



ALTERRA
WAGENINGEN UR

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het kader van de inrichting van de EHS in de westelijke randzone van het Fochteloërveen

J.W.J. van der Gaast
E. Kiestra

Alterra-rapport 1722, ISSN 1566-7197



Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het kader van de inrichting van de EHS
in de westelijke randzone van het Fochteloërveen

Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het kader van de inrichting van de EHS in de westelijke randzone van het Fochteloërveen

**J.W.J. van der Gaast
E. Kiestra**

Alterra-rapport 1722

Alterra, Wageningen, 2008

REFERAAT

Van der Gaast, J.W.J. & E. Kiestra, 2008. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in de westelijke randzone van het Fochteloërveen. Inrichtingsadvies ter compensatie van veranderende hydrologische omstandigheden in de westelijke randzone*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1722. 110 blz.; 15 fig.; 2 tab.; 20 ref.

De westelijke randzone maakt deel uit van de landinrichting Fochteloërveen. In een deel van de westelijke randzone, dat binnen de EHS valt, zal de functie landbouw veranderen in de functie natuur. Deze functieverandering zal gepaard gaan met een peilverhoging. De peilverhoging in het EHS-gebied betekent dat in een deel van het aangrenzende landbouwgebied hogere grondwaterstanden worden verwacht. Alterra heeft de effecten van de peilverhoging in het EHS-gebied op de aangrenzende landbouwgronden berekend en een ontwateringsadvies opgesteld om de effecten te nivelleren. De doorlatendheid en de dikte van het eerste watervoerende pakket zijn bepalende factoren voor de verbreiding en de grootte van de effecten naar de aangrenzende landbouwgronden. Bij veel gronden komt keileem binnen 120 cm – mv. voor. Hierdoor hebben de meeste gronden een GHG ondieper dan 40 cm - mv. De resultaten van het veldbodembkundig onderzoek zijn weergegeven op een bodem- en grondwatertrappenkaart. De verbreiding en dikte van de keileem staat weergegeven op een keileemkaart. De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, is bepaald met behulp van een analytische methode. Bij het gebruik van analytische oplossingen wordt uitgegaan van het principe van superpositie van effecten, en wordt alleen voor een stationaire stromingssituatie gerekend. De dikte en doorlatendheid van de onderscheiden laagpakketten zijn van grote invloed op de effecten. De peilverhoging in het EHS-gebied betekent dat voor een deel van de landbouwgronden in de wintersituatie over een afstand van ca. 60 m grondwaterstandsverhogingen van 25-5 cm zijn te verwachten. Om de grondwaterstandsverhogingen te nivelleren adviseert Alterra om de percelen die binnen het beïnvloedingsgebied (tot 5%) vallen te draineren op een diepte van 70 cm – mv., met een drainafstand van 10 m en een draindiameter van 6 cm.

Trefwoorden: grondwaterstanden, peilverhoging, effecten, beïnvloeding, keileem, doorlatendheid, drainage.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra vestrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 480700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond en probleemstelling	13
1.2 Doelstelling	14
2 Globale gebiedsbeschrijving	15
3 Methode	17
3.1 De bodemkartering	17
3.2 Peilbuisgegevens en doorlatendheid	18
3.3 De voorspelling van de grondwaterstanden	19
3.4 Waterhuishoudkundige maatregelen	22
4 Resultaten	23
4.1 De bodemgesteldheid	23
4.2 De weerstand van de keileem op basis van peilbuisgegevens	28
4.3 De effecten	33
4.4 Gevoeligheidsanalyse	35
5 Mogelijke oplossingen in het landbouwgebied	37
5.1 Aanleg buisdrainage	37
5.2 Het effect van de reeds ingezette vernatting	39
6 Inrichtingsadvies	43
6.1 Inrichting van het EHS-gebied	43
6.2 Ontwateringsadvies voor het aangrenzende landbouwgebied	45
7 Conclusies	47
Literatuur	49
Bijlage 1 Situatiekaart	51
Bijlage 2 Hoogtekaart	53
Bijlage 3 Boorpuntenkaart, schaal 1 : 17 500	55
Bijlage 4 Bodemkaart, schaal 1 : 17 500	57
Bijlage 5 Grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 17 500	59
Bijlage 6 Keileemkaart, schaal 1 : 17 500	61
Bijlage 7 De boorpuntinformatie van de beschreven boringen	63
Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen	67
Bijlage 9 Verklaring van kolom “d” in de laaginformatie	85
Bijlage 10 Verklaring van kolom “ geo_for_c” in de laaginformatie	87
Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten	89

Bijlage 12 Beschrijving legenda op de bodem- en grondwatertrappenkaart	93
Bijlage 13 Gegevens per kaartenheid	95
Bijlage 14 Kaart met meetnet peilbuizen in de Tachtig Bunder met keileemkaart als ondergrond	97
Bijlage 15 Kaart met beschikbare peilbuizen in de westelijke randzone met keileemkaart als ondergrond	99
Bijlage 16 Begindiepte keileem t.o.v. NAP Tachtig Bunder	101
Bijlage 17 Begindiepte keileem t.o.v. NAP westelijke randzone	103
Bijlage 18 Gevoeligheidsberekeningen	105

Woord vooraf

In opdracht van Dienst Landelijk Gebied (DLG) te Leeuwarden heeft Alterra de bodemgesteldheid in kaart gebracht in de westelijke randzone van het Fochteloërveen. De bodemkundige en hydrologische gegevens dienden als basis voor het berekenen van de effecten van peilverhoging in de terreinen grenzend aan “Het Kleine en Grote Veen” op de hydrologie in het aangrenzende landbouwgebied. Daarbij is een inrichtingsadvies samengesteld om grondwaterstandsverhogingen in het landbouwgebied te voorkomen of te nivelleren.

Over de aanpak en inhoud van het onderzoek is overleg gevoerd tussen E. Smit van de Dienst Landelijk Gebied in Leeuwarden, en E. Kiestra en J.W.J. van der Gaast van Alterra te Wageningen. Daarnaast zijn in een aantal bijeenkomsten effecten en maatregelen toegelicht en besproken met andere betrokken partijen als DLG, Wetterskip Fryslân en Natuurmonumenten. W. de Groot en M.M. v/d Werff voerden het veldwerk (de bodemkartering) uit in de maanden november en december 2007. J.W.J. van der Gaast voerde de effectberekeningen uit en leverde een grote bijdrage aan het inrichtingsadvies.

De dank van Alterra gaat uit naar de grondgebruikers die toestemming verleenden om er veldwerk te verrichten.

Samenvatting

Het landinrichtingsgebied Fochteloërveen (ca. 4505 ha) maakt deel uit van het ROM-project Zuidoost Friesland. Een deel van het gebied, waaronder ook de westelijke randzone, valt binnen de EHS. Hier zullen inrichtingsmaatregelen (w.o. peilverhogingen) plaatsvinden die resulteren in een vernatting van het gebied. Uit eerdere grondwaterstudies blijkt dat een vernatting van de randzone ook gevolgen heeft voor de hydrologie in het aangrenzende landbouwgebied.

Het onderzoek heeft als doel om de effecten (grondwaterstandsverhoging) in het aangrenzende landbouwgebied, als gevolg van de vernatting in het EHS-gebied, door middel van compenserende maatregelen te nivelleren. Uitgangspunt daarbij is dat de landbouw geen (nat)schade mag ondervinden als gevolg van de peilverhoging in het EHS-gebied. Technische oplossingen die wellicht duurzamer zijn, maar gevolgen hebben voor de huidige inrichtingsplannen van het EHS-gebied, worden buiten beschouwing gelaten.

Over de inrichting van het EHS-gebied en de effecten op het aangrenzende landbouwgebied is na de uitvoering van de het veldwerk, intensief overleg geweest met betrokken partijen. In samenspraak met vertegenwoordigers van Natuurmonumenten, Wetterskip Fryslân en DLG is een voorlopige inrichtingsschets gemaakt. Met name de hierop aangegeven ligging van de kaden en de ingeschatte peilverhoging in het EHS-gebied zijn bepalend voor de effecten in het aangrenzende landbouwgebied. De inrichtingsschets heeft als basis gediend voor het berekenen van de effecten en het opstellen van het ontwateringsadvies.

Alterra heeft eerst de bodemgesteldheid in kaart gebracht. Een belangrijk onderdeel van deze kartering is het bepalen van de verbreiding en dikte van de keileem, welke in een keileemkaart zijn vastgelegd. De pakketdikten en doorlatendheden die van belang zijn voor het onderzoek zijn overgenomen uit een eerder uitgevoerd onderzoek in de Tachtig Bunder. Aangezien de keileem een belangrijke weerstandsbiedende laag is, die mede bepalend is voor de hydrologie in het gebied, is de weerstand van de keileem op basis van peilbuismetingen geverifieerd. Deze analyse heeft niet tot bijstelling van de parameterwaarden geleid.

Het onderzoeksgebied is ca. 290 ha groot en ligt aan weerskanten van de Helomaweg, de Veenweg en de Vogelrijd. De afzettingen die aan of nabij het oppervlak voorkomen bestaan uit dekzand (Formatie van Twente), keileem (Formatie van Drenthe) en premorenaal zand (Formatie van Eindhoven en Peelo). Ruim een eeuw geleden waren genoemde afzettingen nog met een pakket veenmosveen (hoogveen: Formatie van Griendtsveen) afgedekt. De percelen zijn voor een belangrijk deel in gebruik als bouwland en grasland. Sommige percelen die binnen de EHS vallen zijn al ingericht voor natuurontwikkeling.

De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, kan worden bepaald met behulp van analytische oplossingen. In het kort komt het erop neer dat naarmate de afstand tussen het gebied met ingreep en het aangrenzende gebied zonder ingreep groter wordt, de invloed en daarmee de grondwaterstandsverhoging afneemt. Voor de interactie tussen het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand is vooral de dikte en doorlatendheid van de keileem in relatie tot de drainageweerstand van belang. Voor de laterale (horizontale) uitstraling naar de aangrenzende gebieden, door het opzetten van het peil in het EHS-gebied, is vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket bepalend. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat het eerste watervoerende pakket rust op een dik pakket vrijwel ondoorlatende potklei dat tussen 10 en 15 m – mv. begint.

De effecten van een verdere vernatting (30 tot 50 cm peilverhoging) van het EHS-gebied op de grondwaterstanden in het aangrenzende landbouwgebied betekenen dat in een 60 m brede strook gronden langs de Helomaweg grenzend aan het EHS-gebied grondwaterstandsverhogingen van 25-15 cm zijn te verwachten. Verder het landbouwgebied in neemt de invloed exponentieel af en is op een afstand van ca. 60 m nog ongeveer 5 cm verhoging te verwachten. Langs de Veenweg gaat de beïnvloeding plaatselijk nog iets verder (75 m) het landbouwgebied in. Bij de overige landbouwgronden, direct grenzend aan de EHS-gronden, zal de grondwaterstandsverhoging minder dan 5 cm zijn omdat de afstand van deze gronden tot de EHS-gronden met peilverhoging voldoende groot is. Dit heeft te maken met de ligging van de kades.

Om de effecten van de peilverhoging te nivelleren is voor het aangrenzende landbouwgebied een ontwateringsadvies opgesteld. Aangezien het graven van nieuwe sloten te veel oppervlakte kost, ligt de aanleg van buisdrainage voor de hand. Voor de aanleg van buisdrainage wordt er van uitgegaan dat de mogelijke grondwaterstandsverhoging gedurende de winter moet worden gecompenseerd. Op basis van de analytische berekeningen kan de verticale stroming als gevolg van de peilverhoging worden bepaald (toename van de kwel). Dit betekent dat in het EHS-gebied de wegzijging afneemt naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Omgekeerd geldt voor het landbouwgebied dat de kwel afneemt naarmate de afstand tot de grens toeneemt. In de zone grenzend aan het EHS-gebied is de kwel in het landbouwgebied het grootst. In de eerste 60 meter neemt de kwel af van ongeveer 0.6 mm/d naar ongeveer 0.2 mm/d. Op de plaatsen waar de keileem ontbreekt is de maximale kwel in de zone grenzend aan het EHS-gebied ongeveer 1 mm/d. Om de invloed van de keileemdikte op de drainage weer te geven zijn er een aantal berekeningen uitgevoerd voor verschillende keileemdikten. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt. Uit de berekeningen blijkt dat de diepte van de keileem veel invloed heeft op de afvoer. In de situatie met keileem mag nabij de grens met het EHS-gebied een kwel van ongeveer 0,6 mm/dag worden verwacht. Om dit te compenseren is een drainafstand van 10 m bij een opbolling van 20 cm voldoende. Bij een draindiepte van 70 cm is de grondwaterstand in deze situatie 50 cm – mv. De kwel neemt echter snel af bij toename van de afstand tot de grens.

Het ontwateringsadvies behelst een buisdrainage met een draindiameter van 6 cm, een draindiepte van 70 cm en een drainafstand van 10 m. Dit geldt voor een lange strook (ca. 75 m breed) gronden langs de Helomaweg. Langs de Veenweg, waar het EHS-gebied tot aan de weg komt, wordt geadviseerd een aantal percelen (tot ca. 100 m) op dezelfde wijze te draineren. De overige landbouwgronden behoeven geen drainage. Hier worden geen noemenswaardige grondwaterstandsverhogingen meer verwacht, omdat de afstand tot het EHS-gebied waar de vernatting plaatsvindt groot genoeg is.

Voor het goed functioneren van de ontwatering van de gronden in het landbouwgebied is het van belang, dat naast een goed werkende drainage, afvoer via de sloten mogelijk is (onderhoud).

Door het betrekkelijk geringe doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket is de ruimtelijke verbreiding van de grondwaterstandsverhoging als gevolg van het voorgenomen peilverschil relatief gering. De combinatie van een geringe pakketdikte met een niet al te grote doorlatendheid heeft tot gevolg dat er een zodanige weerstand (kleine spreidingslengte) is tegen laterale (horizontale) stroming, dat het effect beperkt blijft. Doordat bij diepboringen in de Tachtig Bunder de potklei bij één van de drie boringen niet binnen een diepte van 15 m – mv. is aangetroffen, is niet met zekerheid te zeggen dat de potklei overal voorkomt. Hierdoor kunnen de effecten worden onderschat.

Het effect van de peilverhoging in het EHS-gebied op de grondwaterstanden in het landbouwgebied is iets overschat omdat bij de analytische berekening geen rekening is gehouden met de breedte van de weg en wegbermen en de aan te leggen kade (totale afstand ca. 20 m). Dit betekent dat de afstand van de beïnvloeding in het landbouwgebied en de berekende grondwaterstandverhogingen iets kleiner uit kunnen vallen dan is berekend.

Om de effecten van de peilverhoging te meten en te toetsen, is aan te bevelen om zo snel mogelijk peilbuizen te plaatsen om zicht te krijgen op de grondwaterstandssituatie vóór en na de ingreep.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

Het landinrichtingsgebied Fochteloërveen (ca. 4505 ha) maakt deel uit van het ROM-project Zuidoost Friesland. Een deel van het gebied, de randzone, valt binnen de EHS. In de randzone zullen inrichtingsmaatregelen (w.o. peilverhogingen) plaatsvinden die resulteren in een vernatting van het gebied. Net als in het Compagnonsveld (grenzend aan het landbouwgebied ‘Tachtig Bunder’), zijn ook in de westelijke randzone plannen om het gebied binnen de EHS verder te vernatten. De verdere vernatting wordt voor een groot deel gerealiseerd door het aanleggen van kades om de afvoer van water zo veel mogelijk tegen te houden. Voor een deel is deze vernatting al in gang gezet, doordat Natuurmonumenten op haar terreinen de afvoer van neerslagwater tegenhoudt door het niet meer onderhouden van sloten. Uit eerdere grondwaterstudies blijkt dat een vernatting van de randzone ook gevolgen heeft voor de hydrologie in het aangrenzende landbouwgebied.

Ten behoeve van een modellering van het hoogveenreservaat Fochteloërveen en omgeving met behulp van het hydrologische model SIMGRO, is in het begin van de 90er jaren van de vorige eeuw een hydrologische systeemverkenning uitgevoerd. Naast de systeemverkenning is in dit kader een uitgebreide debietmeetcampagne uitgevoerd (Wit, e.a., 1995). Het modelinstrumentarium is indertijd opgezet ter ondersteuning van een gebiedsvisie in het kader van een natuurbeleidsplan (Van Walsum en Veldhuizen, 1995). Het opstellen van zo’n visie vereist kennis van de regionale hydrologie en de gerelateerde ecologische aspecten. De systeemverkenning en het modelinstrumentarium leveren hiertoe een belangrijke bijdrage. Meer recent is er in 2000 een modelstudie met het SIMGRO modelinstrumentarium uitgevoerd (Rus e.a., 2000). Deze modelstudie is uitgevoerd ter ondersteuning van het landinrichtingsproject Fochteloërveen.

Om de verwachte verhoging van de grondwaterstanden in het landbouwgebied te voorkomen of te nivelleren zijn technische maatregelen nodig. De maatregelen worden in de vorm van een ontwateringadvies beschreven. Hierbij kan gedacht worden aan buisdrainage en het aanpassen van sloten en waterlopen, eventueel in combinatie met peilverlagingen of aan maatregelen in het EHS-gebied (verleggen kades) zelf. De te verwachten grondwaterstandsverhogingen en de te nemen technische maatregelen zijn vooral sterk afhankelijk van de kenmerken en eigenschappen (doorlatendheid) van de ondergrond.

Als gevolg van het voorgenomen peilverschil en de ontwateringssituatie in het landbouwgebied zal wegzijging uit de randzone plaatsvinden naar het landbouwgebied. De mate waarin wegzijging plaatsvindt en de gevolgen hiervan op de mate waarin het gewenste peil in droge perioden, zonder gebruik te maken van aanvoer van gebiedsvreemd water, te handhaven is, is in deze studie niet onderzocht.

Om een goed advies te geven over de te nemen maatregelen heeft Alterra eerst de bodemgesteldheid in kaart gebracht. De kartering betreft een strook landbouwgronden van ca. 200 m en een strook 'toekomstig' natuurterrein van ca. 200 m, direct grenzend aan de landbouwgronden. De strook van 200 m is gebaseerd op de resultaten van het onderzoek in de 'Tachtig Bunder' (Kiestra en van der Gaast, 2006). De totale oppervlakte van het gekarteerde gebied bedraagt ca. 290 ha (incl. wegen, water etc.). De bodemkartering heeft geresulteerd in een gedetailleerde bodem- en grondwatertrappenkaart en een keileemkaart.

Voor het doorrekenen van de effecten zijn zo veel mogelijk gegevens (bijv. de doorlatendheid) gebruikt uit het, in 2006, uitgevoerde onderzoek in de Tachtig Bunder. Tevens hebben Natuurmonumenten en Wetterskip Fryslân een inventarisatie gedaan naar de huidige ontwateringssituatie en peilen in de wintersituatie binnen de het EHS-gebied om vervolgens vast te stellen van welke extra peilverhoging moet worden uitgegaan bij het berekenen van de effecten.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de Dienst Landelijk Gebied te Leeuwarden. Vóór en tijdens het onderzoek is er regelmatig overleg geweest met DLG (E. Smit), en andere betrokken partijen als Wetterskip Fryslân en Natuurmonumenten. Met name de situering van de aan te leggen kades, de te realiseren peilen en grondwaterstanden binnen het EHS-gebied en de effecten ervan op de aangrenzende landbouwgronden, bestaande woningen en erven, zijn uitvoerig besproken.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om technische oplossingen aan te dragen om de effecten (grondwaterstandsverhoging) in het landbouwgebied als gevolg van de vernatting van de gronden in het EHS-gebied van de westelijke randzone te voorkomen of te nivelleren. Daarbij zijn er op basis van analytische oplossingen berekeningen uitgevoerd om de effecten op het landbouwgebied te kwantificeren.

2 Globale gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied is ca. 290 ha groot en ligt aan weerskanten van de Helomaweg, Veenweg en Vogelrijd (bijlage 1). Het gebied is globaal in te delen in het te handhaven landbouwgebied aan de noordkant en westkant van genoemde wegen, en de ‘toekomstige’ natuurgebieden grenzend aan het ‘Kleine en Grote Veen’. Het onderzoeksgebied grenst in het zuidoosten nagenoeg aan het eerder (2006) onderzochte gebied ‘Tachtig Bunder’. De afzettingen die aan of nabij het oppervlak voorkomen bestaan, vanaf het maaiveld gerekend, uit dekzand (Formatie van Twente), keileem (Formatie van Drenthe) en premorenaal zand (Formatie van Eindhoven en Peelo). In het verleden waren genoemde afzettingen met een pakket veenmosveen (hoogveen: Formatie van Griendtsveen) afgedekt. Dit veenmosveen is in de negentiende en twintigste eeuw voor een belangrijk deel afgegraven voor de winning van turf. In de twintigste eeuw zijn de gronden na de vervening als landbouwgrond in cultuur gebracht. De percelen zijn voor een belangrijk deel in gebruik als grasland, al komen er ook een aantal maïs- en graanpercelen voor. In het noordoosten komen percelen voor die al geheel zijn ingericht als natuur en waar de begroeiing met pijpestrootje overheerst. Een aantal landbouwpercelen is gedraineerd.

Geohydrologisch horen het dekzand en de veenresten tot de zgn. deklaag. Keileem kan als een slecht doorlatende laag worden beschouwd. Het onder de keileem voorkomende premorenale zand wordt tot het eerste watervoerende pakket gerekend. Het eerste watervoerende pakket is ca. 10 m dik en gaat meestal tussen 10 en 15 m – mv. over in een dik pakket potklei (Formatie van Peelo). De hoogteverschillen bedragen maximaal 3 meter. Het gebied helt in westelijke richting af van ca. 9 m + NAP in het oosten en noordoosten tot ca. 6 m + NAP in het westen (bijlage 2). Ten opzichte van de eerder (2006) onderzochte gebieden Tachtig Bunder en het Compagnonsveld ligt het onderzochte gebied gemiddeld 2 m lager. Ook de afwatering vindt, door middel van sloten, globaal in dezelfde richting plaats en wel richting Grootdiep. Het Wetterskip Fryslân zorgt voor de waterhuishouding.

3 Methode

3.1 De bodemkartering

Middels grondboringen is de bodemgesteldheid in kaart gebracht. Per 2-3 ha. is ca. 1 boring beschreven. Om de verschillen in bodemgesteldheid nauwkeuriger vast te stellen zijn ook “tussenboringen” verricht. De boringen zijn beschreven tot maximaal 250 cm – mv. Om de dikte van het keileempakket goed vast te stellen is op een aantal locaties, waar mogelijk, tot 400 cm – mv. geboord. Vanwege de natte omstandigheden en de hoge grondwaterstanden tijdens het veldwerk kon niet overal de gewenste boordiepte gehaald worden omdat het boorgat bij zandig materiaal vrij snel dichtvloede. Om toch materiaal van onder het grondwaterniveau naar boven te halen is gebruik gemaakt van een zuigerboor. Door het vrij snel dichtlopen van het boorgat treedt vermenging van materiaal op en is de herkomst (laagdiepte) en samenstelling moeilijker te bepalen. Bij elke beschreven boring zijn van de onderscheiden lagen organische-stofgehalte, leemgehalte, zandgrofheid en doorlatendheid (cm/dag) geschat. Op basis van de profiel- en omgevingskenmerken zijn bij elke boring ook de GHG en GLG geschat.

Bij de kartering is gebruik gemaakt van het Actuele Hoogtebestand van Nederland (AHN), omdat een verschil in hoogte, afhankelijk van het gebied, in meer of mindere mate samen kunnen hangen met een verschil in bodemgesteldheid (Brus en Kiestra, 2002).

De gronden zijn geclassificeerd volgens het Systeem van Bodemclassificatie in Nederland (De Bakker en Schelling, 1989). Op basis van verschillen in profielkenmerken zijn verschillende grondsoorten geclassificeerd, gecodeerd en in het veld afgegrensd. Op grond van verschil in aard en textuur van boven- en/of ondergrond zijn de gronden verder onderverdeeld. Het voorkomen van keileem in de ondergrond is met een toevoeging (achter de hoofdcode) op de bodemkaart aangegeven. Ook de heterogeniteit van de gronden als gevolg van diepe grondbewerking of ophoging wordt met een toevoeging (achter de hoofdcode) aangegeven. De verschillen in het grondwaterstandsverloop worden met Gt-klassen weergegeven. De bodemgesteldheid is weergegeven op een bodem- en grondwatertrappenkaart. Op de keileemkaart is de begindiepte van de keileem en de dikte van het keileempakket in vlakken weergegeven.

Om de schattingen van de GHG en GLG te toetsen en eventueel bij te stellen zijn in de boorgaten grondwaterstanden gemeten. Gezien de korte veldperiode zijn er door Alterra geen grondwaterstanden opgenomen in peilbuizen. Wel staan er in de omgeving peilbuizen, waarvan grondwaterstanden ter beschikking zijn gesteld na de uitvoering van het veldwerk. De buizen maken onderdeel uit van het aanvullende meetnet in de omgeving van het Fochtelooërveen. Ze zijn geplaatst in opdracht van Wetterskip Fryslân. Om de grondwatertrappen te toetsen zijn sommige buizen echter ongeschikt omdat ze vaak met hun filter in of onder de keileem zijn geplaatst. Dit

heeft tot gevolg dat de fluctuatie veelal minder groot is dan wanneer een peilbuis met het filter net boven de keileem staat. Enkele peilbuizen zijn gebruikt om de doorlatendheid van de keileem te toetsen (zie paragraaf 5.2).

3.2 Peilbuisgegevens en doorlatendheid

Naar aanleiding van het onderzoek in de ‘Tachtig Bunder’ (Kiestra en van der Gaast, 2006) zijn op advies van Alterra een aantal raaien met peilbuizen door ‘De Boer Advies en Uitvoering’ geplaatst. Door deze peilbuizen in een vroeg stadium te plaatsen kan in de toekomst het effect van de vernatting worden bepaald. Op een aantal locaties is een peilbuis boven en onder de keileemlaag geplaatst. Hierdoor is het mogelijk om naast het bepalen van effecten van vernatting, de gegevens ook te gebruiken voor het bepalen van de doorlatendheid van de keileem. In bijlage 14 en 17 staan de peilbuislocaties van de raaien weergegeven. In iedere raai is op één locatie een peilfilter in zowel het eerste watervoerende pakket onder de keileem als in het freatische pakket er boven geplaatst.

