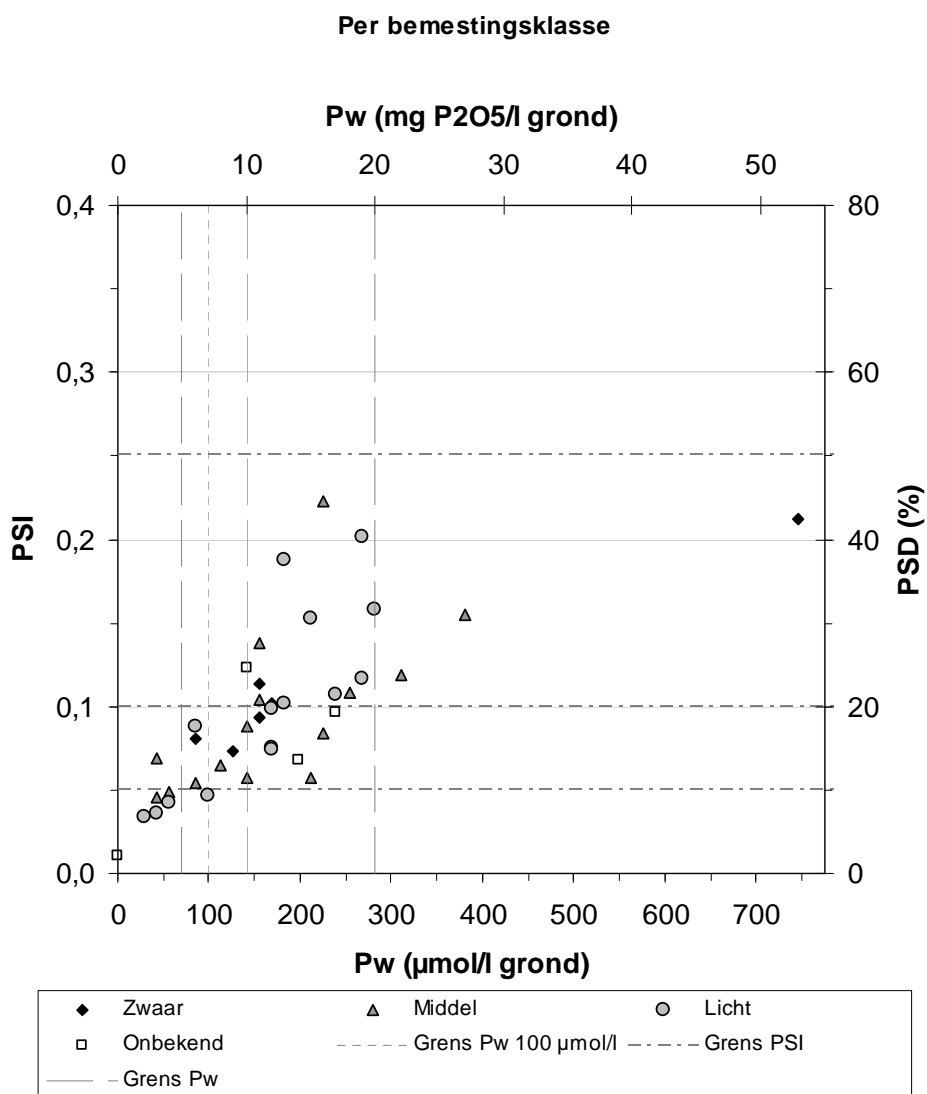
- Voor zover deze soorten voorkomen op de percelen komt dit overeen met het in de hydrotypenkaart aangegeven voorkomen van kwelprofielen
- Ondanks de toegenomen neerslaginvloed in de Leeuweriksweide komen hier nog vrij veel kwelindicerende plantensoorten voor. Deze blijken echter gebonden aan de sloten en greppels waar de kwel naar toe stroomt. Op de percelen en met name in afvoerloze laagten komen veel zuurindicerende soorten voor.
- In de meeste bovengronden is de calciumverzadiging tussen 40 en 70%, In de grofzandige overslaggronden is deze door uitspoeling lager.

5 Fosfaattoestand

5.1 Resultaten eerste bemonsteringsronde

5.1.1 Analyses bovengrond

De stratificatie is gebaseerd op een vooraf ingeschatte bemestingsdruk en de aard van de bovengronden omdat de bemestingsdruk bepalend is voor de totale hoeveelheid fosfaat en de aard van de bovengrond bepalend is voor de wijze waarop fosfaat gebonden wordt in de bodem (zie 2.1.1).



Figuur 29 Relatie Pw-PSI voor de bovengrondmonsters, per bemestingsklasse

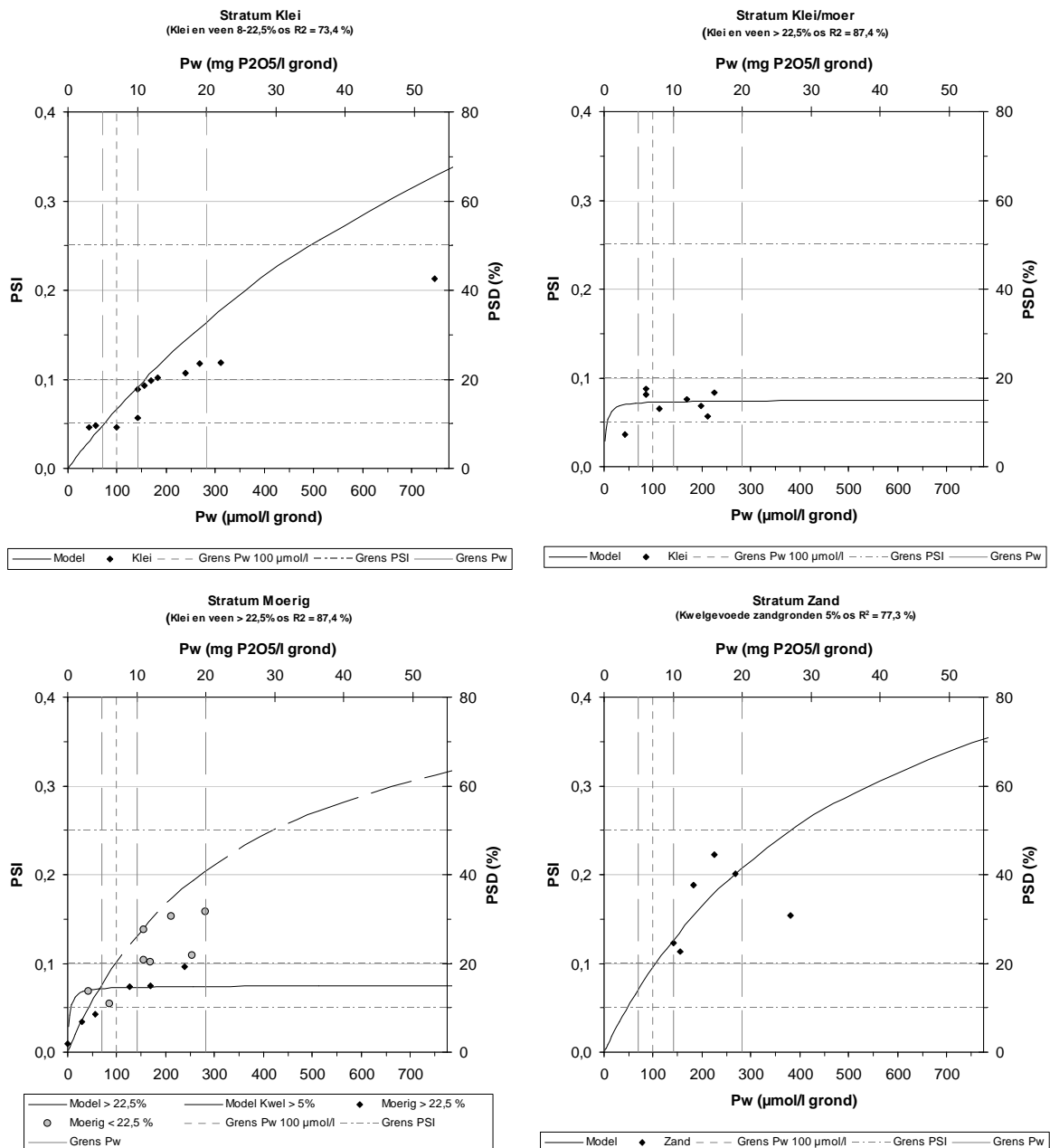
De vooraf ingeschatte bemestingsdruk lijkt niet van invloed op de fosfaattoestand. In alle bemestingsklassen komen hoge en lage waarden voor van de Pw en PSI (Figuur 29). Dit zou eventueel toegeschreven kunnen

worden aan verschillen in fosfaatgedrag tussen de bodemtypen. De totale hoeveelheid geadsorbeerd P (Pox) verschilt echter ook niet duidelijk tussen de bemestingsklassen (Tabel 9). Wel lijkt er een verschil te zijn in de geaccumuleerde hoeveelheid Pox tussen bodemtypen. Bij zandgronden is dat gemiddeld de helft van de hoeveelheid bij kleiige bovengronden en kleiig moerige bovengronden en ook beduidend minder dan bij de moerige gronden. Omdat de P-buffer (Feox + Alox) bij zandgronden veel lager is dan bij de andere bodems komen hier toch ook hoge waarden voor PSI en Pw voor. Gemiddeld is PSI het hoogst bij de zandgronden.

Tabel 9 Gemiddelde en standaardafwijking (tussen haakjes) per stratum van enkele bepalingen in de eerste bemonsteringsronde.

Pox (mg/kg)	Bemesting				
Bovengrond	Licht	Middel	Zwaar	Onbekend	Eindtotaal
Klei	693 (210)	741 (473)	693 (13)		713 (313)
Klei/Moer	809 (388)	881 (184)	720 (-)	1115 (-)	863 (257)
Moerig	769 (122)	337 (382)	636 (159)	795 (878)	599 (393)
Zand	314 (81)	472 (469)	379 (-)	239 (-)	365 (233)
Eindtotaal	691 (254)	599 (421)	626 (144)	736 (624)	651 (349)
P Buffer (mmol/kg)	Bemesting				
Bovengrond	Licht	Middel	Zwaar	Onbekend	Eindtotaal
Klei	243 (48)	332 (127)	174 (99)		269 (106)
Klei/Moer	392 (106)	417 (55)	288 (-)	528 (-)	405 (91)
Moerig	374 (211)	126 (126)	248 (116)	514 (58)	287 (203)
Zand	52 (11)	94 (104)	108 (-)	63 (-)	77 (53)
Eindtotaal	291 (169)	248 (167)	206 (95)	404 (230)	274 (168)
PSI	Bemesting				
Bovengrond	Licht	Middel	Zwaar	Onbekend	Eindtotaal
Klei	0,094 (0,028)	0,072 (0,031)	0,153 (0,084)		0,095 (0,046)
Klei/Moer	0,067 (0,027)	0,068 (0,013)	0,081 (-)	0,068 (-)	0,069 (0,017)
Moerig	0,092 (0,059)	0,095 (0,033)	0,088 (0,02)	0,053 (0,061)	0,087 (0,044)
Zand	0,195 (0,009)	0,189 (0,048)	0,113 (-)	0,123 (-)	0,167 (0,044)
Eindtotaal	0,102 (0,054)	0,094 (0,049)	0,112 (0,051)	0,074 (0,048)	0,098 (0,05)
Pw (mg p205/l)	Bemesting				
Bovengrond	Licht	Middel	Zwaar	Onbekend	Eindtotaal
Klei	13,6 (4,7)	9,8 (7,6)	32 (29,7)		15,1 (13,2)
Klei/Moer	7 (4,6)	13 (4,4)	6 (-)	14 (-)	10 (4,9)
Moerig	10,6 (7,5)	9,8 (5,7)	10,5 (2,1)	8,5 (12)	10 (6,3)
Zand	16 (4,2)	21,5 (7,8)	11 (-)	10 (-)	16 (6,3)
Eindtotaal	11,6 (6)	12 (7)	17 (17,8)	10,3 (7,4)	12,4 (8,9)

In Figuur 30 is de relatie Pw-PSI voor de eerste bemonsteringsronde weergegeven per bodemstratum. Naast de punten zijn lijnen weergegeven die een adsorptie-isotherm beschrijven die is afgeleid voor monsters uit de Alterra-database in een vergelijkbare klasse voor textuur en organische stof. Over het algemeen komen de waarden voor de monsters van Veluwemeerkust goed overeen met deze modellen. Bij de moerige gronden (vWz) blijkt dat een deel van de monsters duidelijk boven de lijn van het model voor bodems met > 22,5 % organische stof liggen. Uit de analyse blijkt dat deze bovengronden ook een lager organische stofgehalte hebben en dus eigenlijk bij de zandgronden horen. De stratificatie is gebaseerd op de bodemkaart van Nederland (1 : 50 000). Als gevolg van diepe grondbewerking of oxidatie van het veen hebben zij nu een zandige bovengrond. In de grafiek is daarom ook het model toegevoegd van kwelgevoede zandgronden met ≥ 5% organische stof. Deze punten lijken daar beter bij te passen.



Figuur 30 Relatie Pw-PSI voor de bodemstrata in de eerste bemonsteringsronde

5.1.2 Analyses ondergrond

Op basis van de PSI kan aangegeven worden of bij de fosfaattoestand in de huidige bovengrond ontwikkeling van schrale vegetaties mogelijk is (Kemmers, Brouwer et al. 2008). Bij de beoordeling van de fosfaattoestand (Bijlage 10) is hiermee rekening gehouden door bij gronden met > 22,5 % organische stof de streefwaarde voor PSI lager te maken dan bij gronden met minder organische stof (zie Tabel 10).

Om te bepalen in welke gevallen de analyse van de tweede bemonsterd laag zinvol is, wordt uitgegaan van de kansrijkdom van de gewenste vegetaties in de huidige bovengrond (zie Bijlage 10). Als dit mogelijk lijkt zonder uitmijnen of afgraven (maatregel = N) is afgraven zeker niet nodig en dus ook niet het analyseren van de tweede laag. In Tabel 11 is per bemonsterde locatie aangegeven of de analyse van het tweede monster

wenselijk is, afhankelijk van het na te streven vegetatietype. Als Dotterbloemhooiland wordt nagestreefd, zijn 20 extra analyses noodzakelijk. Voor blauwgrasland zijn de criteria voor de hoeveelheid Pox strenger (maximaal 200 mg/kg ipv 1000 mg/kg). In dat geval zijn 29 extra analyses nodig. In overleg met de opdrachtgever is gekozen voor analyse van 20 ondergrondmonsters omdat vooral Dotterbloemhooiland zal worden nagestreefd.

Tabel 10 Criteria voor de fosfaatverzadigingsindex (PSI) uitgesplitst naar organische stofklassen en aanwezigheid van kleidekken, waarbij de condities ongeschikt, kansrijk of geschikt zijn voor natuurontwikkeling.

PSI	Organische stofklassen (%)			
	0-8	9-22,5	>22,5	
			met klei	zonder klei
> 0.2	ongeschikt/afgraven			
0.1 - 0.2	Kansrijk na uitmijnen		ongeschikt	
0.05 - 0.1	geschikt		kansrijk na uitmijnen	
<0.05	geschikt			

Tabel 11 Wenselijkheid analyse tweede laag, afhankelijk van gewenst natuurdoeltype

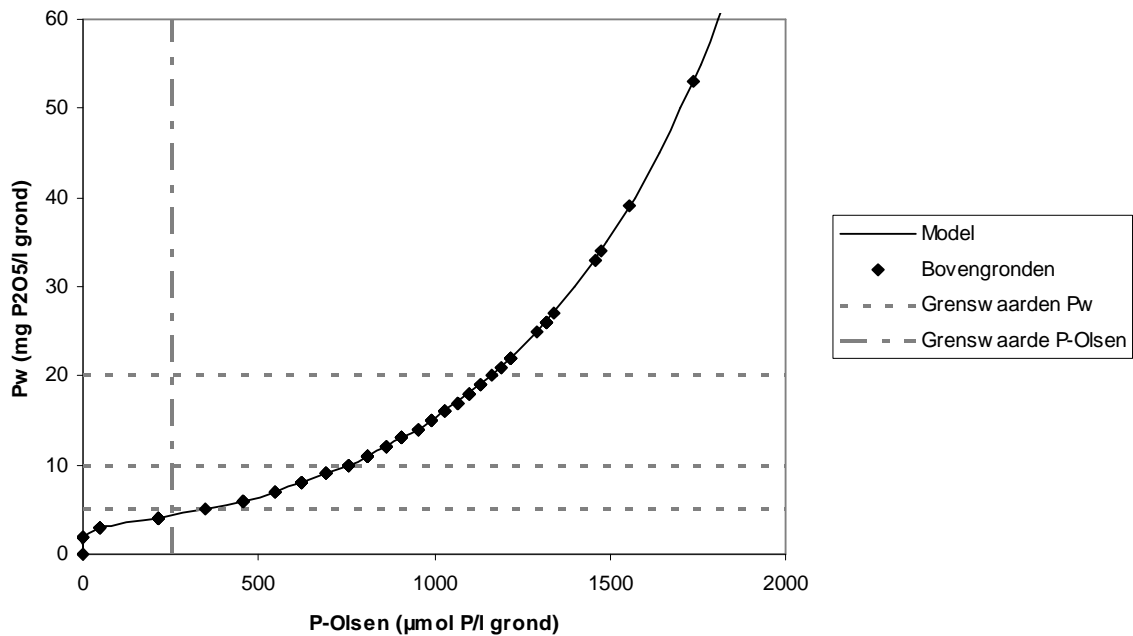
	Extra analyse nodig			Extra analyse nodig	
	Dotterbloem	Blauwgrasland		Dotterbloem	Dotterbloem
VK01W	ja	ja	VK29M	ja	ja
VK02M	ja	ja	VK30M	nee	nee
VK04W	nee	nee	VK31M	nee	ja
VK06M	ja	ja	VK32M	nee	ja
VK08W	ja	ja	VK33M	nee	ja
VK09M	nee	nee	VK34M	ja	ja
VK11W	ja	ja	VK35M	ja	ja
VK14W	nee	nee	VK36M	nee	nee
VK16M	ja	ja	VK37M	nee	nee
VK17M	nee	nee	VK38M	nee	nee
VK19M	ja	ja	VK39W	nee	nee
VK20M	ja	ja	VK40W	ja	ja
VK21W	ja	ja	VK41M	ja	ja
VK22M	nee	nee	VK42M	ja	ja
VK23M	ja	ja	VK43M	ja	ja
VK24M	nee	ja	VK44M	nee	ja
VK25W	nee	ja	VK45W	nee	ja
VK26M	nee	ja	VK46M	nee	ja
VK27M	ja	ja	VK47M	ja	ja
VK28M	ja	ja	VK48M	nee	nee

Van de locaties waar de bovengrond te voedselrijk is voor Dotterbloemhooiland en uitmijnen of afgraven overwogen moet worden (N = 20, zie Tabel 11) is de 2e laag geanalyseerd. Hier is de fosfaattoestand in 17 gevallen zonder aanvullende maatregelen gunstig (Bijlage 10). Dat betekent dat indien afgraven overwogen zou worden, geen aanvullende maatregelen nodig zouden zijn. De enige 3 locaties waar de fosfaattoestand na afgraven nog te hoog zou zijn liggen allen in grofzandige overslaggronden langs de Veluwemeerkust (VK11, VK35 en VK47). Hier zou dan na afgraven verder uitgemijnd moeten worden. Het is de vraag of afgraven dan nuttig is. De huidige bovengrond is door verschralen of uitmijnen ook goed te verbeteren. Bovendien zijn deze gronden niet geschikt voor Dotterbloemhooiland en zou afgraven aantasting van de geomorfologische waarde

tot gevolg hebben. Dat hier fosfaat is uitgespoeld is goed te begrijpen omdat de grofzandige bodem een zeer laag fosfaatbindend vermogen heeft. Bij alle andere locaties is geen of weinig fosfaat uitgespoeld.

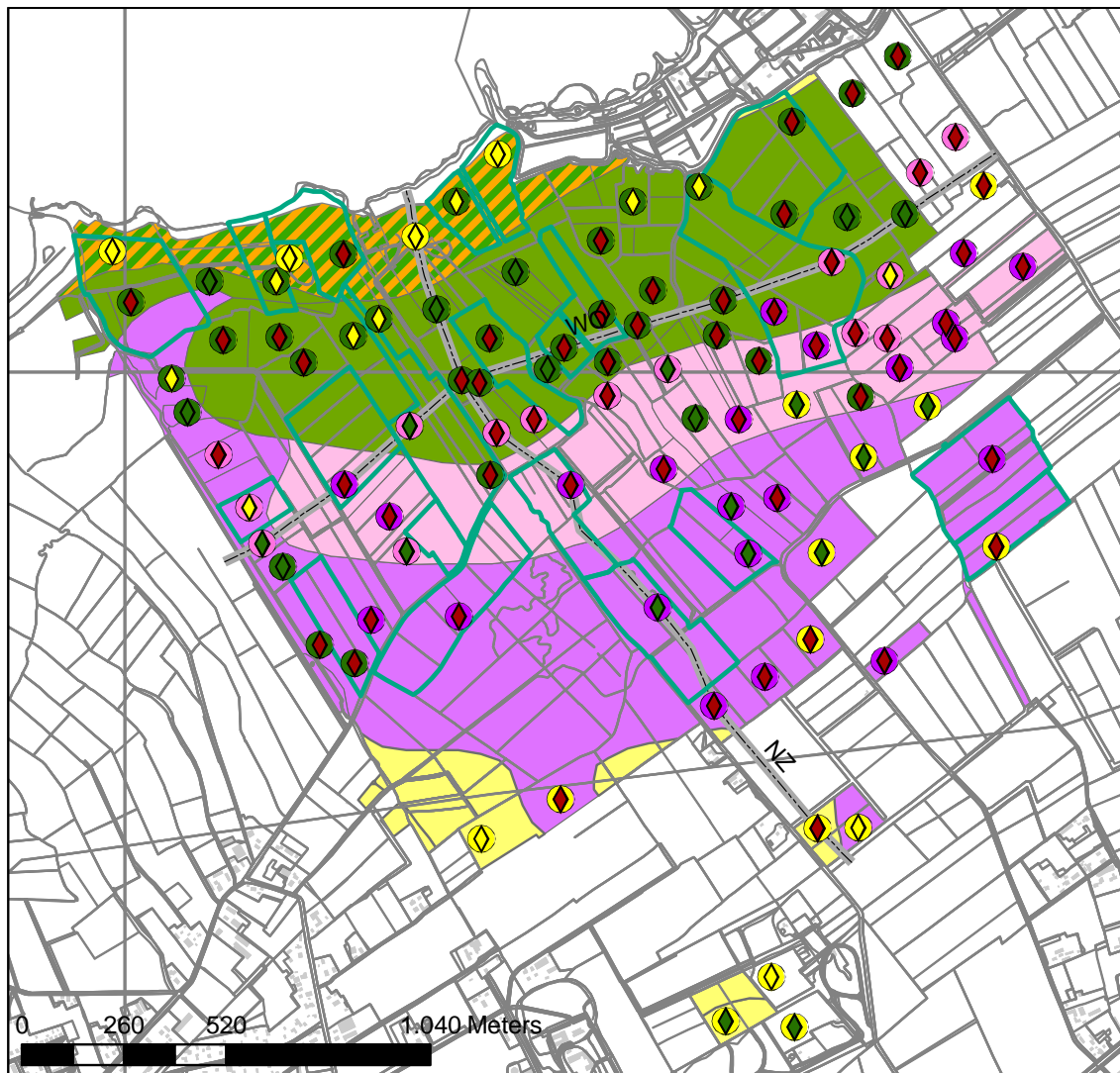
5.2 Resultaten tweede bemonsteringsronde

In de tweede bemonsteringsronde zijn alleen bovengronden bemonsterd. De resultaten zijn opgenomen in Bijlage 9 en beoordeeld op geschiktheid voor Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland in Bijlage 10. Voor de actuele beschikbaarheid (P_w) is met de relatie in Figuur 5 de P-Olsen uitgerekend en in Figuur 31 vergeleken met de grenswaarden. Voor P_w zijn de grenswaarden uit Bijlage 10 genomen. Voor P-Olsen is als grenswaarde $250 \mu\text{mol/l}$ grond gehanteerd (Hommel et al. 2006).



Figuur 31 Relatie P-Olsen en P_w voor de bovengronden in de bemonsterde locaties.

De verbreiding van de geschiktheid voor Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland in relatie tot de bovengronden is weergegeven in Figuur 32 en Figuur 33. De verdeling van het aantal locaties is gegeven in Tabel 12.