Op basis van het stijghoogteverschil kan een inschatting worden gemaakt van de weerstand (c-waarde) en doorlatendheid (k-waarde) van de keileem. De gegevens die hiervoor noodzakelijk zijn, zijn het verschil in stijghoogte over de weerstandsbiedende laag (keileem) en de waterflux over deze laag (formule 1). Indien de weerstand van de weerstandsbiedende laag bekend is kan de doorlatendheid van het materiaal eenvoudigweg worden berekend door de laagdikte te delen door de berekende weerstandswaarde (formule 2).

$$c = \frac{h_s - h_g}{q_v} \quad (1)$$

$$k = \frac{d}{c} \quad (2)$$

Waarin:

- c : Weerstand van de weerstandsbiedende laag (dagen)
- hs : Stijghoogte onder de weerstandsbiedende laag (m t.o.v. referentieniveau)
- hg : Stijghoogte boven de weerstandsbiedende laag (m t.o.v. referentieniveau)
- qv : Verticale flux door de weerstandsbiedende laag (m/dag)
- k : doorlatendheid van het materiaal (m/dag)
- d : dikte van de weerstandsbiedende laag (m)

Het stijghoogteverschil kan mits de peilfilters goed zijn gesitueerd worden gemeten. Het is hierbij van belang dat de peilfilters representatief zijn geplaatst in de ruimte, zodat de invloed van waterlopen en verharding minimaal zijn. Naast deze ruimtelijke criteria is het ook van belang dat de peilfilters op de representatieve diepte worden geplaatst. Door de peilbuizen in zowel de horizontale als de verticale richting representatief te plaatsen kunnen problemen zoals numerieke verdroging worden ondervangen (van der Gaast et al., 2008). De verticale flux is echter niet meetbaar en

zal derhalve op een andere manier moeten worden bepaald. Binnen deze studie zijn hiervoor twee methoden gehanteerd:

- De verticale flux kan voor verschillende situaties worden geschat. Hiervoor kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van vuistregels of eerder uitgevoerde berekeningen. Op GHG moment, het moment dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand voorkomt is er een neergaande verticale flux van ongeveer 3 mm/d (van der Gaast et al., 2006). De GHG is de grondwaterstand die ongeveer 20 - 40 dagen per jaar wordt bereikt of wordt overschreden. Op GVG moment, het moment dat de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand voorkomt is de verticale neerwaartse flux ongeveer 1 mm/d. Deze schattingen van de flux over langere perioden kunnen worden gebruikt om de weerstand van een storende laag te bepalen indien voor deze perioden ook het stijghoogteverschil bekend is.
- De verticale flux kan worden berekend indien gebruik wordt gemaakt van het uitzakkingsverloop van de grondwaterstand boven de weerstandsbiedende laag. Dit kan worden gedaan door een droge periode te selecteren die vooraf wordt gegaan door een relatief natte periode. Uit de natte periode kan de bergingscoëfficiënt worden bepaald door de totale neerslaghoeveelheid in deze periode te delen door de grondwaterstandsverandering (formule 3). Vervolgens kan de waterflux op dagbasis worden bepaald door de grondwaterstandsval te vermenigvuldigen met de bergingscoëfficiënt. Om de verticale flux te bepalen kan het noodzakelijk zijn de berekende flux te corrigeren voor verdamping of een inschatting van de laterale stroming naar de waterloop. Vooral deze laatste term is echter moeilijk te bepalen, hetgeen het belang van een representatieve ligging van de peilfilters onderschrijft. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de bovenkant van een weerstandsbiedende laag vaak niet horizontaal loopt en in meer of mindere mate een golvend karakter heeft. Hierdoor is het mogelijk dat er laterale stroming naar de peilbuis locatie toe of juist van de peilbuislocatie af plaatsvindt. Ook hierdoor is het lastig de verticale flux exact te bepalen.

$$\mu = \frac{N_{t2} - N_{t1}}{h_{t2} - h_{t1}} \quad (3)$$

$$q_v = (h_{t-1} - h_t) * \mu \quad (4)$$

Waarin:

- μ : Bergingscoëfficiënt (-)
- N_{t1} : Neerslagoverschot op tijdstip t1 (m)
- N_{t2} : Neerslagoverschot op tijdstip t2 (m)
- h_{t1} : Neerslagoverschot op tijdstip t1 (m t.o.v. referentieniveau)
- h_{t2} : Neerslagoverschot op tijdstip t2 (m t.o.v. referentieniveau)
- q_v : Verticale flux door de weerstandsbiedende laag (m/dag)

3.3 De voorspelling van de grondwaterstanden

De beïnvloeding van de grondwaterstand als gevolg van waterhuishoudkundige ingrepen in de omgeving, kan worden bepaald met behulp van analytische oplossingen die zijn ontleend aan Mazure (1936). Bij het gebruik van de analytische

oplossingen wordt uitgegaan van het principe van superpositie van effecten, hetgeen betekent dat rekenresultaten op de huidige situatie worden gelegd, en wordt alleen voor de stationaire stromingssituatie gerekend.

De invloed van twee verschillende polderpeilen op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (φ_x) en de intensiteit van de grondwaterstroming (q_x) kunnen respectievelijk met behulp van de volgende formules berekend worden (Edelman, 1972):

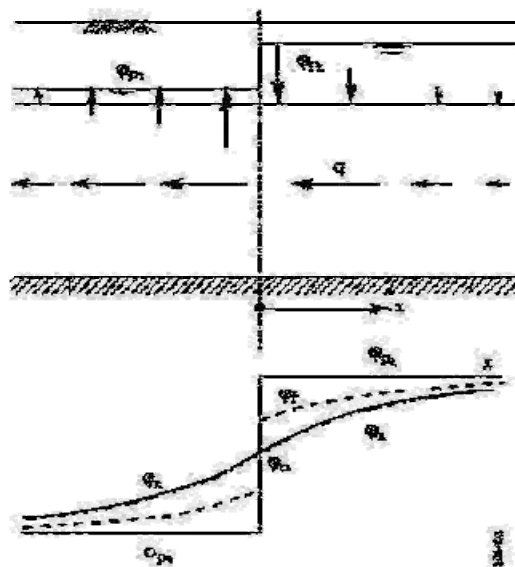
$$\varphi_x = \varphi_{p2} - ((\varphi_{p2} - \varphi_{p1}) / 2) e^{-x / \lambda^*} \quad (5)$$

$$q_x = q_0 e^{-x / \lambda^*} \quad (6)$$

Waarin:

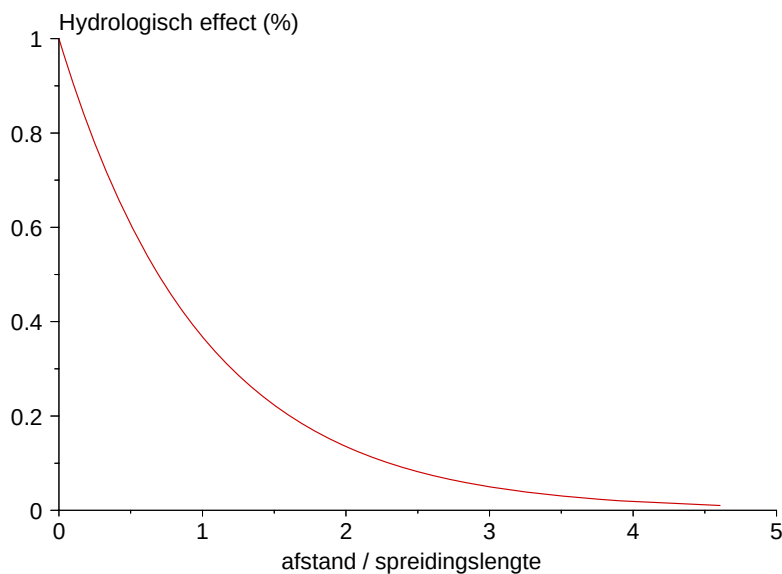
- φ_x : stijghoogte in het eerste watervoerende pakket op een afstand x tot de grens (m)
- φ_p : polderpeil (m)
- φ_{p1} : polderpeil (m)
- φ_{p2} : polderpeil (m)
- λ^* : vervangende spreidingslengte (m)
- q_x : debiet per lengte-eenheid in een aquifer met een dikte D op een afstand x tot een kanaal ($q=vD$) (m²/d)
- q_0 : debiet per lengte-eenheid in een aquifer met een dikte D op de rand van een kanaal ($q=vD$) (m²/d)
- x : afstand (m)

In de figuur 1 is een situatieschets in de vorm van een dwarsdoorsnede weergegeven.



Figuur 1 Situaties voor de effecten van 2 gebieden met een verschillend polderpeil (Naar Edelman, 1972)

Aan de hand van formule 5 en 6 kan geconcludeerd worden dat de ratio tussen het debiet op een afstand x vanaf de grens en het debiet op de grens gelijk is aan de ratio tussen het stijghoogteverschil op een afstand x tot de grens en het stijghoogteverschil op de grens van de twee polderpeilen. De afname van zowel het debiet als het stijghoogteverschil is logaritmisch met de afstand tot de grens volgens e^{-x/λ^*} (Edelman, 1972; TNO, 1964; Verruijt, 1974). In figuur 2 is deze afname van het debiet bij toename van de afstand (x) weergegeven. Aan de hand van figuur 2 kan geconcludeerd worden dat het effect van peilverschillen in theorie oneindig ver door gaat. Praktisch gezien blijkt echter dat op een afstand groter dan driemaal de spreidingslengte (3λ) nog maar een beïnvloeding van 5% plaatsvindt.



Figuur 2 Afname van de invloed van een verschillend peil in het eerste watervoerende pakket voor gebieden met een rechte grens (naar Van der Gaast en Massop, 2003)

Op elke afstand vanaf de grens is ook de ratio tussen $(\varphi_p - \varphi_x)$ en q_x gelijk. Het polderpeil (φ_p) is immers een constante. Om de invloed van hydrologische ingrepen op veranderingen in de stijghoogte te kunnen bepalen kan formule 3 als volgt herschreven worden:

$$x = -\lambda \ln \left(\frac{(\varphi_{p2} - \varphi_x)}{(\varphi_{p2} - \varphi_{p1})/2} \right) \quad (7)$$

Met formule 7 kan de afstand tot de grens berekend worden voor elke stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket. Met deze formule kan bijvoorbeeld ook in een GIS de afstand van verschillende verlagings- of verhogingsisohypsen worden bepaald (Van der Gaast en Van Bakel, 1997).

De formules van Mazure zijn gebaseerd op effectberekeningen in het eerste watervoerende pakket. In de meeste gevallen is men echter geïnteresseerd in de beïnvloeding op de freatische grondwaterstand. Voor effectberekeningen op de freatische grondwaterstand moet naast het toevoegen van de drainageweerstand, ook rekening gehouden worden met de weerstand die aanwezig is tussen het eerste watervoerende pakket en het freatische pakket (Van der Gaast en Stuyt, 2000)

De freatische grondwaterstand ligt altijd tussen het polderpeil en de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket (figuur 1). Indien er geen weerstandsbiedende laag aanwezig is en de c-waarde dus 0 dagen bedraagt, is de freatische grondwaterstand gelijk aan de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Bij een zeer lage drainageweerstand ten opzichte van de weerstand van het afdekkende pakket zal de freatische grondwaterstand het polderpeil benaderen (Van der Gaast en Massop, 2003).

Om de invloed van hydrologische ingrepen op veranderingen in de stijghoogte van het freatische grondwater te kunnen bepalen kan gebruik gemaakt worden van de volgende formule (Van der Gaast en Massop, 2003):

$$x = -\lambda * \ln \left(\frac{(\varphi_{p2} - \varphi_f)}{(\varphi_{p2} - \varphi_{p1})/2} \frac{c^*}{c_d} \right) \quad (8)$$

3.4 Waterhuishoudkundige maatregelen

Voor het ontwateringsadvies wordt bekeken in hoeverre de te verwachten effecten in het landbouwgebied kunnen worden gecompenseerd door waterhuishoudkundige maatregelen. Hierbij kan gedacht worden aan het aanpassen van het oppervlaktewaterpeil in het landbouwgebied, de aanleg van drainage en het verbreden of verdiepen van bestaande waterlopen. Ook de aanleg van nieuwe waterlopen is een mogelijkheid om de vernatting te compenseren. Deze laatste optie kost echter relatief veel areaal, waardoor in eerste instantie gekeken wordt naar de aanleg van buisdrainage. Voor het drainageontwerp wordt gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt:

$$L^2 = \frac{8k_2 dm + 4k_1 m^2}{q} \quad (9)$$

Waarin:

$$d = \frac{D}{1 + \frac{8D}{\pi L} \ln \frac{D}{\pi r}} \quad (10)$$

Waarin:

L	: drainafstand	(m)
q	: specifieke afvoer	(m/d)
k,k1,k2	: doorlaatfactor	(m/d)
kr	: radiale doorlaatfactor	(m/d)
m	: opbolling	(m)
d	: dikte van de equivalentlaag	(m)
D	: diepte van de ondoorlatende laag beneden draindiepte	(m)
r	: straal van de drain	(m)
u	: natte omtrek van de drain	(m)

4 Resultaten

4.1 De bodemgesteldheid

De resultaten van de bodemkartering bestaan o.a. uit een:

- Een boorpuntenkaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 3) met de locaties en nummers van de beschreven boringen;
- Een bodemkaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 4)
- Een Gt-kaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 5)
- Een keileemkaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 6)
- Twee tabellen met boor- en laaginformatie (bijlage 7 en 8);
- Tabel met de gegevens per kaarteenheden (bijlage 13).

De bodemgesteldheid van het onderzoeksgebied is weergegeven op de bodemkaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 4). Deze kaart geeft informatie over de gronden en het grondwaterstandsverloop, maar is alleen naar de bodemeenheden ingekleurd. De grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 17 500 (bijlage 5) geeft dezelfde informatie, maar is alleen naar grondwatertrappen ingekleurd.

In het onderzoeksgebied komen veengronden (17.0 ha), moerige gronden (102.4 ha) en zandgronden (159.0 ha) voor. De gronden zijn verder onderverdeeld in 11 verschillende bodemtypes (tabel 1).

Tabel 1 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden bodemtypen

Hoofdcod	Benaming	Ha	%H
Vz	Vlierveengrond; veenmosveen op dekzand zonder	1.2	0.4
aVp	Madeveengrond; veenmosveen op dekzand met humuspodzol	0.9	0.3
zVp	Meerveengrond; veenmosveen op dekzand met humuspodzol	13.0	4.7
zVz	Meerveengrond; veenmosveen op zand zonder humuspodzol	1.9	0.7
vWp	Moerige podzolgrond met venige (moerige) bovengrond	1.9	0.7
zWp	Moerige podzolgrond met zanddek	73.5	26.4
zWz	Broekeergond met zanddek; zandondergrond overgaand in	27.0	9.7
Hn51	Veldpodzolgrond; bovengrond bestaat uit leemarm, matig fijn	6.8	2.4
Hn53	Veldpodzolgrond; bovengrond bestaat uit zwak lemig, matig	116.	41.8
tZn53	Gooreerdgrond; bovengrond bestaat uit zwak lemig, matig	19.3	6.9
tZn55	Gooreerdgrond; bovengrond bestaat uit sterk lemig, matig fijn	16.6	6.0

Veengronden zijn gronden die tussen 0 en 80 cm – mv. voor meer dan de helft van de dikte uit veen bestaan. Ze komen vooral voor aan weerskanten van de Fochtloërveenweg. Meestal grenzen ze aan de moerpodzolgronden met een zanddek. De meeste veengronden zijn bezand (bodemcode zV..) en worden meerveengronden genoemd; het organische-stofgehalte van het zanddek varieert van 4-10 %. De overheersende veensoort is veenmosveen. Het veenpakket is niet dik en gaat meestal op ca. 80 cm – mv. over in dekzand met een humuspodzol-B. De overgangslaag naar de zandondergrond is vaak gliedeachtig en slecht doorlatend. Langs de Veenweg komt een laagte voor (bodemcode zVz), waarbij de humuspodzol ontbreekt en de pleistocene (zand)ondergrond vrijwel direct overgaat in keileem. Bij

veel veengronden komt keileem binnen 120 cm – mv. voor (toev. .../X en toev. .../x). Op basis van verschil in aard en dikte van boven- en ondergrond zijn de veengronden op de bodemkaart onderverdeeld in 4 legenda-eenheden (bodemtypes).

Moerige gronden zijn gronden met een moerige (venige) bovengrond of een moerige tussenlaag die binnen 40 cm – mv. begint en 10 tot 40 cm dik is. Op grond van de aard van de ondergrond, zand met en zonder humuspodzol-B, zijn moerige podzolgronden (ca. 75 ha) en broekeerdgronden (ca. 27 ha) onderscheiden. Het ontbreken van een duidelijke humuspodzol-B horizont bij de broekeerdgronden heeft veelal te maken met het feit dat het veen direct rust op een ondergrond van keizand en keileem. Ook kan het ontbreken van een duidelijke humuspodzol-B-horizont duiden op kwel. Bijna alle moerige podzolgronden in het onderzoeksgebied hebben een zandbovengrond. De meeste moerige podzolgronden met een zanddek (bodemcode zWp) komen voor langs de zuidkant van de Helomaweg en langs de zuidkant van het zandpad, in het verlengde van de Helomaweg. Het humusgehalte in de bovengrond varieert van 4 tot 10%. Onder de bovengrond komt veelal een mengsel voor van veenmosveen en dekzand (met podzolresten). Op ca. 60 cm – mv. gaat dit mengsel over in bruin tot grijsbruin, humusarm, leemarm tot zwak lemig, matig fijn zand. Plaatselijk komt op de overgang van het veenmosveen naar de humuspodzol-B een dunne gliedelaag voor. Sommige humuspodzol-B-horizonten zijn zeer fijnzandig en lemig ontwikkeld (kazige B-horizont). Bij bijna 85% van de moerige podzolgronden gaat het dekzand tussen 60 en 120 cm – mv. over in keileem. De meeste broekeerdgronden (bodemcode zWz), alle met keileem binnen 120 cm – mv., komen voor in het zuiden van het onderzoeksgebied.

Zandgronden zijn minerale gronden die tussen 0 en 80 cm - mv. voor meer dan de helft van hun dikte uit zand bestaan. Ze mogen geen moerige bovengrond of moerige tussenlaag hebben. De totale oppervlakte aan zandgronden bedraagt ca. 159 ha (ca. 57%). In het onderzoeksgebied komen veldpodzolgronden (meer dan 75% van de zandgronden) en gooreergronden voor. Het verschil is dat bij de veldpodzolgronden een duidelijke humuspodzol-B-horizont voorkomt, terwijl deze bij de gooreerdgronden ontbreekt. Bij alle gooreerdgronden begint de keileem binnen 80 cm – mv. Door het vrij ondiep voorkomen van keizand en keileem en door egalisatie en/of verwerking ontbreekt de humuspodzol nagenoeg en zijn de gronden tot de gooreerdgronden gerekend. Door het vrij ondiep voorkomen van de keileem komt er in het zandige materiaal boven de keileem regelmatig (stagnatie)roest voor. Sommige profielen zouden op basis van hun roestverschijnselen en volgens de bodemclassificatie tot de beekeerdgronden gerekend moeten worden. Daar is vanaf gezien vanwege hun landschappelijke ligging.

Veldpodzolgronden zijn zandgronden met een humuspodzol-B en met een humushoudende bovengrond dunner dan 30 cm. De veldpodzolgronden zijn onder relatief natte en voedselarme omstandigheden ontstaan. Door de meest neerwaartse beweging van het grondwater (inzijging) en het relatief zure milieu is ijzer in oplossing gegaan met als gevolg dat veel veldpodzolgronden zijn ontijzerd. Alleen in de humuspodzol-B of vlak daaronder kunnen zich enige ijzer- en aluminium-verbindingen hebben opgehoopt. Ze zorgen in combinatie met humusinspoeling

vaak voor verkitting. De mate van verkitting is het grootst op die plekken waar een dik pakket dekzand voorkomt. Begint de keileem relatief ondiep dan is ook het dekzand iets lemiger en daardoor minder verkit. De veelal zwarte, humushoudende bovengrond is 25-30 cm dik en bevat 3-10% organische stof. Het gemiddelde organische-stofgehalte bedraagt ca. 6%. De meeste veldpodzolgronden bestaan uit zwak lemig, matig fijn zand. Op plaatsen waar de keileem binnen 60 cm – mv. voorkomt zijn de bovengronden door de invloed van de keileem vaak iets lemiger. Vlak onder de bovengrond komen plaatselijk nog resten veenmosveen voor die veelal vermengd zijn met de bruine inspoelingslaag (humuspodzol). Ook komen er lokaal nog plekken voor met loodzand (uitspoelingslaag; E-horizont). Veelal is dit grijswitte zand door grondbewerking opgenomen in de boven- of ondergrond en daardoor vaak minder goed waarneembaar. De loodzandlagen zijn het best ontwikkeld in leemarm materiaal. De ondergrond bestaat bij de meeste veldpodzolgronden uit bruingeel tot grijs leemarm en zwak lemig, matig fijn dekzand. Soms bestaat de zandondergrond uit het wat grovere keizand. Bij de meeste veldpodzolgronden (ca. 70%) gaat het dekzand of keizand binnen 120 cm – mv. over in keileem. Ten zuidoosten van de bocht in de Veenweg en langs de Vogelrijd komen veldpodzolgronden voor waar de keileem wat dieper begint of nagenoeg ontbreekt. Naar textuur van de bovengrond zijn binnen de veldpodzolgronden 2 legenda-eenheden onderscheiden.



Foto 1 Hoge zandrug met veldpodzolgronden Helomaweg/Veenweg (foto: E. Kiestra)

De gooreerdgronden komen voornamelijk voor in het westen van het gebied. Door het ondiep voorkomen van keizand en keileem heeft zich in het moedermateriaal

geen humuspodzol kunnen ontwikkelen. Doordat de keileem vaak net onder de bovengrond vrij zandig is of bestaat uit keizand kunnen we deze gronden net niet tot de keileemgronden rekenen. In de Tachtig Bunder is de keileem net onder de bovengrond zwaarder en komen daar 'echte' keileemgronden voor. Door het echter vrij ondiep voorkomen van de keileem is de textuur van de bovengrond wel min of meer beïnvloed door de keileem. Veel bovengronden zijn sterk lemig (bodemcode tZn55).

De toevoegingen die op de bodemkaart en in het digitale bestand voorkomen, geven informatie over kenmerken van de bodem die we niet konden of wilden gebruiken als criterium bij het indelen van de gronden. In totaal zijn er 5 toevoegingen onderscheiden. Twee toevoegingen hebben betrekking op het voorkomen van keileem binnen 120 cm – mv. Daarbij is een onderverdeling gemaakt naar begindiepte (40-80 cm – mv. en 80-120 cm – mv.). Er zijn ook gronden (ca. 55 ha), waarbij de toevoeging keileem ontbreekt. Dit wil echter niet zeggen dat er geen keileem in de ondergrond voorkomt. Bij deze gronden begint de keileem veelal dieper dan 120 cm – mv. De andere twee toevoegingen hebben betrekking op menselijke ingrepen als grondbewerking en afgraving.

..../X: *keileem beginnend tussen 40 en 80 cm – mv.*

Gronden met deze toevoeging (ca. 116 ha) komen verspreid in het onderzoeksgebied voor. De toevoeging komt het meeste (ca. 40 ha) voor bij de moerpodzolgronden met een zanddek (bodemcode zWp). Bij alle goordeergronden begint de keileem eveneens tussen 40 en 80 cm – mv.

..../x: *keileem beginnend tussen 80 en 120 cm – mv.*

Gronden met deze toevoeging (ca. 105 ha) komen verspreid voor in het gebied. De toevoeging komt het meeste (ca. 54 ha) voor bij de veldpodzolgronden (bodemcode Hn53).

..../v: *veen beginnend tussen 80 en 120 cm – mv. en doorlopend tot ten minste 150 cm. –mv.*

Deze toevoeging komt voor langs het zandpad in het verlengde van de Helomaweg (oosten van het gebied). Het betreft hier een met zand opgevulde laagte.

..../F: *dieper dan 40 cm verwerkt*

Gronden met deze toevoeging (ca. 50 ha) komen vooral voor op de landbouwgronden langs de Helomaweg. Het betekent meestal dat de lagen tot maximaal 80 cm – mv. met elkaar zijn vermengd. Vaak is de grondbewerking bedoeld om het stagnerende effect van veen- en/of (verkitte) zandlagen te verminderen of op te heffen en om de percelen enigszins rond te leggen.

..../H: *meer dan 40 cm opgehoogd (opgebracht)*

Het betreft hier een met zand opgevulde laagte in het uiterste oosten van het gebied (zie ook toev. .../v).

Het grondwaterstandsverloop is van betekenis voor de water- en luchthuishouding van de grond. Het grondwaterstandsverloop geven we op kaart weer met grondwatertrappen (bijlage 5). Op basis van een combinatie van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt een grondwatertrap ingedeeld. Het vaststellen van GHG en GLG is gebaseerd op profielkenmerken, vegetatie, relatieve hoogteverschillen, waterhuishouding en metingen. Bij het vaststellen van de grondwatertrap zijn grondwaterstandsmetingen

in peilbuizen en boorgaten (bijlage 11) belangrijke hulpmiddelen om de schattingen te toetsen en eventueel bij te stellen.

In totaal hebben we 7 grondwatertrappen (tabel 2) onderscheiden. Door de stagnerende werking van de keileem treden grote fluctuaties op. Meer dan 70% van de oppervlakte aan gronden heeft een GHG ondieper dan 40 cm – mv. Dit betekent dat veel gronden in de winterperiode vrij nat zijn. In de zomerperiode zakken de grondwaterstanden op veel plaatsen tot dieper dan 150 cm – mv. Vaak hebben de landbouwgronden een betere detailontwatering (greppels, drainage, afwateringsloten) dan de gronden van Natuurmonumenten. Dit verschil is echter niet altijd met een verschil in grondwatertrap aan te geven. Gronden met GHG van 5 cm en 15 cm komen in dezelfde grondwatertrap, mits de GLG van beide gronden binnen hetzelfde traject valt.

Tabel 2 Oppervlakteverdeling van de onderscheiden Gt-klassen

Gt-klasse	GHG cm – mv.	GLG cm – mv.	Ha	%Ha
IIIa	0-25	80-120	34.6	12.4
Vao	0-25	120-180	111.5	40.0
Vbo	25-40	120-180	50.6	18.1
Vbd	25-40	180-220	4.1	1.5
VIo	40-80	120-180	52.0	18.6
VIId	40-80	180-220	14.5	5.2
VIIId	80-140	180-260	11.2	4.0

De keileemkaart geeft extra informatie over de verbreiding en dikte van de keileem. Omdat de begindiepte van de keileem (bovenste getal) en de dikte van het keileempakket (onderste getal) van belang zijn voor het voorspellen van de effecten van de vernatting, zijn beide gegevens op de keileemkaart weergegeven. Keileem kan bestaan uit zware keileem (code x2, in bijlage 8) en zandige keileem (code x1). Op de keileemkaart is hierin geen onderscheid gemaakt. Keileem bestaat uit een mengsel van klei, leem en zand en enkele grindjes. Soms komt er een steen in het mengsel voor. De bovenste 100 à 150 cm van de grijze keileem is veelal roestig (foto 2) en gaat op een diepte waar zich ongeveer de GLG bevindt, over in blauwgrijze keileem. Dieper dan 180 cm – mv. is de blauwgrijze keileem enigszins slap. In tegenstelling tot het gebied Tachtig Bunder komt in het onderzoeksgebied meer een afwisseling voor van keileem en keizand. Ook bestaat de indruk dat in de ondergrond de keileem meer is verspoeld. Op zich is dit verklaarbaar vanwege de lagere ligging van het gebied en de ligging t.o.v. het beekdal, waar de keileem ontbreekt. Het keizand bevat nog maar weinig leem en klei, en is over het algemeen iets grover dan het dekzand en het premorenale zand. Keizand (code: xz) komt voor op de overgang van dekzand naar keileem, maar ook op de overgang van keileem naar premorenaal zand. In de ondergrond is niet altijd met zekerheid vast te stellen of we nu te maken hebben met premorenaal zand of met keizand. Dit komt door het gelaagde (verspoelde) karakter van de ondergrond. Soms bestaat de indruk dat je in het premorenale zand zit, maar bij dieper boren kom je dan ineens weer een prop keileem tegen. Door de grillige verbreiding en het gelaagde karakter van de keileem was het niet eenvoudig om de verbreiding van de keileem in dieptes en diktes aan te geven. Zoals ook al op de bodemkaart staat aangegeven (toev. .../X en toev. .../x) begint op veel plaatsen de

keileem binnen 120 cm – mv. De dikte varieert van 40 cm tot meer dan 200 cm. Ten noorden van de Vogelrijd komen keileempakketten voor van meer dan 200 cm. Gemiddeld genomen is het keileempakket ca. 100 cm dik. In het uiterste zuiden van het gebied ontbreekt de keileem.



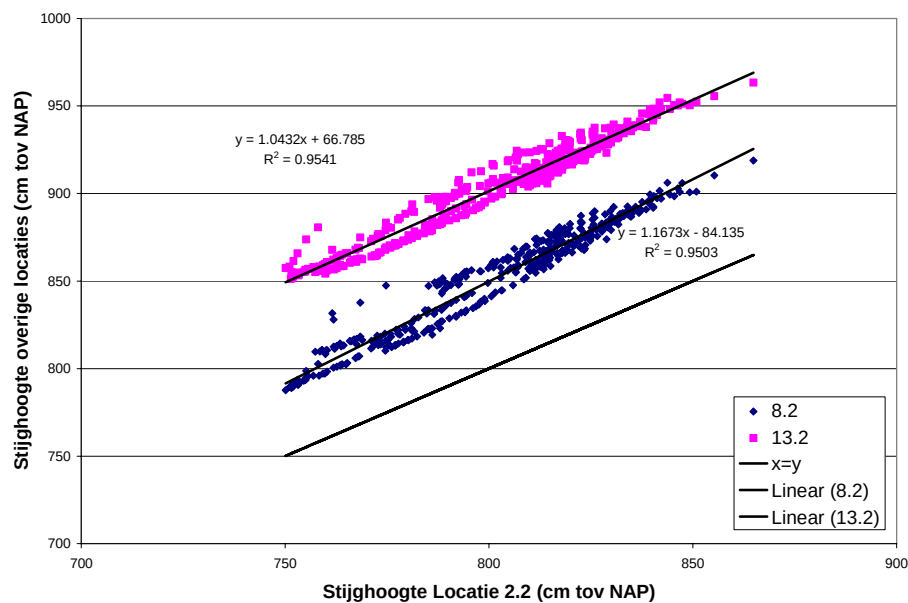
Foto 2 Een grondboring met keileem(foto: E. kiestra)

4.2 De weerstand van de keileem op basis van peilbuisgegevens

Naar aanleiding van het onderzoek in de ‘Tachtig Bunder’ (Kiestra en van der Gaast, 2006) zijn op advies van Alterra een aantal raaien met peilbuizen (De Boer Advies en uitvoering) geplaatst. Door deze peilbuizen in een vroeg stadium te plaatsen kan in de toekomst het effect van de vernatting worden bepaald. Op een aantal locaties is een peilbuis boven en onder de keileemlaag geplaatst. Hierdoor is het mogelijk om naast het bepalen van effecten van vernatting de gegevens ook te gebruiken voor het bepalen van de doorlatendheid van de keileem. In bijlage 14 en 17 staan de peilbuislocaties van de raaien weergegeven. In iedere raai is op 1 locatie een peilfilter in zowel het eerste watervoerende pakket onder de keileem als in het freatische pakket er boven geplaatst.