Legenda

Blauwgrasland

- ◆ Reeds geschikt
- ◇ Geschikt na uitmijnen
- ◆ Niet geschikt

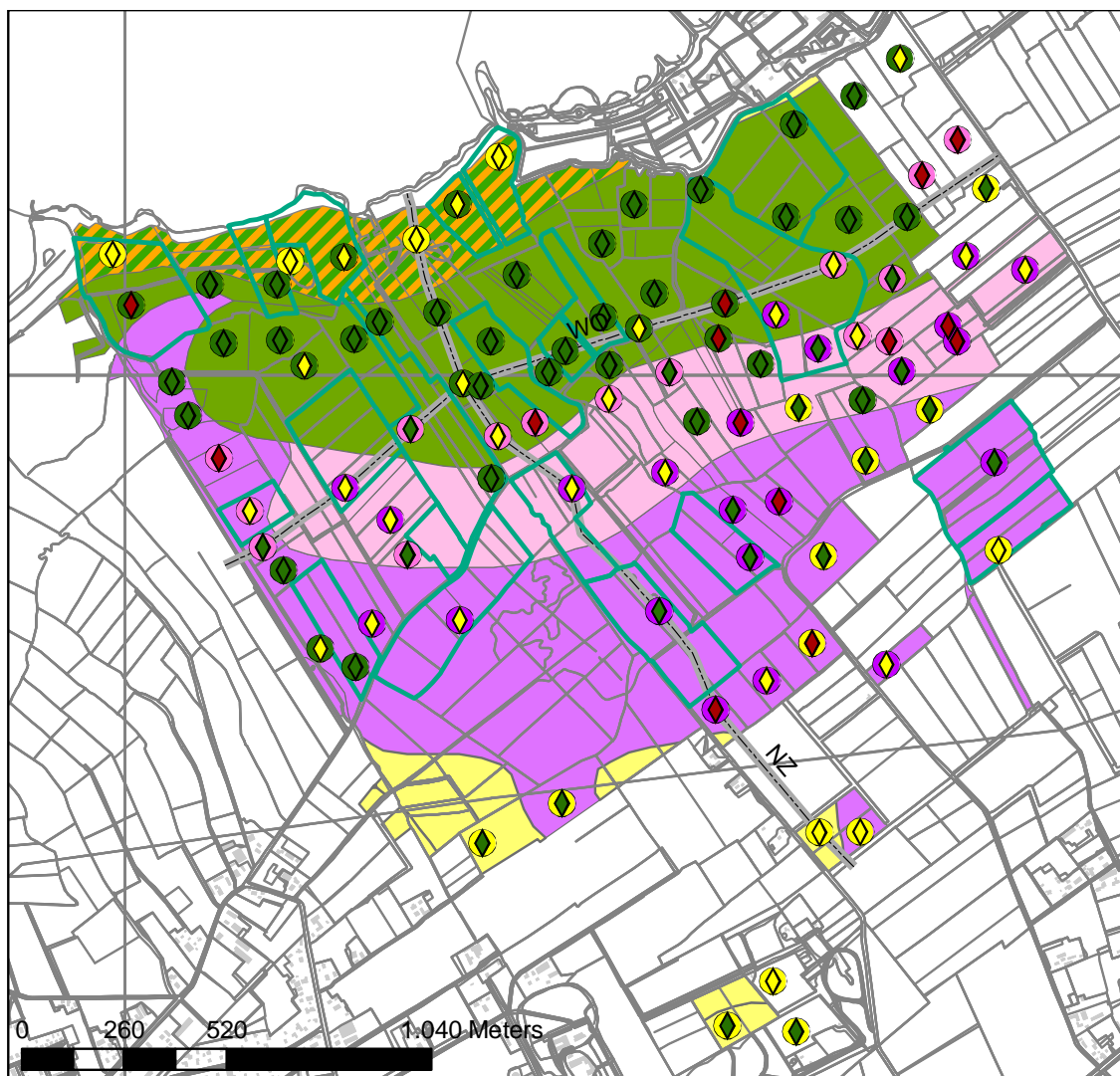
Bovengrond Monsterlocaties

- Klei
- Klei/Moer
- Moerig
- Zand
- Cluster percelen

Bovengrond Bodemkaart

- Klei
- Klei/moer
- Moerig
- Fijn zand
- Grof zand en klei

Figuur 32 Realisatiekansen voor Blauwgrasland op basis van de fosfaattoestand



Legenda

Dotterbloemhooiland Bovengrond Monsterlocaties Bovengrond Bodemkaart

◆ Reeds geschikt	● Klei	■ Klei
◇ Geschikt na uitmijnen	● Klei/Moer	■ Klei/moer
◆ Niet geschikt	● Moerig	■ Moerig
	● Zand	■ Fijn zand
	□ Cluster percelen	■ Grof zand en klei

Figuur 33 Realisatiekansen voor Dotterbloemhooiland op basis van de fosfaattoestand

Op 22 bemonsterde locaties (23%) is de huidige fosfaattoestand geschikt voor Blauwgrasland. Deze locaties liggen vooral in een deel van de percelen met (verwerkte) moerige gronden in het zuidoosten, waaronder het huidige reservaat. Daarnaast komen enkele geschikte percelen voor in de kwelzone op de overgang tussen de overslaggronden en de klei- op veengronden in het noorden en enkele verspreid liggende percelen met diverse bovengronden. Van de gronden die in de huidige situatie te rijk zijn voor Blauwgrasland is met name langs de noordwestrand een aantal percelen door uitmijnen te verbeteren. Dat geldt ook voor een deel van de zandgronden in het zuiden. 22 locaties zijn hiermee alsnog geschikt te maken. De overige 58 locaties zijn ongeschikt voor Blauwgrasland.

Voor Dotterbloemhooiland is de fosfaattoestand veel gunstiger. Op 51 locaties is deze in de uitgangssituatie reeds geschikt. Dat is 53% van het aantal bemonsterde locaties. Vooral bij de kleiige bovengronden is dit aantal hoog (31 = 76%), maar ook bij de zandige bovengronden is de situatie vrij gunstig (9 = 50%). Deze liggen vooral binnen de verwerkte moerige gronden en zandgronden in het zuiden en oosten. Binnen de overslaggronden zal overal uitgemijnd moeten worden, maar voor zover dit zandgronden betreft zullen ze veelal te droog zijn voor Dotterbloemhooiland. Bij moerige en kleiig-moerige bovengronden is de situatie relatief minder gunstig omdat bij organische stofrijke gronden het fosfaatbindend vermogen van ijzer- en aluminiumhydroxiden minder groot is dan bij de overige gronden (zie Figuur 30).

Tabel 12 Aantallen geschikte locaties voor Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland. 1 = Reeds geschikt, 2 = Geschikt na uitmijnen, 3 = Niet geschikt.

Blauwgrasland				
Bovengrond	1	2	3	Eindtotaal
Klei	9 (22%)	7 (17%)	25 (61%)	41
Klei/Moer	4 (27%)	2 (13%)	9 (60%)	15
Moerig	3 (14%)		19 (86%)	22
Zand	6 (33%)	7 (39%)	5 (28%)	18
Eindtotaal	22 (23%)	16 (17%)	58 (60%)	96
Dotterbloemhooiland				
Bovengrond	1	2	3	Eindtotaal
Klei	31 (76%)	7 (17%)	3 (7%)	41
Klei/Moer	5 (33%)	5 (33%)	5 (33%)	15
Moerig	6 (27%)	11 (50%)	5 (23%)	22
Zand	9 (50%)	8 (44%)	1 (6%)	18
Eindtotaal	51 (53%)	31 (32%)	14 (15%)	96

De aantallen geschikte locaties in Tabel 12 kunnen niet zondermeer vertaald worden naar een percentage van het areaal omdat het geen aselechte steekproef betreft. Toch zijn ze wel indicatief voor de verdeling. Ze kunnen wel als representatief voor de bemonsterde (deel)percelen gezien worden. Daarbij zijn in Figuur 32 en Figuur 33 clusters van percelen begrensd die van één eigenaar zijn (geweest). Aangenomen mag worden dat de bemestingsdruk op percelen binnen zo'n cluster redelijk homogeen is geweest omdat het allen veldkavels bevat en het grondgebruik (grasland) overal gelijk is (met uitzondering van één maisperceel). Daarnaast geeft de ruimtelijke spreiding van meer of minder geschikte locaties in deze kaarten wel een indruk van de kans dat een niet bemonsterd perceel wel of niet geschikt is.

5.3 Conclusies fosfaattoestand

- De stratificatie op basis van de vooraf ingeschatte bemestingstoestand bleek niet onderscheidend te zijn voor de fosfaattoestand. In alle bemestingsklassen komen locaties voor met zowel hoge als lage waarden voor Pw en PSI
- De stratificatie op grond van de bodemkaart levert wel enige verschillen op die vooral te maken hebben met het adsorptiegedrag van de bodems:
 - o In bodems met een zandbovengrond is minder fosfaat geaccumuleerd (Pox) dan in andere gronden. Dit komt vooral door het geringere fosfaatbindend vermogen. Daardoor is in deze gronden fosfaatverzadigingsindex (PSI) het hoogst.
 - o De verhouding tussen actueel beschikbaar fosfaat (Pw) en potentieel beschikbaar fosfaat (PSI) komt vrij goed overeen met de adsorptie-isothermen die voor gronden met vergelijkbare textuur en organische stofgehalten zijn afgeleid uit monsters in de Alterra-database. Een uitzondering hierop vormen de locaties waar volgens de bodemkaart een moerige bovengrond voorkomt. Een deel van de monsters vertoont een afwijkende relatie

die toegeschreven moet worden aan een lager organische stofgehalte. Door diepe groundbewerking, oxidatie van veen of onzuiverheden op de bodemkaart komt hier een lager organische stofgehalte voor, waardoor de gronden als zandgronden beschouwd moeten worden.

- Het adsorptiemaximum voor kleilig moerige en moerige bovengronden ligt veel lager dan bij bodems met een minerale bovengrond. Daarom moeten voor de PSI strengere normen gehanteerd worden.
- Voor locaties in de eerste bemonsteringsronde waar de bovengrond te fosfaatrijk is voor Dotterbloemhooiland is de tweede laag geanalyseerd vanwege mogelijke fosfaatuitspoeling. Dat bleek alleen het geval te zijn bij de grofzandige overslaggronden met een gering fosfaatbindend vermogen.
- Op basis van de beide bemonsteringsrondes, op in totaal 96 locaties kunnen de volgende conclusies getrokken worden ten aanzien van de geschiktheid voor Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland:
 - 23% van de locaties is reeds geschikt voor Blauwgrasland, vooral binnen de (verwerkte) moerige gronden in het zuidoosten en in de kwelzone op de overgang naar de overslaggronden
 - In dezelfde zone en binnen de zandgronden in het zuiden liggen 16 locaties (17%) die door uitmijnen zijn te verbeteren.
 - De uitgangssituatie voor Dotterbloemhooiland is met 53% van de locaties veel gunstiger. Deze liggen vooral binnen het gebied met kleiige bovengronden (76%), maar ook binnen de zandige bovengronden (50%)
 - Aantallen van meer of minder geschikte locaties kunnen niet zondermeer vertaald worden naar arealen, maar de kaarten geven wel een indruk van de ruimtelijke verdeling
 - Op de kaarten zijn clusters percelen aangegeven die van eenzelfde eigenaar (geweest) zijn en daarom waarschijnlijk een vergelijkbare bemestingsdruk hebben gehad.

6 Kansrijkdom natuurdoelen en inrichtingsadvies

6.1 Kansrijkdom Dotterbloemhooiland en Blauwgrasland

Voor Veluwemeerkust zijn vooral de ontwikkelingsmogelijkheden voor Dotterbloemhooiland en Blauwgrasland van belang. Op basis van abiotische eisen die deze doelvegetaties stellen, is beoordeeld wat de realisatiekansen zijn bij de huidige abiotische condities en wat hieraan verbeterd kan worden om de realisatiekansen te vergroten. Hiervoor zijn de abiotische eisen gehanteerd zoals geformuleerd in Waterlood (Runhaar en Hennekens 2006). Het betreft de beoordeling van de vochttoestand, de zuurgraad en de voedselrijkdom. Voor Dotterbloemhooiland is in Waterlood als het natuurdoel Dotterbloemhooiland van veen en klei (3.31) gehanteerd. Blauwgrasland is niet als zelfstandig natuurdoel opgenomen. Hiervoor is de associatie 16Aa1 genomen.

Beoordeling vochttoestand voor natuurdoeltypen

Tabel 13 Abiotische vereisten ten aanzien van de vochttoestand.

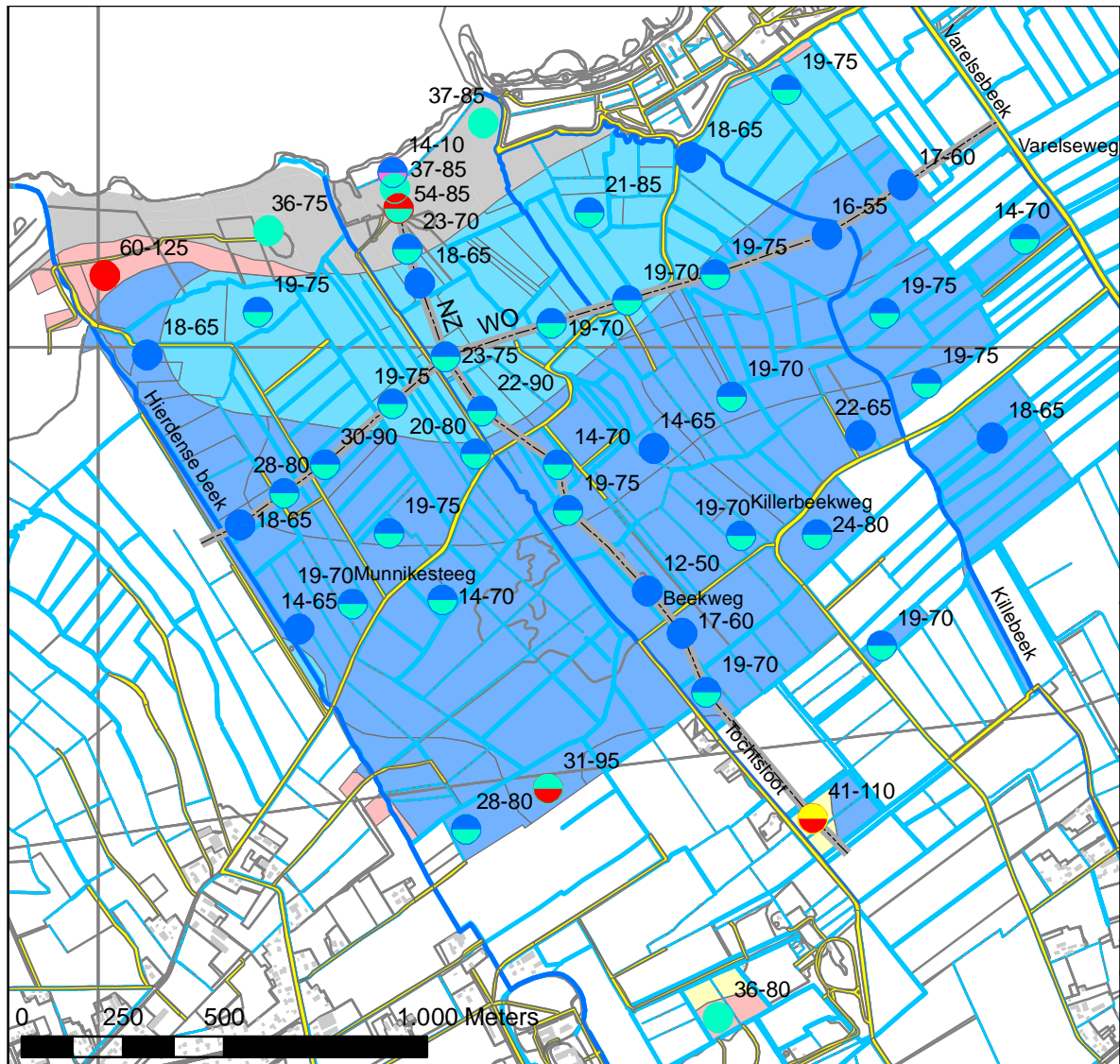
Natuurdoeltype	GVG		GLG		Overstroming
	Suboptimaal	Optimaal	Suboptimaal	Optimaal	
Blauwgrasland	-15 – 0 en 30 – 40	0 – 30	NB	NB	incidenteel/nooit
Dotterbloemhooiland	-10 – 0 en 40 – 50	0 – 40	NB	NB	regelmatig – nooit (afhankelijk van type)
<i>Dotterbloemhooiland; Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid</i>	<i>-10 – 0 en 30 - 40</i>	<i>0 - 30</i>	<i>10 – 25 en 65 - 90</i>	<i>25 - 65</i>	<i>regelmatig - nooit</i>

In Tabel 13 staan de abiotische vereisten vermeld die door de verschillende natuurdoeltypen gesteld worden aan de vochttoestand. Vooral de eisen die aan de GVG (Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand) gesteld worden zijn hierbij onderscheidend. Waterlood geeft voor beide natuurdoelen geen vereisten voor de GLG. Dat is wel het geval voor de Associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid. Daarom is deze als extra regel opgenomen in de tabel. Op basis van deze randvoorwaarden is in Figuur 34 aangegeven in hoeverre voldaan wordt aan de randvoorwaarden voor vocht.

In vrijwel alle boorpunten valt de GVG in het optimale traject voor beide natuurdoelen. De GLG is in veel gevallen wel aan de droge kant voor Dotterbloemhooiland, in elk geval voor de Associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid. In Figuur 35 is een verdeling aangegeven van het aantal punten met een 'vernattingsbehoefte' om te zorgen dat de GLG binnen het voor Dotterbloemhooilanden optimale traject komt. Voor het grootste deel van de punten zal een verhoging van de GLG met 10 à 20 cm tot een betere realisatie voor Dotterbloemhooiland leiden. Voor Blauwgrasland is geen optimaal GLG traject aangegeven, maar een dergelijke vernatting zal mogelijk ook daarvoor de kansen verbeteren.

In de huidige situatie vindt zelden of nooit inundatie plaats. In de lage delen van de afgegraven Leeuweriksweide kan dat incidenteel voor een korte tijd het geval zijn (Figuur 13). Daarmee wordt in principe aan de eisen van alle natuurdoelen voldaan. Als dit door vernatting (verondiepen van de beken) vaker voor zal

komen kan dat op de laagste plekken nadelig zijn voor Blauwgrasland. Voor Dotterbloemhooiland is het geen bezwaar en de oppervlakte waar dit zal spelen is gering.



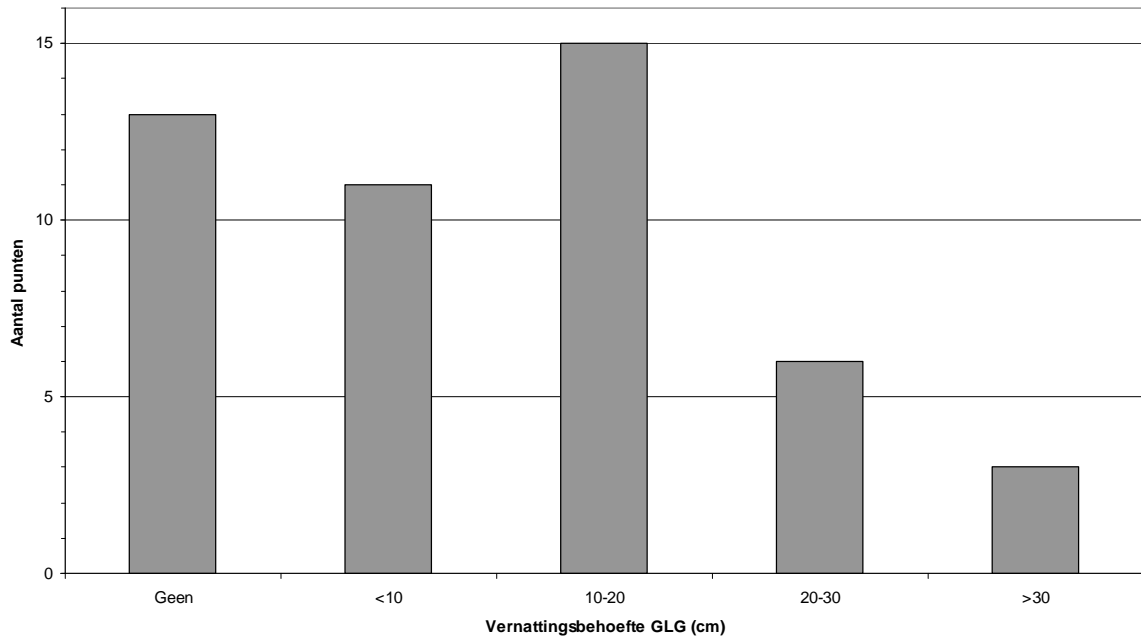
Legenda

Beoordeling GVG boorp. Beoordeling GLG boorp. GWT bodemkaart

	0 - 30 opt. Bl. + Dot.		10 - 25 sub. Dot. (nat)		NB
	31 - 40 opt. Dot., sub. Bl.		26 - 65 opt. Dot.		II - opt. Dot. en Bl.
	41 - 50 sub. Dot.		66 - 90 sub. Dot. (droog)		IIb - sub. Dot.
	51 - 60 ongeschikt		91 - 125 ongeschikt		III - sub. Dot. en Bl.
					IIIb; IV; VI - ongeschikt

Figuur 34 Realisatiekansen op basis van de vochttoestand. Bij de boorpunten staan GVG en GLG op basis van veldschattingen vermeld. De kansen voor de vlakken zijn gebaseerd op de grondwatertrappenkaart (Eilander, Kloosterhuis et al. 1982)

Beoordeling GLG



Figuur 35 Vernattingsbehoefte tbv. Dotterbloemhooiland voor de GLG in de boorpunten.

Beoordeling zuurgraad voor natuurdoeltypen

Tabel 14 Abiotische vereisten ten aanzien van de zuurgraad. 1 = suboptimaal, 2 = optimaal, 0 = voldoet niet.

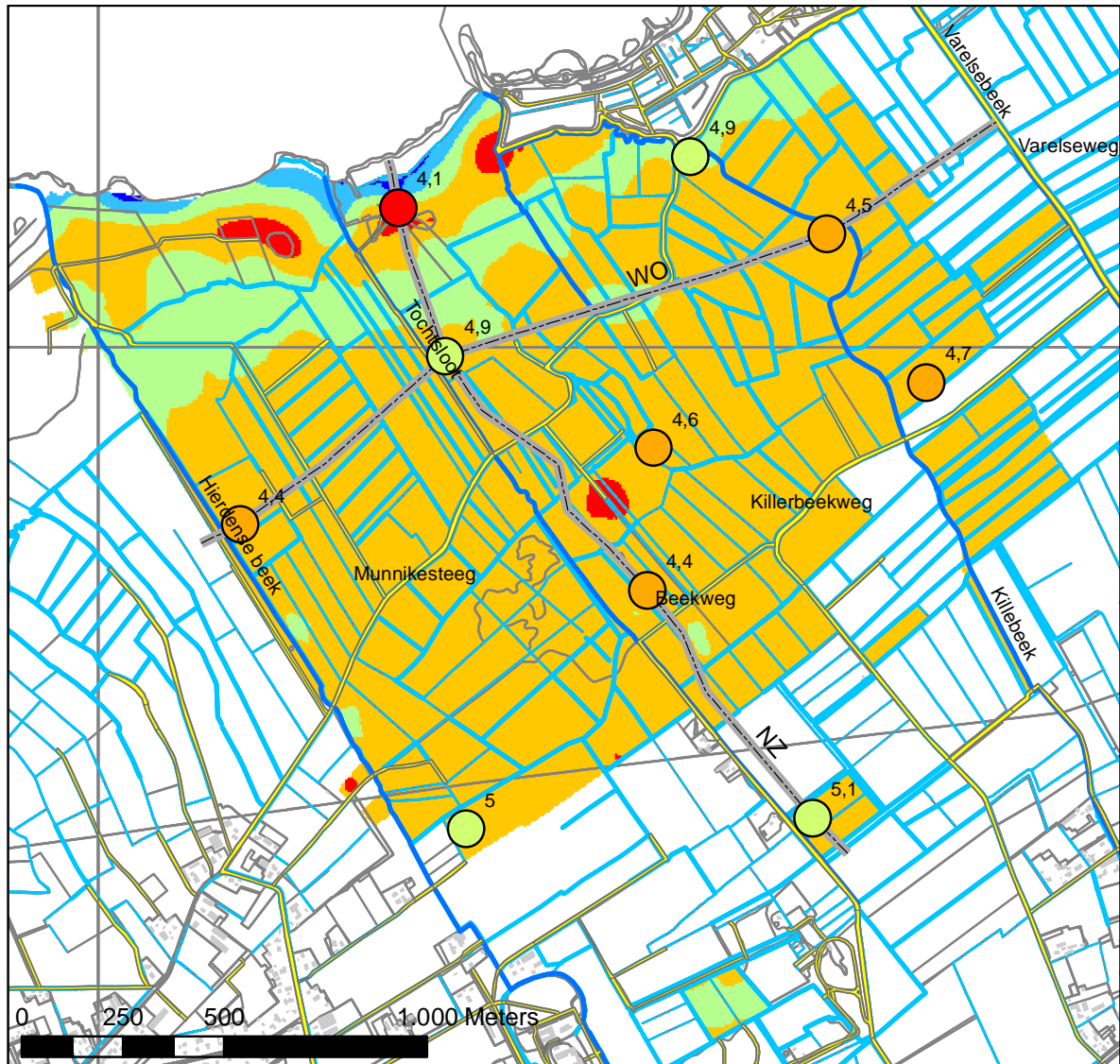
Natuurdoeltype	Zuur	Matig zuur	Zwak zuur	Neutraal-basisch
Blauwgrasland	1	2	2	
(Orchideeënrijk blauwgrasland)			2	
Dotterbloemhooiland		2	2	2

Tabel 15 Grenswaarden voor zuurgraad klassen bij diverse pH-bepalingen

	pH H2O	pH-veld	pH_KCl
zuur a	< 4,0	< 3,39	< 3,27
zuur b	4,0 - 4,5	3,39 - 3,95	3,27 - 3,80
matig zuur a	4,5 - 5,0	3,95 - 4,50	3,80 - 4,33
matig zuur b	5,0 - 5,5	4,50 - 5,05	4,33 - 4,86
zwak zuur a	5,5 - 6,0	5,05 - 5,61	4,86 - 5,38
zwak zuur b	6,0 - 6,5	5,61 - 6,16	5,83 - 5,91
neutraal a	6,5 - 7,0	6,16 - 6,72	5,91 - 6,44
neutraal b	7,0 - 7,5	6,72 - 7,27	6,44 - 6,97
basisch	> 7,5	> 7,27	> 6,97

De eisen die aan de zuurgraad gesteld worden zijn samengevat in Tabel 14. Hierbij is de meest kritische variant van blauwgrasland (de orchideeënrijke subassociatie) apart aangegeven omdat deze beperkt is tot het zwak zure traject. De zuurgraad klassen in Waterlood zijn gekoppeld aan pH-H2O. In de bodemmonsters is de, bij bodemkundige meer gebruikelijke, pH-KCl bepaald, terwijl voor de pH bepaling in het veld gebruik is gemaakt van pH-indicatorstrookjes. De verschillende bepalingmethoden voor de pH geven verschillende waarden die echter wel in relatie tot elkaar staan. Uit een groot aantal bodemmonsters waarin laboratoriumbepalingen van pH-H2O en/of pH-KCl gedaan en zijn en waarbij tevens de veld-pH bepaald is, is

een relatie tussen deze bepalingen afgeleid. Hiermee kunnen de klassengrenzen voor de zuurgraad omgerekend worden naar grenzen voor de veldmetingen (Tabel 15). In deze tabel zijn de klassen nog onderverdeeld in een meer en minder zuur traject (a en b), zoals dat ook gedaan wordt in de database voor ecologische vereisten in Natura 2000 gebieden.