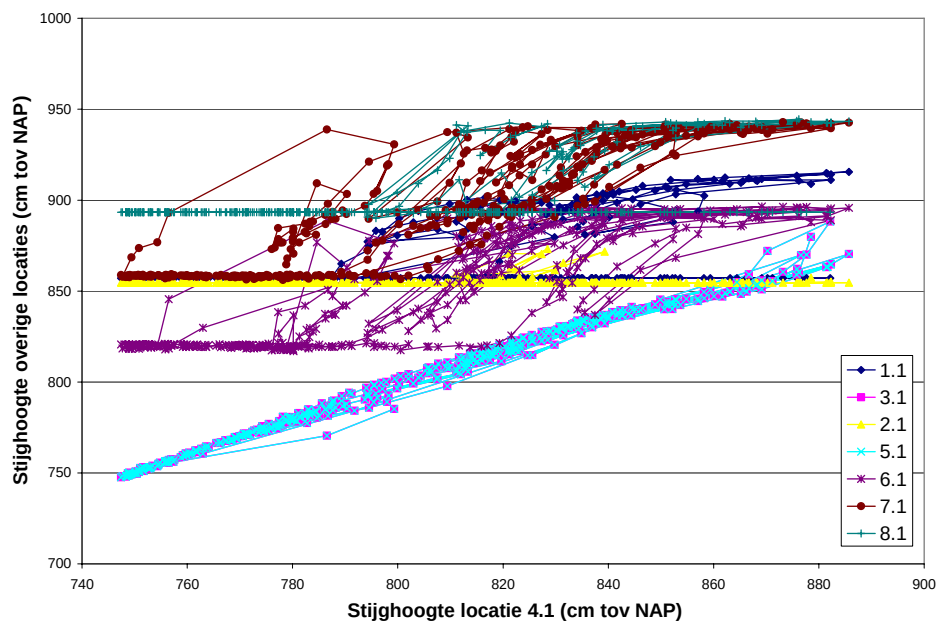
Correlatie

Indien alleen naar de stijghoogte in het premorenale zand onder de keileem wordt gekeken blijken de peilbuizen onderling sterk gecorreleerd te zijn (figuur 3). Hieruit kan worden geconcludeerd dat de stijghoogte onder de keileem in gelijke mate reageert op het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping).



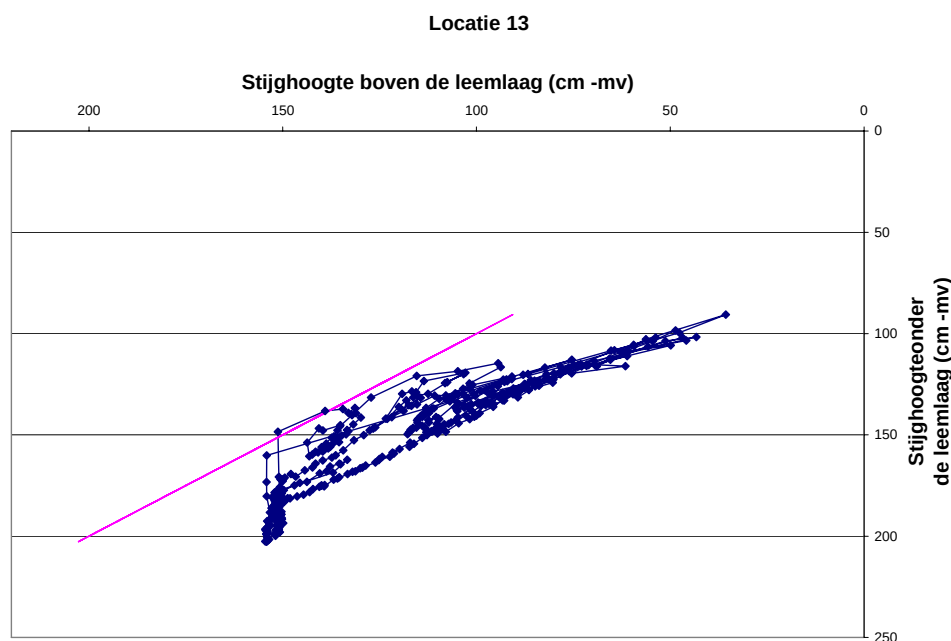
Figuur 3 Onderlinge correlatie van peilfilters in het premorenale zand onder de keileem

Indien de onderlinge correlaties boven de keileem worden bekeken blijken de correlaties veel zwakker te zijn (figuur 4). Enkele peilfilters blijken een redelijke correlatie te hebben. Over het algemeen is de correlatie echter gering. Daarnaast zijn in de figuur horizontale lijnen waarneembaar, welke worden veroorzaakt door droogstand in de ondiepe peilbuizen. Ook de beïnvloeding van het maaiveld komt in de figuur tot uiting in de vorm van een soort ‘plafond’ in de waarnemingen.



Figuur 4 Onderlinge correlatie van peilfilters in het dekzand boven de keileem

Voor één van de peilbuislocaties (Foch 13-1/2; bijlage 14) die uitgerust zijn met een filter onder en boven de keileem zijn de stijghoogte onder en boven de keileem tegen elkaar uitgezet (figuur 5). Hieruit blijkt dat er tot op zekere hoogte een lineair verband is tussen de stijghoogte onder de keileem en de freatische grondwaterstand boven de keileem. Daarnaast blijkt dat de stijghoogte onder de keileem systematisch lager is dan de freatische grondwaterstand boven de keileem. Indien voor de freatische grondwaterstand gebruik wordt gemaakt van peilbuizen onder de keileem spreken we van numerieke verdroging omdat daarmee veelal een te lage freatische grondwaterstand wordt geschat (Van der Gaast et al., 2006; 2008).



Figuur 5 Grondwaterstandsrelatie voor een peilfilter onder en boven de keileem

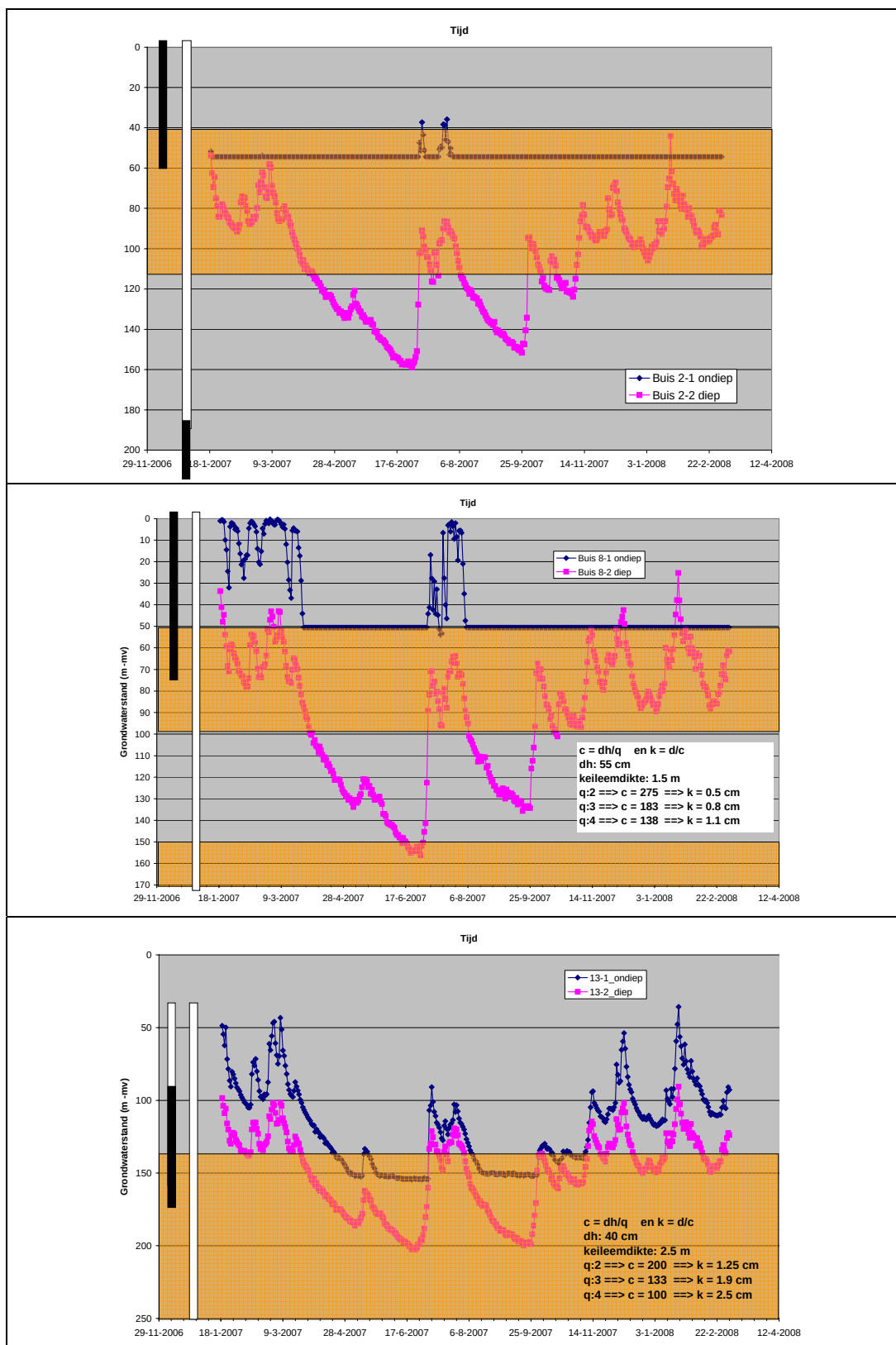
Doorlatendheid

Op basis van het stijghoogteverschil kan een inschatting worden gemaakt van de weerstand (c-waarde) en doorlatendheid (k-waarde) van de keileem. De metingen zijn uitgevoerd met drukopnemers die de grondwaterstand 1 maal per dag opslaan. De meetgegevens zijn beschikbaar voor de periode januari 2007 tot februari 2008. Om meer inzicht in de meetgegevens te krijgen zijn de grondwaterstandsgegevens ten opzichte van maaiveld voor de locaties waar een peilfilter onder en boven de keileem aanwezig is in figuren weergegeven (figuur 6). Naast de gemeten stijghoogten is ook de verticale ligging van de keileem in de figuur in de vorm van een bruine zone weergegeven. Aan de linker kant van de figuur is de verticale positie van de peilfilters in de vorm van een zwarte verticale balk weergegeven. Indien het peilfilter op grotere diepte aanwezig is kan het filter buiten het bereik van de figuur liggen, waardoor deze niet kan worden weergegeven. Het ondiepe filter blijkt voor alle locaties een stukje in de keileem te staan. Dit maakt analyses met betrekking tot het bepalen van de weerstand van de keileem minder nauwkeurig. Locatie 2 (Foch 2-1/2; bijlage 14) laat bijna geen stijghoogteverschil zien tussen het peilfilter onder en boven de keileem. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de locatie vlakbij een gat in de keileem

gesitueerd is. In de nabije omgeving van het gat in de keileem kan de stijghoogte boven de keileem worden beïnvloed via laterale stroming naar het gat. Aangezien de stijghoogte onder de keileem lager is kan het neerslagoverschot relatief gemakkelijk via het zandpakket onder de keileem worden afgevoerd. Door deze laterale beïnvloeding zal de stijghoogte boven de keileem nabij het gat in de keileem in meer of mindere mate overeenkomen met de stijghoogte in het zandpakket onder de keileem. In de figuur is te zien dat er alleen in de zomerperiode na een piekneerslag stijghoogteverschillen voorkomen. Dat het stijghoogteverschil juist in de zomer voorkomt kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt doordat de doorlatendheid van de bodem in onverzadigde toestand geringer is dan in een verzadigde situatie, waardoor de weerstand tegen grondwaterstroming groter is. Aangezien er nagenoeg geen stijghoogteverschillen zijn kan deze locatie niet gebruikt worden om een inschatting van de weerstand van de keileem te maken.

Locatie 8 (Foch 8-1/2; bijlage 14) heeft in de winterperiode en de zomerperiode in 2007 perioden met een stijghoogteverschil. In deze perioden wordt het stijghoogteverschil voor het overgrote deel veroorzaakt door een schijnspiegel. In de winterperiode in 2007 hebben we in enkele situaties te maken met een stijghoogteverschil gecombineerd met een stijghoogte onder de keileem die boven het niveau van de keileem uitkomt. In deze situatie mag worden verwacht dat het gehele systeem onder het grondwatervlak met water is gevuld en er geen sprake is van een schijngrondwaterstand. In het dalende traject van de diepe stijghoogte is rond het niveau waar de keileem overgaat in een zandige tussenlaag een knik in de daling waarneembaar. Waarschijnlijk wordt deze afname in de daling veroorzaakt door verschillen in berging tussen het bodemmateriaal. De keileem heeft een relatief lage bergingscoëfficiënt waardoor de daling van de grondwaterstand relatief snel verloopt. Nadat de grondwaterstand gezakt is tot in de zandige tussenlaag hebben we te maken met een grotere bergingscoëfficiënt waardoor de grondwaterstand iets minder snel uitzakt. Het stijghoogteverschil bedraagt ongeveer 55 cm. Indien wordt uitgegaan van een neerslagoverschot van 2 tot 4 mm/dag bedraagt de weerstand van de keileem 275 tot 138 dagen. Dit komt, uitgaande van een keileemdikte van 1.5 meter overeen met een doorlatendheid van 0.5 tot 1.1 cm/dag.

Locatie 13 (Foch 13-1/2; bijlage 14) heeft het grootste deel van de tijd een permanent stijghoogteverschil. In de zomerperiode staat het ondiepe peilfilter boven de keileem soms droog, waardoor het onduidelijk is of het stijghoogteverschil permanent voorkomt. Daarnaast moet worden opgemerkt dat het ondiepe peilfilter een stukje in de keileem is geplaatst. Het is de vraag in hoeverre we hier te maken hebben met een schijngrondwaterspiegel. Waarschijnlijk betreft het een situatie met een permanent voorkomend stijghoogteverschil in verzadigde toestand. Het stijghoogteverschil in de winterperiode bedraagt ongeveer 40 cm. Indien wordt uitgegaan van een neerslagoverschot van 2 tot 4 mm/dag bedraagt de weerstand van de keileem 200 tot 100 dagen. Dit komt, uitgaande van een keileemdikte van 2.5 meter overeen met een doorlatendheid van 1.25 tot 2.5 cm/dag.



Figuur 6 Stijghoogteverschillen tussen de stijghoogte onder en boven de keileem voor drie locaties in de Tachtig Bunder.

Doorlatendheid op basis van het uitzakkingsverloop.

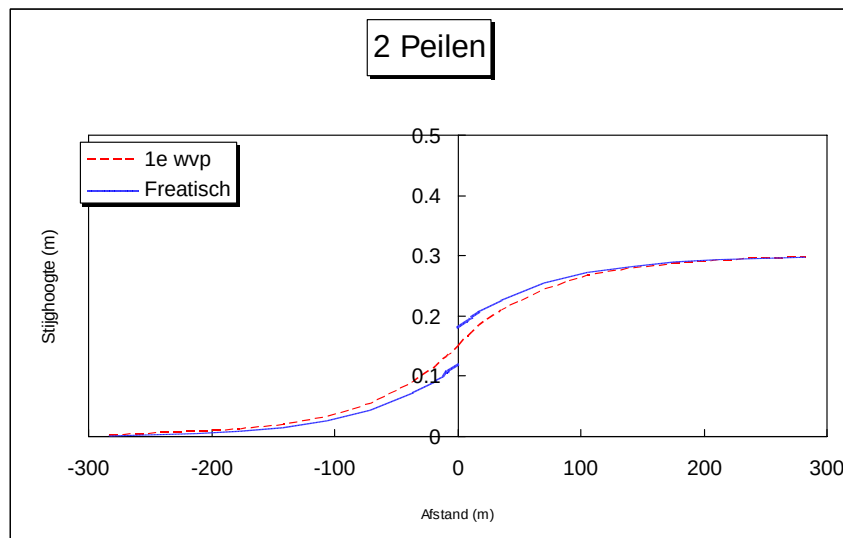
Indien de meetgegevens nader worden bekeken is het mogelijk om de weerstand van de keileem uit het uitzakkingsverloop na een neerslaggebeurtenis te schatten. Hierbij is het van belang om een periode te selecteren met een redelijk extreme neerslaghoeveelheid die wordt opgevolgd door een droge periode. Voor de neerslag is gebruik gemaakt van het KNMI-meetstation Eelde. Voor de neerslag is een 11 daagse periode geselecteerd die gevolgd wordt door een droge periode. Uit de neerslag in een 11 daagse periode is de bergingscoëfficiënt geschat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de totale hoeveelheid neerslag en de stijging van de grondwaterstand. De bergingscoëfficiënt komt ongeveer uit op 10 %. Vervolgens kan de waterflux nadat de neerslag heeft plaatsgevonden op basis van de grondwaterstandsdaaling worden bepaald. Net na de natte periode is deze waterflux het hoogst. Indien het vervolgens droog blijft neemt deze flux geleidelijk af. De waterflux wordt bepaald op basis van de dagelijkse grondwaterstandsdaaling na een regenrijke periode en de bergingscoëfficiënt. De berekende flux kan indien nodig gecorrigeerd worden voor verdamping en laterale stroming naar bijvoorbeeld een waterloop. Op deze manier wordt getracht de verticale flux te bepalen die door de keileem heen moet stromen. Daarnaast dient te worden opgemerkt dat de bovenkant van een weerstandsbiedende laag vaak niet horizontaal loopt en in meer of mindere mate een golvend karakter heeft. Hierdoor is het mogelijk dat er laterale stroming naar de peilbuislocatie toe of juist van de peilbuislocatie af plaatsvindt. Ook hierdoor is het lastig de verticale flux exact te bepalen. Voor locatie 13 mag op basis van het keileemverloop verwacht worden dat er enige laterale stroming van water plaatsvindt, aangezien deze locatie waarschijnlijk op een soort rug in de keileem gelegen is (bijlage 16). Indien de verticale flux bekend is kan de weerstand van de keileem worden bepaald door het stijghoogteverschil te delen door de verticale flux. De weerstandswaarde die via deze weg kan worden berekend bedraagt ongeveer 200 dagen, hetgeen overeenkomt met een doorlatendheid van ongeveer 1.25 cm/dag.

4.3 De effecten

Voor het bepalen van de effecten van ingrepen is gebruik gemaakt van de formules uit paragraaf 4.3. Door gebruik te maken van deze formules kan inzicht verkregen worden in de te verwachten effecten. Daarnaast kunnen ze worden gebruikt om voor een aantal situaties de effecten te kwantificeren. In bijlage 18 zijn een aantal situaties voor de Helomaweg en de Veenweg beschreven en wordt inzichtelijk gemaakt in welke mate de dikte van het eerste watervoerende pakket bepalend is voor de effecten (zie ook paragraaf 5.4)

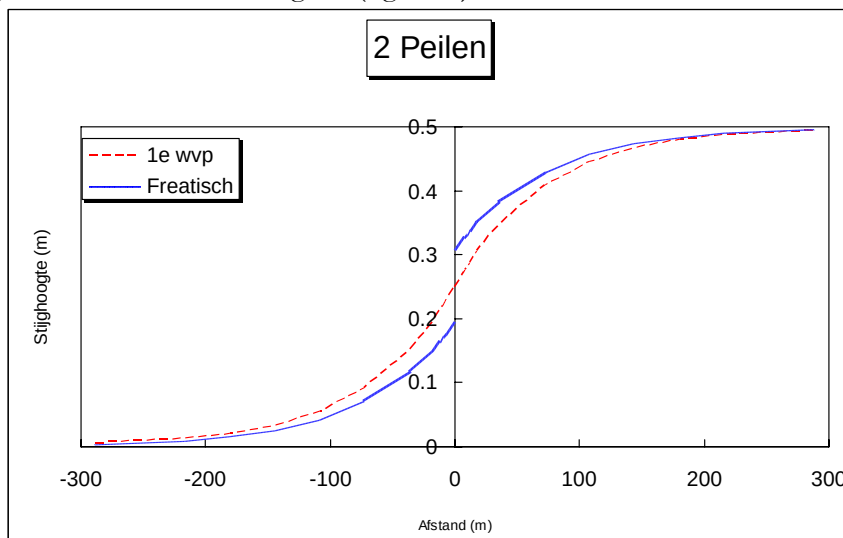
In figuur 7 is een voorbeeld, gebaseerd op een gemiddelde situatie langs de Helomaweg (Figuur 15), van de analytische berekening weergegeven. In de berekening die ten grondslag ligt aan figuur 15 is uitgegaan van een peilverschil van 0.3 m, een keileempakket van 1.0 m met een k-waarde van 0.02 m/d, een watervoerend pakket met een dikte van 10 m met een gemiddelde k-waarde van 2 m/d en een drainageweerstand van 200 dagen. Het gehanteerde peilverschil is ten opzichte van een eerdere studie die is uitgevoerd in de 'Tachtig Bunder' geringer

(Kiestra en van der Gaast, 2006). Het gehanteerde peilverschil betreft een te verwachten peilverhoging voor de winterperiode ten opzichte van de huidige situatie. Deze peilverhoging is door Natuurmonumenten en Wetterskip Fryslân geïnventariseerd. Uit deze inventarisatie is gebleken dat de huidige oppervlaktewaterstand in de winterperiode maar iets onder het maaiveld zit. Dit is het gevolg van het verlandingsproces van de aanwezige waterlopen in het ‘nieuwe’ natuurgebied. Deze verlanding van de sloten is ongeveer 10 jaar geleden begonnen doordat Natuurmonumenten er bewust voor gekozen heeft de waterlopen niet meer te onderhouden.



Figuur 7 Voorbeeld van de analytische berekening lang de Helomaweg

Voor een gedeelte langs de Veenweg (figuur 15) is het peilverschil door Natuurmonumenten en Wetterskip iets groter ingeschat (50 cm) en is de beïnvloeding naar het aangrenzende landbouwgebied iets groter. Deze effecten staan weergegeven in onderstaande figuur (figuur 8).

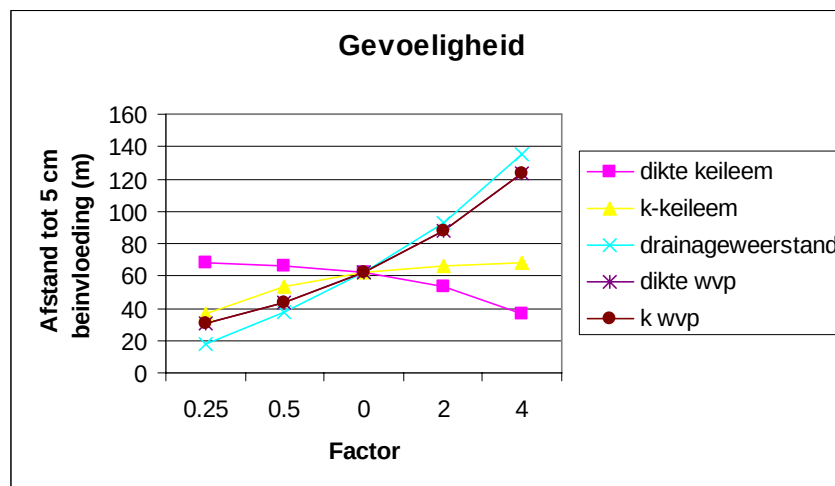


Figuur 8 Voorbeeld van de analytische berekening lang de Veenweg

4.4 Gevoeligheidsanalyse

De effectberekening kan gezien worden als een berekening voor de gemiddelde situatie in het gebied, waarbij de effecten op de freatische grondwaterstand relatief gering zijn. Voor de interactie tussen het effect op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand is vooral de dikte en doorlatendheid van de keileem in relatie tot de drainageweerstand van belang. Voor de laterale (horizontale) uitstraling van het opzetten van het peil is vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket van belang. In figuur 9 is de gevoeligheid van verschillende parameters op de freatische grondwaterstand weergegeven. In de figuur is de afstand weergegeven waarop een effect op de freatische grondwaterstand van 5 cm te verwachten is. Uit de figuur komt naar voren dat vooral het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket van belang is voor de te verwachten effecten. Daarnaast is ook de drainageweerstand van belang. De weerstand van de keileem heeft veel minder effect op de te verwachten verhoging van de freatische grondwaterstand. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat de weerstand van de keileem een relatief gering effect heeft op de laterale (horizontale) verbreiding van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket, terwijl dit wel de drijvende kracht is achter de ruimtelijke effecten.

Omdat enige onzekerheid bestaat over de dikte van het eerste watervoerend pakket zijn voor een aantal situaties langs de Veenweg en Helomaweg de effecten berekend. De dikte van het eerste watervoerend pakket wordt grotendeels bepaald door de begindiepte van de potklei. De situaties en effecten staan uitvoerig beschreven in bijlage 18.



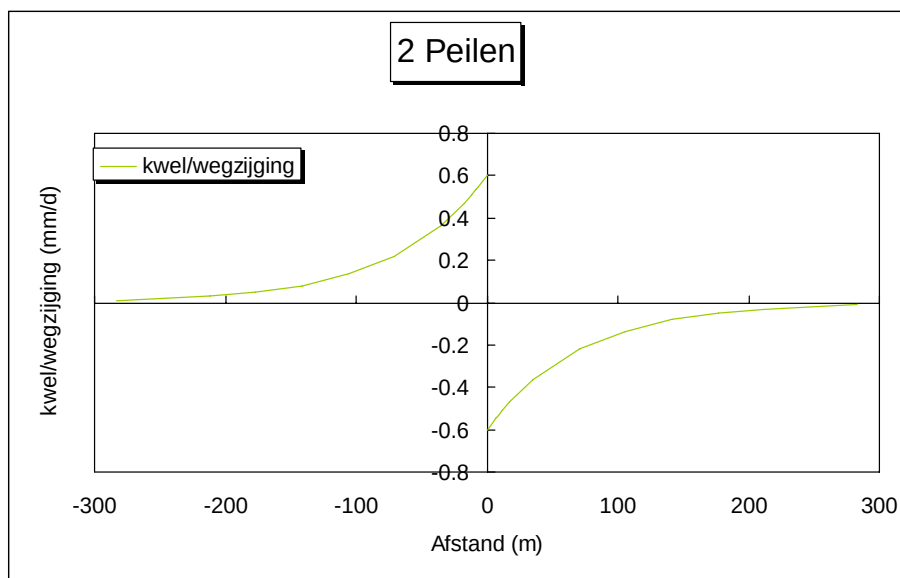
Figuur 9 De gevoeligheid van verschillende parameters op het te verwachten effect in het freatisch grondwater

5 Mogelijke oplossingen in het landbouwgebied

Voor het nivelleren van de effecten wordt, gezien de geringe ruimtelijke beïnvloeding, alleen gekeken naar de aanleg van buisdrainage zonder verdere peilaanpassing in het landbouwgebied.