Legenda

pH-KCI

- 3,80-4,33 matig zuur a
- 4,33-4,86 matig zuur b
- 4,86-5,38 zwak zuur a

pH bovengrond (model)

- 3,95 - 4,50 matig zuur a
- 4,50 - 5,05 matig zuur b
- 5,05 - 5,61 zwak zuur a
- 5,61 - 6,16 zwak zuur b
- 6,16 - 6,72 neutraal a

Figuur 36 Zuurgraad van de bovengrond in de bodemonmonsters (pH-KCI) en volgens het model op basis van regressie met hulpinformatie

Volgens de regressie met hulpvariabelen (zie 4.4 en Figuur 36) is vrijwel overal de huidige zuurgraad van de bovengrond geschikt voor zowel Blauwgrasland als Dotterbloemhooiland. Orchideeënrijk Blauwgrasland zou alleen mogelijk zijn in de overgangszone van de overslaggronden naar de klei-op veengronden in de buurt van de Veluwemeerkust en in de gradiënt naar het Veluwemeer. Als de kwelinvloed in het maaiveld gestimuleerd kan worden, bijvoorbeeld door het verondiepen van watergangen zodat kwel niet meer in de sloten verdwijnt, zal dit areaal kunnen toenemen. Bij het uitvoeren van vernattingsmaatregelen moet wel voorkomen worden dat neerslaglenzen gaan vormen waardoor de kwelinvloed in maaiveld juist beperkt wordt en de bovengronden verder verzuren. Waar de kwelinvloed niet duurzaam hersteld kan worden zal op termijn de bodem verder verzuren en zullen zich mogelijk vegetaties van zuurdere standplaatsen (kleine zeggenvegetaties, heischraal grasland) ontwikkelen.



Figuur 37 De gradiënt langs de Veluwemeerkust komt ook nu reeds tot uiting in de vegetatie (foto Fokke Brouwer)

Beoordeling voedselrijkdom voor natuurdoelen

De ecologische vereisten van de natuurdoeltypen ten aanzien van voedselrijkdom zijn samengevat in Tabel 16. In natuurontwikkelingsgebieden wordt de voedselrijkdom niet zozeer bepaald door de natuurlijke voedselrijkdom, maar wel door de hoeveelheid meststoffen (met name fosfaat) die in de bodem zijn achtergebleven en beschikbaar zijn voor de vegetatie.

Tabel 16 Abiotische vereisten ten aanzien van de voedselrijkdom. 1 = suboptimaal, 2 = optimaal, 0 = voldoet niet.

Natuurdoeltype	Voedselarm	Matig voedselrijk	Zeer voedselrijk
Blauwgrasland	2	1	
Dotterbloemhooiland	1	2	1

De fosfaattoestand is in hoofdstuk 5 apart besproken. Het blijkt dat Blauwgrasland bij de huidige fosfaattoestand in 23% van de bemonsterde locaties mogelijk zou kunnen zijn en Dotterbloemhooiland in 53%. Door uitmijnen kan nog eens 17% extra geschikt gemaakt worden voor Blauwgrasland en 32% voor Dotterbloemhooiland.

6.1.1 Conclusies kansrijkdom

- In vrijwel alle boorpunten valt de GVG in het optimale traject voor beide natuurdoelen.
- De GLG is in veel gevallen aan de droge kant voor Dotterbloemhooiland, in elk geval voor de Associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid.
- Voor het grootste deel van de punten zal een verhoging van de GLG met 10 à 20 cm tot een betere realisatie voor Dotterbloemhooiland leiden.
- Inundatie is in de huidige situatie nergens aan de orde maar kan bij vernatting in de laagste delen optreden en daar beperkend zijn voor Blauwgrasland. Dat betreft dan echter meer een klein oppervlak.
- De huidige zuurgraad van de bovengrond is vrijwel overal geschikt voor Dotterbloemhooiland en Blauwgrasland maar de veeleisende Orchideeënrijke variant van Blauwgrasland is beperkt tot de overgangszone van de overslaggronden naar de klei-op veengronden en de gradiënt naar het Veluwemeer.
- Door het verondiepen watergangen kan de kwelinvloed gestimuleerd worden en het areaal dat geschikt is voor Orchideeënrijk Blauwgrasland worden uitgebreid.
- Bij het uitvoeren van vernattingsmaatregelen moet wel gewaakt worden voor het ontstaan van neerslaglenzen.
- Waar kwelinvloed in maaiveld niet hersteld kan worden zal op de duur de bovengrond verder verzuren en zullen vegetaties van zuurdere milieus ontstaan.
- Blauwgrasland is bij de huidige fosfaattoestand in 23% van de bemonsterde locaties mogelijk en Dotterbloemhooiland in 53%.
- Door uitmijnen kan nog eens 17% extra geschikt gemaakt worden voor Blauwgrasland en 32% voor Dotterbloemhooiland

6.2 Inrichtingsadvies

Inrichtingsmaatregelen zullen vooral gericht moeten zijn op de verbetering van de hydrologie en in beperkte mate op het verlagen van de fosfaattoestand door uitmijnen.

6.2.1 Hydrologie

Door Van 't Hullenaar (1999) wordt reeds aangegeven dat de ontwatering in de omgeving van de natuurkern, samen met de goed doorlatende ondergrond waterstandsverhoging door interne maatregelen in de natuurkern zeer beperkt mogelijk maakt. Aanbevolen wordt om de drainagebasis in een aantal waterlopen te verhogen. Vanwege doorlatende ondergrond is het wellicht niet voldoende om alleen peilen op te zetten. Verondiepen lijkt beter. Inmiddels zijn door de veranderde eigendomsituatie en de aanwijzing als TOP-gebied de mogelijkheden voor externe maatregelen vergroot.

Om de gewenste vernatting en toename van de kwelinvloed te kunnen realiseren wordt voorgesteld de drainagebasis te verhogen door waterlopen te verondiepen.

- Als nieuwe bodemhoogte kan de stijghoogte in droge perioden vanuit het zandpakket aangehouden worden. Hierbij moet rekening gehouden worden met de vraag of aquatische natuurdoelen niet te veel geschaad worden wanneer de waterloop droog komt te vallen. Voor de trajecten waar waterlopen door de deklaag van zand en veen zijn gegraven is ophogen tot minimaal de onderkant van de deklaag een optie omdat dan minder kwelwater naar de sloot wordt afgebogen. De stijghoogte is niet overal bekend, maar uit de vergelijking van de stijghoogten in het huidige meetnet (Figuur 14 en

Figuur 15) kan wel een indicatie gehaald worden. De aanbevolen bodemhoogte neemt dan af van ca 150 cm + NAP aan de zuidoostkant (omgeving Leeuweriksweide) tot ca 30 cm + NAP in de nabijheid van het Veluwemeer

- Voor het ophogen van de slootbodern zou in het deel van het gebied waar zandgronden en broekeergronden voorkomen zand gebruikt kunnen worden, in het deel waar dikkere veen en kleipakketten voorkomen is het beter de bodern af te sluiten met (schone) klei om de weerstand voor kwelwater naar de sloten te vergroten
- Bij de inrichting van percelen moet door een iets bolle glooiing de oppervlakkige afstroom van neerslagwater naar de greppels en sloten bevorderd worden. Afvoer van neerslagwater is van groot belang om de tegendruk van infiltrerend neerslagwater op de kwel tegen te gaan.
- De kweldruk in het gebied zou versterkt kunnen worden door de ontwatering in het infiltratiegebied ten zuiden van het onderzoeksgebied te verminderen. Dit vraagt echter om externe maatregelen.

Van 't Hullenaar stelt voor om het deel van de bovenloop van de Tochtsloot waar vervuild landbouwwater wordt aangevoerd af te koppelen. Dat zal mogelijk invloed hebben op de hoeveelheid water die afgevoerd wordt. Water zou dan omgeleid worden naar de Killenbeek en daar voor eutrofiëring kunnen zorgen.

6.2.2 Voedselrijkdom

Afgraven van de veraarde bovengrond heeft in de Leeuweriksweide geleid tot een verschraling. Daar waar een deel van de veraarde bovengrond was blijven zitten komt een voedselrijkere situatie voor en is de neerslaginvloed groter. Door van 't Hullenaar wordt afplaggen van de veraarde bovengrond als algemene maatregel aanbevolen voor verschraling en vernatting. Het is echter de vraag of dat haalbaar en wenselijk is. Afgraven van de bovengrond zal in veel gevallen leiden tot een afname van de zuurbuffercapaciteit en het vochthoudend vermogen van de bodern. Bovendien kunnen hierdoor laagtes ontstaan waar ongewenste stagnatie van neerslagwater tot verdere verzuring leidt. Lokaal kan wel overwogen worden delen van percelen iets af te graven om vrije afstroom van neerslagwater te bevorderen.

Verschraling zal vooral bereikt moeten worden via een consequent beheer van maaien en afvoeren en in sommige gevallen door uitmijnen. Voor Dotterbloemhooiland lijkt uitmijnen vooral relevant binnen de gronden met een moerige of een kleiig moerige bovengrond en binnen de overslaggronden in het noorden, voor zover deze niet te droog zijn voor Dotterbloemhooiland. Uitmijnen op de drogere delen zal eerder een ontwikkeling in de richting van Glanshaverhooilanden grasland bevorderen. Met name deze overgangen kunnen ook erg waardevol zijn. In deze zone en de aangrenzende overgang naar de veengronden met een kleidek zijn ook mogelijkheden om via verder uitmijnen een geschikt milieu voor Blauwgrasland en overgangen naar Heischraal grasland op de drogere delen te ontwikkelen.

6.3 Aanbevelingen

Hoewel door dit onderzoek het inzicht in het ecohydrologisch functioneren en de potenties voor natuurontwikkeling vergroot is, zullen voor een optimale inrichting nog een aantal zaken nader onderzocht moeten worden.

- Om een inschatting te kunnen maken van de beoogde verondieping van de waterlopen moet de huidige diepte en de gewenste toekomstige bodernhoogte bekend zijn.
 - o De huidige diepte van waterlopen is niet precies bekend en zou door waterpassing vastgesteld moeten worden.

- De gewenste toekomstige bodemhoogte is afhankelijk van de stijghoogte van het grondwater in het zandpakket. Op de peilbuislocaties is dit redelijk in beeld, maar er is geen vlakdekkend beeld van.
 - Door tijdreeksanalyse met correctie voor weersinvloeden kan de stijghoogte beter beoordeeld worden
 - De stijghoogten kunnen naar een vlakdekkend beeld vertaald worden door interpolatie of regressie met hulpvariabelen, waarbij rekening gehouden wordt met bijvoorbeeld de afstand tot de Veluwemeerkust en de maaiveldhoogte
- Door vergelijking van de gewenste bodemhoogte met de onderkant van het veen- en kleipakket kan vastgesteld worden waar in plaats van zand klei gebruikt moet worden voor het verhogen van de bodem. De aanvullende waarnemingen bij de tweede bemonsteringsronde kunnen gebruikt worden om dit beeld te verfijnen.
- In de overgangszone van de overslaggronden naar de klei- op veengronden lijken de beste potenties aanwezig voor de ontwikkeling van Orchideeënrijk Blauwgrasland. Daarbij is de begrenzing van verschillende bodemtypen en de precieze verbreiding van kwelinvloed in maaiveld van belang.
 - In deze zone zou een meer gedetailleerde bodemkartering en beoordeling van pH-profielen uitgevoerd kunnen worden om de potenties voor dit natuurdoeltype beter in beeld te brengen

Literatuur

- Belle, F. v., M.-T. t. Bulte, et al. (2006). Tussen zand en zee; Veluwemeerkust inrichtingsvisie 2006. 's Graveland, Vereniging Natuurmonumenten
- Bruin, A. d., W. Coulet, et al. (2008). Toekomstperspectief voor de Bloemkampen; Ecohydrologische systeemanalyse voor het Leeuweriksweiland, Kievietsweiland en 't Keldertje. Velp, Van Hall larenstein
- Buijs, R. G. and O. W. M. Duyts (1993). Beheersvisie Bloemkampen / Grote Weiland. 's Graveland, Vereniging Natuurmonumenten
- Chardon, W., F. Sival, et al. (2009). "Is het mogelijk om met uitmijnen in plaats van ontgronden voldoende fosfaat kwijt te raken?" *De Levende Natuur* **110**(1): 39-42.
- Delft, S. P. J. v. and F. Brouwer (2009). Natuurpotentie projectgebied "Veldweg-Reeënweg" in de Wieden; Bodemchemisch en -geografisch onderzoek. Wageningen, Alterra-Wageningen UR, Alterra-rapport,
- Delft, S. P. J. v. and G. H. Stoffelsen (2009). Natuurpotentie twee percelen in Landgoed Oldenaller. Wageningen, Alterra-Wageningen UR, Briefadvies,
- Delft, S. P. J. v., G. H. Stoffelsen, et al. (2007). Natuurpotentie van Zwartebroek en Allemanskamp; Ecopedologisch onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling Wageningen, Alterra, Alterra-rapport,
- Eichhorn, K. (2010). Florakartering Veluwemeerkust; In opdracht van Natuurmonumenten. Zeist, Eichhorn Ecologie
- Eilander, D. A., J. L. Kloosterhuis, et al. (1982). Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West Heerde. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering
- Gaast, J. v. d., H. Massop, et al. (2007). "Kwantificering verdroging." *H2O* **3-2007**: 25-28.
- Gaast, J. W. J. v. d., H. T. L. Massop, et al. (2006). Hydrologie op basis van karteerbare kenmerken. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport,
- Hullenaar, J. W. v. t. (1999). Herstel van schraalgrasland en broekbos in het natuurgebied Veluwemeerkust. Zwolle, Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau
- Hommel, P. W. F. M., E. Brouwer, et al. (2006). Selectie van ecologisch relevante bodemeigenschappen; Een verkennend onderzoek aan de hand van 92 SBB-referentiepunten. Wageningen/Nijmegen, Alterra/B-WARE, Alterra-Rapport, 1445
- Jansen, P. C. and R. H. Kemmers (1995). Evaluatie van de ecohydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport / DLO-Staring Centrum 397,
- Kemmers, R. H., F. Brouwer, et al. (2008). Bodemchemisch en -geografisch onderzoek Oldematen; Randvoorwaarden voor natuurdoelen in het kader van Natura 2000. Wageningen, Alterra-Wageningen UR, Alterra-rapport,
- Luijendijk, J. and J. Hunink (2009). Voorontwerp Herstelplan TOP-lijstgebieden en GGOP Cluster Noord; Voorontwerp Bloemkampen/Hierdense Beek, Dal Staverdense Beek. Deventer/Apeldoorn, Tauw bv/Waterschap Veluwe
- Pleijter, M. (2004). Veengronden en moerige gronden op de Bodemkaart van Nederland anno 2003; Onderzoek naar de afname van het areaal veengronden rondom Schoonebeek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport,
- Runhaar, H. and S. Hennekens (2006). 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' Versie 2.2; Gebruikershandleiding. Wageningen, Alterra
- Runhaar, J., M. H. Jalink, et al. (2009). Ecologische vereisten habiattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute, KWR,
- Verbelco (2006). Evaluatie hydrologisch meetnet Veluwemeerkust. Bennekom, Verbelco B.V.
- Vries, F. d., R. Hendriks, et al. (2008). Het veen verdwijnt uit Drenthe; omvang, oorzaken en gevolgen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport,
- Wirdum, G. v. (1991). Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Maastricht, Datawysse

Bijlage 1 Profielbeschrijvingen

Profielbeschrijvingen eerste bemonsteringsronde en transecten Puntgegevens

ID	Alfacode	Topkaart	Karteerder	Maand	Jaar	Bodemgebr.	Toev-voor	Sub	Cijfer	Kalk	Toev-achter	Vergraving	GHG	GLG	Gt	Bewortel	X-coord	Y-coord
1001	VK01W	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				25	110	IIIb	30	176762	486339
1002	VK02M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				5	70	IIa	20	176499	486650
1003	VK03T	26H	BRO	5	2010	WN		v4d	431				5	60	IIa	15	176440	486795
1004	VK04W	26H	BRO	5	2010	WN		1v	z4				0	50	Ia	40	176355	486900
1005	VK05T	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				5	75	IIa	25	176158	487099
1006	VK06M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				0	70	IIa	30	176134	487212
1007	VK07T	26H	BRO	5	2010	GR		k4d	431				5	90	IIIa	35	175946	487345
1008	VK08W	26H	BRO	5	2010	GR		1r	z11				10	75	IIa	50	175857	487478
1009	VK09M	26H	BRO	5	2010	GR		1s	z8				5	65	IIa	50	175792	487660
1010	VK10T	26H	BRO	5	2010	GR		k4d	431				10	70	IIa	50	175762	487744
1011	VK11W	26H	BRO	5	2010	GR	g	5k	5212	c	r8v11		45	85	IVu	20	175740	487844
1012	VK12T	26H	BRO	5	2010	GR		M4p	225	b	p12		25	85	IIIb	80	175731	487893
1013	VK13T	26H	BRO	5	2010	WN		v4d	21		z4		10	10	wIa	30	175725	487932
1014	VK14W	26H	BRO	5	2010	GR		1d	z4		g6		5	65	IIa	40	175349	487063
1015	VK15T	26H	BRO	5	2010	GR		1d	z5				15	80	IIIa	45	175458	487142
1016	VK16M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				15	90	IIIa	30	175559	487213
1017	VK17M	26H	BRO	5	2010	GR		1d	z6				5	75	IIa	60	175725	487362
1018	VK18T	26H	BRO	6	2010	GR		k4d	431				5	70	IIa	45	176118	487561
1019	VK19M	26H	BRO	6	2010	GR	o	1r	z9				5	70	IIa	60	176305	487618
1020	VK20M	26H	BRO	6	2010	GR		1r	z6				5	75	IIa	35	176522	487682

ID	Alfocode	Topkaart	Karteerder	Maand	Jaar	Bodemgebr.	Toevo-voor	Sub	Cijfer	Kalk	Toevo-achter	Vergraving	GHG	GLG	Gt	Bewortel	X-coord	Y-coord
1021	VK21W	26H	BRO	6	2010	GR		1r	z7				5	55	Ila	50	176798	487780
1022	VK22M	26H	BRO	6	2010	GR		1r	z8				5	60	Ila	35	176985	487902
1023	VK23M	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431				5	70	Ila	35	176932	486765
1024	VK24M	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431		g7		5	65	Ila	25	177206	487278
1025	VK25W	26H	BRO	5	2010	GR		4i	432		g7		15	80	IIla	30	175907	486312
1026	VK26M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431		g8		15	95	IIla	40	176109	486413
1027	VK27M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431				0	70	Ila	40	175849	486878
1028	VK28M	26H	BRO	5	2010	GR		k4d	431				0	65	Ila	35	175495	486806
1029	VK29M	26H	BRO	5	2010	GR		v4d	431		g7		5	70	Ila	35	175627	486869
1030	VK30M	26H	BRO	5	2010	GR		1d	z5				5	75	Ila	45	175717	487043
1031	VK31M	26H	BRO	5	2010	GR		1r	z7		g11		5	80	IIla	60	175930	487238
1032	VK32M	26H	BRO	5	2010	GR		1r	z7				5	65	Ila	55	175120	487483
1033	VK33M	26H	BRO	5	2010	GR		1s	z10				5	75	Ila	60	175393	487588
1034	VK34M	26H	BRO	5	2010	AM	k	c4i	431		v12		45	125	Vlo	50	175015	487678
1035	VK35M	26H	BRO	5	2010	GR	g	5k	5211	c	r8v10		25	75	IIb	10	175419	487789
1036	VK36M	26H	BRO	6	2010	GR		1t	z8			F	10	80	Ila	80	176772	487040
1037	VK37M	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431				5	70	Ila	25	176586	487037
1038	VK38M	26H	BRO	6	2010	GR		z4d	431			F	10	65	Ila	60	176880	487283
1039	VK39W	26H	BRO	6	2010	GR		1t	z7			F	5	75	Ila	60	177043	487413
1040	VK40W	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431				0	65	Ila	40	176370	487252
1041	VK41M	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431				5	70	Ila	40	176562	487379
1042	VK42M	26H	BRO	6	2010	GR		1d	z6				5	75	Ila	40	176940	487585
1043	VK43M	26H	BRO	6	2010	GR		v4d	431				0	70	Ila	40	177285	487768
1044	VK44M	26H	BRO	6	2010	GR		1r	z7				5	85	IIla	50	176211	487834
1045	VK45W	26H	BRO	6	2010	GR		1s	z8				5	65	Ila	60	176461	487971
1046	VK46M	26H	BRO	6	2010	GR		1s	z11				5	75	Ila	70	176697	488137
1047	VK47M	26H	BRO	5	2010	GR	g	5k	5212	c	r10		25	85	IIlb	25	175949	488054
1048	VK48M	26H	BRO	5	2010	GR		5k	431		g9	F	25	80	IIlb	45	176529	485847

Laaggegevens

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1001	1	0	15	1Ah		16	DZ						110		
1001	2	15	35	2A/B/Cg		8			10	160			413		
1001	3	35	80	2Cg		0,5			7	170			413		
1001	4	80	110	2Cgr		0,5			7	175			413		iets houtresten
1001	5	110	130	2Cr		0,5			6	180			413		op 120 grindsno
1002	1	0	15	1Ahg		25	DZ						110		iets roestig
1002	2	15	35	2Ce		0,5			7	165			413		
1002	3	35	75	2Cgr		0,5			6	180			413		iets houtresten
1002	4	75	130	2Cr		0,5			6	180			413		iets hout+gr.sn
1003	1	0	5	1Ah		35	DZ						110		
1003	2	5	15	1Cu		60	C						130		
1003	3	15	40	2Cg		0,5			7	170			413		
1003	4	40	60	2Cgr		0,5			6	175			413		iets houtresten
1003	5	60	110	2Cr		0,1			6	175			413		grindsnoertjes
1004	1	0	5	1Ah		40	DV	7					110		veensoort VK?
1004	2	5	40	1Cu		60	C						130		
1004	3	40	55	2Cgr		0,5			7	170			413		
1004	4	55	100	2Cr		0,5			7	170			413		loopzand
1005	1	0	20	1Ah		25	DZ	7					110		gebroken DZ/DK
1005	2	20	40	2Cu		0,5			7	165			413		
1005	3	40	80	2Cgr		0,2			6	180			413		grindsnoertjes
1005	4	80	110	2Cr		0,2			6	175			413		grindsnoertjes
1006	1	0	15	1Ah		20	DK	18					110		v4d/k4d
1006	2	15	30	1Cu		50	DV						110		
1006	3	30	70	2Cgr		0,5			7	170			413		
1006	4	70	100	2Cr		0,1			7	170			413		loopzand
1007	1	0	15	1Ah		7		36			1	5	211		
1007	2	15	30	2Cw		40	DV						110		
1007	3	30	45	2Cu		60	C						130		
1007	4	45	90	3Cgr		2			7	165			413		met humusbandje

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1007	5	90	120	3Cr		1			6	175			413		grindsnoertjes
1008	1	0	20	1Ah		10		30			1	5	211		onderin kleiige
1008	2	20	75	2Cu		60	C						130		
1008	3	75	110	2Cr		70	C						130		
1008	4	110	130	3Cr					6	220			413		grindsnoer
1009	1	0	5	1Ahg		7		40			1	5	211		
1009	2	5	25	1Cg		2		45			1	5	211		
1009	3	25	65	2Cu		65	RC						130		+riet+hout
1009	4	65	85	2Cr		75	C						130		+houtresten
1009	5	85	150	3Cr		3			7	175			413		+humusbandjes
1010	1	0	25	1Ahg		5		38			1	5	211		
1010	2	25	45	2Cw		60	DV						110		
1010	3	45	55	2Cu		70	C						130		
1010	4	55	80	3Cgr		0,2			7	165			413		
1010	5	80	120	3Cr		0,5			6	170			413		iets houtresten
1011	1	0	15	1Ah		2		7	12	1500			210		grindhoudend
1011	2	15	80	1Cu		0,1			5	1500			210		50proc.grindjes
1011	3	80	105	2Cr		5		22			3	4	211		zepige zavel
1011	4	105	150	3Cr		50	DV						110		zwart onherkenb
1011	5	150	190	4Cr		0,5			6	175			413		iets houtresten
1012	1	0	25	1Ah		5		13			1	5	211		
1012	2	25	75	1A/Cg		0,5		8	18	140	3	5	211		gela. schelpfr.
1012	3	75	90	1Cgr		0,5		8	18	140	3	5	211		
1012	4	90	110	1Cr		3		7	14	160	3	5	211		humusb.+schelpf
1012	5	110	130	2Cr		0,2			7	170			413		met grindjes
1013	1	0	30	1Cu		70	R						140		rietkragge
1013	2	30	45	2Cr		3		8	18	150	1	4	211		
1013	3	45	70	3Cr		0,2			7	165			413		loopzand
1014	1	0	20	1Ah		25	DK						110		
1014	2	20	40	1Cu		65	C						130		
1014	3	40	60	2Cu					6	170			413		met grindjes
1014	4	60	120	2Cr					6	210			413		met grindjes

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1015	1	0	15	1Ahg		20	DK	32					110		
1015	2	15	25	1Cw		45	DV						110		
1015	3	25	45	1Cu		70	RC						130		
1015	4	45	80	2Cu		0,5			6	170			413		iets grindjes
1015	5	80	120	2Cr		1			6	170			413		iets houtresten
1016	1	0	10	1Ahg		20	DK	32					110		bijna klei
1016	2	10	20	1Cw		45	DV						110		
1016	3	20	85	2Cu		0,1			6	165			413		
1016	4	85	130	2Cr		0,1			6	170			413		
1017	1	0	10	1Ahg		20	DK	34					110		moerig/mineraal
1017	2	10	35	1Cw		50	DV						110		
1017	3	35	60	1Cw/2Cu		20	DZ						110		erg gelaagd
1017	4	60	75	2Cu		0,5			6	170			413		
1017	5	75	120	2Cr		0,5			6	170			413		
1018	1	0	15	1Ahg		6		45			1	5	211		
1018	2	15	35	2Cw		50	DV						110		
1018	3	35	45	2Cu		65	RC						130		
1018	4	45	70	3Cu		0,5			6	170			413		
1018	5	70	120	3Cr		0,5			6	170			413		
1019	1	0	15	1Ah		14		26			1	5	211		gebroken
1019	2	15	25	1Cg		10		38			1	5	211		
1019	3	25	55	2Cw		50	DV						110		
1019	4	55	70	2Cu		70	CR						140		
1019	5	70	85	2Cr		70	RC						130		
1019	6	85	120	3Cr		0,2			6	175			413		
1020	1	0	12	1Ahg		15		36			1	5	211		iets zandbijn.
1020	2	12	30	2Cw		50	DV						110		
1020	3	30	60	2Cu		70	RC						130		
1020	4	60	75	3Cu		1			6	170			413		
1020	5	75	120	3Cr		0,2			6	170			413		
1021	1	0	12	1Ahg		10		38			1	5	210		
1021	2	12	45	2Cw		55	DV						110		

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1021	3	45	65	2Cgr		70	CR						140		
1021	4	65	120	3Cr		1			6	190			413		
1022	1	0	5	1Ahg		10		28			1	5	211		gebroken
1022	2	5	15	1ACg		8		40			1	5	211		
1022	3	15	25	2Cw		50	DV						110		
1022	4	25	55	2Cu		75	CR						140		
1022	5	55	80	2Cr		75	RC						130		
1022	6	80	120	3Cr		0,5			6	180			413		
1023	1	0	25	1Ah		30	DZ						110		sterk wiss. dik
1023	2	25	70	2Cu		1			6	170			413		
1023	3	70	120	2Cr		0,5			6	180			413		
1024	1	0	15	1Ah		30	DK						110		ook zandbijm.
1024	2	15	30	2Ce		1			6	170			413		
1024	3	30	65	2Cu		0,5			6	180			413		
1024	4	65	120	2Cr		0,2			6	210			413		15p grindjes
1025	1	0	20	1A/Cg		7			12	160			411		moerig lensje
1025	2	20	65	1Cg		0,2			6	165			411		
1025	3	65	85	1Cgr		0,2			6	250			413		20p grind
1025	4	85	120	1Cr		0,2			6	1500			413		50p grind
1026	1	0	35	1Aag		16	DZ						693		
1026	2	35	75	2Cg		1			6	180			413		
1026	3	75	100	2Cgr		0,5			6	190			413		enkelegrindjes
1026	4	100	120	2Cr		0,5			6	200			413		met grindjes
1027	1	0	15	1Ah		50	DZ						110		ook lutumbijm.
1027	2	15	38	1Cu		65	C						130		
1027	3	38	70	2Cu		0,5			6	170			413		enkel grindje
1027	4	70	120	2Cr		0,2			6	180			413		enkel grindje
1028	1	0	15	1Ahg		10		10	20	155	1	5	211		
1028	2	15	30	2Cw		60	DV						110		dikte wisselt
1028	3	30	65	3Cu					6	180			413		met grindjes
1028	4	65	120	3Cr					6	180			413		met grindjes
1029	1	0	15	1Ah		35	DV						110		zand+kleibijm.

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1029	2	15	35	1Cw		45	DV						110		
1029	3	35	70	2Cu		0,5			6	170			413		
1029	4	70	120	2Cr		1			6	1000			413		met grindjes
1030	1	0	15	1Ah		30	DK						110		zandbijm.
1030	2	15	45	1Cu		75	C						130		
1030	3	45	75	2Cu		0,1			6	165			413		
1030	4	75	120	2Cr		0,2			6	165			413		
1031	1	0	12	1Ahg		10		38			1	5	211		zandbijm.
1031	2	12	40	2Cw		55	DV						110		
1031	3	40	65	2Cu		60	RC						130		
1031	4	65	110	3Cgr		8			6	180			413		humeuze banden
1031	5	110	120	3Cr					6	1000			413		met grindjes
1032	1	0	30	1Ahg		5		45			1	5	211		
1032	2	30	45	2Cw		50	DV						110		
1032	3	45	65	2Cu		65	C						130		
1032	4	65	70	2Cr		65	BM						130		houtresten
1032	5	70	120	3Cr		0,5			8	165			413		
1033	1	0	10	1Ahg		6		38			1	5	211		
1033	2	10	35	1Cg		3		42			1	5	211		
1033	3	35	75	2Cw		70	DV						110		zwart verweerd
1033	4	75	100	2Cr		75	RC						130		
1033	5	100	130	3Cr		0,5			7	165			413		
1034	1	0	25	1Aap		3,5		14			1	5	692		
1034	2	25	40	1A/C		1,5		8			1	5	210		
1034	3	40	120	2Cg		0,5			5	165			210		
1034	4	120	135	3Cu		55	DV						110		gelaagd
1034	5	135	150	4Cr		1,5		3	12	165			210		
1035	1	0	5	1Ah		3		4	6	250			210		met grind
1035	2	5	75	1Cu		0,2			6	1000			210		20p grind
1035	3	75	100	2Cr		12		20			3	4	211		
1035	4	100	150	3Cr		60	DV						110		zwart verweerd
1036	1	0	85	1A/	1	20	DZ						110		

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1036	2	0	85	1Cw/	5	55	DV						110		
1036	3	0	85	2Cu/	4	0,5			6	170			413		
1036	4	85	120	2Cr		0,5			6	170			413		
1037	1	0	5	1Ah		40	DZ						110		
1037	2	5	15	1Cw		50	DV						110		
1037	3	15	25	2BCe		1,5			6	170			413		
1037	4	25	70	2Cu		0,5			6	170			413		
1037	5	70	120	2Cr		0,5			6	170			413		
1038	1	0	65	1A/	1	20	DZ						110		
1038	2	0	65	1Cw/	2	55	DV						110		
1038	3	0	65	2Cu/	3	0,5			6	170			413		
1038	4	65	120	2Cr		0,2			6	170			413		
1039	1	0	10	1A/C		10			6	170			693		dikte wisselt
1039	2	10	70	1Cw/Cu		60	DV						110		ook zandbrokjes
1039	3	70	120	2Cr		1,5			6	185			413		donkergrijs
1040	1	0	15	1Ah		40	DK						110		
1040	2	15	35	1Cu		60	RC						130		
1040	3	35	65	2Cu		0,5			6	165			413		
1040	4	65	120	2Cr		0,2			6	170			413		
1041	1	0	25	1Ah		45	DV						110		
1041	2	25	38	1Cu		60	C						130		
1041	3	38	70	2Cu		0,2			6	170			413		
1041	4	70	120	2Cr		0,2			6	170			413		
1042	1	0	5	1Ahg		15		34			1	5	211		
1042	2	5	35	2Cw		55	DV						110		b.i. lutumbijm.
1042	3	35	65	2Cu		70	BM						130		houtresten
1042	4	65	120	3Cr		0,2			6	170			413		
1043	1	0	15	1Ahg		25	DK	35					110		
1043	2	15	35	1Cu		65	RC						130		
1043	3	35	70	2Cu		0,5			6	170			413		
1043	4	70	120	2Cr		0,2			6	180			413		
1044	1	0	20	1Ahg		8		40			1	5	211		

ID	Laagnr	Begin	Eind	Horizont	Mengverh	Org	Veen	Lutum	Leem	Mediaan	Kalk	Rijping	Geo-info	Kolom_D	Opmerking
1044	2	20	45	2Cw		55	DV						110		
1044	3	45	70	2Cu		70	RC						130		houtresten
1044	4	70	85	3Cu		0,5			7	180			413		
1044	5	85	120	3Cr		0,5			7	180			413		
1045	1	0	15	1Ahg		7		50			1	5	211		
1045	2	15	55	2Cw		55	DV						110		
1045	3	55	65	2Cu		70	RC						130		
1045	4	65	80	2Cr		75	CR						140		
1045	5	80	120	3Cr		1			7	170			413		
1046	1	0	15	1Ahg		8		45			1	5	211		
1046	2	15	25	1Cg		4		54			1	5	211		
1046	3	25	75	2Cw		55	DV						110		
1046	4	75	115	2Cr		70	C						130		
1046	5	115	120	3Cr		1			6	170			413		
1047	1	0	15	1Ah		3		7	16	170			210		grindhoudend
1047	2	15	85	1Cu		0,5			6	1500			210		50p grind+lutum
1047	3	85	100	1Cr		0,5			6	2000			210		70p grind
1047	4	100	105	2Cr		0,5		17			3	5	211		
1048	1	0	10	1A/C1		8			16	165			413		
1048	2	10	45	1A/C2		2			7	170			413		moerig lensje
1048	3	45	75	1Cu		0,5			6	185			413		
1048	4	75	85	1Cgr		0,5			6	195			413		enkele grindjes
1048	5	85	120	1Cr		0,2			6	210			413		met grindjes




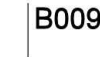













Beperkte profielinformatie bij tweede bemonsteringsronde

Code	X	Y	Dikte Bovengrond	Aard bovengrond	Diepte monster	Begin zand	Verwerking	opm laag t/m zandlaag
VK49	174968,4	487806,6	15	zand	0-15 cm	0		
VK50	175215,2	487730,5	20	klei/zand	0-15 cm	25		20-25 klei/zand
VK51	175249,8	487580,6	20	klei	0-20 cm	veen		30->100 veen
VK52	175385,9	487730,5	15	klei	0-15 cm	60		0-60 klei
VK53	175556,6	487799,7	18	klei	0-15 cm	20		vanaf 20 zand
VK54	175646,5	487635,9	40	klei	0-20 cm	> 100 veen		40-100 veen
VK55	175581,9	487592,1	35	klei	0-15 cm	90		35-90 moerig
VK56	175927,9	487585,2	20	klei	0-20 cm	40		20-40 moerig
VK57	175994,8	487753,5	20	klei	0-20 cm	57		20-57 moerig
VK58	176213,9	487647,4	18	klei	0-15 cm	60		20-60 moerig
VK59	176343,1	487707,4	20	klei	0-15 cm	80		20-80 moerig veen
VK60	176075,5	487506,7	25	klei	0-20 cm	65		20-65 moerig
VK61	175902,6	487472,1	20	klei	0-20 cm	60		20-60 veen
VK62	175946,0	487345,0	15	klei/moerig	0-15 cm	40		15-40 veen
VK63	176118,0	487561,0	18	klei	0-15 cm	60		18-60 veen
VK64	176041,6	487379,6	20	klei/moerig	0-20 cm	40		20-40 moerig
VK65	176227,0	487439,6	15	veen	0-15 cm	70		0-70 veen
VK66	176229,6	487525,8	15	klei/veen	0-15 cm	60		15-60veen
VK67	176381,0	487507,5	15	klei/veen	0-15 cm	70		15-70 veen
VK68	176451,4	487382,2	15	klei/veen	0-15 cm	40		15-40 moerig
VK69	176542,8	487157,7	50	moerig	0-15 cm	50		0-50 moerig
VK70	176613,3	487528,4	18	klei	0-15 cm	55		15-55 veen
VK71	176759,4	487567,5	15	moerig	0-15 cm	35		0-35 moerig
VK72	176506,2	487593,6	17	klei	0-15 cm	60		17-60 veen
VK73	175454,4	487523,2	25	klei	0-25 cm	75		25-75 veen
VK74	176652,4	487653,7	15	moerig	0-15 cm	52		12-52 veen
VK75	176837,7	487893,8	18	klei	0-15 cm	70		18-70 veen
VK76	176947,3	487745,0	15	klei/moerig	0-15 cm	70		0-70 klei/moerig
VK77	176858,6	487598,8	40	klei/moerig	0-15 cm	55		0-50 klei/moerig
VK78	177088,3	487624,9	60	moerig	0-20 cm	65		0-65 moerig
VK79	177111,8	487585,8	30	klei/moerig	0-15 cm	35		0-35 klei/moerig

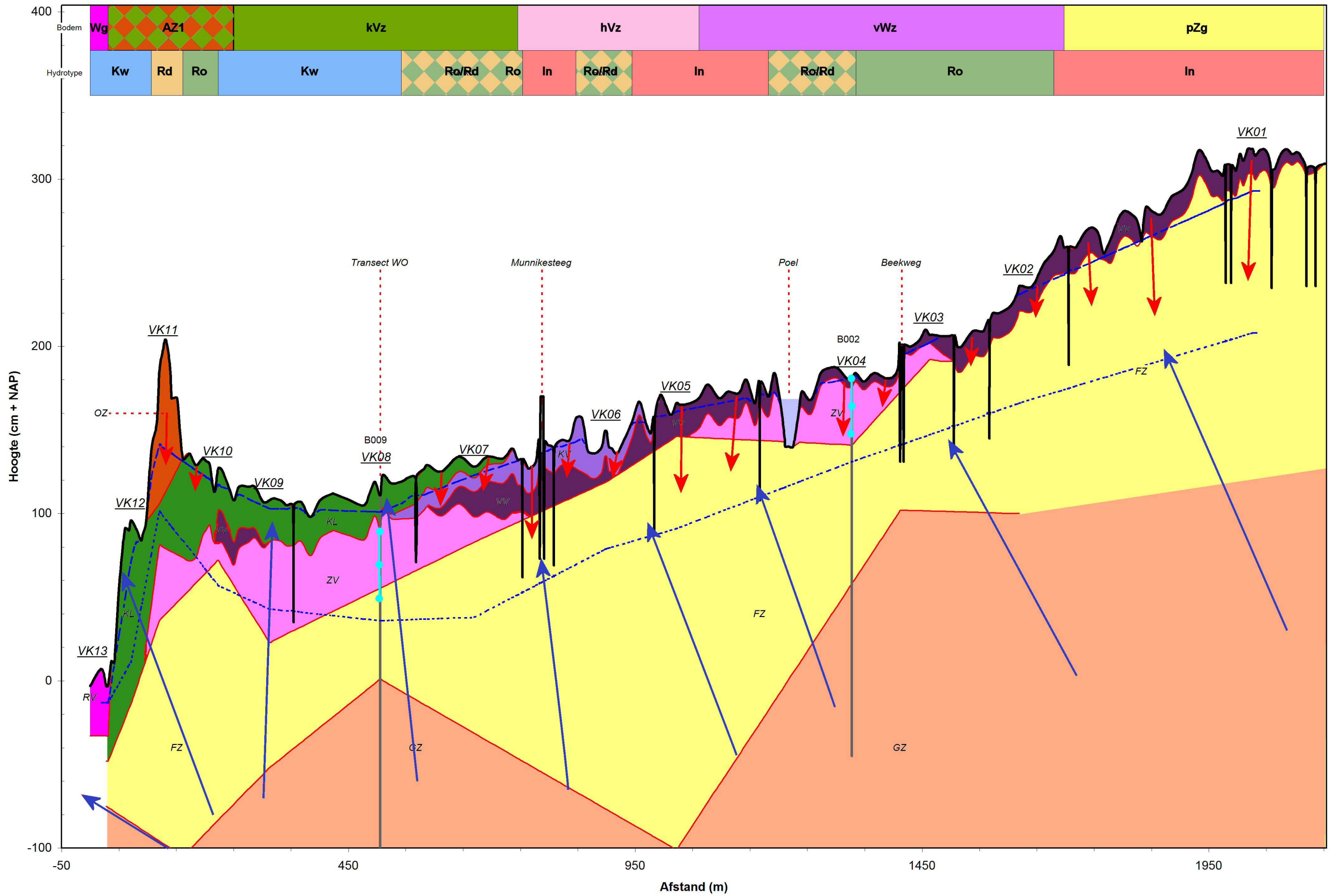
Code	X	Y	Dikte Bovengrond	Aard bovengrond	Diepte monster	Begin zand	Verwerking	opm laag t/m zandlaag
VK80	176970,8	487510,1	30	klei/moerig	0-15 cm	35		0-35 klei/moerig
VK81	176709,8	487416,1	15	zand	0-15 cm	0	Verwerking	
VK82	176660,2	487178,6	35	moerig	0-15 cm	35		vanaf 35 zand
VK83	176743,8	486818,4	40	moerig	0-20 cm	75	Verwerking	
VK84	176628,9	486724,5	30	moerig	0-20 cm	35		vanaf 35 zand
VK85	177216,2	487055,9	15	moerig	0-15 cm	50		0-50 moerig
VK86	176866,4	486340,8	17	zand	0-15 cm	grof geel z	Verwerking	
VK87	175584,9	486758,4	25	moerig	0-25 cm	60		0-60 moerig
VK88	175402,2	487003,7	15	klei/moerig	0-15 cm	15		vanaf 15 zand
VK89	175237,7	487288,2	15	klei/moerig	0-15 cm	47		0-47 moerig
VK90	175159,4	487397,9	15	klei/moerig	0-15 cm	50		0-50 klei/moerig
VK91	175843,3	487932,9	15	klei	0-15 cm	40		0-40 klei
VK92	176292,2	487932,9	20	klei	0-15 cm	55		20-55 veen moerig
VK93	176678,5	487901,6	20	klei	0-15 cm	85		10-85 veen
VK94	176871,7	487437,0	30	klei/moerig	0-15 cm	30		vanaf 30 zand
VK95	175316,0	487155,1	15	klei/moerig	0-15 cm	50		vanaf 50 zand
VK96	175673,6	487131,6	15	moerig	0-15 cm	50		0-50 moerig
VK97	176851,2	488209,3	17	klei	0-15 cm	72		17-72 veen
VK98	176967,0	488303,7	15	klei	0-15 cm	98		50-98 veen
VK99	177022,8	488007,7	18	klei/moerig	0-15 cm	80		klei moerig
VK100	177112,9	488097,8	15	klei/moerig	0-15 cm	75		15-75 veen
VK101	177185,9	487973,3	20	zand	0-15 cm	80		20-80 moerig
VK102	177134,4	487801,7	20	klei/moerig	0-15 cm	60		20-60 moerig veen
VK103	176645,4	485960,1	15	zand	0-15 cm	0		zand
VK104	176703,0	485832,7	15	zand	0-15 cm	0		zand

Bijlage 2 Transecten

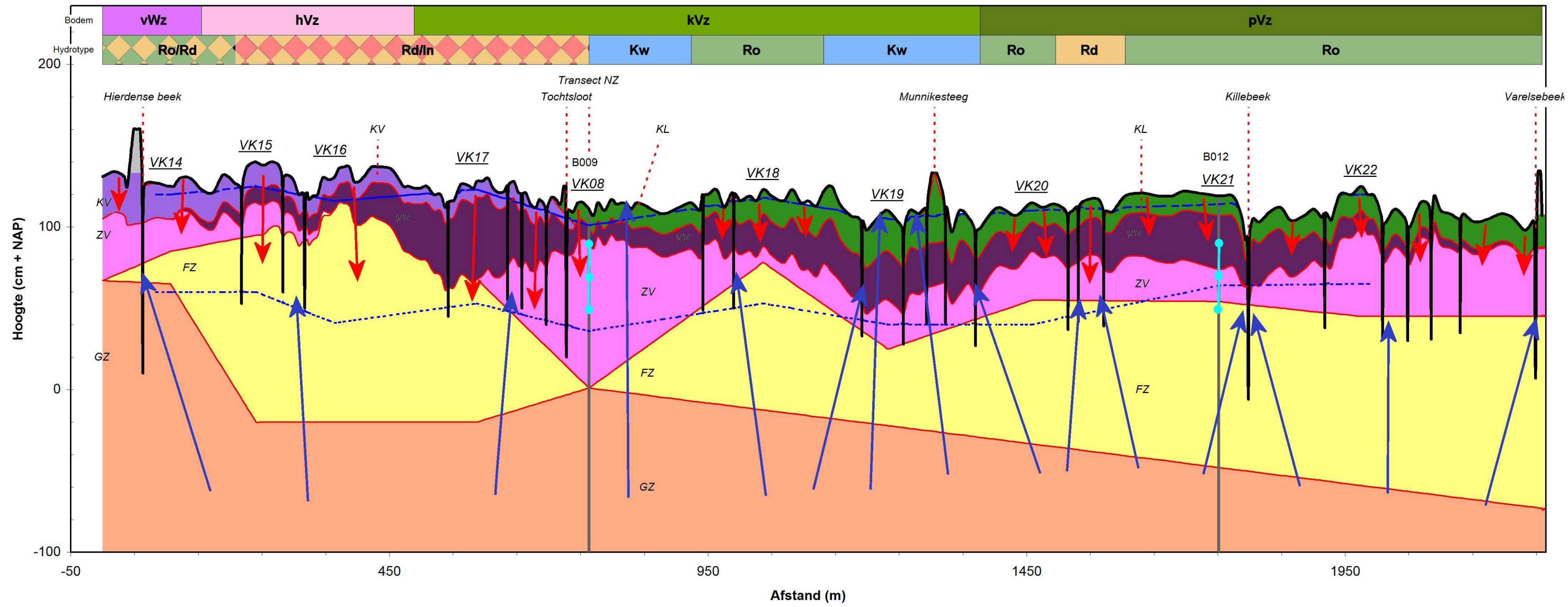
Legenda

<u>VK01</u>	Meetpunt		RV	Rietkragge
	Bovengrens geologisch pakket		OZ	Overslagzand
	Peilbuis		KL	Klei
	Maaiveld		KV	Kleilig veen
	GHG		VV	Veraard veen
	GLG		ZV	Zeggeveen / rietzeggeveen
<i>RV</i>	Label		FZ	Fijn zand
	Kenmerken langs het transect		GZ	Grof zand
	Stijghoogte (gem +/- 2x stedv)			
	Indicatieve grondwaterstroom (kwel)			
	Indicatieve grondwaterstroom (infiltratie)			