5.1 Aanleg buisdrainage

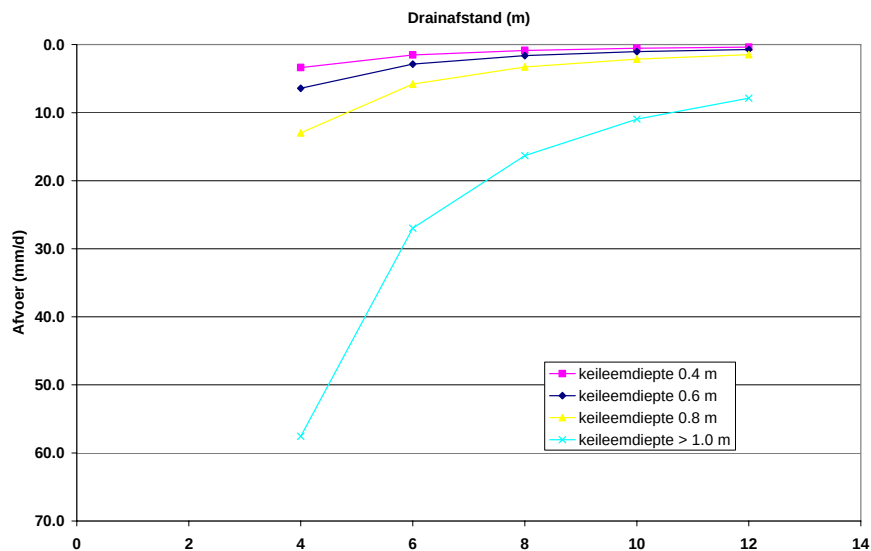
Voor de aanleg van buisdrainage wordt er van uitgegaan dat de grondwaterstandsverhoging moet worden gecompenseerd. Op basis van de analytische berekeningen kan de verticale stroming als gevolg van de peilverhoging worden bepaald in de vorm van een toename van de kwel. In figuur 10 is voor de gemiddelde situatie de kwel/wegzijging weergegeven. In het toekomstig natuurgebied (rechter kant van de figuur) neemt de wegzijging af naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Omgekeerd geldt voor het landbouwgebied dat de kwel afneemt naarmate de afstand tot de grens toeneemt. Om hier op in te kunnen spelen is het mogelijk de aanleg van buisdrainage aan te passen aan de afstand tot de grens. Aangezien het beïnvloede gebied gering is (60 meter) is het niet noodzakelijk en praktisch om hier rekening mee te houden. In de eerste 100 meter neemt de kwel af van ongeveer 0.6 mm/d naar ongeveer 0.2 mm/d. Indien de keileem ontbreekt blijft de toename van de kwel als gevolg van de geringe peilaanpassing onder de 1 mm/dag.



Figuur 10 Gemiddelde situatie van de kwel en wegzijging

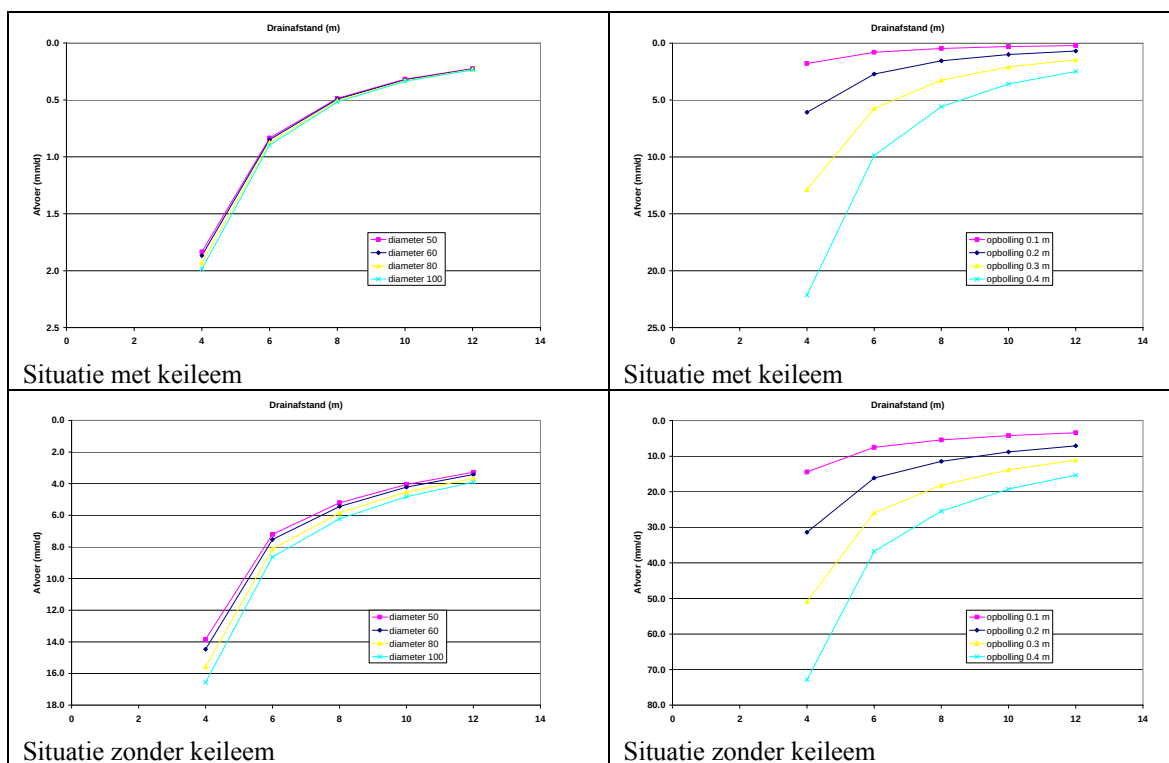
Om de invloed van de keileemdiepte op de drainage weer te geven zijn er een aantal berekeningen uitgevoerd voor verschillende keileemdiepten. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de formule van Hooghoudt. Voor verschillende drainafstanden en keileemdieptes is de mogelijke afvoer berekend. In figuur 11 komt duidelijk naar

voren dat de diepte van de keileem veel invloed heeft op de afvoer. Bij de berekeningen is namelijk gebruik gemaakt van een opbolling van 30 cm. Indien de drainage in de keileem ligt is bij een gelijkblijvende opbolling de horizontale doorstroming beperkend.



Figuur 11 Afvoer bij verschillende drainafstanden in relatie tot de keileemdiepte

Op basis van de bovenstaande figuur zijn de vervolgberekeningen uitgevoerd voor de situatie met en zonder keileem (figuur 12).

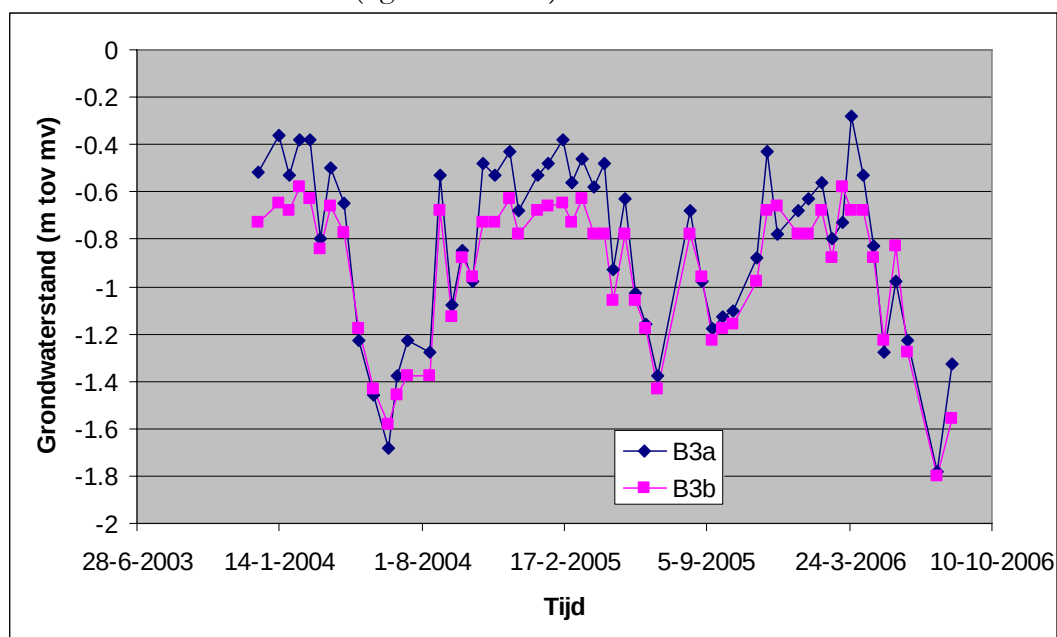


Figuur 12 Afvoeren bij verschillende drainafstanden bij situaties met en zonder keileem

In de figuren is gekeken wat het effect is van de draindiameter en de opbolling en is vervolgens voor verschillende drainafstanden de mogelijke afvoer weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de diameter van de drain maar een relatief gering effect heeft op de mogelijke afvoer. De opbolling is daarentegen in hoge mate bepalend voor de afvoer. Indien wordt uitgegaan van het compenseren van de vernatting mag bij de situatie met keileem op basis van de berekeningen nabij de grens een kwel van ongeveer 0,5 mm/dag worden verwacht. Om dit te compenseren is een drainafstand van 10 m bij een opbolling van 20 cm voldoende. Bij een draindiepte van 70 cm is de grondwaterstand in deze situatie 50 cm – mv. De kwel neemt echter af bij toename van de afstand tot de grens. Hierdoor is een drainafstand van 10 meter en een draindiepte van 70 cm ruim voldoende om de kwel af te kunnen vangen.

5.2 Het effect van de reeds ingezette vernatting

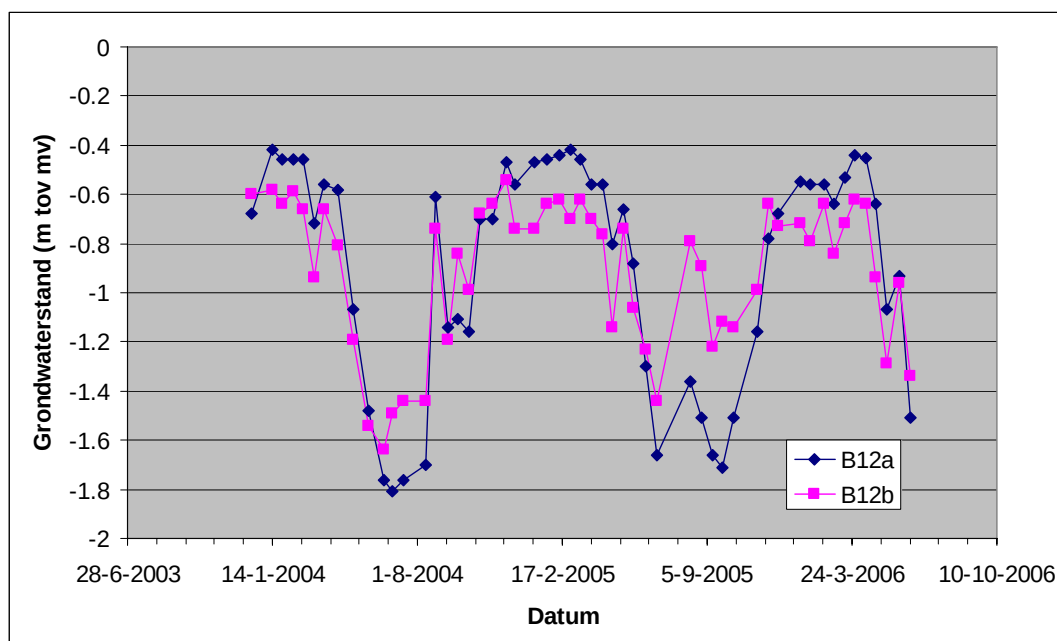
In de westelijke randzone van het Fochteloërveen zijn sinds 2004 meetgegevens beschikbaar. Het betreft een aantal raaien met peilbuizen (Buijs Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies) waarvan de grondwaterstanden om de twee weken worden gemeten. In bijlage 15 en 17 is de ligging van de peilbuizen weergegeven. Op twee locaties zijn stijghoogtegegevens onder en boven de keileem beschikbaar. Om meer inzicht in de effecten van vernatting te krijgen zijn de gemeten stijghoogten voor deze locaties nader bekeken (figuur 13 en 14).



Figuur 13 Stijghoogteverloop van peilbuis B3a en B3b

In figuur 13 voor locatie 3 (B3a/b; bijlage 15 en 17) is te zien dat de stijghoogte boven de keileem in de meeste gevallen hoger is dan de stijghoogte onder de keileem. Door de hogere stijghoogte boven de keileem vindt er wegzijging plaats. In de figuur is tevens te zien dat het stijghoogteverschil en daarmee de wegzijging niet constant in de tijd is. In de relatief natte winterperiode is de wegzijging groter dan in de drogere

zomerperiode. Daarnaast is te zien dat de stijghoogte onder de keileem minder fluctuatie in de tijd heeft dan de grondwaterstandsfluctuatie boven de keileem. Voor locatie 12 (B12a/b; bijlage 15 en 17) zijn de verschillen iets groter, maar is de situatie vergelijkbaar. De geringe fluctuatie van de stijghoogte onder de keileem ten opzichte van de fluctuatie boven de keileem heeft tot gevolg dat er een omslag van wegzijging naar kwel plaatsvindt. Ook voor deze locatie is de wegzijging in de natte winterperiode het grootst. In de drogere zomerperiode blijkt er in plaats van een geringe wegzijging, kwel plaats te vinden.



Figuur 14 Stijghoogteverloop van peilbuis B12a en B12b

Van nature is het gebied een groot wegzijgingsgebied met een zeer geringe wegzijging als gevolg van de stagnerende werking van de keileem en de indertijd eventuele aanwezigheid van gliede. Daarnaast heeft het eerste watervoerende pakket als gevolg van de potklei een gering doorlaatvermogen, waardoor laterale stroming in het gebied relatief gering is. Dankzij deze weerstandsbiedende lagen heeft er in het verleden hoogveengroei plaats kunnen vinden. De nieuwe situatie met kwel is ontstaan doordat er in het toekomstige natuurgebied vernatting heeft plaatsgevonden als gevolg van het verlandingsproces van de waterlopen. Gedurende de natte winterperiode zijn er in de waterlopen wel kwelplekken waarneembaar (foto 3). Dit is het gevolg van het relatief lage oppervlaktewaterpeil in het landbouwgebied ten opzichte van het nabijgelegen relatief natte toekomstige natuurgebied in combinatie met relatief hoge grondwaterstanden in het landbouwgebied. Hierdoor ontvangen de waterlopen in het landbouwgebied zowel kwelwater vanuit het nieuwe natuurgebied als afvoerwater vanuit het relatief natte landbouwgebied. Door de geringe dikte en doorlatendheid van het dekzandpakketje boven de keileem zal, indien het perceel niet is gedraineerd, het grootste deel van de afvoer via het premorenale pakket onder de keileem plaatsvinden.

Als gevolg van de vernatting in het EHS-gebied zal de gemeten grondwaterstandssituatie in meer of mindere mate veranderen. In de winterperiode vindt er momenteel wegzijging plaats. Deze wegzijging zal iets kunnen verminderen, waardoor er een iets nattere situatie kan ontstaan. Door de aanleg van buisdrainage zal de afvoer echter vergemakkelijkt worden, waardoor verwacht mag worden dat de waterhuishoudkundige omstandigheden voor de landbouw ten opzichte van de huidige situatie verbeterd wordt. Als gevolg van de voorgenomen vernattingsmaatregelen in het EHS-gebied zal er veel meer water worden vastgehouden. Een gedeelte van dit water zal worden geborgen in plassen op het maaiveld. Aangezien we bij een berging op maaiveld te maken hebben met een bergingscoëfficiënt van 1 heeft dit een relatief geringe stijging van het oppervlaktewaterpeil tot gevolg. De maatregelen hebben daarentegen wel meer effect in de voorjaarsperiode. Dit heeft vooral te maken met het beschikbare volume aan water dat in de huidige situatie gering is, waardoor de wegzijging vanuit het nieuwe natuurgebied relatief snel afneemt. Indien na de maatregelen veel meer water beschikbaar is kan de wegzijging vanuit het natuurgebied veel langer doorgaan. Hierdoor is het mogelijk dat de peilaanpassing in het voorjaar en de zomer groter is dan in de winterperiode.



Foto 3 Knevelverschijnselen in de slootbodem langs de Helomanweg, genomen in februari 2008 (foto: J. van der Gaast)

6 Inrichtingsadvies

6.1 Inrichting van het EHS-gebied

Omdat de inrichting van het EHS-gebied van invloed is op de hydrologie van de aangrenzende landbouwgronden wordt in deze paragraaf in het kort toegelicht hoe het ‘voorlopige’ inrichtingsplan (inrichtingsschets) er uitziet en wat dit betekent voor de aangrenzende landbouwgronden. Het afgebeelde inrichtingsplan (figuur 15) is slechts een schets. Bij het berekenen van de effecten op de aangrenzende landbouwgronden gaat het vooral om de ligging van de kades en de extra peilverhoging.

Voor het realiseren van de “Ecologisch Hoofdstructuur”(EHS) binnen het landinrichtingsgebied Fochteloërveen ligt de begrenzing van de EHS min of meer vast (figuur 15). De doelstelling is om de gronden gelegen in de westelijke randzone en binnen de EHS verder te vernatten. Dit alles om de gewenste natuurdoelstellingen te realiseren.

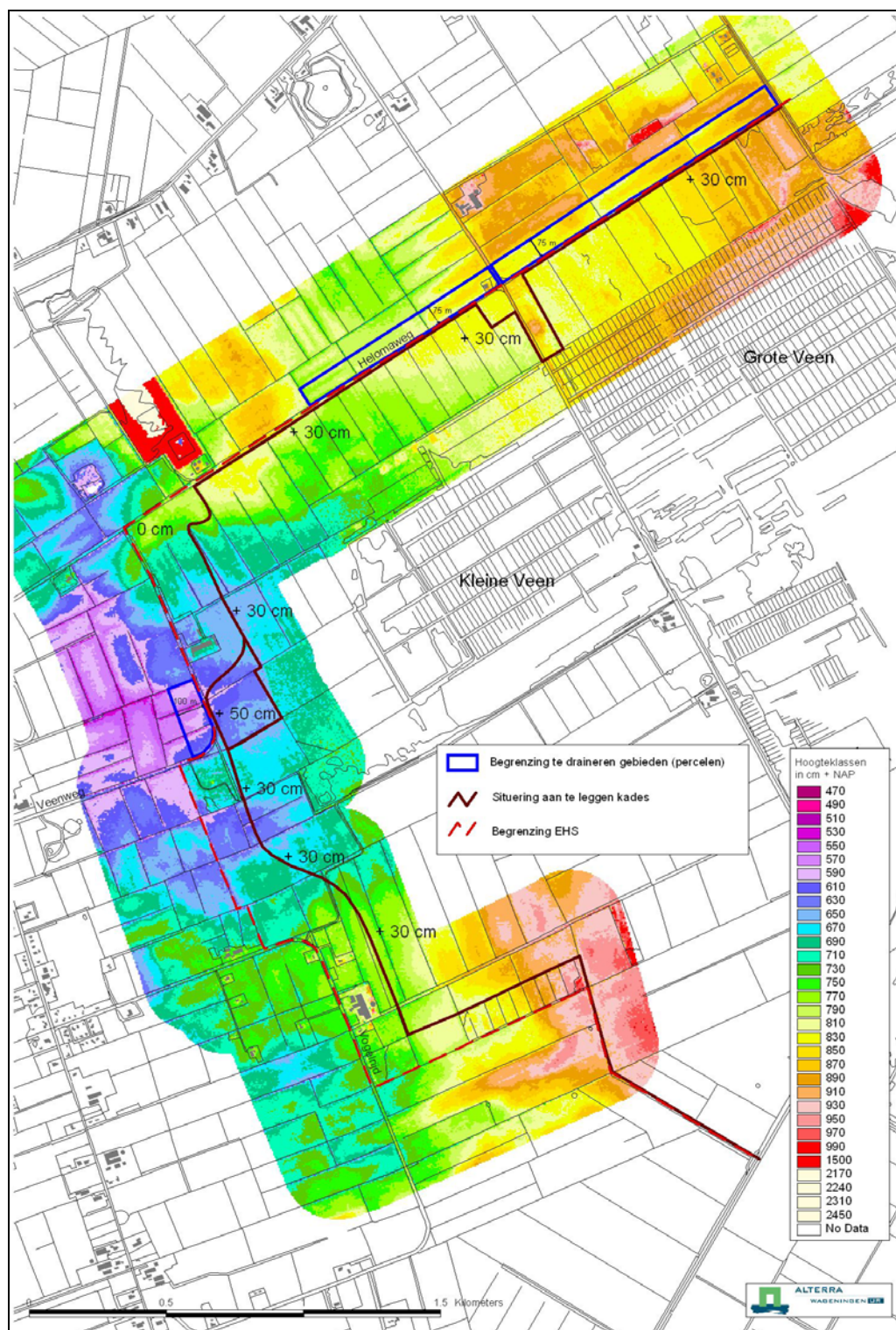
De vernatting zal voor een belangrijk deel worden bereikt door een vermindering van de afvoer, waardoor meer water in het gebied blijft. Naast het laten verlanden (dichtgroeien van sloten) is het aanleggen van kades nodig om de gewenste vernatting te realiseren.

Een deel van de gronden in de westelijke randzone die binnen de EHS liggen en grenzen aan de te handhaven landbouwgronden, zijn al vernat doordat Natuurmonumenten bewust probeert de afvoer te vertragen. Dit vernattingsproces is ongeveer 10 jaar gaande.

In overleg met betrokken partijen (DLG, Wetterskip Fryslân, Natuurmonumenten en Alterra) hebben Wetterskip Fryslân en Natuurmonumenten geïnventariseerd welke extra peilverhoging nog gewenst en haalbaar is. Bij het vaststellen van de extra peilverhoging is uitgegaan van de huidige grondwaterstanden en peilen in de winterperiode. Voor een groot deel van de gronden (figuur 15) is een extra peilverhoging van 30 cm vastgesteld. Langs een deel van de Veenweg (figuur 15) moet rekening worden gehouden met een extra peilverhoging van 50 cm. Van deze peilverhoging is uitgegaan bij de berekening van de effecten op de aangrenzende landbouwgronden.

Tijdens het overleg met betrokken partijen is ook de situering van de kades vastgelegd (figuur 15). Bij de situering van de kades is rekening gehouden met de aangrenzende bebouwing. Aan de hand van de ter plaatse aanwezige profielopbouw en de extra peilverhogingen zijn effectberekeningen gedaan en is bepaald dat in de meeste situaties een afstand van ca. 100 m of meer een verantwoorde afstand van de kades tot de gebouwen is.

Waar de Veenweg en Helomaweg bij elkaar komen is de kade naar binnen gelegd omdat de aanwezige hoge zandkop al een natuurlijke barrière vormt.



Figuur 15 Inrichtingskaartje met peilverhogingen, kades, begrenzing van de EHS en de te draineren percelen

6.2 Ontwateringsadvies voor het aangrenzende landbouwgebied

Het ontwateringsadvies beperkt zich tot de landbouwgebieden (figuur 15) die door de peilverhoging worden beïnvloed. In dit geval gaat het om een lange strook gronden (75 m. breed, 16 ha) langs de Helomaweg en een strook grond (100 m. breed, ruim 2 ha) langs de Veenweg. Dat neemt niet weg dat ook de landbouwgronden die buiten de beïnvloeding liggen, door de aanwezigheid van keileem, in het najaar, de winter en het vroege voorjaar vrij nat kunnen zijn en derhalve eveneens drainagebehoefstig zijn.

Voor de aanleg van drainage wordt uitgegaan van een draindiepte van 70 cm – mv. en een onderlinge afstand van 10 meter. Het relatief ondiep leggen van de drains heeft als voordeel dat de drainage op de meeste locaties boven de keileem komt te liggen en er door de hogere ontwateringsbasis iets meer tegendruk aan de kwel wordt gegeven. Op een aantal plaatsen langs de Helomaweg begint de keileem op ca. 60 cm – mv. (zie keileemkaart; bijlage 6). Dit zou betekenen dat daar de drains net in de keileem komen te liggen. Hier kan de keuze worden gemaakt om de drainsleuf aan te vullen met grof zand of door iets ondieper en dichter (8 meter) te draineren.

Om praktische redenen worden ruimtelijk niet al te veel verschillen in draindiameter, draindiepte en drainafstanden voorgesteld. Bij de aanleg van de drainage is het aan te raden om indien er al drainage aanwezig is rekening te houden met de ligging van de bestaande drains. Ook al werken ze niet meer optimaal, ze leveren toch een bijdrage aan de afvoer of kunnen na onderhoud weer een bijdrage aan de afvoer leveren. De totale oppervlakte aan te draineren grond bedraagt ca. 18 ha.

Naast een goede werking van de drainage is het ook van belang dat het water dat via de drains of via andere wegen in de sloten komt, vlot kan worden afgevoerd. Binnen het onderzoek is niet gekeken of hierdoor aanpassingen in het oppervlakte-watersysteem wenselijk zijn.

7 Conclusies

Als gevolg van het geringe doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket is de ruimtelijke verbreiding van de grondwaterstandsverhoging als gevolg van de vastgestelde extra peilverhoging van 30-50 cm, relatief gering (ca. 60 m langs Helomaweg en ca. 75 m langs Veenweg). De combinatie van een geringe pakketdikte met een niet al te grote doorlatendheid (k -waarde = 2 m/dag) heeft tot gevolg dat er een relatieve weerstand (kleine spreidingslengte) is tegen laterale (zijwaartse/horizontaal) stroming, waardoor het ruimtelijke effect beperkt blijft.

Ten opzichte van het onderzoek in de Tachtig Bunder is de beïnvloeding naar het aangrenzende landbouwgebied beduidend minder groot. De oorzaak ligt hierbij voornamelijk in de geringere peilverandering in het 'toekomstig' EHS-gebied, hetgeen een gevolg is van de vernatting die voor een deel al is gerealiseerd.

Doordat de potklei in het kader van het onderzoek rond de Tachtig Bunder bij één van de drie diepboringen niet binnen een diepte van 15 m – mv. is aangetroffen, is niet met zekerheid te zeggen dat de potklei overal voorkomt. Hierdoor kunnen de effecten in dit deel van het gebied worden onderschat.

Het effect van de peilverhoging in het EHS-gebied op de grondwaterstanden in het aangrenzende landbouwgebied is iets overschat omdat bij de analytische berekening geen rekening is gehouden met de breedte van de weg, bermen en aan te leggen kade (totale afstand ca. 20 m).

In een groot deel van het onderzoeksgebied komen door de aanwezigheid van keileem, in natte perioden, ondiepe (schijn)grondwaterspiegels voor. In dergelijke situaties is het moeilijk een verband te leggen tussen een verhoging van de GHG en de verhoging van het peil in het nieuwe natuurgebied. De hoge grondwaterstanden zijn meer een gevolg van de neerslag in combinatie met stagnatie op de keileem dan de aanvoer van onderaf. De voorgestelde buisdrainage kan indien nodig gecombineerd met het opvullen van de drainsleuven met grof zand. De buisdrainage zal bijdragen aan het verlagen van de hoge freatische grondwaterstand die optreedt als gevolg van stagnatie op de keileem. Alleen in perioden met een zeer hoge neerslagintensiteit zal, net als in de huidige situatie, wateroverlast optreden als gevolg van het 'volregenen' (geringe berging) van het dunne zandpakket boven de keileem. De wateroverlast zal echter dankzij de intensieve drainage van kortere duur zijn.

De voorgenomen inrichting van de randzone van het Fochteloërveen en de hiermee samenhangende stijging van de grondwaterstand in het landbouwgebied kan door compenserende maatregelen in de vorm van drainage worden genivelleerd. Door de drainage kan de overtollige neerslag gemakkelijker worden afgevoerd waardoor de GHG omlaag zal gaan. De GLG 's gaan als gevolg van een toename van de kwel enigszins omhoog, hetgeen positief kan uitwerken voor het gewas. Bij de gronden met ondiep keileem die het dichtst tegen de Helomaweg en Veenweg aanliggen is

de kans op wateroverlast in perioden met veel neerslag het grootst. Een goede bermsloot in combinatie met een goede waterafvoer moet ervoor zorgen dat de gronden daar niet verzadigd raken. Dit is vooral van belang omdat vanaf deze kant veelal de toegang tot de percelen is.

Om de grondwaterstanden vóór en na de ingreep met elkaar te kunnen vergelijken, is aan te bevelen om zo snel mogelijk peilbuizen te plaatsen. Bij het plaatsen van de peilbuizen moet erop worden gelet dat de filters zo worden geplaatst, dat wanneer er keileem voorkomt, één peilbuis net boven de keileem en één peilbuis onder de keileem (in het eronder gelegen watervoerende pakket) wordt geplaatst. De peilbuis onder de keileem dient alleen geperforeerd te zijn onder het niveau van de keileem en afgedicht te worden met bentoniet.