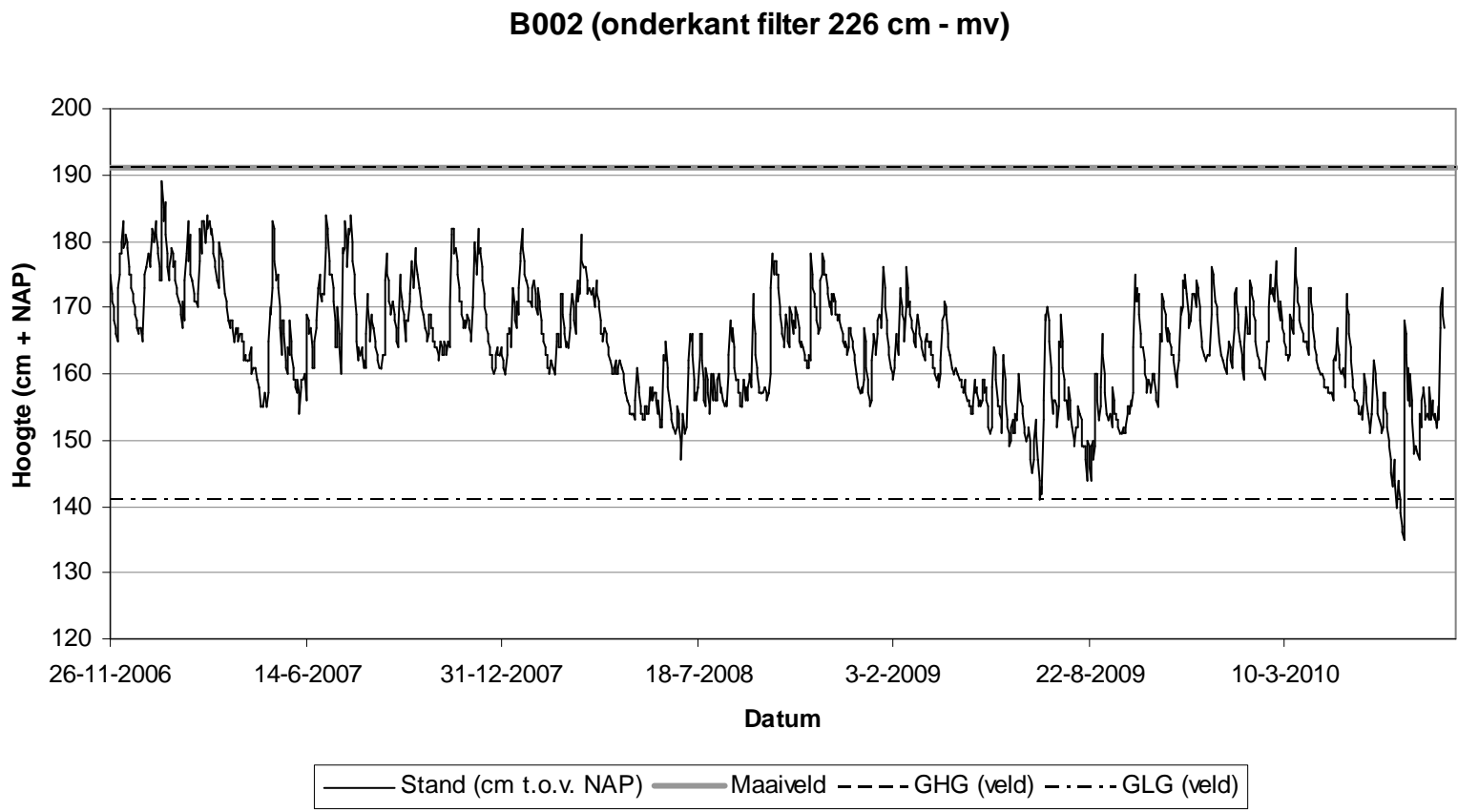
Transect NZ



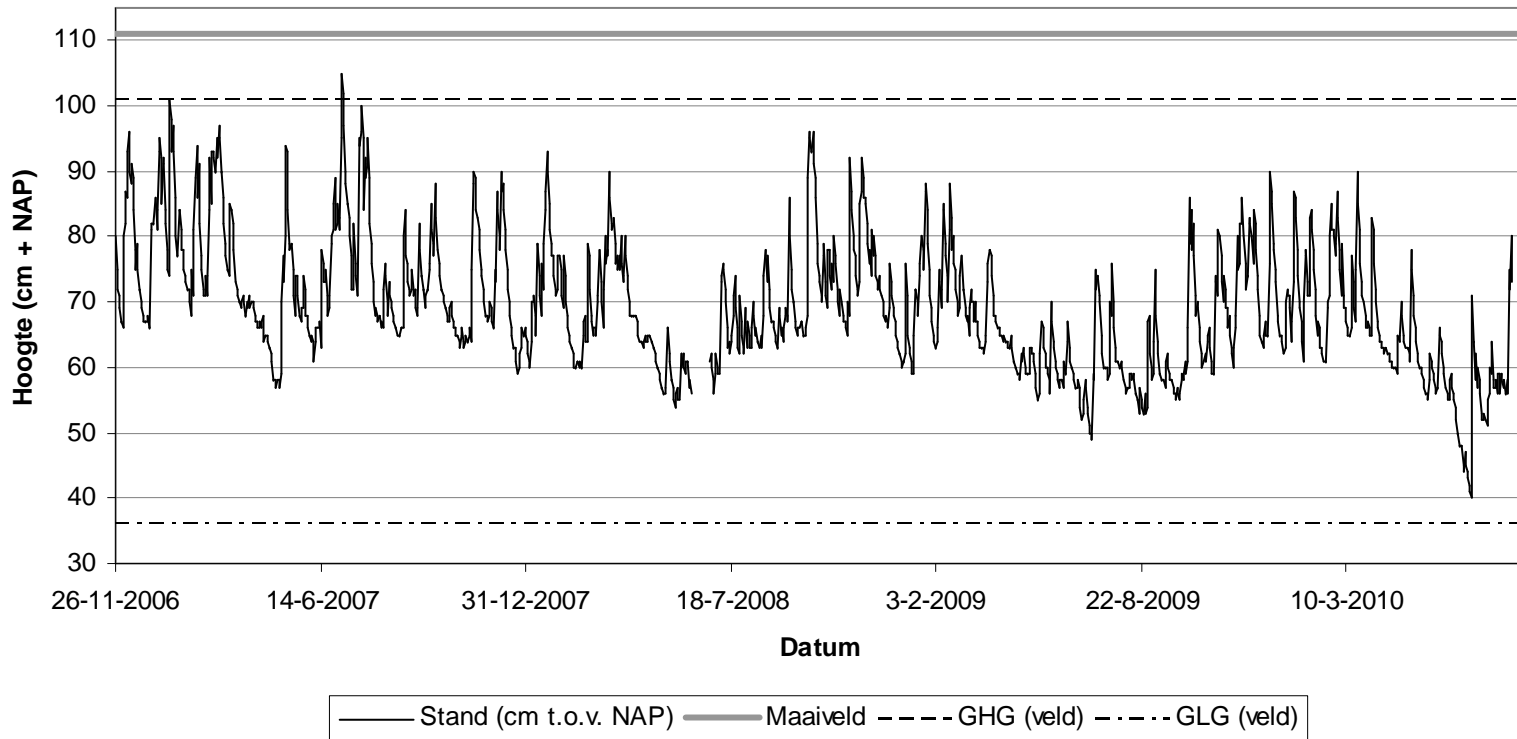
Transect WO



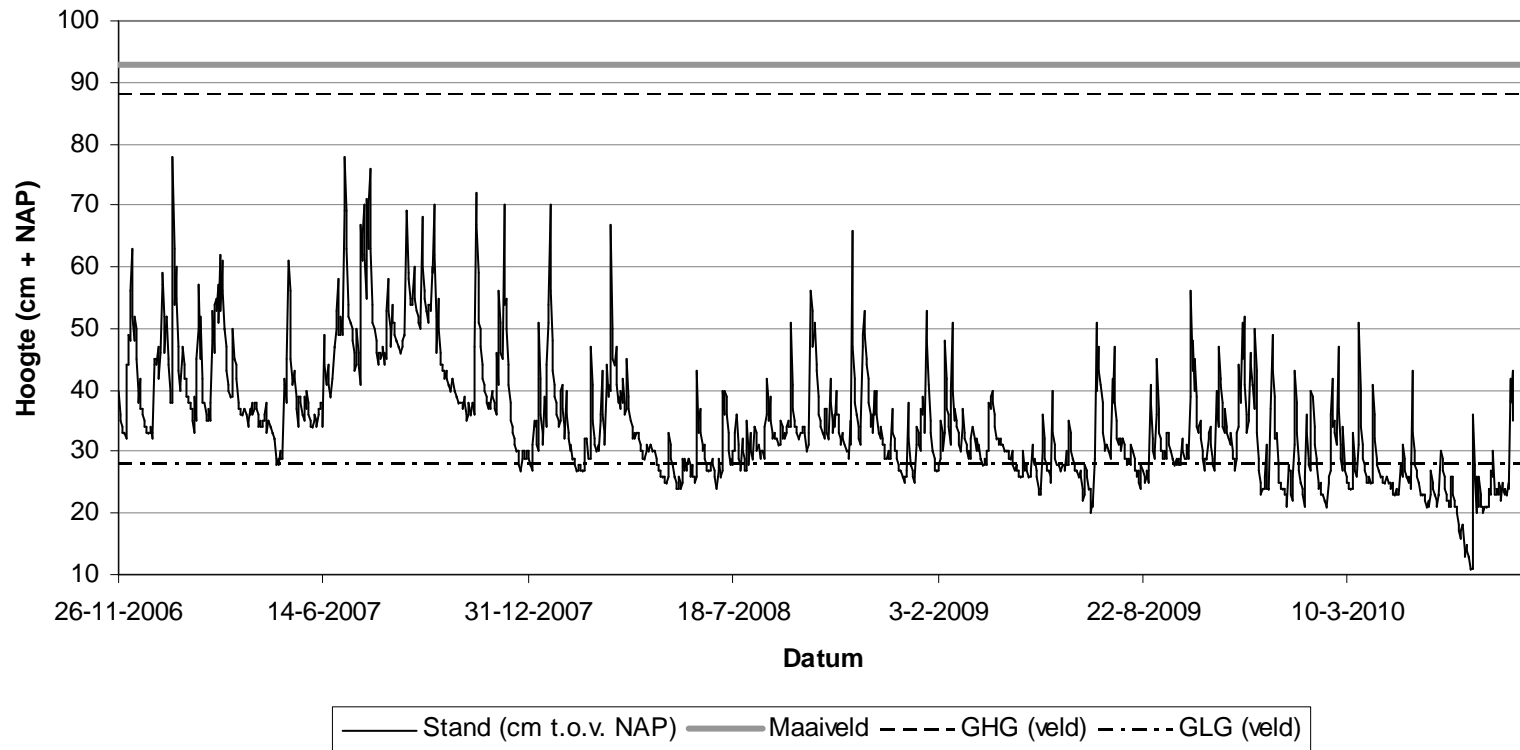
Bijlage 3 Stijghoogten en oppervlaktewaterpeil vanaf 2006



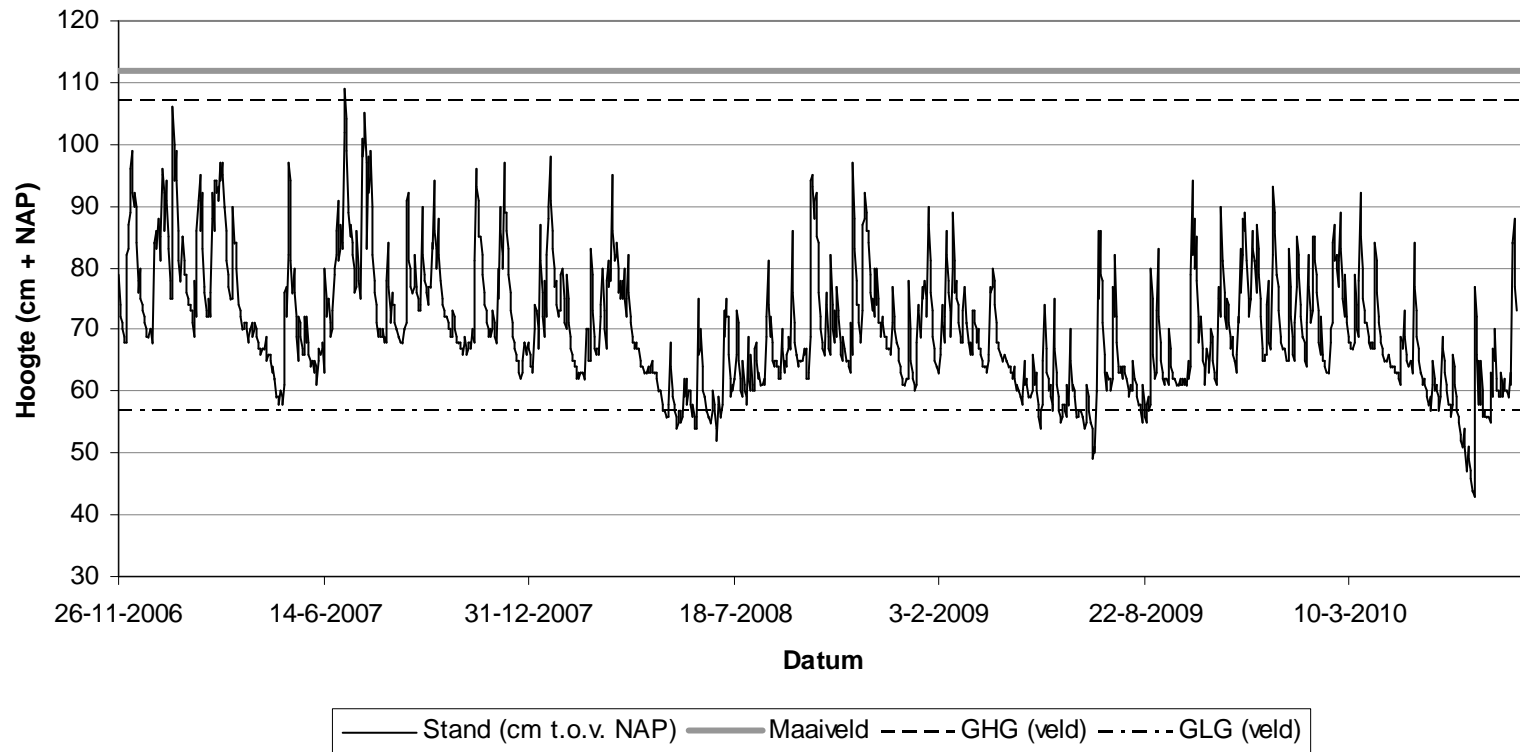
B009 (onderkant filter 300 cm - mv)



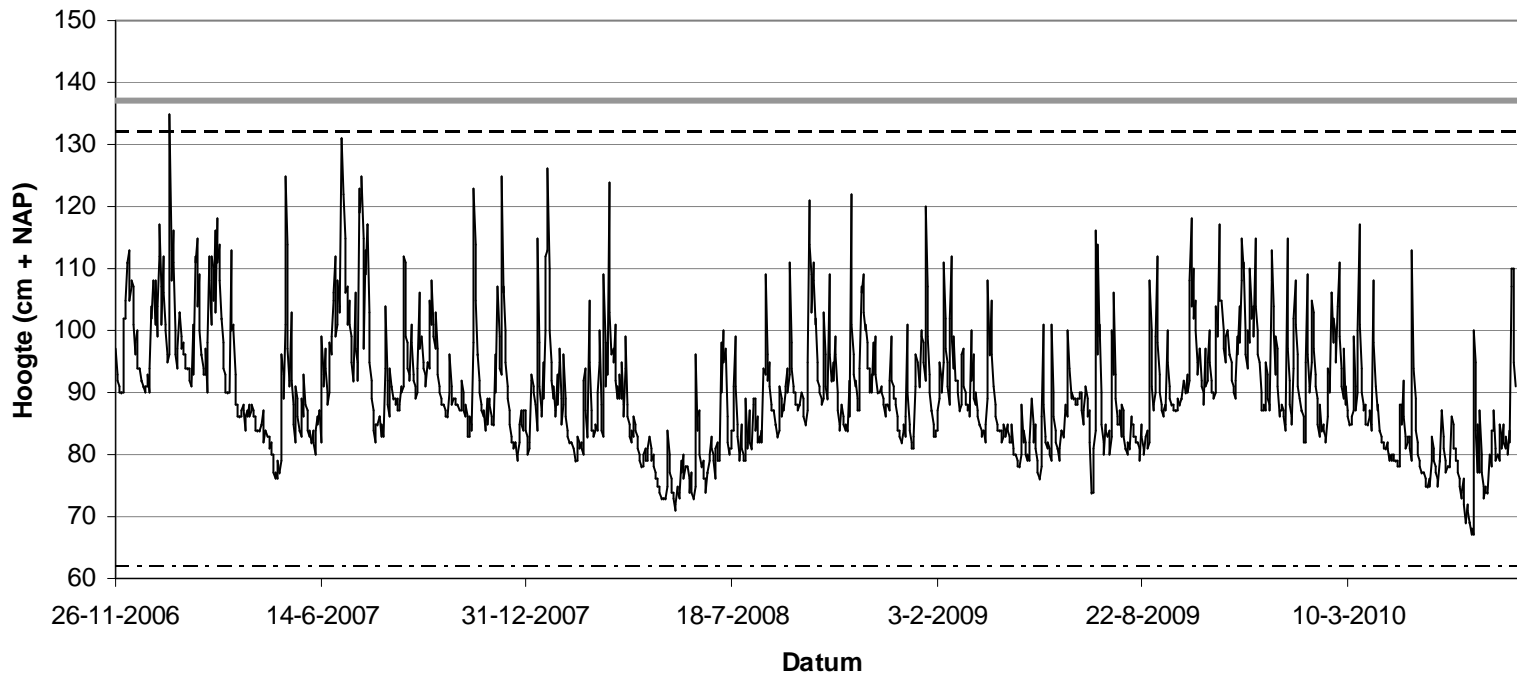
B011 (onderkant filter 265 cm - mv)



B012 (onderkant filter 222 cm - mv)

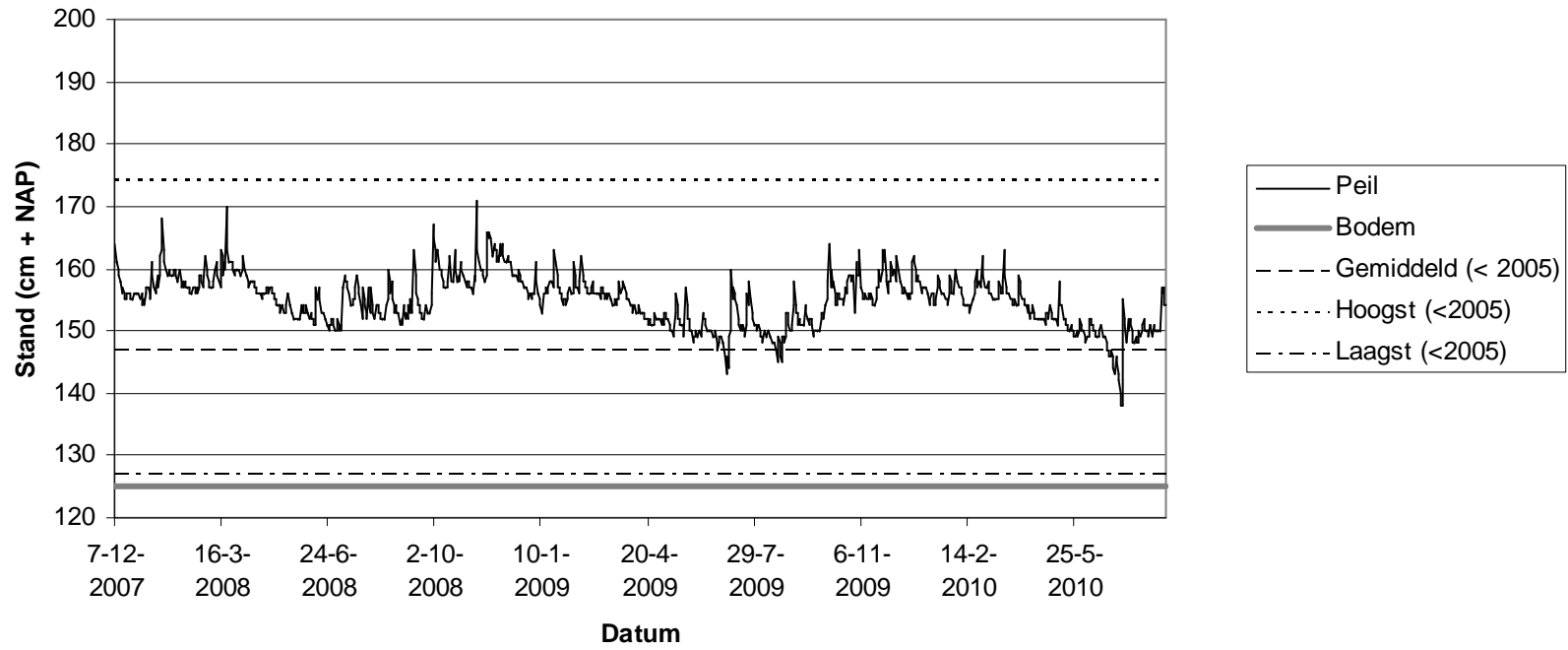


B013 (onderkant filter 255 cm - mv)



— Stand (cm t.o.v. NAP) — Maaiveld - - - - GHG (veld) - . - . - GLG (veld)

P001



Bijlage 4 Analyseresultaten watermonsters

Monster- omschrijving	EC [µS/cm]	Cl [mg/l]	Ca [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	S [mg/l]	pH [bij 20±1°C]	IC [mg/l]	Nts [mg/l]	P- PO4 [mg/l]
<i>Grondwatermonsters</i>											
VK1W	169	6,6	14,4	10,4	4,6	3,1	8,28	6,32	11,1	5,8	0,088
VK4W	247	9,2	34,4	1,6	4,8	3,6	15,90	5,95	12,7	5,1	0,137
VK8W	377	6,6	48,8	5,1	14,9	6,4	5,53	6,52	44,2	9,6	0,831
VK11W	543	38,1	47,7	17,3	18,1	23,4	10,60	6,81	53,5	15,8	0,980
VK14W	234	6,6	35,0	2,0	7,2	2,3	9,70	6,14	16,9	7,8	0,157
VK21W	271	10,0	35,3	2,1	12,9	5,0	13,60	6,10	26,5	7,3	0,095
VK25W	236	14,3	28,6	5,9	7,5	5,8	10,10	6,43	22,1	5,7	0,056
VK39W	609	32,7	69,9	4,9	13,2	26,4	5,48	6,59	63,8	16,9	0,041
VK40W	309	4,9	43,4	2,3	17,4	3,4	4,90	6,33	42,9	6,0	0,022
VK45W	307	6,6	44,6	1,2	10,7	5,8	22,30	6,22	25,1	4,1	0,007
<i>Oppervlaktewatermonsters</i>											
OW1	320	28,5	37,6	7,5	4,3	16,5	10,50	7,35	17,9	2,8	0,011
OW2	334	21,4	46,9	3,5	4,2	13,1	7,82	7,63	23,4	4,1	0,042
OW3	290	15,9	43,3	2,1	3,4	10,2	5,92	7,77	23,4	1,9	0,032
OW4	316	16,3	46,8	2,1	5,4	10,5	7,17	7,53	26,3	1,9	0,038
OW5	342	14,2	49,6	7,6	11,7	9,2	2,16	7,36	36,3	3,8	0,200
OW6	219	9,8	33,2	0,8	3,3	7,3	4,28	7,44	19,7	-	-

Bijlage 5 MAION Berekening

Monster	K+A	K-A	IR	Verwantschap (%)					Mengverhouding		
	meq/l	K+A%	%	ATM	RHLOB	THX	LI-AN	LI-DU	ATMO	BEINVLOED	DUVEL
Grondwatermonsters											
VK1W	2,6	13,2	79,4	-21	6,9	-7,9	60,5	63,7	85	0	15
VK4W	3,9	19,6	86,9	4,4	26,6	7,2	50,6	47,7	80	5	15
VK8W	6,8	19,7	92,9	-60,4	32	19,5	93,4	88,7	0	0	100
VK11W	10,4	2,8	68,9	-54,7	60,8	47,5	92,1	81	0	10	90
VK14W	3,8	30,4	90,4	-23,6	22,6	3,6	66,4	64,9	85	0	15
VK21W	5	23,3	86,2	-24,4	21	5,6	64,4	63,6	85	0	15
VK25W	4,5	9,1	78	-31	24,4	-0,9	81,4	85	45	5	50
VK39W	10,5	11,6	79,1	-51,3	68,2	52,4	94,2	80	0	15	85
VK40W	6	26,9	94	-59,2	18,9	7,4	84,1	83,1	0	0	100
VK45W	5,9	15,8	92,3	-8,8	23,4	8,8	62,7	60,2	70	5	25
Oppervlaktewatermonsters											
OW1	6	5,5	70	-23,9	52,9	15,9	86	86,9	25	15	60
OW2	6,3	6,5	79,5	-38,6	42,9	13,4	93,7	93,5	0	10	90
OW3	5,6	4,4	82,8	-42	33,7	5,4	94,2	96,5	0	5	95
OW4	6,2	5,3	83,6	-43,7	34,3	8,1	95,1	96,3	0	5	95
OW5	7,3	10,2	86,1	-61,4	26,5	7,6	95,5	96,4	0	0	100
OW6	4,3	4,8	85,7	-43,4	23,8	-3,9	92,5	98	0	0	100

Bijlage 6 Veldmetingen pH en EGV

Boorgaten							
Alfocode	EGV		pH		Aandeel zacht grondwater (%)		
	Veldmeting ($\mu\text{S/cm}$)	Gecorrigeerd (mS/m)	Veldmeting	Gecorrigeerd	MAION	Logistisch model	
VK01W	144	19,30	6,02	6,22		15	9,3
VK02M	185	23,63	6,29	6,40			53,0
VK04W	204	25,64	5,63	5,95		15	9,3
VK06M	306	36,41	6,49	6,54			99,3
VK08W	217	27,01	6,33	6,43		100	99,3
VK09M	330	38,94	6,25	6,37			99,3
VK11W	425	48,98	6,89	6,81		90	99,3
VK14W	189	24,05	6,03	6,22		15	9,3
VK16M	255	31,02	6,10	6,27			99,0
VK17M	180	23,10	5,82	6,08			9,3
VK19M	394	45,70	6,41	6,48			99,3
VK20M	240	29,44	6,30	6,41			99,3
VK21W	236	29,02	5,96	6,18		15	9,3
VK22M	345	40,53	6,10	6,27			99,3
VK23M	232	28,59	6,33	6,43			99,3
VK24M	242	29,65	6,30	6,41			99,3
VK25W	196	24,79	6,35	6,44		50	99,2
VK26M	122	16,98	6,21	6,35			9,3
VK27M	195	24,69	5,64	5,96			9,3
VK28M	512	58,16	6,64	6,64			99,3
VK29M	450	51,62	6,23	6,36			99,3
VK30M	242	29,65	5,82	6,08			9,3
VK31M	307	36,51	5,99	6,20			99,3
VK32M	220	27,33	5,84	6,10			9,3

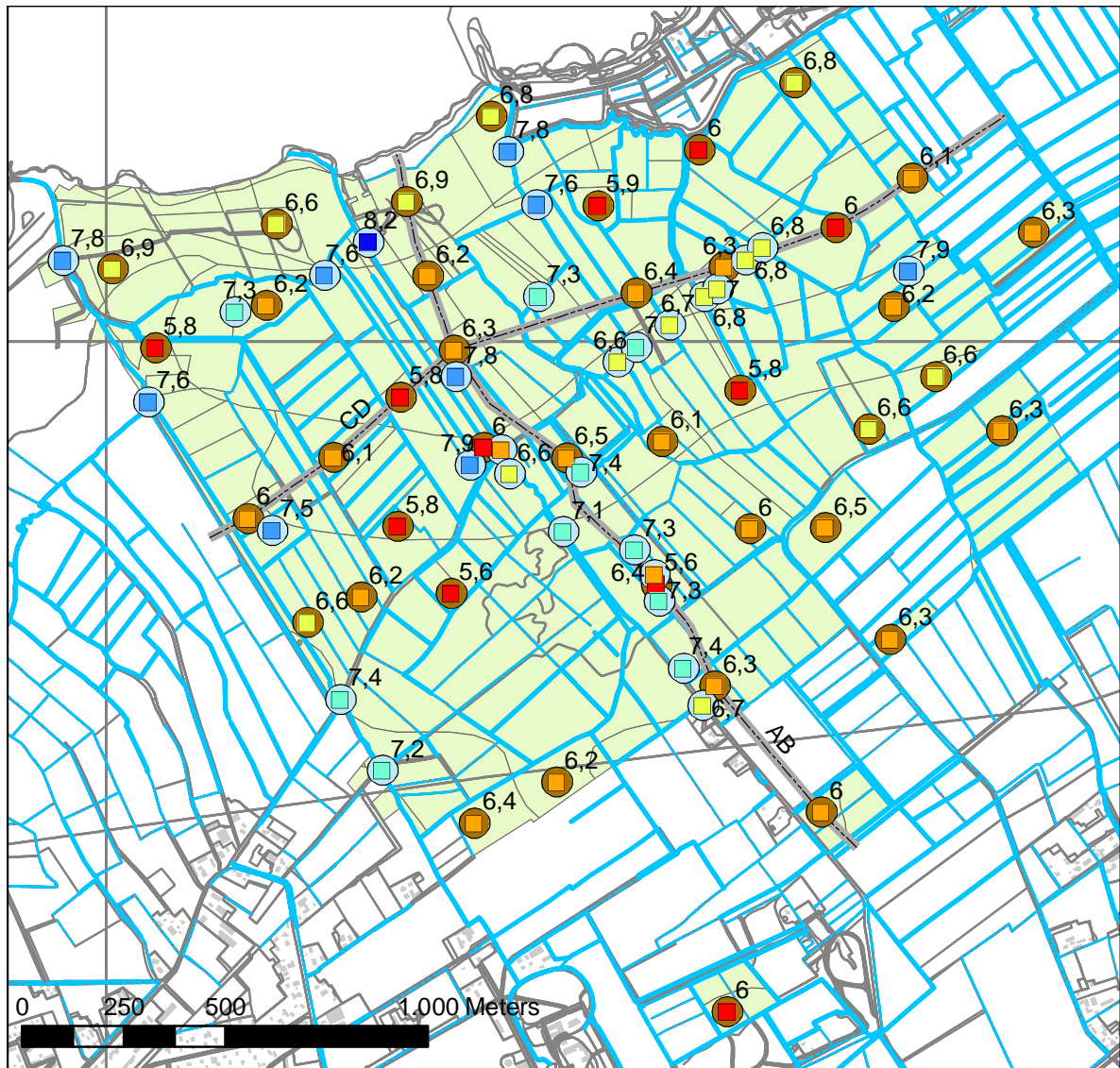
Alfocode	EGV		pH		Aandeel zacht grondwater (%)	
	Veldmeting ($\mu\text{S/cm}$)	Gecorrigeerd (mS/m)	Veldmeting	Gecorrigeerd	MAION	Logistisch model
VK33M	305	36,30	6,15	6,31		99,3
VK34M	553	62,49	6,90	6,81		99,3
VK35M	148	19,72	6,57	6,59		99,3
VK36M	325	38,42	6,49	6,54		99,3
VK37M	163	21,31	6,05	6,24		9,3
VK38M	294	35,14	6,55	6,58		99,3
VK39W	562	63,45	6,55	6,58	85	99,3
VK40W	280	33,66	6,12	6,29	100	99,3
VK41M	280	33,66	5,85	6,10		12,0
VK42M	340	40,00	6,21	6,35		99,3
VK43M	200	25,21	6,28	6,39		95,5
VK44M	305	36,30	5,88	6,12		98,5
VK45W	286	34,30	5,98	6,19	25	99,1
VK46M	664	74,22	6,82	6,76		99,3
VK47M	195	24,69	6,84	6,77		99,3
VK48M	92	13,81	6,00	6,20		9,3

Oppervlaktewater (metingen Natuurmonumenten)

X	Y	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	PH	TEMP_	Aandeel zacht grondwater volgens logistisch model (%)
175576	486617	314	7.44	11.0	99,29
175103	487350	312	7.65	10.0	99,29
174892	487699	284	7.82	10.8	99,29
175317	487572	243	7.30	10.6	99,29
175537	487662	255	7.6	13.2	99,29
175408	487033	235	7.51	11.0	99,29
175896	487195	199	7.93	13.8	99,29
175645	487744	274	8.20	13.0	99,29
175861	487413	276	7.77	12.2	99,29
176065	487610	269	7.27	12.5	99,29
176060	487836	231	7.57	11.0	99,29
175989	487967	234	7.80	11.4	99,29

X	Y	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	PH	TEMP_	Aandeel zacht grondwater volgens logistisch model (%)
175680	486442	291	7.18	10.4	99,29
176126	487030	286	7.09	10.5	99,29
176301	486985	54	7.27	11.1	99,29
176350	486925	100	6.40	13.0	99,29
176422	486694	67	7.38	15.0	99,29
176470	486602	329	6.69	12.0	99,29
176363	486859	204	7.28	10.9	99,29
175973	487232	284	6.10	11.1	99,29
175993	487172	106	6.61	16.2	99,29
176169	487177	249	7.36	12.0	99,29
176261	487449	234	6.61	13.3	99,29
176306	487485	212	7.05	12.4	99,29
176388	487540	223	6.69	12.3	99,29
176474	487610	241	6.82	13.1	99,29
176506	487629	208	7.00	14.3	99,29
176976	487672	229	7.92	14.4	99,29
176576	487700	223	6.83	14.0	99,29
176617	487731	225	6.83	13.1	99,29
176616	487646	213		17.8	
176733	487658	216		16.2	
176814	487229	292		15.0	
176855	487745	291		15.6	
176620	488174	255		24.6	
170684	488211	291		19.4	
176747	488271	253		19.7	
176993	488383	328		19.5	
177171	488121	278		17.1	
177160	487999	242		17.3	
177063	487851	207		15.3	
177030	487764	197		17.3	
177078	487655	224		15.9	
177343	487797	105		22.7	
177351	487872	281		16.7	

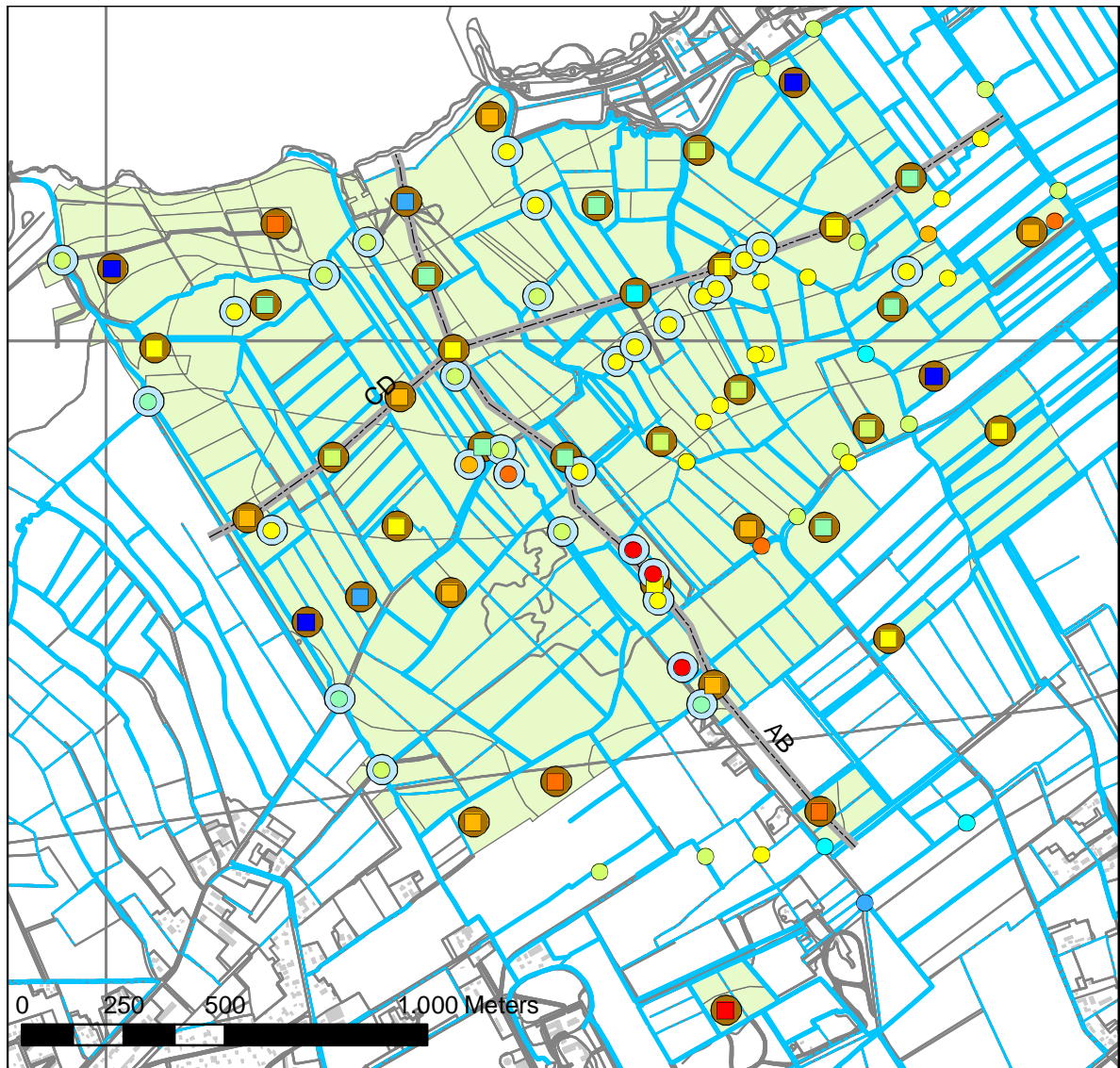
X	Y	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	PH	TEMP_	Aandeel zacht grondwater volgens logistisch model (%)
176983	487296	280		16.4	
176876	487468	393		15.9	
176630	487468	212		17.7	
176604	487467	229		15.4	
176516	487342	223		17.4	
176475	487301	234		16.2	
176434	487203	228		17.0	
176618	486995	123		19.0	
176706	487067	258		16.8	
176833	487201	241		18.5	
177125	486311	365		19.5	
176874	486113	439		16.0	
176774	486253	364		16.9	
176618	486233	234		15.2	
176480	486228	280		16.1	
176219	486190	272		16.8	
176263	495955	327		16.6	
176372	485546	297		16.0	



Legenda

pH Oppw.		pH boorgat		Oppervlaktewater	Transecten
■	< 6,0	■	5,6 - 6,0	○	---
■	6,1 - 6,5	■	6,1 - 6,5	●	Waterlopen
■	6,6 - 7,0	■	6,6 - 7,0		--- Greppel
■	7,1 - 7,5	■	7,1 - 7,5		— Sloot
■	7,6 - 8,0	■	7,6 - 8,0		Onderzoeksgebied
■	8,1 - 8,5	■	8,1 - 8,5		■

Figuur 38 Veldmetingen pH in boorgaten en oppervlaktewater

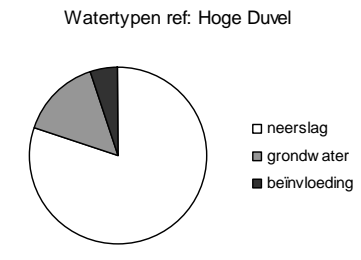
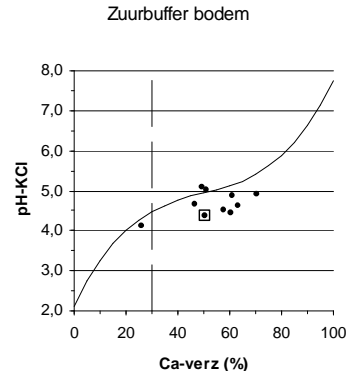
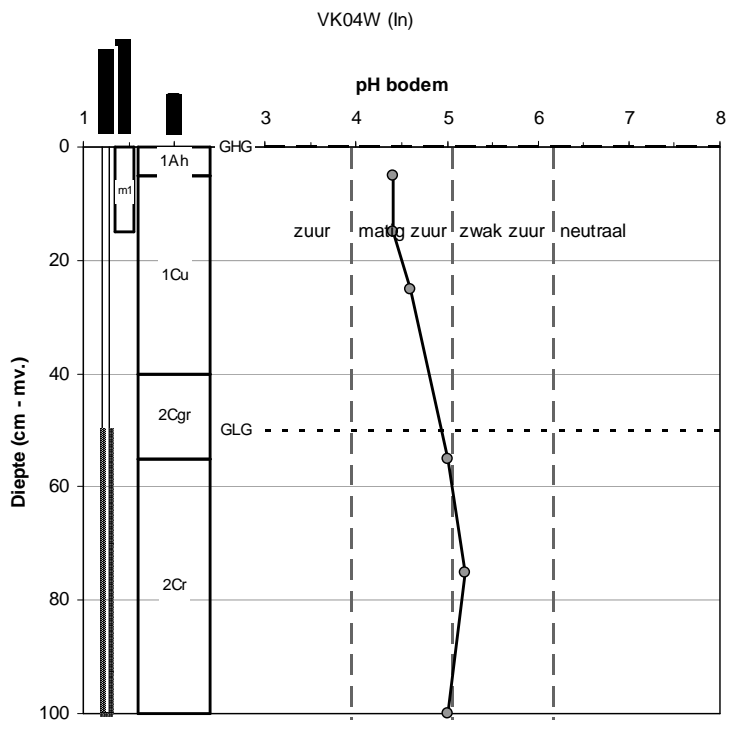
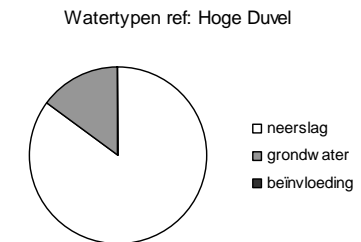
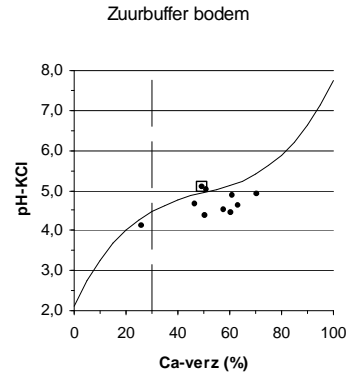
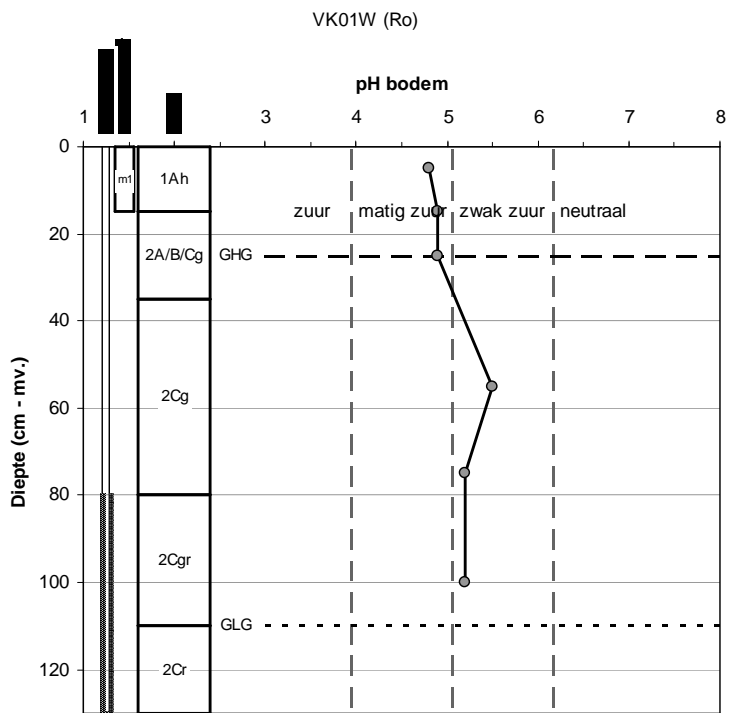


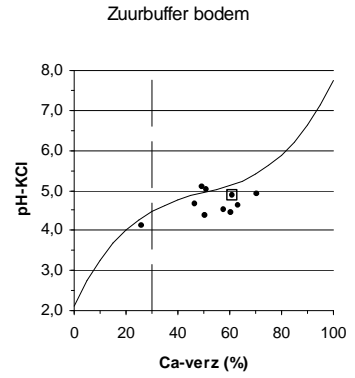
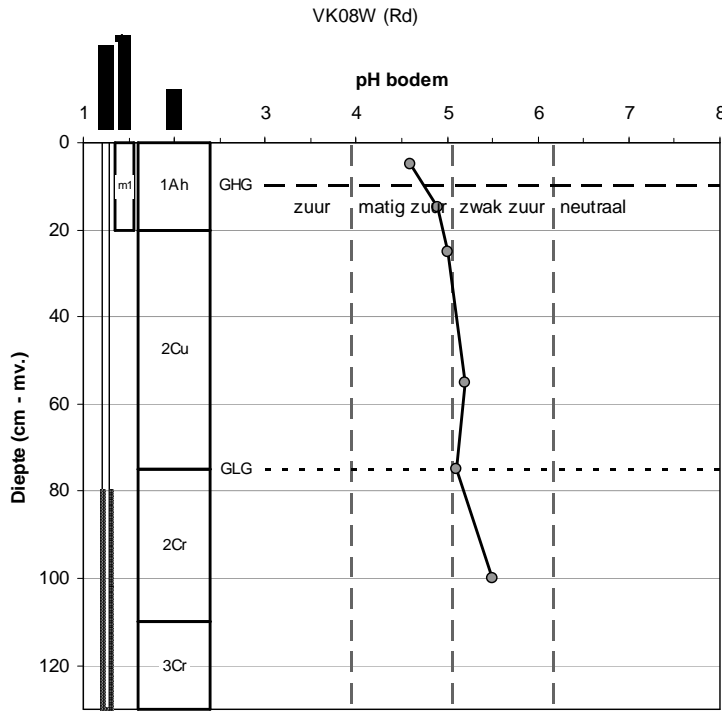
Legenda

Oppw EGV	Boorgat_EGV	Oppervlaktewater	Transecten
● 54 - 100	■ 92 - 100	○	— Transecten
● 101 - 150	■ 101 - 150	Boorgat	Waterlopen
● 151 - 200	■ 151 - 200	●	--- Greppel
● 201 - 250	■ 201 - 250		— Sloop
● 251 - 300	■ 251 - 300		Onderzoeksgebied
● 301 - 350	■ 301 - 350		■
● 351 - 400	■ 351 - 400		
● 401 - 450	■ 401 - 450		
● 451 - 500	■ 451 - 500		
● 501 - 664	■ 501 - 664		

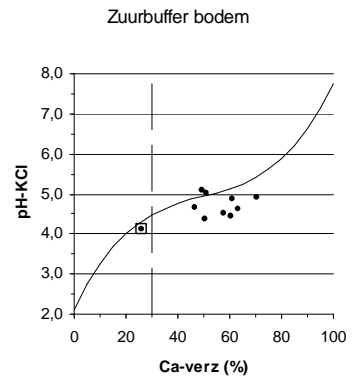
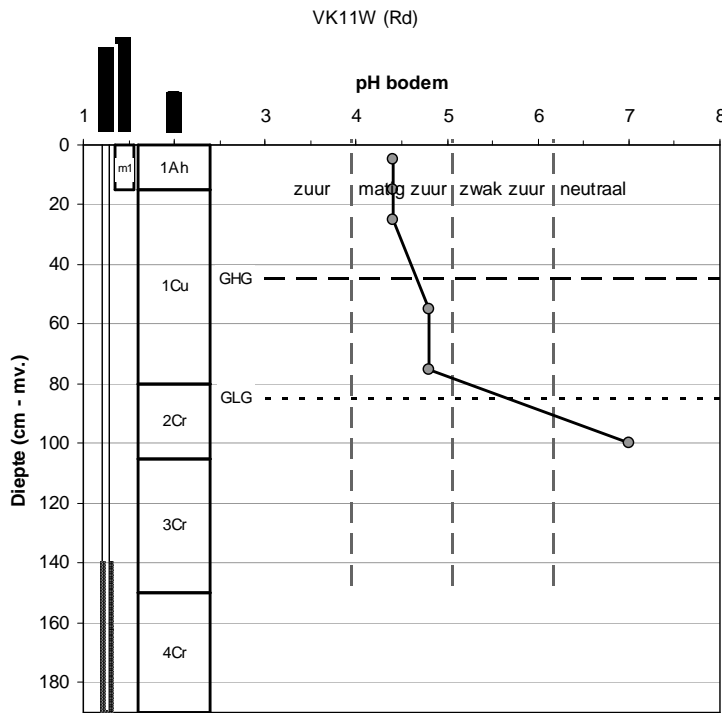
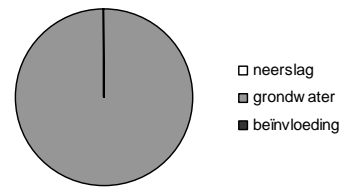
Figuur 39 Veldmetingen EGV in boorgaten en oppervlaktewater

Bijlage 7 pH-profielen

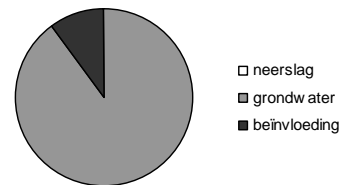


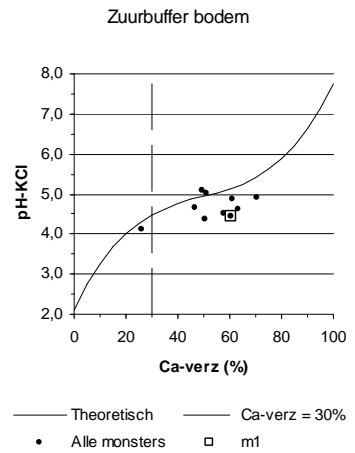
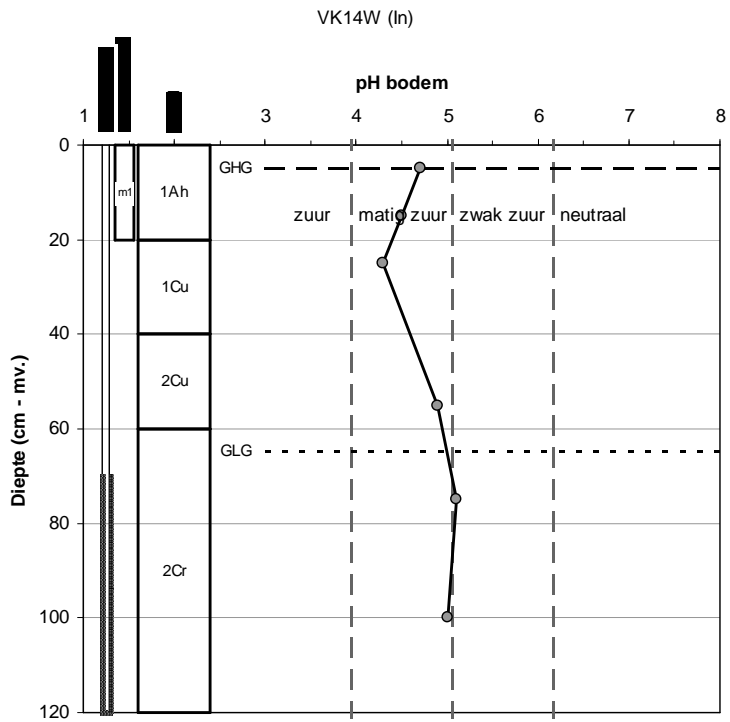


Watertypen ref: Hoge Duvel

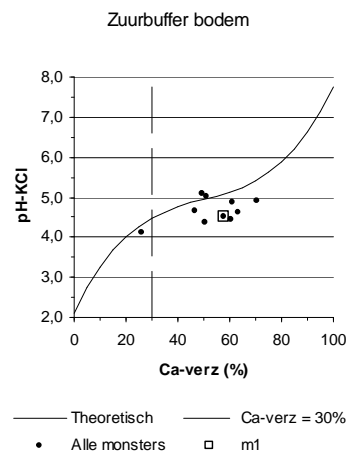
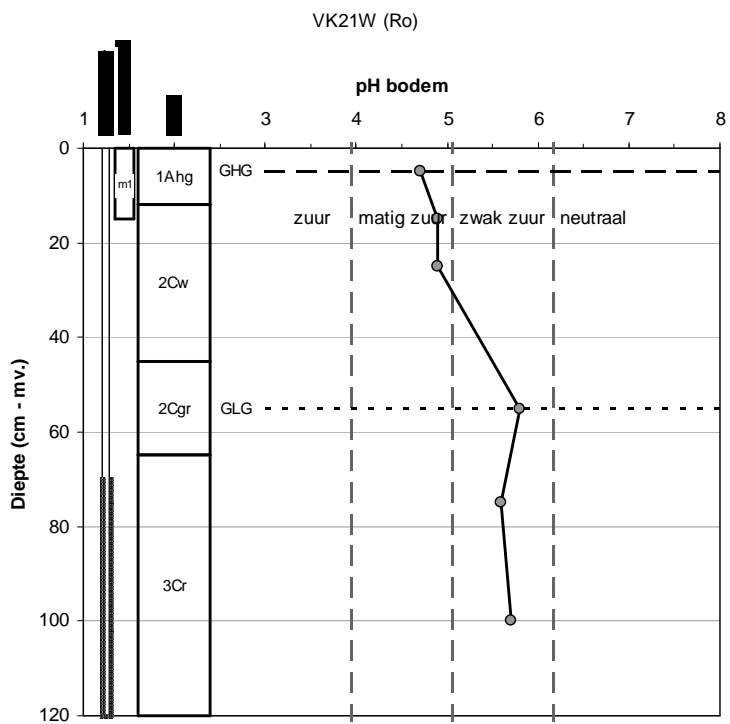
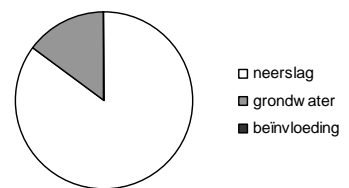


Watertypen ref: Hoge Duvel

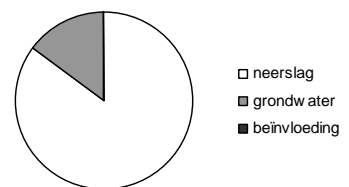


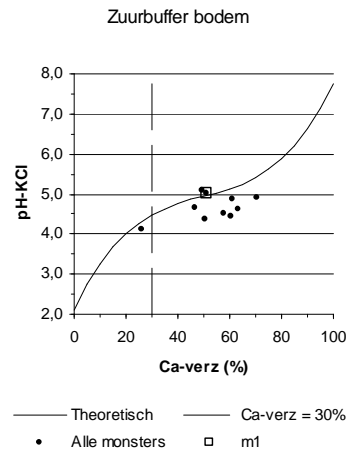
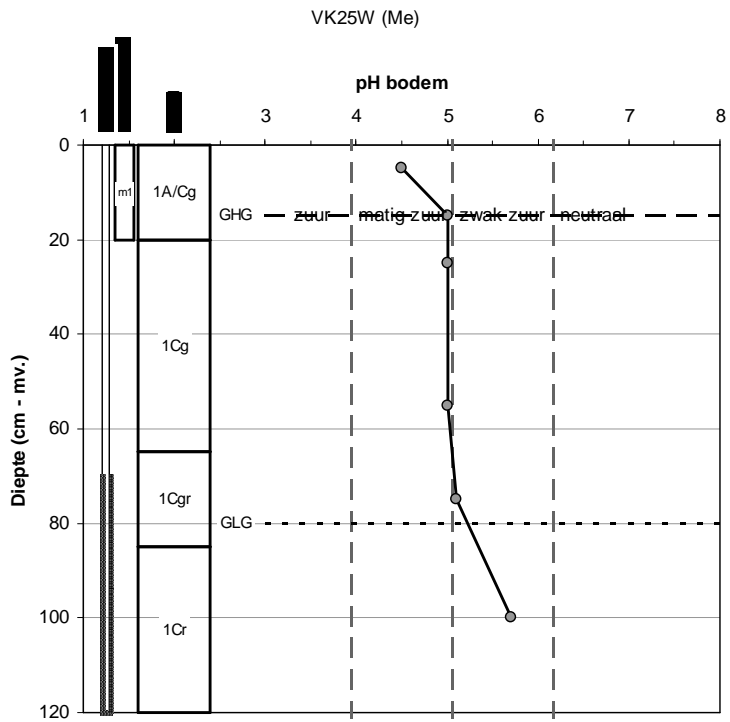


Watertypen ref: Hoge Duvel

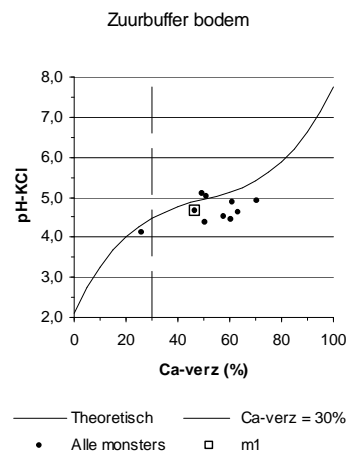
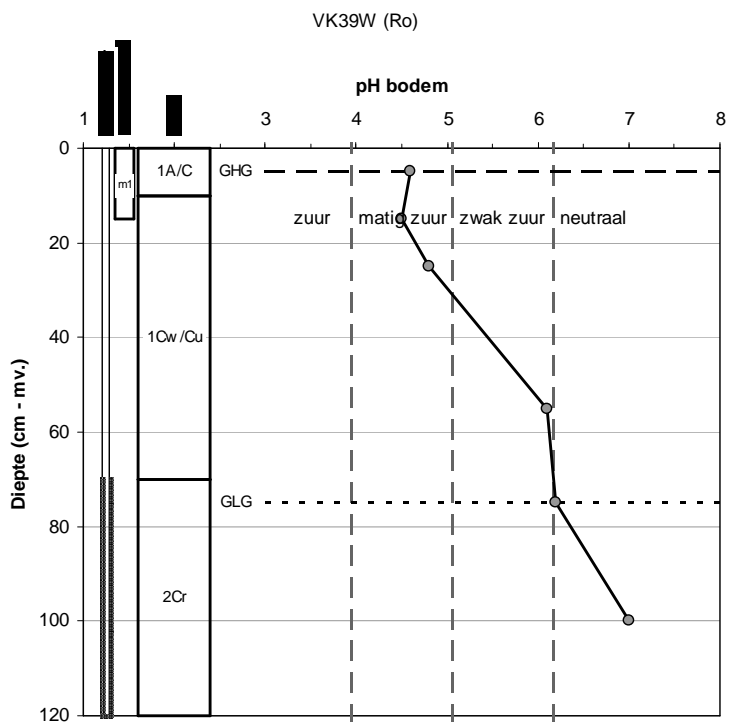
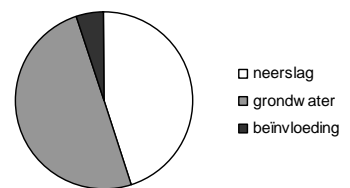