Literatuur

Bakker, H.J. de en J. Schelling, 1989. *Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus*. Tweede gewijzigde druk, bewerkt door D.J. Brus en C. van Wallenburg. Wageningen, PUDOC.

Brus, D.J. en E. Kiestra, 2002. *Kan de efficiëntie van bodemkarteringen op schaal 1 : 10 000 worden vergroot met het Actuele Hoogtebestand Nederland?* Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 498.

Bodemkaart van Nederland, 1971. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartblad Blad 11 Oost Heerenveen*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering.

Bodemkaart van Nederland, 1991. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; toelichting bij kaartblad Blad 12 West Assen*. Wageningen, SC-DLO.

Edelman, H.J., 1972. *Groundwater hydraulics of extensive aquifers*. International institute for land reclamation and improvement, ILRI, bulletin 13, Wageningen.

Gaast, J.W.J. van der en P.J.T. van Bakel, 1997. *Verdroging door droge en natte rijksinfrastructuur in Overijssel en Gelderland; een verkennende studie*. Rapport 500, DLO Staring Centrum, Wageningen

Gaast, J.W.J. van der en L.C.P.M. Stuyt, 2000. *Drainagevergunningen. Methodiek voor de beoordeling van aanvragen voor de aanleg van buisdrainage*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 012.

Gaast, J.W.J. van der en H.Th.L. Massop, 2003. *Spreidingslengte voor het beheersgebied van Waterschap Veluwe. Een maat voor het bufferzonebeleid*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 653.

Gaast, J.W.J. van der, H.R.J. Vroon en H. Th. L. Massop, 2006. *Verdroging veelal systematisch overschat*; in: H₂O, nr 21, pag 39-43.

Gaast, J.W.J. van der, H.R.J. Vroon en H. Th. L. Massop, 2008. *Oorzaak en gevolg van numerieke verdroging*; in: H₂O, nr 5, pag 51-56.

Kiestra, E. en J.W.J. van der Gaast, 2006. *Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het landbouwgebied Tachtig Bunder. Ontwateringsadvies ter compensatie van veranderende hydrologische omstandigheden in het Compagnonsveld*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1329.

Massop, H.Th.L., J.W.J. van der Gaast en E. Kiestra, 2005. *De doorlatendheid van de bodem voor infiltratie doeleinden. Een gebiedsdekkende inventarisatie voor het Waterschap Peel en Maasvallei*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1212.

Mazure, J.P., 1936. *Geohydrologische gesteldheid van de Wieringermeer*. Algemene landsdrukkerij, pp 67-131, 's-Gravenhage.

Rus, J.S., M.J. van Houten, G. Geertsma en M. Bakker, 2001. *Integraal waterbeheer Fochteloërveen*. IWACO-rapport 25272.

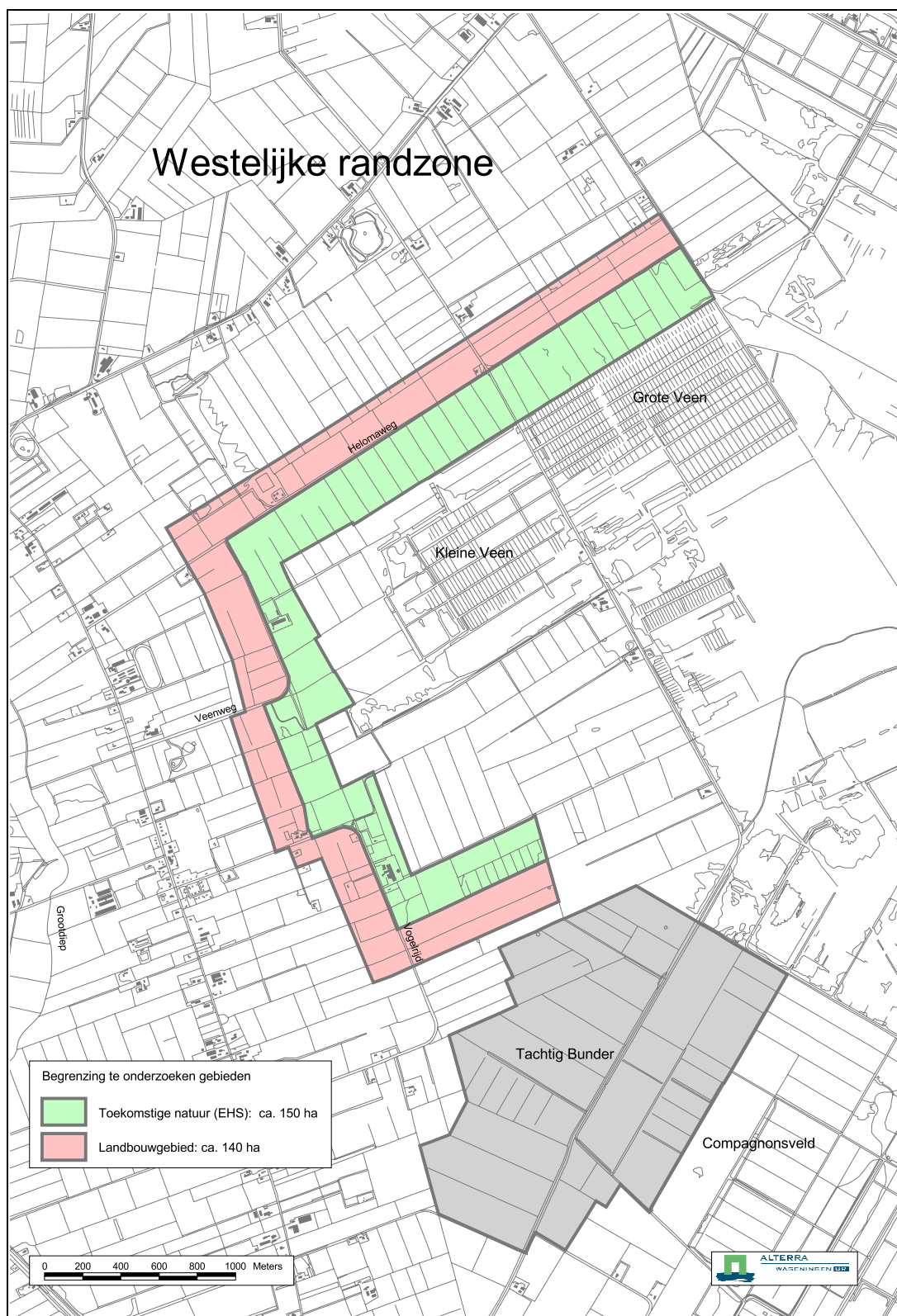
TNO, 1964. *Steady flow of ground water towards wells*. TNO, The Hague.

Verruijt, A., *Theory of groundwater flow*. Macmillan and Co LTD, London.

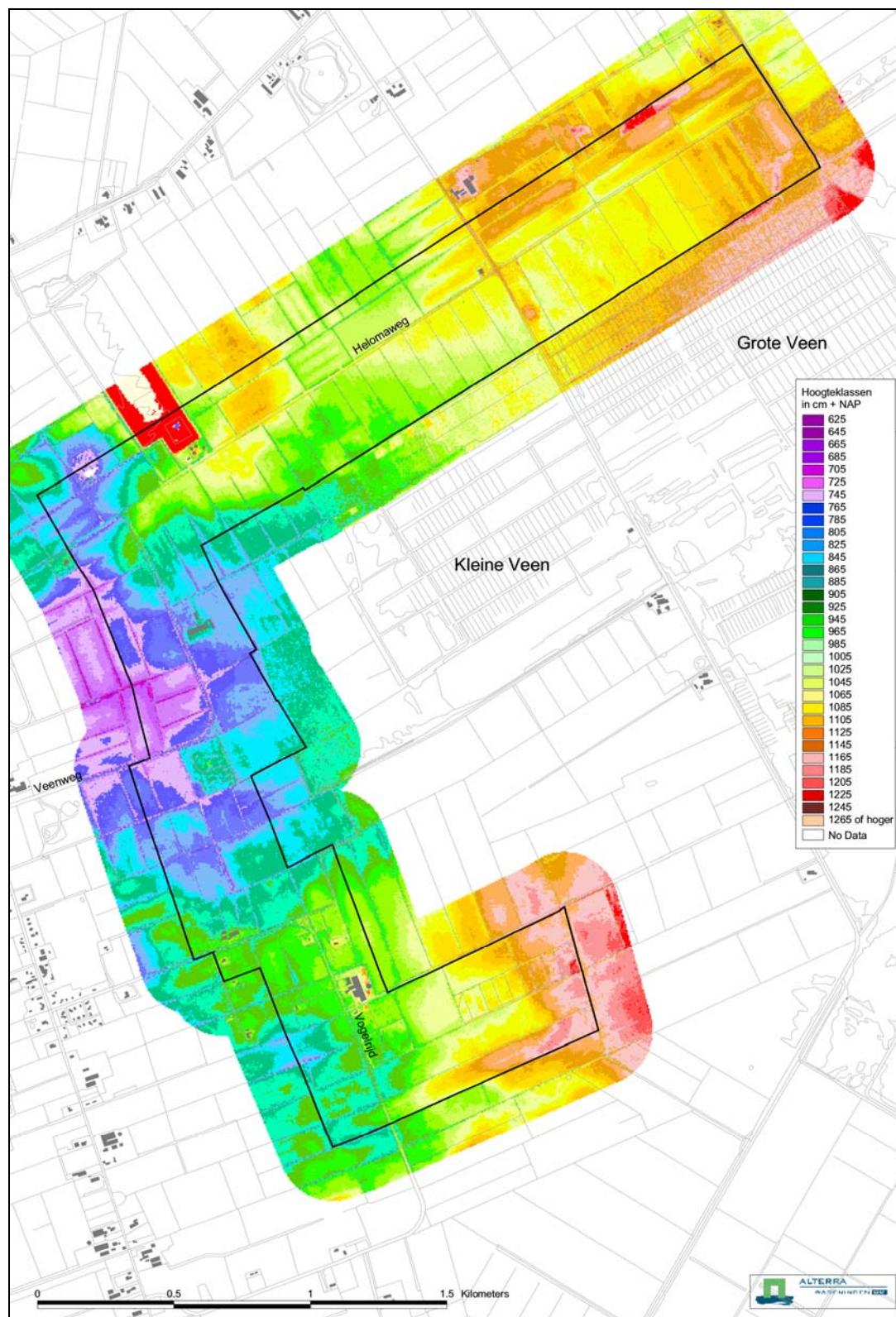
Wit, K.E., J.M.P.M. Peereboom, H.Th.L. Massop en J.W.J. van der Gaast, 1995. *Modelstudie Waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving; systeemverkenning en resultaten meetprogramma*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. SC-DLO-rapport 347.

Walsum, P.E.V. van en A.A. Veldhuizen, 1996. *Modelstudie waterhuishouding Fochteloërveen en omgeving; simulatie van scenario's voor het waterbeheer met SIMGRO*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. SC-DLO-rapport 399.

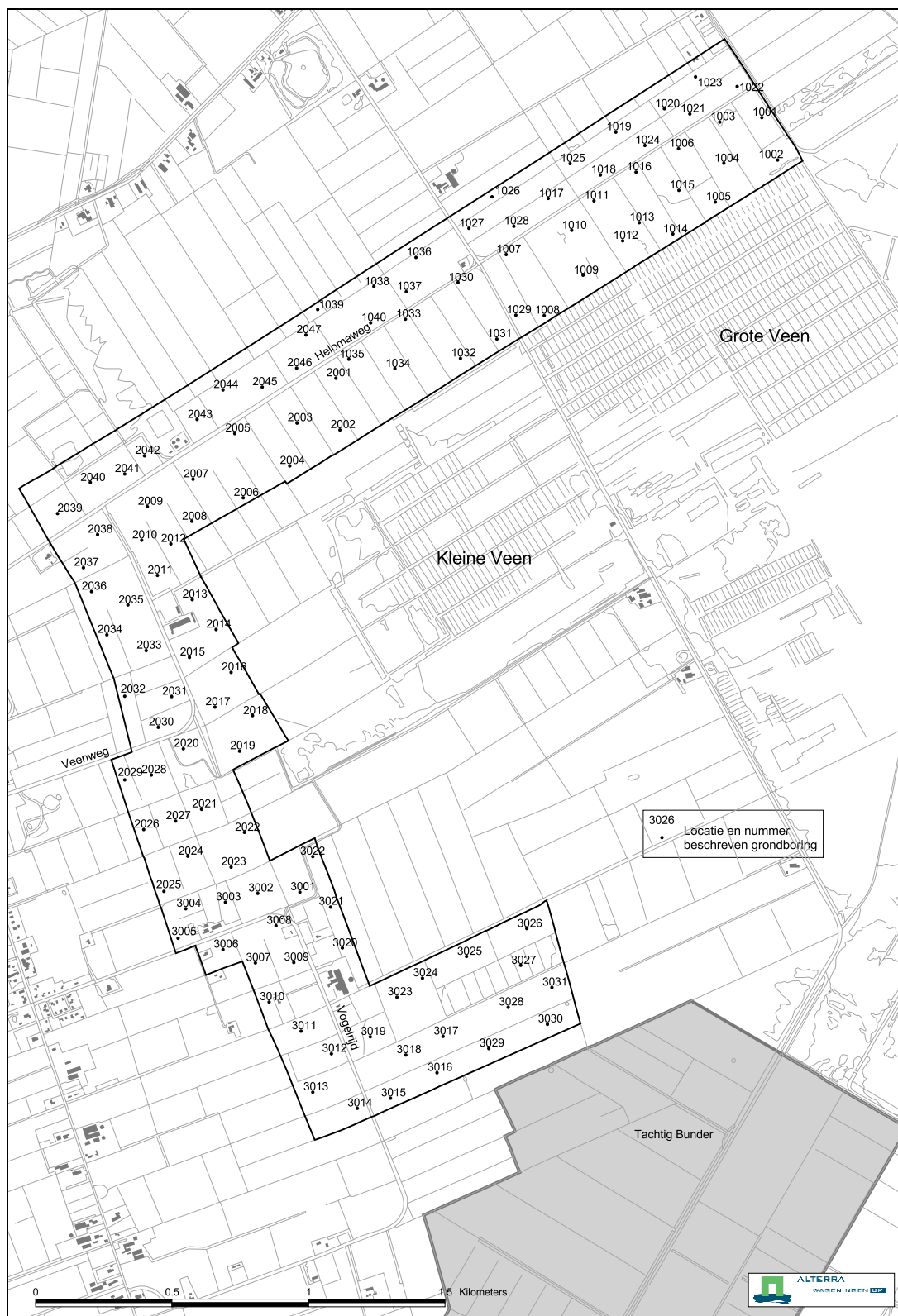
Bijlage 1 Situatiekaart



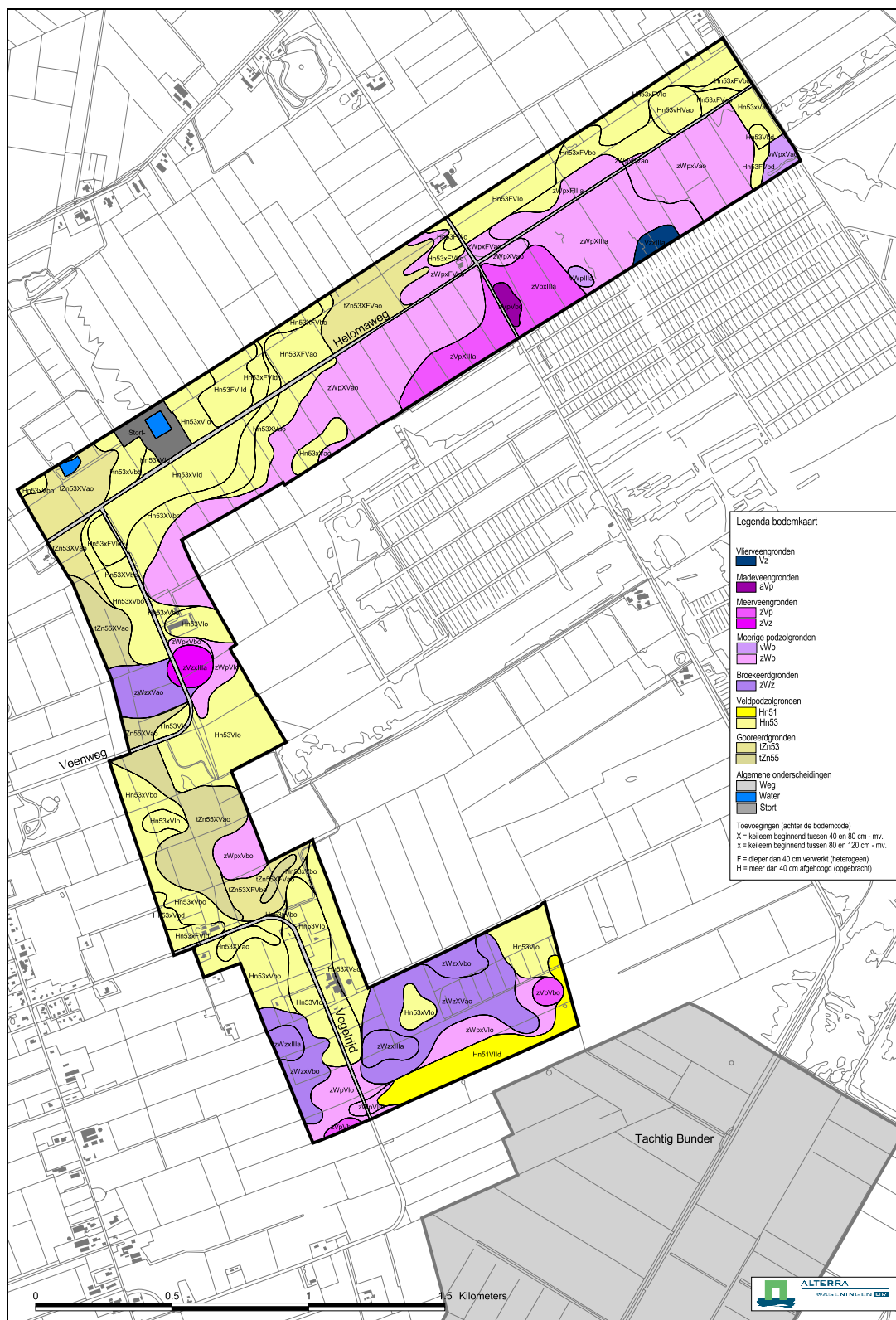
Bijlage 2 Hoogtekaart



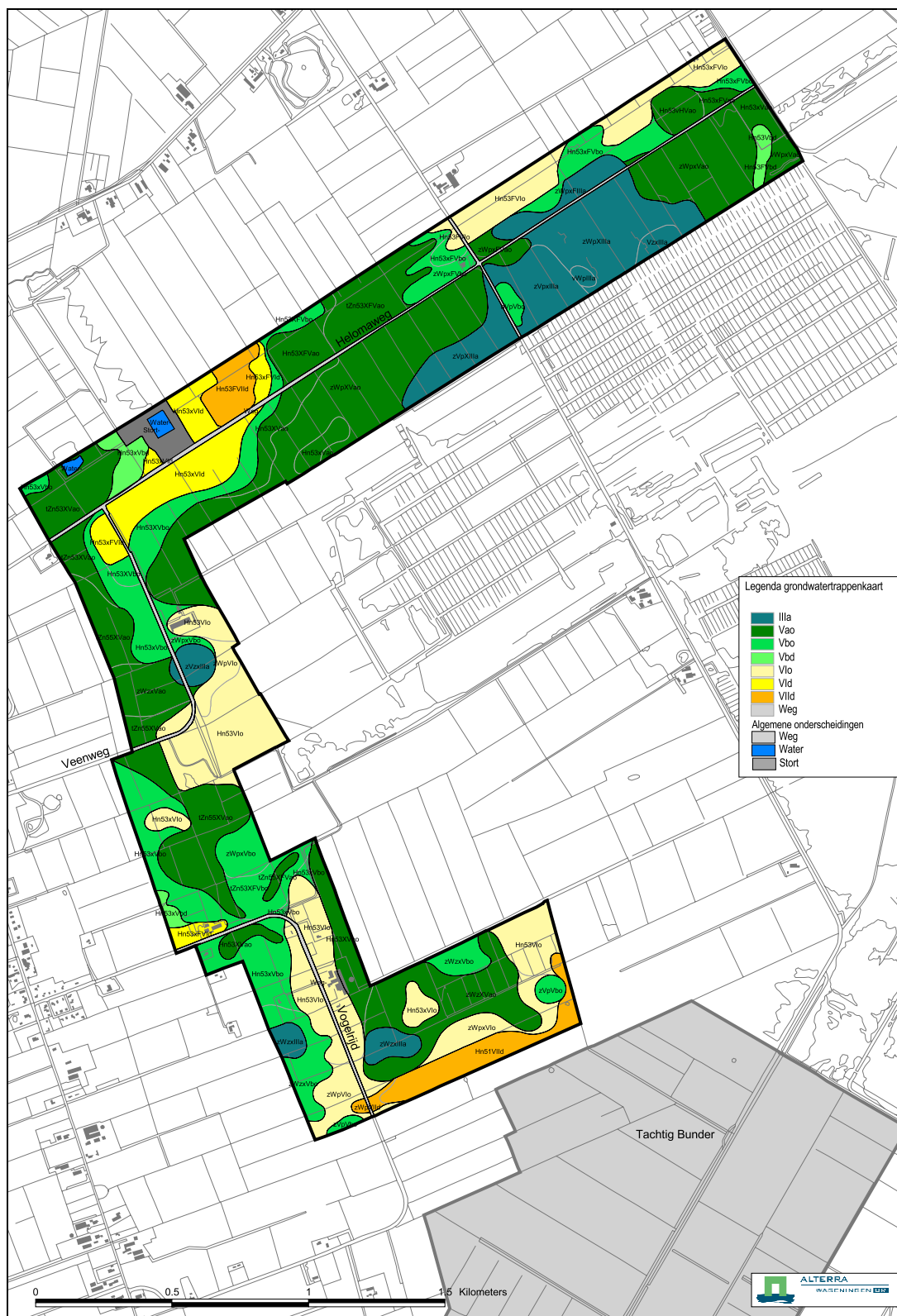
Bijlage 3 Boorpuntenkaart, schaal 1 : 17 500



Bijlage 4 Bodemkaart, schaal 1 : 17 500



Bijlage 5 Grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 17 500



Bijlage 6 Keileemkaart, schaal 1 : 17 500



Bijlage 7 De boorpuntinformatie van de beschreven boringen

Boor nr	Tkrt c	Karteerder	Jaar	Maand	Bodemgebruik	Stpc voor	Stpc sub	Stpc cijf	Stpc kalk	Stpc acht	Stpc verg	GHG	GLG	Stpc gt	Bew
1001	12C	KIE	2007	11	AM		2r	432		x14	F	15	165	Vao	50
1002	12C	KIE	2007	11	WN		2n	433		x10		5	160	Vao	40
1003	12C	KIE	2007	11	WN		2n	433		x9		15	175	Vao	40
1004	12C	KIE	2007	11	AM		2r	432		x10		20	170	Vao	35
1005	12C	KIE	2007	11	GR		2m	431		x12		15	170	Vao	50
1006	12C	KIE	2007	11	GR		2m	433		x6		10	170	Vao	50
1007	12C	GRT	2007	11	GR		2m	432		x7		15	160	Vao	35
1008	12C	GRT	2007	11	GR		1t	k9		x9		0	105	IIIa	20
1009	12C	GRT	2007	11	WN		2n	432		x14		20	115	IIIa	40
1010	12C	GRT	2007	11	WN		v4d	433		x5		10	110	IIIa	35
1011	12C	GRT	2007	11	WN		1v	p5		x6		15	100	IIIa	30
1012	12C	GRT	2007	11	WN		2n	432		x12		10	100	IIIa	30
1013	12C	GRT	2007	11	WN		2n	432		x8		0	100	IIIa	30
1014	12C	GRT	2007	11	WN		1t	z7		x9		0	105	IIIa	30
1015	12C	GRT	2007	11	WN	s	v4d	432		x6		0	140	Vao	30
1016	12C	GRT	2007	11	WN		2m	432		x8		10	135	Vao	30
1017	12C	GRT	2007	11	GR		2r	422		x9	F	25	165	Vbo	30
1018	12C	GRT	2007	11	GR		2m	432		x10		5	110	IIIa	30
1019	12C	GRT	2007	11	AM		2r	432		x12		45	160	VIo	30
1020	12C	GRT	2007	11	AM		4i	432		v5	H	10	150	Vao	40
1021	12C	GRT	2007	11	GR		2r	432		v5	H	10	120	IIIa	20
1022	12C	GRT	2007	11	GR		2r	432		x11		15	160	Vao	30
1023	12C	GRT	2007	11	AM		2m	433		x14		50	150	VIo	40
1024	12C	GRT	2007	11	GR		2r	432		x7	H	25	150	Vbo	30
1025	12C	GRT	2007	11	AM		z4d	432		x8		25	150	Vbo	30
1026	12C	GRT	2007	11	GR		2r	432		x13		50	170	VIo	30
1027	12C	GRT	2007	11	AM		2r	432		x13		50	160	VIo	30
1028	12C	GRT	2007	11	GR		2m	432		x7		5	120	IIIa	30
1029	12C	GRT	2007	11	BL		1h	p10		x13		25	130	Vbo	30
1030	12C	GRT	2007	11	GR		2m	432		x5		20	150	Vao	35
1031	12C	GRT	2007	11	WN		1t	p7		x8		10	120	IIIa	30
1032	12C	GRT	2007	11	WN	s	1v	p6		x7		0	120	IIIa	20
1033	12C	GRT	2007	11	GR		2m	432		x6		10	160	Vao	30
1034	11H	GRT	2007	11	GR		z4d	432		x6		0	120	IIIa	30
1035	11H	GRT	2007	11	GR		2m	432		x6		10	150	Vao	30
1036	12C	GRT	2007	11	GR		4i	432		x7	F	10	150	Vao	40
1037	12C	GRT	2007	11	GR		4i	432		x11	H	25	150	Vbo	40
1038	11H	GRT	2007	11	GR		2m	432		x5	F	10	150	Vao	35
1039	11H	GRT	2007	11	GR		2r	432		x5		20	160	Vao	40
1040	11H	GRT	2007	11	GR		2r	432		x5	H	10	150	Vao	30
2001	11H	WER	2007	11	GR	s	2n	432		x6		10	150	Vao	35
2002	11H	WER	2007	11	GR		2r	432				0	120	IIIa	20
2003	11H	WER	2007	11	GR		2m	432				10	150	Vao	45