Watertypen ref: Hoge Duvel

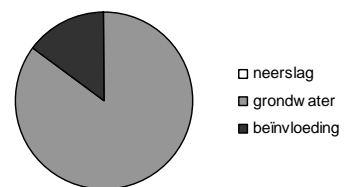


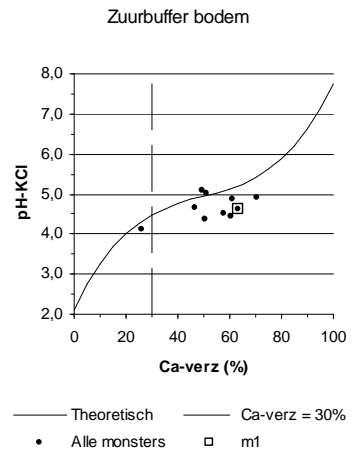
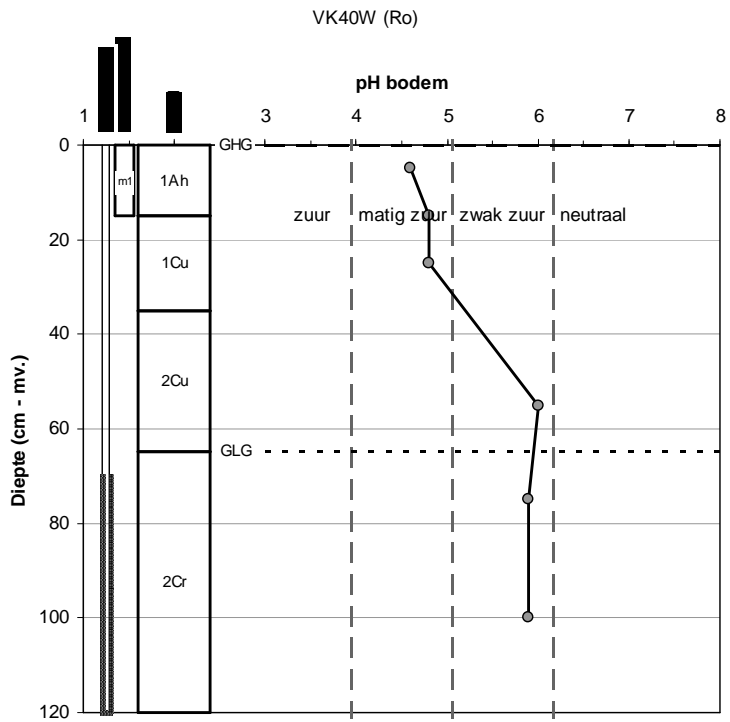


Watertypen ref: Hoge Duvel

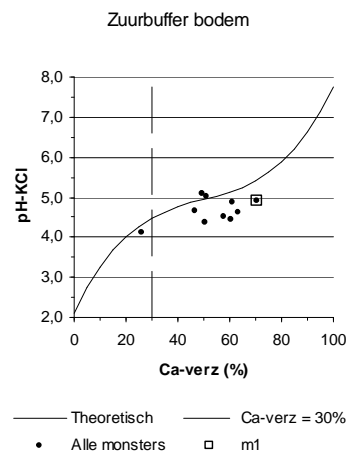
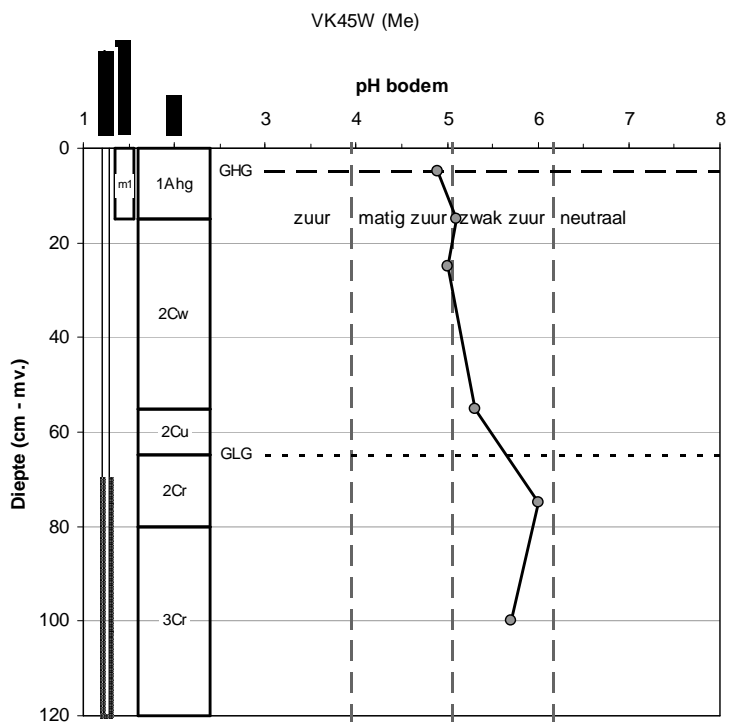
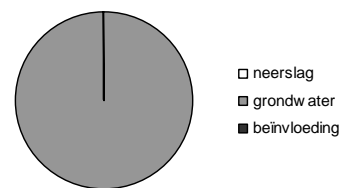


Watertypen ref: Hoge Duvel

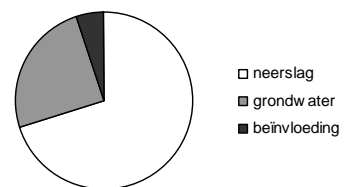




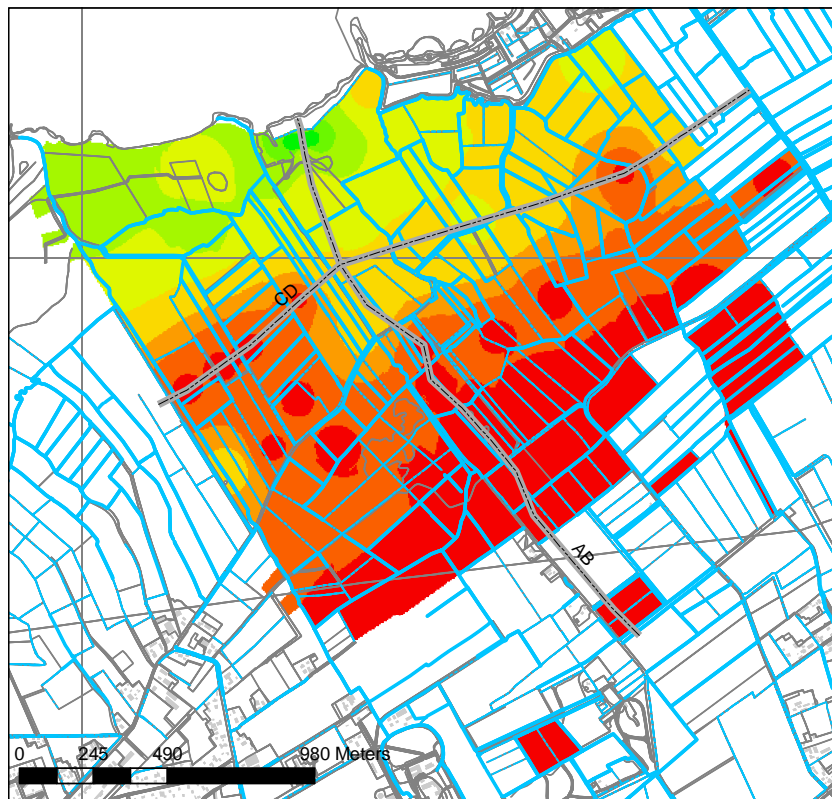
Watertypen ref: Hoge Duvel



Watertypen ref: Hoge Duvel

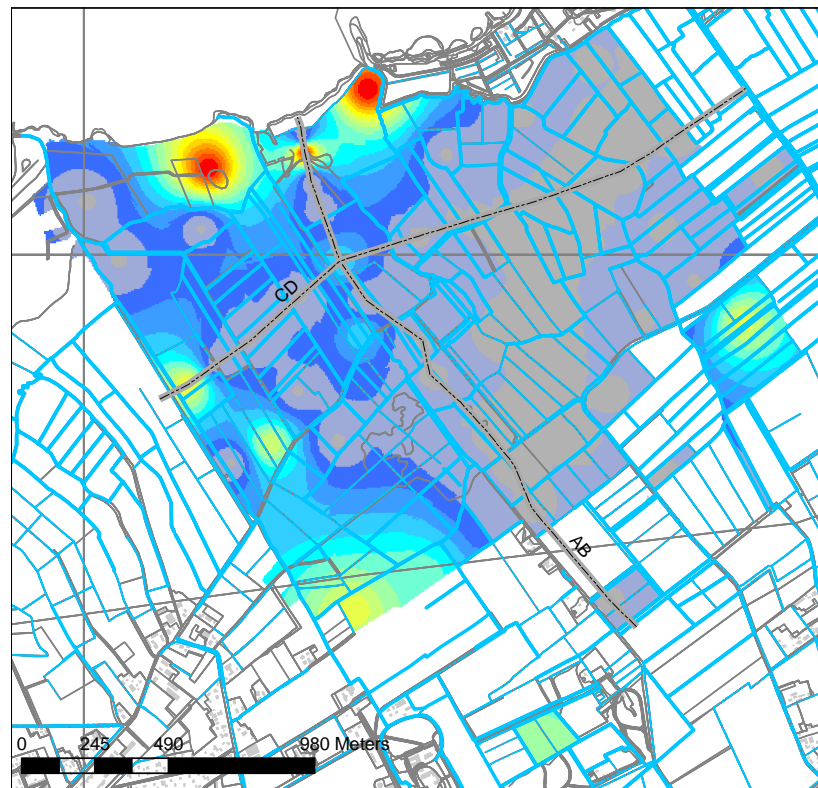


Bijlage 8 Kaarten regressie met hulpinformatie



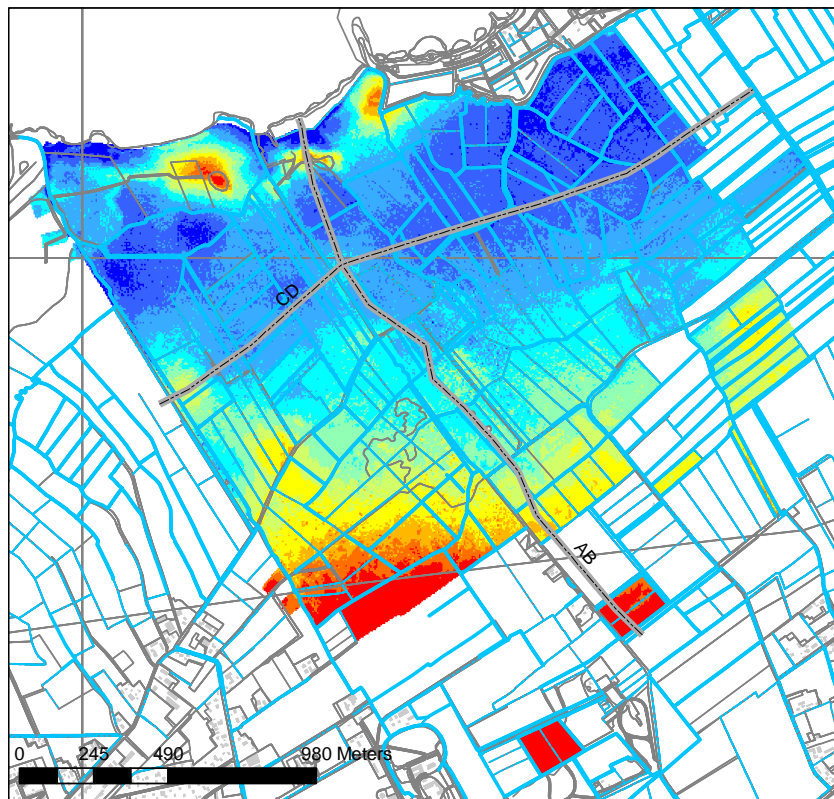
Legenda

Transecten	Dikte kleidek
— Transecten	0 - 1
Waterlopen	2 - 5
--- Greppel	6 - 10
— Sloop	11 - 20
	21 - 30
	31 - 40



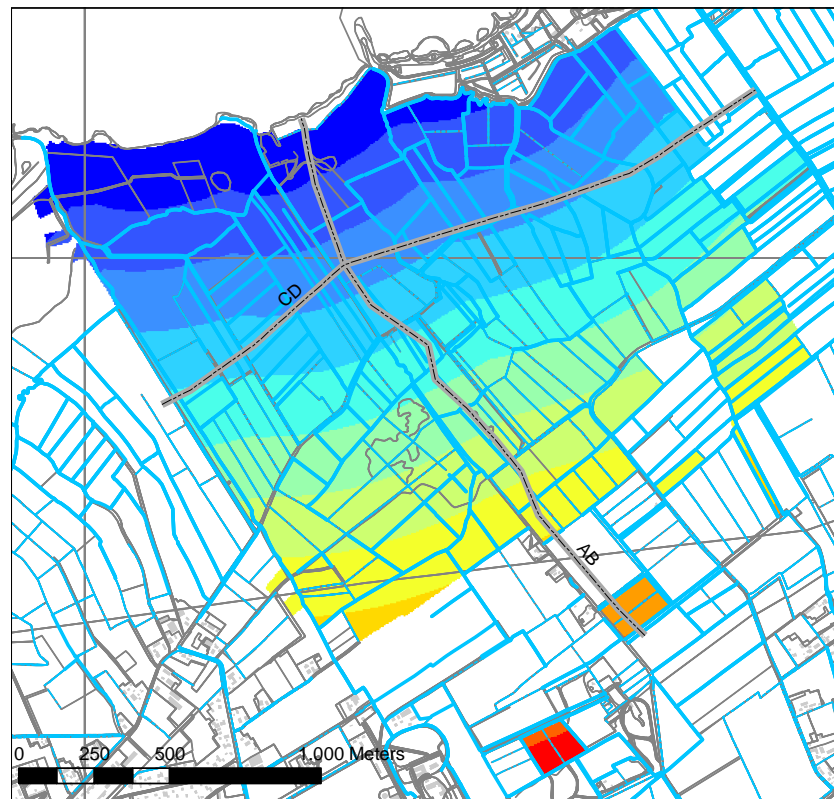
Legenda

Transecten	Begin grof zand (cm - mv)	81 - 90
— Transecten	0 - 10	91 - 100
Waterlopen	11 - 20	101 - 110
--- Greppel	21 - 30	111 - 120
— Sloop	31 - 40	121 - 130
	41 - 50	131 - 140
	51 - 60	141 - 150
	61 - 70	> 150
	71 - 80	



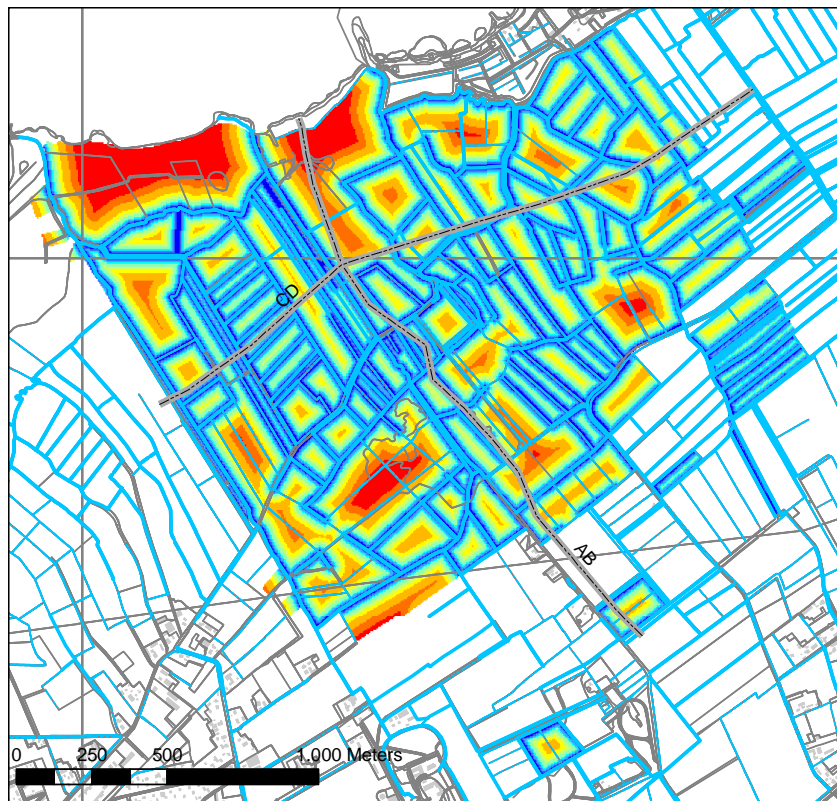
Legenda

Transecten	Bovenkant grof zand (cm + NAP)	51 - 75
Transecten	< -50	76 - 100
Waterlopen	-49 - -25	101 - 125
Greppel	-24 - 0	126 - 150
Sloot	1 - 25	151 - 302
	26 - 50	



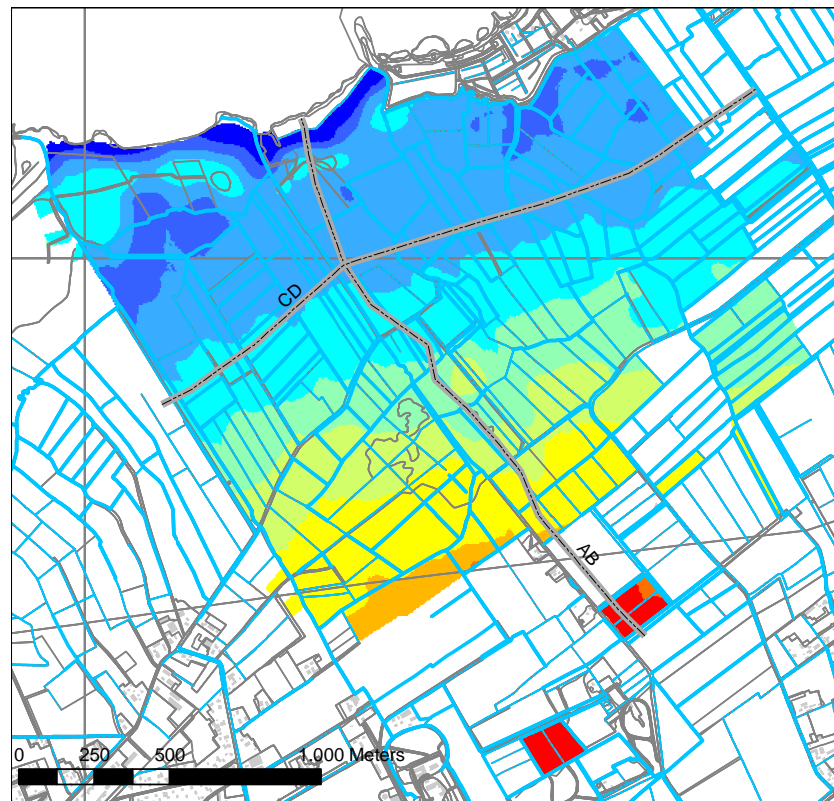
Legenda

Transecten	Afstand Veluwemeerkust (m)	1.201 - 1.400
Transecten	0 - 200	1.401 - 1.600
Waterlopen	201 - 400	1.601 - 1.800
Greppel	401 - 600	1.801 - 2.000
Sloot	601 - 800	2.001 - 2.200
	801 - 1.000	2.201 - 2.400
	1.001 - 1.200	



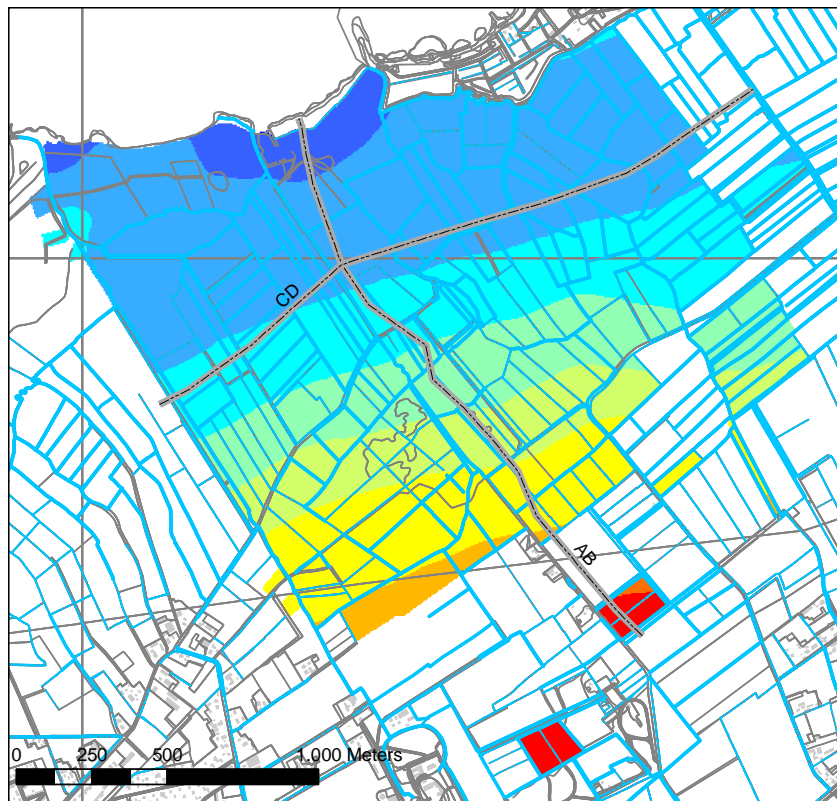
Legenda

Transecten	Afstand tot sloten (m)	31 - 40
Transecten	0 - 5	41 - 50
Waterlopen	6 - 10	51 - 75
Greppel	11 - 15	76 - 100
Sloot	16 - 20	101 - 249
	21 - 30	

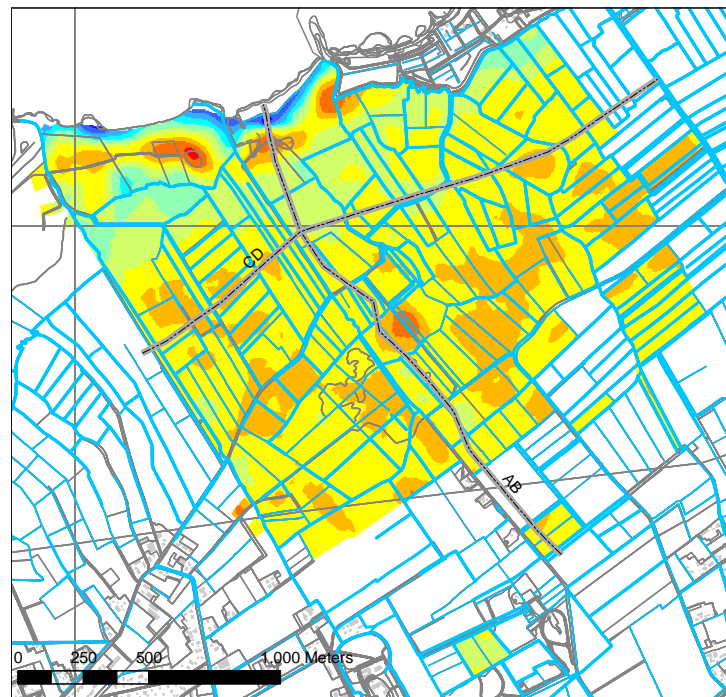


Legenda

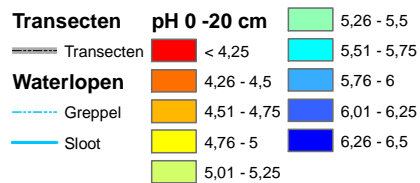
Transecten	Relative maaiveld hoogte (50 m)	176 - 200
Transecten	23 - 75	201 - 250
Waterlopen	76 - 100	251 - 275
Greppel	101 - 125	276 - 300
Sloot	126 - 150	301 - 368
	151 - 175	



Legenda

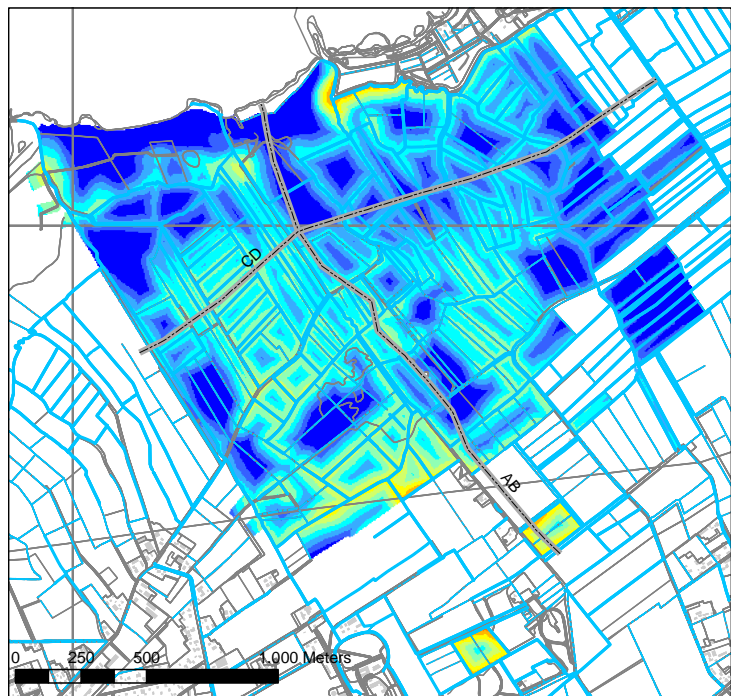


Legenda



Model voor pH 0-20 (R2 = 34,2)

Parameter	estimate	s.e.	t(36)	t pr.
Constant	4.601	0.170	27.13	<.001
Klei_dik	0.01414	0.00458	3.09	0.004
Rel150	-0.01971	0.00470	-4.19	<.001
Rel1200	0.02061	0.00472	4.37	<.001