Bijlage 7 De boorpuntformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Tkrt c	Karteerder	Jaar	Maand	Bodemgebruik	Stpc voor	Stpc sub	Stpc cijf	Stpc kalk	Stpc acht	Stpc verg	GHG	GLG	Stpc gt	Bew
2004	11H	WER	2007	11	WN		2r	432		x7		25	140	Vao	30
2005	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x11	F	50	190	VId	45
2006	11H	WER	2007	11	GR		z4d	432		x7		20	130	Vao	35
2007	11H	WER	2007	11	GR		4i	432		x8		50	200	VId	40
2008	11H	WER	2007	11	GR		z4d	432		x5	F	10	150	Vao	35
2009	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x6		40	185	VId	40
2010	11H	WER	2007	11	GR		2r	433		x5		25	170	Vbo	20
2011	11H	WER	2007	11	GR		2m	432		x5		15	160	Vao	45
2012	11H	WER	2007	11	GR		4i	433		x6	F	10	160	Vao	45
2013	11H	WER	2007	11	GR		2m	423		x7		10	110	IIIa	20
2014	11H	WER	2007	11	GR		2q	432		x12	F	40	150	VId	45
2015	11H	WER	2007	11	GR		1t	k7				20	120	IIIa	25
2016	11H	WER	2007	11	GR		2m	423		x13		45	130	VId	35
2017	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x5	F	50	140	VId	50
2018	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x10		60	180	VId	50
2019	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x9	F	60	170	VId	60
2020	11H	WER	2007	11	BL		2r	432		x16	F	60	220	VId	70
2021	11H	WER	2007	11	GR		4i	433		g12		5	150	Vao	30
2022	11H	WER	2007	11	GR		2m	432		x11		25	150	Vbo	25
2023	11H	WER	2007	11	GR		2m	432		x17		25	170	Vbo	40
2024	11H	WER	2007	11	GR		4i	433		x9	E	25	130	Vbo	40
2025	11H	WER	2007	11	GR		2r	433		x12		30	185	Vbd	40
2026	11H	WER	2007	11	AA		2r	433		x10		35	160	Vbo	35
2027	11H	WER	2007	11	AA		2r	432				40	170	VId	35
2028	11H	WER	2007	11	GR		4i	433			E	10	130	Vao	25
2029	11H	WER	2007	11	GR		2r	432		x10	F	30	150	Vbo	30
2030	11H	WER	2007	11	GR		4i	433		x5	E	20	125	Vao	35
2031	11H	WER	2007	11	GR		z4d	433		x11	E	20	150	Vao	30
2032	11H	WER	2007	11	GR		z4d	433		x6		15	100	IIIa	30
2033	11H	WER	2007	11	AG		4i	433		x13		5	130	Vao	25
2034	11H	WER	2007	11	AG		4i	433		x11	E	5	160	Vao	50
2035	11H	WER	2007	11	AG		2r	432		x9		35	170	Vbo	30
2036	11H	WER	2007	11	AG		4i	433		x10		25	130	Vbo	35
2037	11H	WER	2007	11	GR		2m	433		x6	F	0	120	IIIa	25
2038	11H	WER	2007	11	GR		2q	432		x9	F	45	160	VId	50
2039	11H	WER	2007	11	GR		5k	433		x4	E	0	160	Vao	40
2040	11H	WER	2007	11	GR		4i	432		x6	E	5	120	IIIa	40
2041	11H	WER	2007	11	GR		2r	433		x10	E	35	200	Vbd	40
2042	11H	WER	2007	12	BL		2r	432		x9		35	190	Vbd	45

Bijlage 7 De boorpuntformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boor nr	Tkrt c	Karteerder	Jaar	Maand	Bodemgebruik	Stpc voor	Stpc sub	Stpc cijf	Stpc kalk	Stpc acht	Stpc verg	GHG	GLG	Stpc gt	Bew
2043	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x10	E	50	220	VId	45
2044	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x13	F	90	250	VIIId	50
2045	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x11	F	40	170	VIO	65
2046	11H	WER	2007	12	GR		2r	433		x6	F	20	150	Vao	25
2047	11H	WER	2007	12	GR		2r	433		x5	E	20	150	Vao	45
3001	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x12		40	200	VId	50
3002	11H	WER	2007	12	GR		4i	432		x5	E	35	140	Vbo	40
3003	11H	WER	2007	12	GR		v4d	433		x6		20	130	Vao	35
3004	11H	WER	2007	12	GR		4i	432		x11		30	220	Vbd	30
3005	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x11	F	50	200	VId	60
3006	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x9	E	20	180	Vao	45
3007	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x8	E	35	180	Vbo	35
3008	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x6	E	30	150	Vbo	50
3009	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x12	E	45	190	VId	50
3010	11H	WER	2007	12	GR		2r	433		x6	E	20	170	Vao	40
3011	11H	WER	2007	12	GR		z4d	431		x9	E	10	110	IIIa	35
3012	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x13	E	45	160	VIO	35
3013	11H	WER	2007	12	GR		4i	432			E	40	170	Vbo	40
3014	11H	WER	2007	12	GR		2m	432		x22		95	200	VIIId	55
3015	11H	WER	2007	12	GR		2r	431				90	200	VIIId	50
3016	12C	WER	2007	12	GR		2r	431				90	200	VIIId	30
3017	12C	WER	2007	12	AG		2m	432				50	180	VIO	35
3018	12C	WER	2007	12	AG		z4d	431		x19		20	110	IIIa	30
3019	11H	WER	2007	12	BL		v4d	433		x9		35	115	IIIb	35
3020	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x4	E	5	160	Vao	20
3021	11H	WER	2007	12	GR		2r	432		x5		15	160	Vao	35
3022	11H	WER	2007	12	GR		2r	433		x4		25	150	Vao	35
3023	12C	WER	2007	12	GR		z4d	432		x6	E	20	140	Vao	30
3024	12C	WER	2007	12	GR		z4d	433		x7	F	15	140	Vao	50
3025	12C	WER	2007	12	GR		z4d	433		x6	F	35	130	Vbo	50
3026	12C	WER	2007	12	GR		2r	432		x14		50	160	VIO	60
3027	12C	WER	2007	12	BL		2r	432		x14		40	160	VIO	25
3028	12C	WER	2007	12	WN		z4d	432				15	110	IIIa	25
3029	12C	WER	2007	12	GR		2r	431		x23		100	230	VIIId	50
3030	12C	WER	2007	12	GR		2m	432		x10		50	180	VIO	50
3031	12C	WER	2007	12	WN		1t	p10		x13		25	140	Vbo	35

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1001	1	0	30	1Ap	6.0			16	160			692	30		
1001	2	30	50	1A/B/C	2.5			14	160			693	30		
1001	3	50	80	1BCe	0.5			10	155			411	80		
1001	4	80	140	1Ce	0.3			10	155			411	100		
1001	5	140	190	2Cg	0.4		18	35	170	1	5	510	5	X2	
1001	6	190	220	2Cgr	0.4		18	35	170	1	4	510	5	X2	
1001	7	220	350	2Cr	0.4		18	33	175	1	3	510	5	X2	
1002	1	0	20	1Ah	25.0	DV						110	20	MV	matig verweerd
1002	2	20	40	2Bhe	4.0			20	155			411	10	KB	
1002	3	40	100	2BCe	0.5			10	160			411	20	WH	
1002	4	100	150	3Cg1	0.4		15	28	175			510	60	X2	niet verder
1002	5	150	180	3Cg2	0.3		10	18	175			510	80	X1	
1003	1	0	10	1Oh	70.0	L						170	20		
1003	2	10	40	1Cu	60.0	DV						110	25		
1003	3	40	60	2Bhe	2.0			20	155			411	15	KB	
1003	4	60	90	2BCe	0.5			8	170			411	90		
1003	5	90	150	3Cg	0.3		22	38	175	1	5	510	5	X2	
1003	6	150	180	4Cg	0.3			12	180			520		XZ	
1004	1	0	30	1A/Bhep	8.0			15	160			693	25		
1004	2	30	100	1Ce	0.4			8	160			411	100		
1004	3	100	120	2Cg1	0.3		13	20	170	1	5	510	30	X1	
1004	4	120	160	2Cg2	0.3		20	38	175	1	5	510	5	X2	
1004	5	160	200	2Cgr	0.3		20	38	175	1	4	510	5	X2	
1004	6	200	220	3Cr	0.3			10	165			520		XZ	
1005	1	0	20	1Ap	10.0			16	160			692	30		
1005	2	20	60	1Cu	50.0	DV						693	30		heterogeen
1005	3	60	120	1Bhe	1.0			8	170			411	60		
1005	4	120	170	2Cg			18	35	170	1	5	510	5	X2	
1005	5	170	240	2Cr1			18	35	170	1	5	510	5	X2	
1005	6	240	250	2Cr2			8	20	170	1	4	510	30	X1	
1006	1	0	25	1Ap	12.0			18	160			692	30		
1006	2	25	45	2Cw	50.0	S						150	20		
1006	3	45	60	3Bhe	1.0			20	160			411	30		
1006	4	60	110	4Cg1			20	35	170	1	5	510	5	X2	
1006	5	110	170	4Cg2			10	20	170	1	5	510	20	X1	
1006	6	170	180	4Cr			10	20	170	1	3	510	100	X1	
1006	7	180	220	5Cr				12	170			520	100	XZ	
1007	1	0	25	1Ap	12.0			16	160			692	40		
1007	2	25	35	2Cw	30.0	DZ						110	20	ZV	
1007	3	35	65	3BC	1.0			16	160			411	60		
1007	4	65	90	4Cg1			8	30	170	1	5	510	30	X1	
1007	5	90	140	4Cg2			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1007	6	140	170	5Cer				10	145			490	90	PM	
1007	7	170	220	5Cr				10	145			490	90	PM	
1008	1	0	30	1Ap	10.0			12	160			693	40		dunne strooisel
1008	2	30	60	2Cw	50.0	S						150	20		
1008	3	60	90	2Cu	60.0	S						150	20		
1008	4	90	180	3Cr			8	25	160	1	3	510	30	X1	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1009	1	0	15	1Cw	60.0	S						150	20		
1009	2	15	35	2Ahb	14.0			12	160			693	20		
1009	3	35	50	2Bhe	4.0			12	160			411	10	KB	
1009	4	50	80	2BC	1.0			10	160			411	50		
1009	5	80	115	2Cg				10	160			411	50		
1009	6	115	140	2Cr				10	160			411	50		
1009	7	140	180	3Cr1			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1009	8	180	220	3Cr2			10	25	170	1	3	510	25	X1	
1010	1	0	20	1Cu	40.0	DZ						110	30		nieuw moerig
1010	2	20	30	2Ahb	8.0			18	160			693	15		
1010	3	30	50	2Cg				18	160			411	35		vuurstenen
1010	4	50	110	3Cg			20	40	170	1	5	510	10	X2	
1010	5	110	120	4Cr				10	145			490	80	PM	
1011	1	0	15	1Cw	60.0	DZ						110	30		
1011	2	15	45	1Cu	65.0	BM						130	30		
1011	3	45	50	2Bhe	10.0			20	120			411	10	KB	kazig
1011	4	50	60	2BC				10	160			411	50		
1011	5	60	110	3Cg			20	40	170			510	5	X2	
1011	6	110	130	3Cr			10	25	170			510	20	X1	
1011	7	130	180	4Cr				15	140			490	80	PM	
1012	1	0	15	1Cu	30.0	DZ						110	30		met wortelmat
1012	2	15	25	2Ahb	10.0			12	160			411	20		
1012	3	25	40	2Bhe	3.0			12	160			411	15	KB	
1012	4	40	60	2BC				12	160			411	30		
1012	5	60	80	2Cu				20	140			412	10	WH	
1012	6	80	120	2Cer				10	160			412	50		
1012	7	120	200	3Cr			10	25	170	1	3	510	20	X1	
1012	8	200	220	4Cr				15	145			490	80	PM	
1013	1	0	20	1Cu	40.0	DZ						110	40		wortelmat (10)
1013	2	20	30	2Ahb	14.0			16	160			411	20		
1013	3	30	45	2Bhe	2.0			16	160			411	20		
1013	4	45	60	2BC				16	160			411	50		
1013	5	60	80	3Cg			5	12	170			520	50	XZ	
1013	6	80	160	4Cgr			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1013	7	160	180	4Cr			10	25	160	1	3	510	20	X1	
1013	8	180	220	5Cr				10	180			490	100	PM	of keizand?
1014	1	0	20	1Ah	14.0			16	160			693	30		bijna moerig
1014	2	20	70	2Cu	70.0	S						150	30		
1014	3	70	90	3Cg			5	16	170			520	30	XZ	
1014	4	90	110	3Cgr			15	30	170	1	4	510	25	X1	
1014	5	110	250	4Cr				10	145			490	80	PM	
1015	1	0	8	1Ah	8.0			16	160			693	80		
1015	2	8	45	2Cw	40.0	DZ						110	40		
1015	3	45	60	3Cg				16	160			411	50		
1015	4	60	130	4Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1015	5	130	160	4Cr			10	25	170	1	5	510	15	X1	
1015	6	160	200	5Cr				10	160			490	80	PM	of keizand?

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1016	1	0	15	1Ah	10.0			16	160			693	50		
1016	2	15	40	2Cw	40.0	DZ						110	30		
1016	3	40	80	3BC	1.0			16	160			411	50		
1016	4	80	120	4Cg			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1016	5	120	150	4Cr			10	25	170	1	3	510	25	X1	
1016	6	150	180	5Cr				10	145			490	50	PM	
1017	1	0	40	1A/B/C	4.0			10	145			693	80		
1017	2	40	50	1BC				10	145			411	80		
1017	3	50	95	1Cg				10	145			411	100		
1017	4	95	150	2Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1017	5	150	180	3Cer				16	145			490	30	PM	
1018	1	0	15	1Ah	14.0			16	160			693	40		
1018	2	15	35	2Cw	40.0	DZ						110	30		
1018	3	35	50	3Bhe	1.0			16	160			411	30		
1018	4	50	60	3BC				16	160			411	40		
1018	5	60	70	3Cg				35	125			413	20		
1018	6	70	100	4Cg			5	16	170			520	60	XZ	
1018	7	100	120	5Cr			15	30	170	1	4	510	10	X1	
1018	8	120	150	6Cr				12	160			490	80	PM	of keizand?
1019	1	0	30	1Ap	4.0			16	160			692	50		
1019	2	30	45	1BC	0.5			12	160			411	80		
1019	3	45	110	1Cg				8	160			411	120		
1019	4	110	125	2Cg			5	16	170			520	70	XZ	
1019	5	125	180	3Cgr			15	30	170	1	4	510	20	X1	gelaagd
1019	6	180	200	4Cr				10	170			520	90	XZ	
1020	1	0	30	1Ap	4.0			16	160			692	80		
1020	2	30	50	1A/Cu	3.0			16	160			693	80		opgehoogd
1020	3	50	80	2Cw	60.0	S						150	20		
1020	4	80	150	2Cu	55.0	DV						160	10		smeert
1020	5	150	220	2Cr	60.0	C						130	25		
1021	1	0	45	1A/B	10.0			16	160			693	50		
1021	2	45	120	2Cu	60.0	S						150	20		
1021	3	120	220	2Cr	60.0	S						150	20		
1022	1	0	30	1Ap	8.0			16	160			692	80		
1022	2	30	45	1Bhe	1.0			16	160			411	80		
1022	3	45	80	1BC				10	160			411	100		
1022	4	80	110	1Cg				10	160			411	100		
1022	5	110	160	2Cg			20	40	160	1	5	510	5	X2	
1022	6	160	250	2Cr			20	40	160	1	3	510	5	X2	
1022	7	250	300	3Cr				10	155			490	40	PM	of keizand?
1023	1	0	30	1Ap	10.0			18	160			692	50		
1023	2	30	45	2Cw	25.0	DZ						110	20		
1023	3	45	60	3Bhe	1.0			16	160			411	30		
1023	4	60	100	3BC				12	160			411	80		
1023	5	100	120	3Cg				8	160			411	100		
1023	6	120	140	3Ce				8	160			411	100		
1023	7	140	190	4Cr1			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1023	8	190	220	4Cr2			10	30	170	1	3	510	20	X1	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1024	1	0	40	1A/B	7.0			14	160			693	60		
1024	2	40	50	1Ahb	12.0			14	160			693	40		
1024	3	50	60	2Cw	50.0	S						150	30		
1024	4	60	70	3Ce				30	140			412	25		
1024	5	70	150	4Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1024	6	150	180	4Cr			20	40	170	1	3	510	5	X2	
1024	7	180	200	5Cr				15	160			490	60	PM	of keizand?
1025	1	0	30	1Ap	12.0			16	160			693	50		
1025	2	30	55	2Cw	45.0	S						150	20		
1025	3	55	65	2Cu	30.0	GL						160	5		gliede
1025	4	65	75	3Cg			5	20	170			520	25	XZ	
1025	5	75	140	4Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1025	6	140	200	5Cr				16	145			490	40	PM	
1026	1	0	35	1A/Bhe	5.0			16	160			693	50		veenresten
1026	2	35	50	1BC				16	160			411	50		
1026	3	50	130	1Cg				10	160			411	100		
1026	4	130	170	2Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1026	5	170	190	3Cr				10	160			490	60	PM	of keizand?
1027	1	0	30	1Ap	6.0			16	160			692	50		
1027	2	30	60	1BC	0.5			16	160			411	80		
1027	3	60	130	1Cg				8	160			411	100		
1027	4	130	160	2Cgr			10	25	170	1	4	510	30	X1	
1027	5	160	170	2Cr			10	25	170	1	3	510	30	X1	
1027	6	170	200	3Cr				10	145			490	30	PM	
1028	1	0	20	1Ah	12.0			15	160			693	50		
1028	2	20	45	2Cw	30.0	DZ						110	30		
1028	3	45	65	3BCg				15	160			411	80		
1028	4	65	120	4Cg			20	35	170	1	5	510	10	X2	
1028	5	120	170	4Cr			10	20	170	1	4	510	20	X1	
1028	6	170	200	5Cr				15	160			490	50	PM	of keizand?
1029	1	0	25	1Ah	18.0	DZ						693	50		
1029	2	25	45	1Cw	30.0	DZ						110	30		
1029	3	45	90	1Cu1	60.0	S						150	50		
1029	4	90	100	1Cu2	30.0	GL						160	5		
1029	5	100	130	2Bhe	5.0			16	160			411	20		
1029	6	130	180	3Cr			20	40	170	1	3	510	5	X2	slap
1029	7	180	200	4Cr				10	160			490	30	PM	of keizand?
1030	1	0	15	1Ap	6.0			18	160			693	30		
1030	2	15	35	2Cw	30.0	DZ						110	30		
1030	3	35	50	3BCg	1.0			16	160			411	60		
1030	4	50	150	4Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1030	5	150	180	4Cr			10	20	170	1	5	510	25	X1	
1030	6	180	200	5Cr				8	160			490	50	PM	of keizand?

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1031	1	0	20	1Ap	8.0			14	170			692	30		
1031	2	20	30	2Cw	30.0	DZ						110	25		
1031	3	30	65	2Cu	50.0	S						150	15		wat verweerd
1031	4	65	75	3Bhe	1.0			20	145			411	50		
1031	5	75	110	4Cg			20	35	170	1	5	510	5	X2	
1031	6	110	180	4Cgr			20	35	170	1	4	510	5	X2	
1031	7	180	220	4Cr	2.0		13	30	170	1	3	510	15	X1	slap
1032	1	0	10	1Ah	10.0			16	160			693	30		
1032	2	10	30	2Cw	40.0	S						150	25		
1032	3	30	60	2Cu	50.0	S						150	15		
1032	4	60	65	3BCg	1.0			18	160			411	80		
1032	5	65	100	4Cg1			13	28	170	1	5	510	30	X1	
1032	6	100	150	4Cg2			20	40	170	1	5	510	10	X2	
1032	7	150	160	5Cr				8	160			490	50	PM	of keizand?
1033	1	0	15	1Ah	8.0			15	160			693			
1033	2	15	25	2Cw	30.0	DZ						110			
1033	3	25	35	3Bhe	2.0			16	160			411			
1033	4	35	55	3BCg	1.0			16	160			411			
1033	5	55	150	4Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1033	6	150	180	4Cgr			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1033	7	180	200	4Cr	1.0		10	25	170	1	3	510	25	X1	
1033	8	200	210	5Cr				10	160			490	70	PM	of keizand?
1034	1	0	25	1Ah	5.0			16	160			693			verwerkt
1034	2	25	55	2Cw	40.0	DZ						110	20		
1034	3	55	110	3Cg1			20	38	170	1	5	510	5	X2	
1034	4	110	130	3Cg2			10	25	170	1	5	510	20	X1	
1034	5	130	180	3Cgr			20	40	170	1	4	510	5	X2	
1034	6	180	210	3Cr	2.0		10	25	170	1	3	510	25	X1	humeus donkergr
1034	7	210	220	4Cr				10	160			490	30	PM	of keizand?
1035	1	0	20	1A/Bhe	8.0			16	160			693	30		
1035	2	20	30	2Cw	30.0	DZ						110	30		
1035	3	30	45	3Bhe	1.0			20	160			411	20		
1035	4	45	55	3BC				25	145			412	20		
1035	5	55	160	4Cg			20	38	170	1	5	510	5	X2	
1035	6	160	200	4Cr			20	38	170	1	4	510	5	X2	groengrijs
1035	7	200	210	5Cr				8	160			490	30	PM	of keizand?
1036	1	0	40	1A/Cg	4.0			10	160			693	80		
1036	2	40	65	1Cg				10	160			411	100		
1036	3	65	140	2Cg			15	28	170	1	5	510	20	X1	
1036	4	140	180	2Cgr			20	38	170	1	5	510	10	X2	
1036	5	180	200	2Cr	5.0		13	28	170	1	3	510	20	X1	
1036	6	200	210	3Cr				8	160			490	50	PM	of keizand?

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
1037	1	0	50	1A/Cg	8.0			16	160			693	40		
1037	2	50	70	2Cw	40.0	DZ						110	30		
1037	3	70	80	3Bhe	2.0			16	160			411	40		
1037	4	80	90	3BC				16	160			411	60		
1037	5	90	110	3Cg				8	160			411	100		
1037	6	110	140	4Cg			10	25	170	1	5	510	30	X1	gelaagd
1037	7	140	200	4Cgr			10	25	170	1	5	510	50	X1	sterk gelaagd
1037	8	200	220	4Cr	5.0		10	25	170	1	3	510	30	X1	donkergrijs
1037	9	220	230	5Cr				10	160			490	50	PM	
1038	1	0	40	1A/Bhe	12.0			16	160			693	30		veenresten
1038	2	40	50	1Cg				16	160			411	100		
1038	3	50	140	2Cg			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1038	4	140	180	2Cr1			13	28	170	1	5	510	30	X1	
1038	5	180	200	2Cr2	3.0		15	35	170	1	3	510	10	X2	bruingrijs
1038	6	200	210	3Cr				16	160			490	50	PM	of keizand?
1039	1	0	35	1A/Bhe	8.0			16	160			693	80		niet homogeen
1039	2	35	50	1BC	1.0			16	160			411	80		
1039	3	50	150	2Cg1			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1039	4	150	180	2Cg2			13	28	170	1	5	510	20	X1	
1039	5	180	220	2Cr	5.0		15	30	170	1	3	510	15	X1	donkergrijs
1039	6	220	230	3Cr				16	160			490	30	PM	of keizand?
1040	1	0	25	1A/Cp	7.0			16	160			693	40		
1040	2	25	45	1Bhe	1.0			16	160			411	50		
1040	3	45	60	2Cg1			10	35	170	1	5	510	25	X1	
1040	4	60	150	2Cg2			20	40	170	1	5	510	5	X2	
1040	5	150	180	2Cr1			16	36	170	1	4	510	20	X2	
1040	6	180	210	2Cr2	5.0		16	36	170	1	3	510	10	X2	
1040	7	210	220	3Cr				16	160			490	50	PM	of keizand
2001	1	0	10	1Ap	10.0			14	160			693			
2001	2	10	35	2Cw	55.0	DV						110	15	MV	
2001	3	35	75	3BCe	1.0			16	175			520	95	XZ	
2001	4	75	100	4Cg			15	25	170	1	5	510	25	X1	zandlenzen
2001	5	100	175	4Cr			20	35	170	1	4	510	15	X2	
2001	6	175	250	5Cr				15	160			490	100	PM	
2002	1	0	30	1A/Bhe	6.0			15	160			411	90		
2002	2	30	45	1Bhe	4.0			15	160			411	90		veenbrokjes
2002	3	45	60	1BCg	2.5			13	160			411	60		
2002	4	60	90	1Cg	0.5			9	165			411	90		
2002	5	90	125	1Cgr				9	165			411	100		
2002	6	125	140	2Cr			8	15	170	1	5	520	55	XZ	brokjes keileem
2002	7	140	300	3Cr				15	150			490	110	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2003	1	0	20	1A/C	3.0			12	160			693	100		
2003	2	20	45	2Cw	25.0	DV						110	15	SV	
2003	3	45	55	3Bh	14.0			16	120			411	5	GL	
2003	4	55	70	3Bhe	4.5			16	160			411	25	SB	
2003	5	70	85	3BCe	2.0			16	160			411	70		
2003	6	85	100	4Cg			10	25	185	1	5	510	50	X1	
2003	7	100	150	5BCe	1.0			9	140			490	110	PM	
2003	8	150	250	5Cr				9	140			490	110		
2004	1	0	25	1Ap	5.0			15	160			411	110		homogeen
2004	2	25	40	1E	1.0			6	170			411	150		
2004	3	40	60	1Bhe	4.5			11	170			411	45	SB	
2004	4	60	70	2BCe			4	16	195			520	70	XZ	
2004	5	70	100	2Cg			13	22	170	1	5	510	35	X1	
2004	6	100	140	2Cgr				16	170			520	70	XZ	
2004	7	140	250	3Cr				9	140			490	110	PM	zandlens 200cm
2005	1	0	50	1A/Bhe	5.0			14	160			693	70		
2005	2	50	85	1Ce				10	155			411	110		
2005	3	85	110	2Cg1				15	185			520	80	XZ	
2005	4	110	150	2Cg2			15	25	175	1	5	510	35	X1	
2005	5	150	190	2Cgr			20	33	175	1	5	510	15	X2	
2005	6	190	210	2Cr				15	185			520	80	XZ	
2005	7	210	250	3Cr				10	140			490	110		
2006	1	0	30	1A/Bhe	4.0			14	165			693	75		
2006	2	30	50	2Cw	20.0	DZ						110	15	SV	
2006	3	50	110	3Cg			10	22	175	1	5	510	75	X1	gelaagd keizand
2006	4	110	130	3Cgr			15	28	175	1	5	510	45	X1	
2006	5	130	150	3Cr			20	36	175	1	4	510	15	X2	10 cm keizand
2006	6	150	250	4Cr				8	140			490	100	PM	
2007	1	0	35	1Ap	4.0			14	160			693	85		
2007	2	35	60	1Ce				9	160			411	100		
2007	3	60	80	2Cg1				14	185			520	90	XZ	
2007	4	80	100	2Cg2			12	25	175	1	5	510	35	X1	
2007	5	100	160	2Cg3			20	36	175	1	5	510	15	X2	
2007	6	160	240	2Cgr			6	18	185			520	85	XZ	
2007	7	240	280	3Cr				9	140			490	100	PM	
2008	1	0	50	1A/Cw	17.0	DZ		14	165			110	30		
2008	2	50	60	2Cg1			13	20	175	1	5	510	20	X1	
2008	3	60	110	2Cg2			25	40	175	1	5	510	5	X2	
2008	4	110	160	2Cgr			6	18	195			520	65	XZ	
2008	5	160	250	3Cr				9	140			490		PM	fossiele roest
2009	1	0	35	1A/Bh	6.0			14	160			520	50	XZ	
2009	2	35	45	1Bhe	4.5			14	160			520	45	SB	
2009	3	45	55	1BCe	3.0			14	185			520	45	XZ	grindjes
2009	4	55	95	2Cg			15	25		1	5	510	30	X1	
2009	5	95	180	2Cgr				14	185			520	80	XZ	
2009	6	180	200	3Cgr				9	140			490	100	PM	
2009	7	200	250	3Cr				9	140			490	100	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2010	1	0	15	1Ap	5.0			18	165			411	80		
2010	2	15	30	1BCe	2.5			16	160			411	80		
2010	3	30	45	2Cg1				20	185			520	30	XZ	
2010	4	45	95	2Cg2			20	36	175	1	5	510	10	X2	
2010	5	95	160	2Cgr				20	185			520	40	XZ	
2010	6	160	250	3Cr				9	140			490	90	PM	
2011	1	0	20	1Ap	6.0			16	160			411	60		
2011	2	20	35	1Bhe	3.0			16	160			411	60		
2011	3	35	50	2Cw	25.0	DV						110	15	SV	
2011	4	50	60	3Bhe	4.0			14	180			520	60	XZ	
2011	5	60	70	3BCe	1.5			20	180			520	45	XZ	
2011	6	70	90	3Cg1	0.3		10	20	175	1	5	510	25	X1	
2011	7	90	150	3Cg2			25	45	175	1	5	510	5	X2	
2011	8	150	190	3Cr				20	180			520	70	XZ	
2011	9	190	250	4Cr				12	160			490	90	PM	
2012	1	0	40	1A/Cg	4.0			18	185			520	70	XZ	
2012	2	40	60	1Cg1	0.3			12	195			520	60	XZ	
2012	3	60	100	1Cg2	0.3		10	25	175	1	5	510	30	X1	waterhard
2012	4	100	130	1Cgr			15	30	175	1	5	510	25	X1	zandlenzen
2012	5	130	180	1Cr				12	175			520	75	XZ	
2012	6	180	250	2Cr				9	140			490	100	PM	
2013	1	0	20	1Ap	6.0			18	160			693			
2013	2	20	45	2Cw	65.0	S						150	15	MV	
2013	3	45	50	3Bh	10.0			20	120			411	15	KB	gliedeachtig
2013	4	50	65	3BCe	2.0			25	120			411	30		
2013	5	65	80	4Cg			15	35	175	1	5	510	30	X1	
2013	6	80	110	4Cgr			25	45	175	1	5	510	15	X2	
2013	7	110	125	4Cr				12	185			520	55	XZ	
2013	8	125	250	5Cr				10	150			490	110	PM	
2014	1	0	40	1Aa/Cw	8.0			14	160			693	70		
2014	2	40	50	2Cw	65.0	S						150	15	MV	
2014	3	50	60	3Bh	8.0			20	140			411	15	KB	gliedeachtig
2014	4	60	100	3BCe	1.0			14	170			411	70		
2014	5	100	120	3Ce				12	170			411	100		
2014	6	120	140	4Cgr			10	25	175	1	5	510	35	X1	
2014	7	140	160	4Cr				12	175			520	90	XZ	
2014	8	160	250	5Cr				10	150			490	110	PM	
2015	1	0	25	1BCe	1.5			16	160			693	90		
2015	2	25	50	2Cw	30.0	DV						110	15	VA	
2015	3	50	65	2Cu	60.0	DK						160	10		
2015	4	65	100	3Cgr			10	16	180	1	5	510	25	X1	
2015	5	100	180	4Cr				16	200			520	40	XZ	
2015	6	180	250	5Cr				12	185			413	100		

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2016	1	0	35	1A/E/B	5.0			14	160			693	60		
2016	2	35	45	2Cw	45.0	DV						110	15	SV	
2016	3	45	55	3Bh	4.0			20	140			411	5	KB	
2016	4	55	65	3BC	2.0			14	140			411	35		
2016	5	65	130	3BCe	1.0			8	170			411	150		
2016	6	130	160	4Cr			9	20	175	1	5	510	35	X1	
2016	7	160	210	5Cr				6	250			520	200	XZ	
2016	8	210	250	6Cr				8	140			490	90	PM	
2017	1	0	50	1A/Bh	4.0			14	160			693	85		
2017	2	50	85	2Cg			8	15	175	1	5	510	35	X1	
2017	3	85	130	3Cg				9	175			520	100	XZ	
2017	4	130	160	4Cr			15	25	170	1	4	510	20	X1	
2017	5	160	190	5Cr				9	185			520	90	XZ	
2017	6	190	250	6Cr				9	140			490		PM	
2018	1	0	30	1Ap	4.0			15	165			411			
2018	2	30	50	1Bhe	3.5			10	185			411			geo 520?
2018	3	50	65	1BCe	1.5			10	160			411			
2018	4	65	95	1Ce	0.3			9	185			411			grindjes 520?
2018	5	95	130	2Cg				8	185			520	85	XZ	
2018	6	130	185	2Cgr			12	25	180	1	5	510	25	X1	
2018	7	185	210	2Cr				6	250			520	160	XZ	
2018	8	210	280	3Cr				10	140			490		PM	
2019	1	0	60	1A/Bh	6.0			14	165			411			
2019	2	60	85	1BCg	1.0			14	170			411			
2019	3	85	100	2Cg			10	25	175	1	5	510	30	X1	
2019	4	100	170	3Cgr				9	140			490	100	PM	
2019	5	170	250	3Cr				9	140			490	100	PM	
2020	1	0	5	1Of	90.0	L		15	165			171			
2020	2	5	35	2Ah	5.5			10	185			411			
2020	3	35	65	2Bhe	3.5			10	160			411			
2020	4	65	90	3BCe	1.5			9	175			520	100	XZ	grindjes
2020	5	90	180	4Cgr1			15	25	175	1	4	510	25	X1	
2020	6	180	200	4Cgr2			25	36	175	1	4	510	10	X2	
2020	7	200	240	5Cr				14	185			520	100	XZ	
2020	8	240	300	6Cr				10	140			490	110	PM	
2021	1	0	30	1Ap	7.0			20	185			520	50	XZ	
2021	2	30	60	2Cg			9	15	185	1	5	510	30	X1	veenbandje
2021	3	60	120	3Cg				20	195			520	50	XZ	
2021	4	120	150	4Cgr				2	500			520	500	XZ	grof grind
2021	5	150	250	5Cr				9	140			490	110	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2022	1	0	25	1Aap	10.0			16	160			692	85		
2022	2	25	60	2Cw	45.0	DV						110	15	SV	
2022	3	60	75	3Ahb	5.0			14	160			411	70		
2022	4	75	90	3Bhe	4.0			14	160			411	55	SB	
2022	5	90	110	3BCe	2.0			12	165			411	35	SB	
2022	6	110	130	4Cgr1			10	25	170	1	5	510	35	X1	
2022	7	130	160	4Cgr2			25	42	170	1	4	510	15	X2	
2022	8	160	230	4Cr1			10	25	170	1	4	510	30	X1	
2022	9	230	300	4Cr2				10	190			520	65	XZ	
2022	10	300	340	4Cr3			25	42		1	4	510	15	X2	
2023	1	0	35	1A/Cw/Bh	3.0			14	165			520	90	XZ	veenresten
2023	2	35	50	1Ahb	10.0			14	165			520	60	XZ	
2023	3	50	55	1E	1.5			10	185			520	100	XZ	
2023	4	55	70	1Bhe	4.0			9	185			520	60	SB	
2023	5	70	100	1BCe	1.5			12	185			520	60	SB	
2023	6	100	170	1Cgr				12	185			520	60	XZ	
2023	7	170	250	1Cr1			8	18	175	1	4	510	25	X1	
2023	8	250	300	1Cr2	5.0		10	25	175	1	3	510	5	X1	
2024	1	0	35	1Ap	8.0			20	165			520	80	XZ	
2024	2	35	85	1Cg1	0.3			25	185			520	70	XZ	
2024	3	85	100	1Cg2			10	25	185			510	30	X1	
2024	4	100	125	1Cgr			25	45	175	1	5	510	10	X2	blauwkleuring
2024	5	125	280	1Cr	1.0		35	60	175	1	4	510	5	X2	blauwbruinig
2025	1	0	30	1Ap	10.0			18	165			693	55	XZ	
2025	2	30	50	1Bhe	4.0			18	160			520	65	XZ	
2025	3	50	85	1BCe	2.5			16	175			520	75	XZ	
2025	4	85	115	1Ce	0.5			20	185			520	60	XZ	
2025	5	115	150	1Cgr			15	35	175			510	20	X1	
2025	6	150	280	1Cr			20	36	175			510	10	X2	taaic keileem
2026	1	0	25	1Ap	7.0			18	185			520	75	XZ	
2026	2	25	45	1Bhe	3.0			16	175			520	90	XZ	flets
2026	3	45	60	1BCe	1.5			16	175			520	100	XZ	
2026	4	60	100	1Cg				20	185			520	75	XZ	
2026	5	100	180	1Cgr			12	28	175	1	4	510	35	X1	
2026	6	180	200	1Cr				25	185			520	60	XZ	
2026	7	200	280	2Cr				10	140			490	110	PM	
2027	1	0	20	1Ap	6.0			15	165			411	85		
2027	2	20	35	1BCe	2.0			12	165			411	100		
2027	3	35	75	1Cg				9	165			411	110		
2027	4	75	160	2Cg				16	185			520	80	XZ	
2027	5	160	280	3Cr				9	150			490	120	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2028	1	0	20	1A/Cg	8.0			25	175			520	25	XZ	
2028	2	20	35	1Cg	2.0			15	175			520	70	XZ	
2028	3	35	45	2Cw	25.0	DV						110	10	VA	
2028	4	45	65	3Cg1	1.0		15	30	175	1	4	510	25	X1	
2028	5	65	85	3Cg2				12	185			520	80	XZ	
2028	6	85	130	3Cg3	5.0			16	175			520	70	XZ	veel houtresten
2028	7	130	190	3Cr	5.0			16	175			520	70	XZ	veel houtresten
2028	8	190	250	4Cr				10	140			490	110	PM	
2029	1	0	30	1A/Bh	5.0			15	165			520	80	XZ	
2029	2	30	60	1A/Cg	2.0			13	165			520	100	XZ	
2029	3	60	85	1BCe	2.5			16	175			520	80	XZ	
2029	4	85	100	1Cg	0.5			18	185			520	80	XZ	
2029	5	100	130	1Cgr			9	20	185	1	5	510	30	X1	zandig
2029	6	130	200	1Cr1			9	20	185	1	5	510	40	X1	
2029	7	200	280	1Cr2				16	175			520	60	XZ	
2030	1	0	35	1A/Cg	4.0			20	165			520	60	XZ	
2030	2	35	45	2Cw	25.0	DV						110	15	VA	
2030	3	45	65	3Cg1			10	25	170	1	5	510	30	X1	
2030	4	65	125	3Cg2				10	195			520	85	XZ	
2030	5	125	170	3Cr1			20	35	175	1	5	510	10	X2	
2030	6	170	210	3Cr2			5	15	185			520	60	XZ	
2030	7	210	250	4Cr				10	140			490	100	PM	gelaagd
2031	1	0	30	1A/Cp	3.0			20	165			693	55	XZ	geo 520
2031	2	30	60	2Cw	45.0	DV						110	15	SV	
2031	3	60	110	3Cg			7	15	185			520	55	XZ	
2031	4	110	130	3Cgr			15	30	185	1	5	510	30	X1	
2031	5	130	200	3Cr1				15	185			520	60	XZ	
2031	6	200	260	3Cr2			20	35	180	1	4	510	15	X2	
2031	7	260	280	3Cr				10	165			520	60	XZ	
2032	1	0	30	1A/Cg	3.0			20	155			693	60	XZ	
2032	2	30	55	2Cw	45.0	DV						110	20	SV	
2032	3	55	70	3Cg	1.0		15	30	180	1	5	510	25	X1	
2032	4	70	110	3Cgr				20	185			520	50	XZ	
2032	5	110	280	3Cr				15	185			520	60	XZ	gelaagd
2033	1	0	25	1Ap	6.0			20	185			520	50	XZ	
2033	2	25	40	1Ce	2.0			10	190			520	90	XZ	vaal
2033	3	40	130	1Cg				8	190			520	90	XZ	
2033	4	130	200	1Cr1			20	35	180	1	5	510	5	X2	
2033	5	200	280	1Cr2			20	35	180	1	4	510	5	X2	
2034	1	0	50	1A/Cg	4.0			18	185			520	80	XZ	
2034	2	50	110	1Cg				12	195			520	90	XZ	
2034	3	110	140	1Cgr			30	55	185	1	5	510	5	X2	
2034	4	140	180	1Cr1				12	195			520	70	XZ	
2034	5	180	230	1Cr2			10	25	185	1	4	510	30	X1	
2034	6	230	280	1Cr3				6	200			520	100	XZ	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2035	1	0	25	1Ap	5.0			15	165			411	80		
2035	2	25	35	1Bhe	3.5			15	165			411	80		
2035	3	35	60	1BCe	2.0			12	165			411	40		iets stug
2035	4	60	90	1Ce	1.0			14	165			411	90		
2035	5	90	130	2Cgr1			9	20	185	1	5	510	35	X1	
2035	6	130	160	2Cgr2				20	185			520	70	XZ	
2035	7	160	180	2Cr				25	185			520	50	XZ	
2035	8	180	280	3Cr				12	120			490	90	PM	gelaagd
2036	1	0	35	1Ap	7.0			20	175			520	60	XZ	
2036	2	35	60	1Cg1	0.5			12	175			520	90	XZ	
2036	3	60	100	1Cg2			5	25	165			520	60	XZ	
2036	4	100	120	1Cgr			15	30	175	1	5	510	25	X1	
2036	5	120	280	1Cr			20	35	175	1	4	510	10	X2	
2037	1	0	60	1A/Cw/Bh	10.0			25	175			520	45	XZ	
2037	2	60	100	1Cgr1			10	25	185	1	5	510	35	X1	zandig
2037	3	100	130	1Cgr2			25	35	185	1	5	510	10	X2	
2037	4	130	230	1Cr			25	40		1	4	510	5	X2	taai
2038	1	0	45	1Aa/Bh	6.0			14	165			692			
2038	2	45	90	1A/Cw	8.0			14	165			693			
2038	3	90	160	2Cg	1.0		20	35	170	1	5	510	10	X2	
2038	4	160	190	2Cr			10	18	170	1	4	510	30	X1	
2038	5	190	250	3Cr				9	140			490	90	PM	
2039	1	0	50	1A/Cg	2.5		5	20	165			693	35	XZ	
2039	2	50	100	2Cg1			25	45	170	1	5	510	5	X2	
2039	3	100	160	2Cg2			12	25	170	1	5	510	25	X1	
2039	4	160	250	2Cr			20	35	170	1	4	510	5	X2	blauw
2040	1	0	35	1Ap	5.0			16	185			693	35		
2040	2	35	60	1Cg1	0.3			12	185			520	100	XZ	
2040	3	60	120	1Cg2			25	35	175	1	5	510	5	X2	
2040	4	120	160	1Cr1			25	35	175	1	5	510	5	X2	donker blauw
2040	5	160	180	1Cr2			3	15	195			520	80	XZ	
2040	6	180	240	1Cr3			20	35	170	1	4	510	5	X2	
2040	7	240	280	1Cr4	2.0		20	35	170	1	4	510	5	X2	
2041	1	0	40	1A/Bhe	7.0			18	165			693	60		
2041	2	40	50	1BCg	0.5			14	160			411	80		
2041	3	50	70	1Ce				9	150			412	60		
2041	4	70	100	2Cg1			5	18	195			520	50	XZ	
2041	5	100	190	2Cg2			15	25	185	1	5	510	30	X1	roestig
2041	6	190	260	3Cr				9	120			490	100	PM	
2042	1	0	35	1A/Bhe	4.0			14	165			411	90		
2042	2	35	45	2BCe	0.5			16	185			520	70	XZ	
2042	3	45	85	2Cg1				25	195			520	60	XZ	
2042	4	85	160	2Cg2			10	25	175	1	5	510	35	X1	
2042	5	160	210	2Cgr				25	175			520	65	XZ	
2042	6	210	280	3Cgr				14	145			490	90	PM	sterk gelaagd!

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
2043	1	0	45	1A/Bh	5.0			16	160			411	80		
2043	2	45	60	1BCe	1.0			14	160			411	90		
2043	3	60	100	1Ce	0.3			10	165			411	100		
2043	4	100	125	2Cg1			12	25	170	1	5	510	35	X1	
2043	5	125	220	2Cg2				25	170			520	55	XZ	
2043	6	220	300	2Cr				20	185			520	60	XZ	gelaagd,gridjes
2044	1	0	25	1Aa	5.0			14	165			692	80		
2044	2	25	50	1A/Bhe	3.0			12	165			411	100		
2044	3	50	60	1BCe	1.5			10	165			411	100		
2044	4	60	85	1Cg				12	165			411	100		
2044	5	85	130	1Ce				10	160			411	120		homogeen pakket
2044	6	130	190	2Cg1			12	25	175	1	5	510	30	X1	
2044	7	190	280	2Cg2			15	30	175	1	5	510	20	X1	met xz tussenl.
2044	8	280	310	2Cr				25	185			520	45	XZ	
2045	1	0	65	1A/Bh/BC	3.0			14	165			411	90		met 5cm Ah
2045	2	65	85	2BCg	1.5			15	185			520	75	XZ	
2045	3	85	110	2Ce	0.1		4	20	185			520	60	XZ	
2045	4	110	170	2Cg			15	28	180	1	5	510	35	X1	xz gelaagd
2045	5	170	240	2Cr1			20	35	170	1	5	510	15	X2	
2045	6	240	260	2Cr2				20	185			520	55	XZ	
2045	7	260	300	3Cr				10	140			490	110	PM	
2046	1	0	20	1Ap	6.0			18	185			520	55	XZ	
2046	2	20	60	1BCe/Ce	2.0			18	185			520	60	XZ	
2046	3	60	90	1Cg1	0.1		15	25	180	1	5	510	30	X1	
2046	4	90	150	1Cg2			25	36	180	1	5	510	15	X2	
2046	5	150	180	1Cr1			15	25	180	1	4	510	30	X1	
2046	6	180	210	1Cr2				16	180			520	65	XZ	
2046	7	210	280	2Cr				12	140			490	110	PM	iets gelaagd
2047	1	0	45	1A/Cw	10.0			20	175			520	60	XZ	
2047	2	45	50	1BCe	2.0			25	185			520	50	XZ	
2047	3	50	95	1Cg1			15	25	180	1	5	510	25	X1	
2047	4	95	130	1Cg2			25	36	180	1	5	510	10	X2	
2047	5	130	170	1Cgr			20	33	180	1	4	510	15	X1	
2047	6	170	220	1Cr				25	185			520	60	XZ	
2047	7	220	280	2Cr				10	140			490	100	PM	
3001	1	0	35	1A/E/Bh	10.0			12	165			411	90		
3001	2	35	50	1BCe	2.0			12	165			411	100		
3001	3	50	115	1Ce	0.3			10	165			411	100		
3001	4	115	220	2Cg			10	20	180	1	5	510	40	X1	
3001	5	220	280	2Cr1			4	20	185			520	65	XZ	met fossiele ro
3001	6	280	320	2Cr2	0.5		8	40	170	2	4	510	25	X1	sloevig,m kalk
3002	1	0	30	1Apg	7.0			15	165			520	60	XZ	
3002	2	30	50	1Ce	1.0			9	185			520	90	XZ	
3002	3	50	90	1Cg			12	20	170	1	5	510	35	X1	
3002	4	90	140	1Cgr			20	35	170	1	5	510	15	X2	blauw
3002	5	140	210	1Cr1				12	220			520	250	XZ	
3002	6	210	280	1Cr2	4.0			12	220			520	250	XZ	verspoeld hout

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
3003	1	0	20	1Apg	15.0	DZ		12	175			110	60		verdroogd
3003	2	20	55	2Cg1				20	185			520	60	XZ	
3003	3	55	80	2Cg2			15	25	170	1	5	510	25	X1	
3003	4	80	130	2Cgr1			25	35	170	1	5	510	5	X2	
3003	5	130	180	2Cgr2	5.0		25	35		1	5	510	5	X2	bruin humus
3003	6	180	280	3Cr				9	160			490	110	PM	
3004	1	0	20	1Ap	7.0			13	165			411	90		
3004	2	20	90	1Cg	0.3			13	165			411	100		
3004	3	90	110	2Cg1				20	175			520	70	XZ	
3004	4	110	180	2Cg2			15	25	175	1	5	510	35	X1	
3004	5	180	250	2Cgr				13	195			520	90	XZ	sterk gelaagd
3004	6	250	350	3Cr				12	140			490	110	PM	
3005	1	0	60	1A/Bh	4.0			14	165			411	90		
3005	2	60	95	1Cg	0.3			8	175			411	120		
3005	3	95	110	2Cg1				25	185			520	60	XZ	
3005	4	110	210	2Cg2			10	25	175	1	4	510	30	X1	
3005	5	210	280	3Cr				10	140			490	120	PM	
3006	1	0	25	1Ap	9.0			14	165			411	90		
3006	2	25	45	1Bhe	3.0			9	175			411	120		
3006	3	45	60	2BCe	1.0			12	175			520	90	XZ	
3006	4	60	85	2Ce	0.5			15	175			520	70	XZ	
3006	5	85	100	3Cgr1			15	25	175	1	5	510	25	X1	
3006	6	100	160	3Cgr2			25	35	175	1	4	510	10	X2	
3006	7	160	190	3Cgr3			15	25	175	1	4	510	25	X1	
3006	8	190	230	3Cr	5.0		8	15	175	1	3	510	10	X1	
3006	9	230	280	4Cr				10	140			490	120	PM	
3007	1	0	25	1Ap	8.0			14	165			411	70		
3007	2	25	35	1Bhe	4.0			14	165			411	90		
3007	3	35	55	1BCe	2.0			14	175			411	100		
3007	4	55	80	2Cg				19	190			520	60	XZ	
3007	5	80	100	3Cg			15	25	180	1	5	510	25	X1	
3007	6	100	140	3Cgr			25	35	180	1	5	510	5	X2	
3007	7	140	230	4Cgr			6	15	185			520	30	XZ	
3007	8	230	260	4Cr	5.0		4	15	175			520	15	XZ	bruin humus
3007	9	260	280	5Cr				14	140			490	90	PM	
3008	1	0	30	1A/Bh	4.0			16	170			411			
3008	2	30	45	1Bhe	3.0			16	170			411			
3008	3	45	60	1BCe	1.5			14	175			411			
3008	4	60	70	2Cg				25	185			520	45	XZ	
3008	5	70	85	3Cg1			15	30	180	1	5	510	25	X1	
3008	6	85	130	3Cg2			25	36	180	1	5	510	5	X2	
3008	7	130	170	3Cgr			10	15	180	1	5	510	35	X1	
3008	8	170	210	4Cr	2.0			25	170			520	55	XZ	houtrest. verspoeld
3008	9	210	280	5Cr				14	150			490	110	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
3009	1	0	40	1A/Bhe	4.5			16	180			411	80		
3009	2	40	65	1Bhe	4.0			14	175			411	60		
3009	3	65	95	1BCe	2.5			12	175			411	80		
3009	4	95	115	2BCe	2.0			12	190			520	70	XZ	
3009	5	115	155	2Cg1			15	25	180	1	4	510	25	X1	
3009	6	155	200	2Cg2				14	165			520	60	XZ	menging 490
3009	7	200	280	3Cr				12	140			490	100	PM	
3010	1	0	30	1A/Bh/Cw	13.0			20	165			412			
3010	2	30	40	1Bhe	3.0			20	165			412			
3010	3	40	55	2BCe	1.0			12	190			520	80	XZ	
3010	4	55	80	2Cg1			15	25	180	1	5	510	20	X1	
3010	5	80	110	2Cg2			25	36	180	1	5	510	5	X2	
3010	6	110	170	2Cgr				12	200			520	90	XZ	
3010	7	170	210	2Cr	5.0		4	20	190			520	60	XZ	
3010	8	210	280	3Cr				10	140			490	150	PM	
3011	1	0	30	1Ap	5.0			20	165			693			
3011	2	30	60	2Cw	45.0	DV						110	5	SV	
3011	3	60	85	3Ce				10	210			520	60	XZ	
3011	4	85	115	3Cgr			20	35	185	1	5	510	5	X2	
3011	5	115	165	3Cr1			20	35	185	1	4	510	15	X1	
3011	6	165	220	3Cr2	7.0		10	20	185	1	4	510	15	X1	
3011	7	220	290	3Cr3	6.0			18	185			520	25	XZ	
3011	8	290	360	4Cr				10	140			490	120	PM	
3012	1	0	35	1A/Bh	5.0			15	165			411	70		
3012	2	35	70	1BCe	1.0			9	175			411	120		
3012	3	70	135	2Ce				12	185			520	90	XZ	
3012	4	135	160	2Cgr			10	22	185	1	4	510	25	X1	
3012	5	160	200	2Cr1				12	185			520	95	XZ	
3012	6	200	220	2Cr2	5.0		4	35	175			520	60	XZ	
3012	7	220	250	2Cr3			10	25	175	1	4	510	30	X1	
3012	8	250	280	3Cr				10	140			490	120	PM	
3013	1	0	40	1A/Ce	3.5			12	165			411	120		
3013	2	40	75	1Ce				9	165			411	120		
3013	3	75	110	1Cg				12	165			411	80		
3013	4	110	200	2Cg				12	165			520	80	XZ	
3013	5	200	210	2Cr1	5.0			12	165			520	50	XZ	
3013	6	210	250	2Cr2			4	16	185			520	60	XZ	
3013	7	250	290	3Cr	20.0	DZ						110	25		
3013	8	290	360	4Cr				12	140			490	120	PM	
3014	1	0	30	1Ap	3.5			12	160			693	100		
3014	2	30	60	2Cw	25.0	DZ						110	20	VA	
3014	3	60	90	3Bhe	3.0			12	160			411	80		
3014	4	90	130	3BCe	2.0			12	165			411	100		
3014	5	130	220	4Cgr	5.0			16	185			520	60	XZ	
3014	6	220	380	4Cr			10	18	180	1	3	510	30	X1	veenbandje

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
3015	1	0	35	1A/Bh	4.0			9	165			411	90		
3015	2	35	60	1BCe	2.5			9	165			411	110		
3015	3	60	170	1Ce	3.0			9	165			411	120		
3015	4	170	190	2Cgr				14	175			520	100	XZ	
3015	5	190	220	2Cr			3	16	185			520	90	XZ	
3015	6	220	260	3Cr	70.0	RC						130	5	NV	compact
3016	1	0	30	1A/BC	3.0			9	165			411	120		
3016	2	30	90	1Ce	0.5			9	165			411	150		
3016	3	90	190	1Cu				9	160			411	150		
3016	4	190	220	1Bhe				14	130			412	60		
3016	5	220	260	2Cr				12	185			520	120	XZ	veenbandje
3017	1	0	30	1Ap	10.0			12	165			411	90		
3017	2	30	50	2Cw	25.0	DV						110	5	SV	
3017	3	50	55	3EB	3.0			12	165			411	90		
3017	4	55	80	3BCe				12	165			411	10		
3017	5	80	180	4Cgr				14	180			520	80	XZ	
3017	6	180	240	4Cr1				10	200			520	150	XZ	grindjes
3017	7	240	280	4Cr2	5.0			12	165			520	60	XZ	
3018	1	0	30	1A/Cg	4.0			14	165			411	90		
3018	2	30	60	2Cw	55.0	S						150	5	MV	platerig
3018	3	60	110	3Cgr				10	185			520	85	XZ	
3018	4	110	190	3Cr1				6	200			520	120	XZ	
3018	5	190	260	3Cr2			15	25	185	3	4	510	20	X1	blauw, sloefig
3019	1	0	5	1Of	85.0	DV						171	100	MV	
3019	2	5	25	1Ah	25.0	DV						110	90	SV	
3019	3	25	35	2AC	6.0			22	165			520	80	XZ	
3019	4	35	85	2Cg				18	175			520	70	XZ	
3019	5	85	115	3Cgr	3.0		10	15	175	1	4	510	35	X1	
3019	6	115	160	3Cr1			25	36	175	3	4	510	5	X2	blauw
3019	7	160	220	3Cr2			10	50	150	3	4	510	15	X1	sloefig blauw
3019	8	220	290	4Cr				16	160			520	90	XZ	
3019	9	290	340	5Cr	5.0		10	50	150	3	4	510	15	X1	sloefig bruin
3020	1	0	25	1A/Bh	3.0			12	165			520	80	XZ	
3020	2	25	40	1BCe	1.5			12	175			520	110	XZ	
3020	3	40	60	1Cg1			15	25	175	1	5	510	30	X1	
3020	4	60	130	1Cg2			25	36	175	1	5	510	5	X2	
3020	5	130	160	1Cgr			15	25	175	1	4	510	25	X1	
3020	6	160	190	1Cr				16	170			520	55	XZ	
3020	7	190	280	2Cr				12	130			490	100	PM	gelaagd
3021	1	0	25	1A/Bh	4.0			17	175			411	80		
3021	2	25	35	1Bhe	3.0			15	175			411	100		
3021	3	35	45	2BCg	1.5			15	175			510	100	XZ	
3021	4	45	95	3Cg			12	25	175	1	5	510	40	X1	
3021	5	95	160	4Cg				10	280			520	250	XZ	
3021	6	160	180	4Cr				10	280			520	250	XZ	
3021	7	180	280	5Cr				12	130			490	150	PM	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
3022	1	0	25	1A/Bh	6.0			20	155			411	80		
3022	2	25	35	1Bhe	4.0			16	155			411		KB	iets kazig
3022	3	35	70	2Cg			8	15	180	1	5	510	55	X1	
3022	4	70	110	3Cg				15	180			520	70	XZ	
3022	5	110	170	4Cgr			15	25	180	1	5	510	35	X1	
3022	6	170	200	5Cr	2.0			12	185			520	90	XZ	2x humusbandie
3022	7	200	280	6Cr				12	160			490	120	PM	geo? of 520
3023	1	0	25	1Ap	4.0			18	175			520	80	XZ	
3023	2	25	45	2Cw	16.0	DZ						110	25	SV	
3023	3	45	60	3Cg1	2.0			16	180			520	80	XZ	
3023	4	60	95	3Cg2			15	25	180	1	5	510	35	X1	
3023	5	95	125	3Cg3				10	185			520	80	XZ	
3023	6	125	140	3Cgr			20	33	180	1	5	510	20	X1	
3023	7	140	180	3Cr1			25	36	180	1	4	510	5	X2	
3023	8	180	200	3Cr2	5.0		10	20	180	1	4	510	25	X1	
3023	9	200	280	4Cr				10	130			490	120	PM	
3024	1	0	70	1A/Cw/Cg	12.0		4	20	185			693	50		
3024	2	70	100	1Cg			25	36	175	1	5	510	5	X2	
3024	3	100	140	1Cgr			25	36	175	1	5	510	5	X2	
3024	4	140	170	1Cr1			30	42	175	1	5	510	0	X2	
3024	5	170	280	1Cr2	3.0		16	50	180	1	4	510	35	XZ	sloefig
3025	1	0	65	1A/Cw	12.0			19	185			693			
3025	2	65	105	1Cg			15	25	180	1	5	510	35	X1	
3025	3	105	125	1Cgr	3.0		15	25	180	1	4	510	35	X1	houtresten
3025	4	125	190	1Cr1			25	36	180	1	4	510	5	X2	
3025	5	190	230	1Cr2			12	40	180	1	3	510	15	X1	sloefig
3025	6	230	280	1Cr3	3.0		12	50	180	2	3	510	15	X1	kalksteentjes
3026	1	0	35	1A/Cw	12.0			16	175			411	70		
3026	2	35	50	1EB	3.0			10	175			411	80		
3026	3	50	65	1Bhe	4.5			14	175			411	80		
3026	4	65	75	1BCe	2.0			12	175			411	100		
3026	5	75	110	1Ce	0.3			9	175			411	120		humusfibers
3026	6	110	140	2Cg				12	190			520	90	XZ	
3026	7	140	160	2Cgr			15	25	180	1	4	510	40	X1	
3026	8	160	250	2Cr1			15	40	180	1	4	510	25	X1	
3026	9	250	300	2Cr2	3.0		10	50	180	1	3	510	15	X1	sloefig,taai
3027	1	0	3	1Of	90.0	L						171	90		
3027	2	3	10	1Ah	25.0	DV						110	25		
3027	3	10	25	2Bhe	6.0			16	160			411	90		
3027	4	25	35	2BCe	3.0			16	175			411	90		
3027	5	35	95	3Ce				10	195			520	120	XZ	grindjes
3027	6	95	140	3Cgr			5	15	195			520	80	XZ	
3027	7	140	280	4Cr			15	25	180	1	3	510	20	X1	
3028	1	0	25	1Ap	3.0			11	185			693	90		
3028	2	25	60	2Cw	65.0	BM						130	10	MV	
3028	3	60	110	3Cgr			10	20	180	1	4	510	35	X1	
3028	4	110	280	3Cr			20	45	180	3	4	510	5	X2	