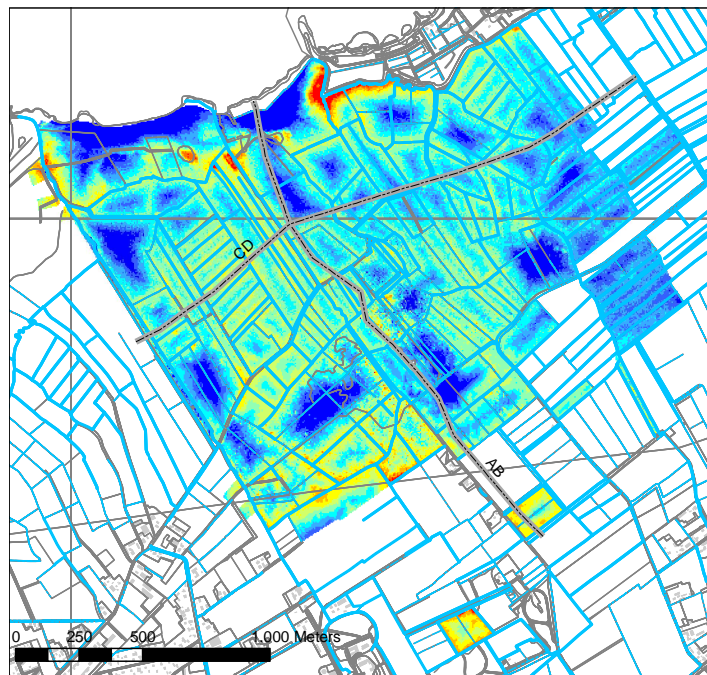


Legenda

Transecten	pH max	
Transecten	< 4,25	5,26 - 5,5
Waterlopen	4,26 - 4,5	5,51 - 5,75
Greppel	4,51 - 4,75	5,76 - 6
Sloot	4,76 - 5	6,01 - 6,25
		6,26 - 6,5
		5,01 - 5,25

model voor pH max (R2 = 24,3)

Parameter	estimate	s.e.	t(35)	t pr.
Constant	6.066	0.330	18.36	<.001
Dist_kust	0.002412	0.000784	3.08	0.004
Dist_sloot	0.01272	0.00483	2.63	0.012
Klei_dik	0.0300	0.0123	2.44	0.020
Rel50	-0.01932	0.00568	-3.40	0.002



Legenda

Transecten	pH 20-GLG	
Transecten	< 4,25	5,26 - 5,5
Waterlopen	4,26 - 4,5	5,51 - 5,75
Greppel	4,51 - 4,75	5,76 - 6
Sloot	4,76 - 5	6,01 - 6,25
		6,26 - 6,5
		5,01 - 5,25

model voor pH 20-GLG (R2 = 13,0)

Parameter	estimate	s.e.	t(34)	t pr.
Constant	5.481	0.530	10.33	<.001
Dist_kust	0.002099	0.000798	2.63	0.013
Dist_sloot	0.01297	0.00671	1.93	0.062
Grof_begin	-0.01459	0.00675	-2.16	0.038
Grof_top	-0.01682	0.00603	-2.79	0.009
Klei_dik	0.0189	0.0126	1.50	0.143

Bijlage 9 Analyseresultaten fosfaattoestand bodemmonsters

Lab,	nr,	monster	boven	onder	P ₂ O ₅	gewicht schepje	org,stof	Al	Fe	P
1	VK01W - 0-15	VK01Wb	0	15	27	1,09	9,6	831	7655	803
2	VK02M - 0-15	VK02Mb	0	15	17	1,01	26,9	1587	23124	1415
3	VK04W - 0-15	VK04Wb	0	15	0	0,61	63	1996	26823	174
4	VK06M - 0-15	VK06Mb	0	15	6	0,87	26,6	1207	14328	821
5	VK08W - 0-20	VK08Wb	0	20	17	1,16	15,9	1176	14284	992
6	VK09M - 0-20	VK09Mb	0	20	3	1,21	10,7	958	10119	309
7	VK11W - 0-15	VK11Wb	0	15	13	1,53	4,15	268	1898	256
8	VK14W - 0-20	VK14Wb	0	20	2	1,03	37	2808	24752	580
9	VK16M - 0-20	VK16Mb	0	20	15	1,03	29,1	2135	16780	670
10	VK17M - 0-15	VK17Mb	0	15	4	1,18	21,1	1968	21602	691
11	VK19M - 0-20	VK19Mb	0	20	19	1,48	11,6	1061	7806	650
12	VK20M - 0-15	VK20Mb	0	15	22	1,13	21,7	1632	19981	1538
13	VK21W - 0-15	VK21Wb	0	15	10	1,08	28	2020	17544	686
14	VK22M - 0-15	VK22Mb	0	15	7	1,3	20	1767	11996	402
15	VK23M - 0-20	VK23Mb	0	20	20	0,81	20,9	1278	7136	858
16	VK24M - 0-15	VK24Mb	0	15	18	0,94	22	1891	12427	984
17	VK25W - 0-20	VK25Wb	0	20	11	1,3	6,37	607	4781	379
18	VK26M - 0-20	VK26Mb	0	20	12	1,15	9,66	784	7639	523
19	VK27M - 0-15	VK27Mb	0	15	12	0,77	25,9	1471	18106	877
20	VK28M - 0-15	VK28Mb	0	15	15	1,22	6,53	745	6939	717
21	VK29M - 0-20	VK29Mb	0	20	9	0,8	34,6	2015	14224	748

Lab,	nr,	monster	boven	onder	P ₂ O ₅	gewicht schepje	org.stof	Al	Fe	P
22	VK30M - 0-15	VK30Mb	0	15	3	0,82	57,4	2064	16241	415
23	VK31M - 0-15	VK31Mb	0	15	6	0,99	14,7	1335	13304	720
24	VK32M - 0-20	VK32Mb	0	20	6	1,31	9,4	1073	10633	386
25	VK33M - 0-20	VK33Mb	0	20	11	1,41	8,75	921	11695	702
26	VK34M - 0-25	VK34Mb	0	25	53	1,25	4,37	545	4668	683
27	VK35M - 0-15	VK35Mb	0	15	16	1,55	5,27	122	881	140
28	VK36M - 0-20	VK36Mb	0	20	11	1,16	5,59	209	1013	83,1
29	VK37M - 0-15	VK37Mb	0	15	4	0,83	35,4	2279	29815	812
30	VK38M - 0-20	VK38Mb	0	20	3	1,46	5,05	383	1919	103
31	VK39W - 0-15	VK39Wb	0	15	11	1,22	4,62	321	1037	130
32	VK40W - 0-15	VK40Wb	0	15	14	0,88	45,3	2250	24842	1115
33	VK41M - 0-20	VK41Mb	0	20	16	0,79	47,2	1908	17827	1006
34	VK42M - 0-15	VK42Mb	0	15	12	1,01	37,9	2766	22649	1191
35	VK43M - 0-15	VK43Mb	0	15	8	1,02	32	2650	21333	968
36	VK44M - 0-20	VK44Mb	0	20	12	1,27	9,19	957	10791	700
37	VK45W - 0-15	VK45Wb	0	15	10	1,13	10	749	8290	482
38	VK46M - 0-25	VK46Mb	0	25	13	1,2	12,7	840	11021	722
39	VK47M - 0-15	VK47Mb	0	15	19	1,27	4,68	399	2501	371
40	VK48M - 0-15	VK48Mb	0	15	10	1,26	6,52	494	2479	239
Ondergronden										
1	VK1W - 15-35	VK1o	15	35	10	1,47	4,5	718	6091	454
2	VK2M - 20-40	VK2o	20	40	1	1,59	1,6	189	666	38
3	VK6M - 15-30	VK6o	15	30	1	1,28	16,2	628	3726	89
4	VK8W - 20-40	VK8o	20	40	0	0,74	56,9	1832	12283	190
5	VK11W - 15-30	VK11o	15	30	8	1,73	2,4	188	1272	154
6	VK16M - 20-35	VK16o	20	35	1	1,49	3,3	426	677	32
7	VK19M - 25-40	VK19o	25	40	2	0,76	49,8	1701	10815	241

Lab,	nr,	monster	boven	onder	P ₂ O ₅	gewicht schepje	org.stof	Al	Fe	P
8	VK20M - 15-30	VK20o	15	30	3	0,7	61,8	1183	15945	558
9	VK21W - 15-30	VK21o	15	30	2	0,82	60,3	1957	17298	334
10	VK23M - 25-40	VK23o	25	40	1	1,41	4,6	336	1110	50
11	VK27M - 15-30	VK27o	15	30	2	0,69	44,9	1400	19393	286
12	VK28M - 15-30	VK28o	15	30	2	1,05	6,7	763	5475	217
13	VK29M - 35-50	VK29o	35	50	1	1,69	1,4	172	287	20
14	VK34M - 35-50	VK34o	35	50	5	1,57	1,2	280	1818	110
15	VK35M - 15-30	VK35o	15	30	9	1,76	1	80	447	86
16	VK40W - 15-30	VK40o	15	30	1	0,61	57,7	1475	11150	176
17	VK41M - 25-40	VK41o	25	40	1	0,7	49	1350	5541	86
18	VK42M - 15-30	VK42o	15	30	1	0,66	73,3	1134	12235	240
19	VK43M - 15-30	VK43o	15	30	1	0,7	37,9	1873	7800	128
20	VK47M - 15-30	VK47o	15	30	10	1,76	1,8	249	1184	188
21	KK1 20-40	KK1o	20	40	24	1,5	3,4	1251	994	479
22	KK2 20-40	KK2o	20	40	16	1,04	10,5	1446	1850	529
23	LV1 20-40	LV1o	20	40	9	1,43	3,6	1547	1193	385
24	LV2 20-40	LV2o	20	40	1	1,35	2,1	424	3234	106

Bijlage 10 Beoordeling fosfaattoestand

Bovengronden									Ontwikkelingsduur			Beoordeling									Kansrijkdom					
Monster	diepte	bouww.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland	
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel
Veluwemeerkust																										
VK01Wb	0-15	b	9,6	27	0,15	803	7655	39	0	82	8	0	16	4	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK02Mb	0-15	b	26,9	17	0,10	1415	23124	86	52	153	17	10	31	3	3	5	3	3	3	2	2	3	3	A of X	3	A of X
VK04Wb	0-15	b	63,0	0	0,01	174	26823	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N
VK06Mb	0-15	b	26,6	6	0,09	821	14328	39	0	68	8	0	14	2	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK08Wb	0-20	b	15,9	17	0,11	992	14284	12	0	153	2	0	31	3	3	4	2	1	3	1	1	3	2	U of A	3	A of X
VK09Mb	0-20	b	10,7	3	0,05	309	10119	0	0	22	0	0	4	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N
VK11Wb	0-15	b	4,2	13	0,19	256	1898	23	0	11	5	0	2	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	U of A	2	U of A
VK14Wb	0-20	b	37,0	2	0,03	580	24752	0	0	65	0	0	13	1	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	1	N
VK16Mb	0-20	b	29,1	15	0,06	670	16780	14	0	81	3	0	16	3	3	3	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK17Mb	0-15	b	21,1	4	0,05	691	21602	0	0	72	0	0	14	1	1	3	1	1	3	1	1	2	1	N	1	N
VK19Mb	0-20	b	11,6	19	0,12	650	7806	23	0	111	5	0	22	3	3	3	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK20Mb	0-15	b	21,7	22	0,12	1538	19981	34	76	189	7	15	38	4	3	5	3	3	3	1	2	3	3	A of X	3	A of X
VK21Wb	0-15	b	28,0	10	0,06	686	17544	11	0	66	2	0	13	2	3	3	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK22Mb	0-15	b	20,0	7	0,05	402	11996	0	0	33	0	0	7	2	1	2	1	1	3	1	1	1	1	N	1	N
VK23Mb	0-20	b	20,9	20	0,16	858	7136	43	0	89	9	0	18	3	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK24Mb	0-15	b	22,0	18	0,11	984	12427	9	0	92	2	0	18	3	3	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK25Wb	0-20	b	6,4	11	0,11	379	4781	10	0	39	2	0	8	3	3	2	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A

Monster	diepte	bouwv.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Ontwikkelingsduur			Beoordeling									Kansrijkdom							
								Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland		
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel	
VK26Mb	0-20	b	9,7	12	0,10	523	7639	2	0	62	0	0	12	3	3	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK27Mb	0-15	b	25,9	12	0,07	877	18106	28	0	65	6	0	13	3	3	4	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK28Mb	0-15	b	6,5	15	0,15	717	6939	38	0	79	8	0	16	3	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK29Mb	0-20	b	34,6	9	0,07	748	14224	32	0	73	6	0	15	2	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK30Mb	0-15	b	57,4	3	0,04	415	16241	0	0	22	0	0	4	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N	
VK31Mb	0-15	b	14,7	6	0,08	720	13304	0	0	64	0	0	13	2	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK32Mb	0-20	b	9,4	6	0,05	386	10633	0	0	41	0	0	8	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A	
VK33Mb	0-20	b	8,8	11	0,09	702	11695	0	0	118	0	0	24	3	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK34Mb	0-25	b	4,4	53	0,21	683	4668	94	0	126	19	0	25	4	3	3	3	1	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK35Mb	0-15	b	5,3	16	0,22	140	881	15	0	0	3	0	0	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK36Mb	0-20	b	5,6	11	0,10	83,1	1013	1	0	0	0	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK37Mb	0-15	b	35,4	4	0,04	812	29815	0	0	63	0	0	13	1	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	1	N	
VK38Mb	0-20	b	5,1	3	0,07	103	1919	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK39Wb	0-15	b	4,6	11	0,14	130	1037	5	0	0	1	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK40Wb	0-15	b	45,3	14	0,07	1115	24842	33	13	101	7	3	20	3	3	5	3	2	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK41Mb	0-20	b	47,2	16	0,08	1006	17827	53	1	106	11	0	21	3	3	5	3	1	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK42Mb	0-15	b	37,9	12	0,08	1191	22649	51	24	125	10	5	25	3	3	5	3	2	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK43Mb	0-15	b	32,0	8	0,07	968	21333	29	0	98	6	0	20	2	3	4	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK44Mb	0-20	b	9,2	12	0,10	700	10791	0	0	106	0	0	21	3	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK45Wb	0-15	b	10,0	10	0,09	482	8290	0	0	40	0	0	8	2	2	3	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A	
VK46Mb	0-25	b	12,7	13	0,10	722	11021	4	0	131	1	0	26	3	3	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK47Mb	0-15	b	4,7	19	0,20	371	2501	30	0	27	6	0	5	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK48Mb	0-15	b	6,5	10	0,12	239	2479	7	0	6	1	0	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
Bovengronden 2e ronde																											
VK49b	0-15	b	2,2	22	0,24	215	1214	24	0	3	5	0	1	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	U of A	2	U of A

Monster	diepte	bouwv.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Ontwikkelingsduur			Beoordeling									Kansrijkdom						
								Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland	
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel
VK50b	0-15	b	7,9	4	0,08	303	5622	0	0	18	0	0	4	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N
VK51b	0-20	b	9,2	13	0,09	608	10357	0	0	92	0	0	18	3	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK52b	0-15	b	8,5	13	0,09	444	7560	0	0	38	0	0	8	3	2	2	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A
VK53b	0-15	b	9,3	18	0,13	553	6606	23	0	58	5	0	12	3	3	3	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK54b	0-20	b	6,9	8	0,09	395	6842	0	0	44	0	0	9	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A
VK55b	0-15	b	9,3	8	0,08	474	9777	0	0	43	0	0	9	2	2	3	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A
VK56b	0-20	b	14,3	9	0,07	568	11813	0	0	75	0	0	15	2	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK57b	0-20	b	9,8	4	0,04	258	8806	0	0	12	0	0	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N
VK58b	0-15	b	15,9	13	0,08	754	13845	0	0	73	0	0	15	3	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK59b	0-15	b	17,2	18	0,11	990	13488	9	0	109	2	0	22	3	3	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK60b	0-20	b	17,4	5	0,06	529	13887	0	0	58	0	0	12	1	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	1	N
VK61b	0-20	b	11,8	9	0,09	662	11082	0	0	92	0	0	18	2	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK62b	0-15	b	26,8	10	0,07	1000	22181	34	0	102	7	0	20	2	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK63b	0-15	b	15,8	11	0,07	591	13227	0	0	61	0	0	12	3	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK64b	0-20	b	30,1	18	0,10	1401	21652	116	68	204	23	14	41	3	3	5	3	3	3	2	2	3	3	A of X	3	A of X
VK65b	0-15	b	35,4	6	0,07	984	20811	30	0	86	6	0	17	2	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X
VK66b	0-15	b	18,0	10	0,09	1036	16558	0	5	108	0	1	22	2	2	5	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK67b	0-15	b	33,4	4	0,04	537	20557	0	0	41	0	0	8	1	2	3	1	1	3	1	1	1	1	N	1	N
VK68b	0-15	b	14,9	2	0,03	276	12558	0	0	11	0	0	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N
VK69b	0-15	b	52,1	4	0,03	657	36611	0	0	46	0	0	9	1	2	3	1	1	3	1	1	1	1	N	1	N
VK70b	0-15	b	17,7	19	0,08	901	16975	0	0	87	0	0	17	3	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK71b	0-15	b	35,0	12	0,05	767	24784	0	0	75	0	0	15	3	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X
VK72b	0-15	b	14,9	26	0,15	1373	13493	65	51	160	13	10	32	4	3	5	3	3	3	2	2	3	3	A of X	3	A of X
VK73b	0-25	b	11,4	25	0,12	927	11568	46	0	191	9	0	38	4	3	4	3	1	3	1	1	3	2	U of A	3	A of X
VK74b	0-15	b	33,7	16	0,07	1058	23204	35	7	106	7	1	21	3	3	5	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X

Monster	diepte	bouww.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Ontwikkelingsduur			Beoordeling									Kansrijkdom							
								Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland		
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel	
VK75b	0-15	b	18,6	6	0,05	422	12693	0	0	35	0	0	7	2	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	N	1	N
VK76b	0-15	b	28,4	7	0,03	400	20872	0	0	25	0	0	5	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	N	2	U of A
VK77b	0-15	b	23,0	11	0,07	939	18780	41	0	101	8	0	20	3	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK78b	0-20	b	42,4	14	0,08	1319	23816	77	48	170	15	10	34	3	3	5	3	3	3	2	1	3	3	A of X	3	A of X	
VK79b	0-15	b	50,6	13	0,08	1417	25554	62	45	132	12	9	26	3	3	5	3	3	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK80b	0-15	b	44,0	10	0,05	749	21458	2	0	60	0	0	12	2	3	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK81b	0-15	b	4,1	11	0,13	121	1116	6	0	0	1	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK82b	0-15	b	30,8	18	0,09	1246	21193	59	28	118	12	6	24	3	3	5	3	2	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK83b	0-20	b	7,3	15	0,21	509	2750	51	0	59	10	0	12	3	3	3	3	1	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK84b	0-20	b	23,1	9	0,06	901	22525	23	0	96	5	0	19	2	3	4	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK85b	0-15	b	10,1	22	0,17	739	5858	47	0	82	9	0	16	4	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK86b	0-15	b	4,5	16	0,16	392	3656	24	0	32	5	0	6	3	3	2	2	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK87b	0-25	b	12,8	7	0,08	622	11124	0	0	85	0	0	17	2	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK88b	0-15	b	12,3	4	0,06	380	9218	0	0	31	0	0	6	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	N	1	N	
VK89b	0-15	b	23,2	18	0,10	1278	19383	85	38	147	17	8	29	3	3	5	3	3	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK90b	0-15	b	12,3	3	0,05	403	12295	0	0	27	0	0	5	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N	
VK91b	0-15	b	6,8	16	0,12	480	6379	12	0	45	2	0	9	3	3	3	2	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK92b	0-15	b	9,9	8	0,07	420	9429	0	0	34	0	0	7	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	N	2	U of A	
VK93b	0-15	b	16,5	8	0,07	748	17158	0	0	73	0	0	15	2	2	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK94b	0-15	b	15,9	17	0,07	670	13478	0	0	73	0	0	15	3	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK95b	0-15	b	23,2	8	0,06	510	11196	15	0	41	3	0	8	2	3	3	2	1	3	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK96b	0-15	b	36,7	14	0,06	758	17329	21	0	72	4	0	14	3	3	4	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK97b	0-15	b	13,0	9	0,07	551	11466	0	0	54	0	0	11	2	2	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK98b	0-15	b	12,9	34	0,16	895	8368	49	0	103	10	0	21	4	3	4	3	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK99b	0-15	b	22,8	39	0,14	1485	16063	125	63	167	25	13	33	4	4	5	3	3	3	2	2	3	3	A of X	3	A of X	

Monster	diepte	bouwv.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Ontwikkelingsduur						Beoordeling									Kansrijkdom				
								Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland		
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel	
VK100b	0-15	b	27,7	26	0,09	1013	18361	52	2	101	10	0	20	4	3	5	3	1	3	2	1	2	3	A of X	3	A of X	
VK101b	0-15	b	17,2	21	0,11	753	10386	6	0	85	1	0	17	4	3	4	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK102b	0-15	b	42,0	21	0,07	900	20029	27	0	76	5	0	15	4	3	4	2	1	3	1	1	2	2	U of A	3	A of X	
VK103b	0-15	b	3,1	17	0,23	311	1654	33	0	21	7	0	4	3	3	2	3	1	2	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK104b	0-15	b	4,3	14	0,17	122	909	9	0	0	2	0	0	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
Ondergronden																											
VK1o	15-35	o	6,0	10	0,11	454	6091	8	0	62	2	0	12	2	3	3	1	1	3	1	1	2	1	N	3	A of X	
VK2o	20-40	o	7,0	1	0,06	38	666	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK6o	15-30	o	8,0	1	0,03	89	3726	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK8o	20-40	o	9,0	0	0,02	190	12283	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK11o	15-30	o	10,0	8	0,17	154	1272	13	0	0	3	0	0	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK16o	20-35	o	11,0	1	0,04	32	677	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK19o	25-40	o	12,0	2	0,03	241	10815	0	0	4	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK20o	15-30	o	13,0	3	0,05	558	15945	4	0	31	1	0	6	1	2	3	1	1	3	1	1	1	1	N	1	N	
VK21o	15-30	o	14,0	2	0,03	334	17298	0	0	14	0	0	3	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	N	1	N	
VK23o	25-40	o	15,0	1	0,05	50	1110	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK27o	15-30	o	16,0	2	0,02	286	19393	0	0	7	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK28o	15-30	o	17,0	2	0,06	217	5475	0	0	2	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK29o	35-50	o	18,0	1	0,06	20	287	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK34o	35-50	o	19,0	5	0,08	110	1818	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK35o	15-30	o	20,0	9	0,25	86	447	11	0	0	2	0	0	2	4	1	2	1	1	1	1	1	2	U of A	2	U of A	
VK40o	15-30	o	21,0	1	0,02	176	11150	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK41o	25-40	o	22,0	1	0,02	86	5541	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK42o	15-30	o	23,0	1	0,03	240	12235	0	0	3	0	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	
VK43o	15-30	o	24,0	1	0,02	128	7800	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	1	N	

Monster	diepte	bouww.	o.s.	Pw	PSI	Pox	Fe-ox	Ontwikkelingsduur						Beoordeling									Kansrijkdom				
								Verschralen			Uitmijnen			Huidig			Verschralen			Uitmijnen			Dotterbloem		Blauwgrasland		
								PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Pw	PSI	Pox	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	PSI SW	Pox 1000	Pox 200	Kansrijk	Maatregel	Kansrijk	Maatregel	
VK47o	15-30	o	25,0	10	0,20	188	1184	21	0	0	4	0	0	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	2	U of A	2	U of A

Toelichting op de beoordeling van de fosfaattoestand

diepte	cm –mv.				
bouwv. = bouwvoor	b = bovengrond	o = ondergrond			
Pw	mg P ₂ O ₅ /l grond				
PSI	fractie				
Pox	mg/kg				
Fe-ox	mg/kg				
Ontwikkelingsduur	jaar				
Beoordeling	1 = gunstig	2 = redelijk	3 = ongunstig	4 = zeer ongunstig	
Maatregel	N = niets doen	V = verschralen	U = uitmijnen	A = afgraven	X=natuurdoel aanpassen

Tabel 17 Grenswaarden voor Pw-getal in de uitgangssituatie.

Pw ¹	Klasse	Omschrijving	Toelichting
≤ 5	1	zeer gunstig	Voldoet in de uitgangssituatie
5 – 10	2	gunstig	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen door verschraling kansrijk
10 – 20	3	redelijk	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen door uitmijnen kansrijk
> 20	4	ongunstig	Uitgangssituatie ongunstig, weinig perspectief voor uitmijnen of verschraling

¹ mg P₂O₅/ liter grond

Tabel 18 Grenswaarden voor PSD in de uitgangssituatie bij organische stof < 22,5 %.

PSD (%)	PSI	Klasse	Omschrijving	Toelichting
≤ 10	< 0,05	1	zeer gunstig	Voldoet in de uitgangssituatie, P in bodemvocht laag
10 - 20	0,05 – 0,10	2	gunstig	Uitgangssituatie gunstig, verlagen P beschikbaarheid door verschraling kansrijk
20 - 50	0,10 – 0,25	3	redelijk	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen P beschikbaarheid door uitmijnen kansrijk
> 50	> 0,25	4	ongunstig	Uitgangssituatie ongunstig, weinig perspectief op korte termijn voor uitmijnen of verschraling

Tabel 19 Grenswaarden voor PSD in de uitgangssituatie bij organische stof ≥ 22,5 %.

PSD (%)	PSI	Klasse	Omschrijving	Toelichting
≤ 5	< 0,025	1	zeer gunstig	Voldoet in de uitgangssituatie, P in bodemvocht laag
5 - 10	0,025 – 0,05	2	gunstig	Uitgangssituatie gunstig, verlagen P beschikbaarheid door verschraling kansrijk
10 - 22	0,05 – 0,10	3	redelijk	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen P beschikbaarheid door uitmijnen kansrijk
> 20	> 0,10	4	ongunstig	Uitgangssituatie ongunstig, weinig perspectief op korte termijn voor uitmijnen of verschraling

Tabel 20 Grenswaarden voor P-ox in de uitgangssituatie.

P-ox (mg/kg)	Klasse	Omschrijving	Toelichting
≤ 200	1	zeer laag	Voldoet in de uitgangssituatie voor Blauwgrasland
200 - 450	2	laag	Voldoet in de uitgangssituatie voor Kleine zeggen
450 - 700	3	matig	Voldoet in de uitgangssituatie voor Veldrusschraalland
700 – 1000	4	hoog	Voldoet in de uitgangssituatie voor Dotterbloemhooiland
> 1000	5	zeer hoog	Voldoet in de uitgangssituatie niet voor schrale en matig voedselarme vegetaties

Tabel 21 Beoordeling van de termijn waarbinnen grenswaarden bereikt kunnen worden bij een verschravingsbeheer of uitmijnen.

Klasse	Omschrijving	Beoordeling
1	gunstig	Alle grenswaarden worden binnen 10 jaar bereikt
2	redelijk	Alle grenswaarden worden binnen 30 jaar bereikt, deels binnen 10 jaar
3	ongunstig	Geen grenswaarde wordt binnen 30 jaar bereikt