Bijlage 8 De laaginformatie van de beschreven boringen (vervolg)

Boornr	Laagnr	Boven grens	Onder grens	Hor_code	Org stof	Veencode	Lutum	Leem	M50	Kalk	Rij-ping	Geo for_c	K sat	Kolom d	Opmerking
3029	1	0	30	1A/Bh	3.0			10	160			411	150		
3029	2	30	45	1BCe	1.5			9	160			411	150		
3029	3	45	150	1Ce				9	165			411	120		
3029	4	150	230	2Ce				10	185			520	90	XZ	
3029	5	230	260	2Cr1			15	35	175	1	4	510	15	X1	taai
3029	6	260	280	2Cr2				6	175			520	90	XZ	
3030	1	0	20	1Ap	4.0			11	165			693			
3030	2	20	45	2Cw	20.0	DV						110	5	MV	
3030	3	45	60	3AB	3.0			12	165			411	90		
3030	4	60	70	3Bhe	2.5			12	165			411	90		
3030	5	70	95	4BCe	1.5			16	185			520	70	XZ	
3030	6	95	130	4Cgr			15	25	175	1	5	510	30	X1	
3030	7	130	200	4Cr1			25	36	175	1	5	510	5	X2	
3030	8	200	280	4Cr2			25	45	175	1	4	510	5	X2	taai
3031	1	0	35	1Ap	4.0			12	165			693	75		
3031	2	35	75	2Cw	45.0	BM						130	5	MV	
3031	3	75	100	3Ahb	75.0	GY		50	85			160	0	GY	meerbodem
3031	4	100	125	4Bhe	4.5			15	185			520	15	SB	
3031	5	125	140	4Cgr			25	36	180	1	5	510	5	X2	
3031	6	140	190	4Cr1			25	36	180	1	4	510	5	X2	
3031	7	190	280	4Cr2				18	185			520	55	XZ	

Bijlage 9 Verklaring van kolom “d” in de laaginformatie

Code	Omschrijving	Code	Omschrijving
GL	gliede of gliedeachtig	SV	slecht veraard veen
KB	kazige B-horizont	VA	veraard veen
MV	matig verweerd veen	WH	Waterhard
NV	onverweerd veen	X1	zandige keileem
PM	premorenaal zand	X2	Keileem
SB	stugge of verkitte B-horizont	XZ	Keizand

Bijlage 10 Verklaring van kolom “ geo_for_c” in de laaginformatie

Geo_for_c	Omschrijving
110	Zonder herkenbare planteresten (bv. veraard of sterk
130	Zeggeveen;rietzeggeveen;mesotroof broekveen
150	Veenmosveen
160	Sedimentair veen (bv. gyttja;bagger;meerbodem;detritus)
170/171	Strooisellaag
411	Jong dekzand
412	Oud dekzand
413	Fluvioperiglaciaal zand
422	Loss in locale depressies (bv. Brabant leem)
490	Overige afzettingen (bv. eolisch premorenaal zand)
510	Keileem
520	Keizand
692	Antropogeen homogeen (bv. mestdek;toemaakdek)
693	Antropogeen heterogeen (bv. zand gemengd met veen)

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten

Datum	28/11/2007		15/12/2007		
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Opmerkingen
	ondiep	diep	ondiep	diep	
1001		10			
1003		25			t.o.v. strooisellaag
1004		21			
1005		10			
1006		2			
1007		20			
1017		73			
1018		10			
1019		115			
1020		8			
1021		17			
1022		63			
1023		68			
1027		75			
1028		10			
2001				5	
2002				0	
2003				0	
2004					
2005		55			
2006		5			
2007		35			
2008		10			
2009		10			
2010		15			
2011		0			
2012		10			
2013		25			
2014		10			

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten (vervolg)

Datum	28/11/2007		15/12/2007		
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Opmerkingen
	ondiep	diep	ondiep	diep	
2015		20			
2016		60			
2017		35			
2018		40			
2019		50			
2021		30			
2022		65			
2023		25			
2024		10			
2025		25			
2026		40			
2027		100			
2028		35			
2029		15			
2030		5			
2031		15			
2032		5			
2033		0			
2034				0	
2035		35			
2038				40	
2039				0	
2040				15	
2041				5	
2042				60	
2043					
2044				105	

Bijlage 11 Gemeten grondwaterstanden(cm – mv.) in boorgaten (vervolg)

Datum	28/11/2007		15/12/2007		
Boor_nr	Boorgat		Boorgat		Opmerkingen
	ondiep	diep	ondiep	diep	
2045				70	
2046				5	
2047				10	
3001				30	
3002				45	
3005				60	
3006				15	
3007				35	
3008				30	
3009				35	
3010				25	
3011				30	
3012				40	
3013				70	
3014				100	
3015				90	
3016				90	
3017				50	
3018				30	
3019				40	
3020				0	
3021				5	
3022				20	
3023				15	
3024				10	
3025				55	
3026				45	

Bijlage 12 Beschrijving legenda op de bodem- en grondwatertrappenkaart

Veengronden (V)

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Aard ondergrond
<i>Vlieerveengronden (Veengronden met een kleiarme moerige bovengrond; slecht veraard)</i>				
Vz	venig zand	15-40	15	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand zonder humuspodzol op keileem
<i>Maderveengronden (Veengronden met een kleiarme moerige bovengrond)</i>				
aVp	venig zand	15-25	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand met humuspodzol; op overgang naar zandondergrond gliedelaag of kazige B-horizont
<i>Meerveengronden (Veengronden met een zanddek)</i>				
zVp	matig humeus en humusrijk zand	4-10	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand met humuspodzol; op overgang naar zandondergrond gliedelaag of kazige B-horizont
zVz		3-8	25	veenmosveen; binnen 120 cm - mv. zand zonder humuspodzol op keileem

Moerige Gronden (W)

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Aard ondergrond
<i>Moerige podzolgronden met een venige bovengrond</i>				
vWp	venig zand	20-40	20	zand met humuspodzol beginnend binnen 40 cm - mv
<i>Moerige podzolgronden met een zanddek</i>				
zWp	matig humeus en humusrijk	4-10	20-40	15-40 cm veen; zand met humuspodzol beginnend tussen 30 en 70 cm - mv.
<i>Broekveergronden met een zanddek</i>				
zWz	matig humeus en humusrijk	4-10	20-40	15-40 cm veen; zand zonder humuspodzol beginnend tussen 30 en 70 cm - mv. en overgaand in keileem

Zandgronden

	Aard bovengrond	Org. stof bovengrond (in %)	Dikte bovengrond (in cm)	Zandgrofheid bovengrond	Lemigheid bovengrond	Aard ondergrond
Podzolgronden						
<i>Veldpodzolgronden (Hn)</i>						
Hn51	matig humeus	3-5	25	matig fijn (5)	leemarm (1)	leemarm zand
Hn53	humeus en humusrijk zand	4-10	25		zwak lemig (3)	leemarm en zwak lemig zand, vaak overgaand in keileem
Zandeerdgronden						
<i>Gooreerdgronden (tZn)</i>						
tZn53	humeus en humusrijk zand	4-10	25	matig fijn (5)	zwak lemig (3)	zwak lemig zand overgaand in keileem
tZn55	humeus en humusrijk zand	4-10	25		sterk lemig (5)	lemig zand overgaand in keileem

Bijlage 12 Beschrijving legenda op de bodem- en grondwatertrappenkaart (vervolg)

Toevoegingen

	Beschrijving
<i>Toevoegingen</i>	
.../X	keileem beginnend tussen 40 en 80 cm - mv. en ten minste 20 cm dik
.../x	keileem beginnend tussen 80 en 120 cm - mv. en ten minste 20 cm dik
.../v	veen tussen 80 en 120 cm - mv. en ten minste doorlopend tot 150 cm – mv.
<i>Verwerkte gronden</i>	
.../F	tot ca. 50 cm of dieper verwerkt
.../H	40 cm of meer opgehoogd (opgebracht)

Grondwatertrappen

	Gemiddeld hoogste grondwaterstand			
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG in cm - mv.)	(GHG in cm - mv.)			
	0-25	25-40	40-80	80-140
80-120	IIIa			
120-180	Vao	Vbo	Vlo	
180-250		Vbd	VId	VIIId

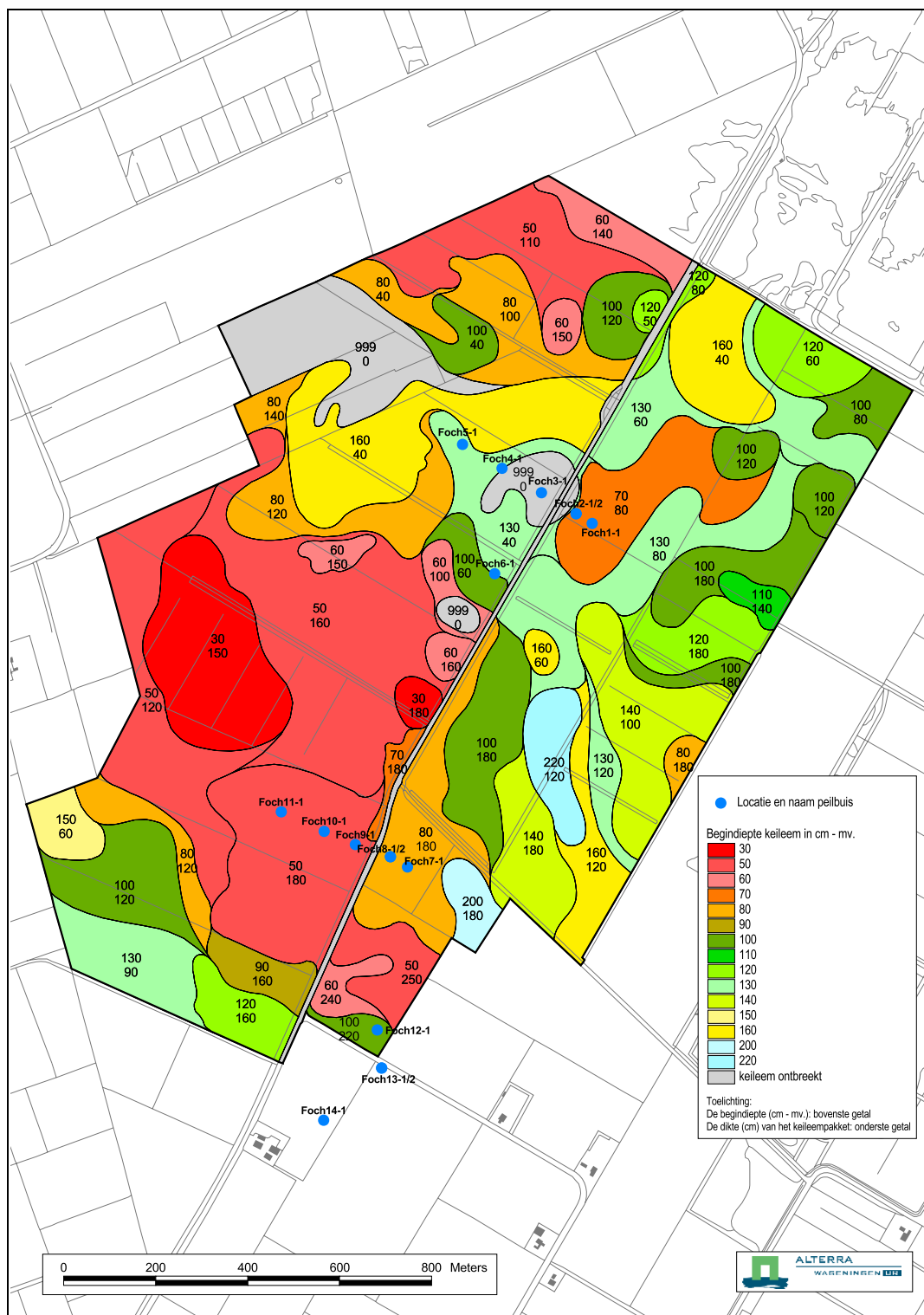
Bijlage 13 Gegevens per kaarteenheid

Ke_nr	Letter	Cij-fer	Hoofd	Toev.	Ver-gra-ving	Gt	Bodem	Bovengrond				GHG	GLG	Aantal kaart-vlakken	Ha kaart-teenheid
								Dikte	Org.stof	Leem	M50				
1	V	z	Vz	x		IIIa	VzxIIIa	15	20.0	14	160	0	105	1	1.2
2	aV	p	aVp			Vbo	aVpVbo	25	18.0	14	160	25	130	1	0.9
3	zV	p	zVp	X		IIIa	zVpXIIIa	20	9.0	14	160	5	110	1	5.7
4	zV	p	zVp	x		IIIa	zVpxIIIa	25	9.0	14	160	5	110	1	6.0
5	zV	p	zVp			Vbo	zVpVbo	25	5.0	14	160	25	140	2	1.4
6	zV	z	zVz	x		IIIa	zVzxIIIa	30	3.0	18	160	15	115	2	1.9
7	vWp		vWp			IIIa	vWpIIIa	10	25.0	16	160	15	115	1	0.5
8	vWp		vWp	x		Vao	vWpxVao	10	25.0	16	160	10	155	1	1.4
9	zWp		zWp	X		IIIa	zWpXIIIa	20	12.0	16	160	10	105	1	12.6
10	zWp		zWp	x	F	IIIa	zWpxFIIIa	20	10.0	16	160	10	115	1	3.3
11	zWp		zWp	X		Vao	zWpXVao	20	8.0	16	160	10	150	2	27.7
12	zWp		zWp	x		Vao	zWpxVao	25	8.0	16	160	15	165	1	11.9
13	zWp		zWp	x	F	Vao	zWpxFVao	25	6.0	16	160	15	155	2	1.0
14	zWp		zWp	x		Vbo	zWpxVbo	25	10.0	16	160	25	165	2	3.4
15	zWp		zWp	x	F	Vbo	zWpxFVbo	25	8.0	16	160	25	155	1	2.7
16	zWp		zWp			VIo	zWpVIo	25	5.0	14	160	45	135	4	6.0
17	zWp		zWp	x		VIo	zWpxVIo	25	5.5	12	160	50	175	1	4.2
18	zWp		zWp			VIIId	zWpVIIId	30	4.0	12	160	90	200	2	0.6
19	zWz		zWz	x		IIIa	zWzxIIIa	25	5.0	16	160	15	110	2	3.3
20	zWz		zWz	X		Vao	zWzXVao	25	5.0	16	160	15	140	1	13.0
21	zWz		zWz	x		Vao	zWzxVao	25	5.0	16	160	15	140	2	4.3
22	zWz		zWz	x		Vbo	zWzxVbo	30	5.0	16	160	30	160	2	6.3
23	Hn	51	Hn51			VIIId	Hn51VIIId	25	4.0	9	165	90	200	1	6.8
24	Hn	53	Hn53	X		Vao	Hn53XVao	25	5.0	14	165	15	160	3	9.1
25	Hn	53	Hn53	X	F	Vao	Hn53XFVao	25	5.0	16	165	15	160	1	3.8
26	Hn	53	Hn53	x		Vao	Hn53xVao	25	6.0	16	160	10	160	2	3.4
27	Hn	53	Hn53	v	H	Vao	Hn53vHVao	25	6.0	16	160	10	130	1	2.5
28	Hn	53	Hn53	x	F	Vao	Hn53xFVao	25	5.0	16	160	15	165	1	0.8
29	Hn	53	Hn53	X		Vbo	Hn53XVbo	25	6.0	16	165	30	165	2	6.5
30	Hn	53	Hn53	X	F	Vbo	Hn53XFVbo	25	6.0	16	160	25	165	1	1.4
31	Hn	53	Hn53	x		Vbo	Hn53xVbo	25	6.0	16	160	30	170	7	18.3
32	Hn	53	Hn53	x	F	Vbo	Hn53xFVbo	25	6.0	16	160	25	160	3	6.3
33	Hn	53	Hn53			Vbd	Hn53Vbd	25	6.0	14	160	30	185	1	0.5
34	Hn	53	Hn53		F	Vbd	Hn53FVbd	25	6.0	14	160	30	185	1	0.7
35	Hn	53	Hn53	x		Vbd	Hn53xVbd	25	6.0	16	165	35	190	2	3.0
36	Hn	53	Hn53			VIo	Hn53VIo	25	6.0	14	165	55	170	6	28.4
37	Hn	53	Hn53		F	VIo	Hn53FVIo	25	6.0	14	165	55	170	2	5.8
38	Hn	53	Hn53	x		VIo	Hn53xVIo	25	6.0	14	165	50	170	2	2.5
39	Hn	53	Hn53	x	F	VIo	Hn53xFVIo	25	6.0	14	165	50	160	1	5.2
40	Hn	53	Hn53	x		VId	Hn53xVId	25	5.0	14	165	50	200	3	10.6
41	Hn	53	Hn53	x	F	VId	Hn53xFVId	25	5.0	14	165	50	190	3	3.9

Bijlage 13 Gegevens per kaarteenhed (vervolg)

Ke_nr	Letter	Cij-fer	Hoofd	Toev.	Ver-gra-ving	Gt	Bodem	Bovengrond				GHG	GLG	Aantal kaart-vlakken	Ha kaart-eenheid
								Dikte	Org-stof	Leem	M50				
42	Hn	53	Hn53		F	VIIId	Hn53FVIIId	25	5.0	14	165	90	250	1	3.7
43	tZn	53	tZn53	X		Vao	tZn53XVao	25	6.0	16	165	5	145	2	8.4
44	tZn	53	tZn53	X	F	Vao	tZn53XFVao	25	6.0	14	165	10	150	1	7.5
45	tZn	53	tZn53	X	F	Vbo	tZn53XFVbo	25	7.0	14	165	30	140	1	3.4
46	tZn	55	tZn55	X		Vao	tZn55XVao	25	7.0	20	170	15	140	3	15.9
47	tZn	55	tZn55	X	F	Vao	tZn55XFVao	25	5.0	20	170	15	140	1	0.7
48	W	eg	Weg			-	Weg-							2	6.9
49	Wat	er	Water			-	Water-							2	0.9
50	Sto	rt	Stort			-	Stort-							1	2.7

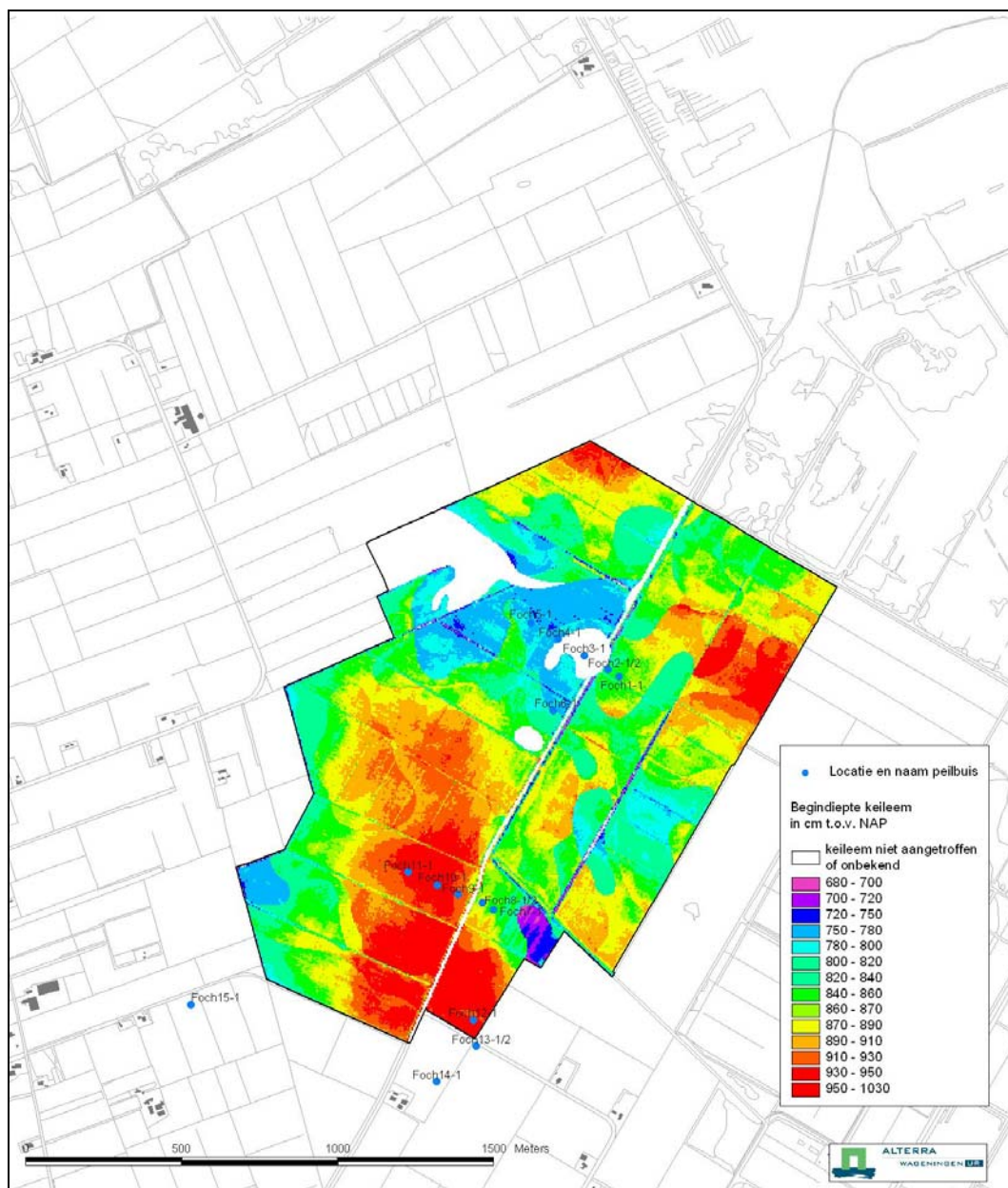
Bijlage 14 Kaart met meetnet peilbuizen in de Tachtig Bunder met keileemkaart als ondergrond



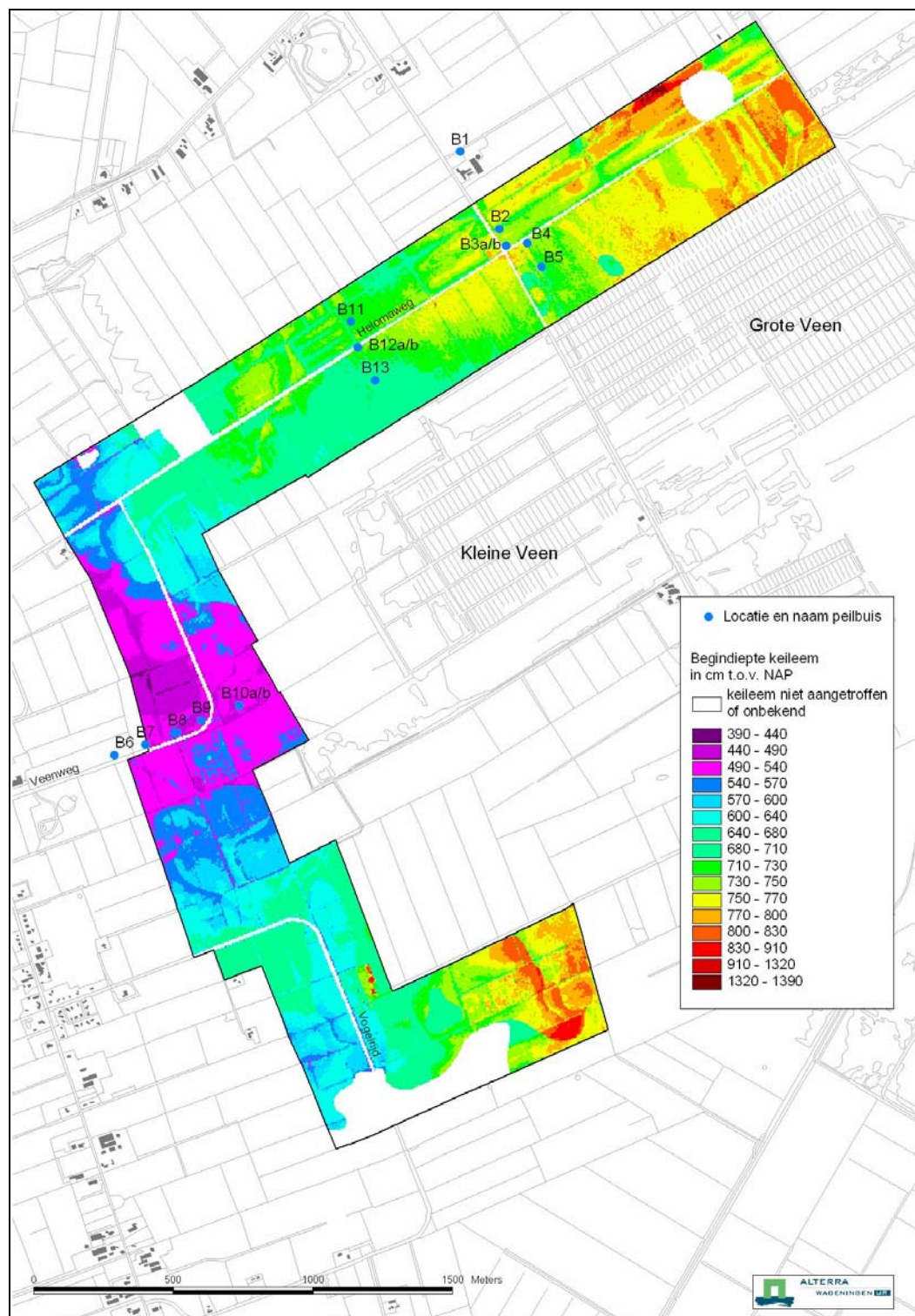
Bijlage 15 Kaart met beschikbare peilbuizen in de westelijke randzone met keileemkaart als ondergrond



Bijlage 16 Begindiepte keileem t.o.v. NAP Tachtig Bunder



Bijlage 17 Begindiepte keileem t.o.v. NAP westelijke randzone

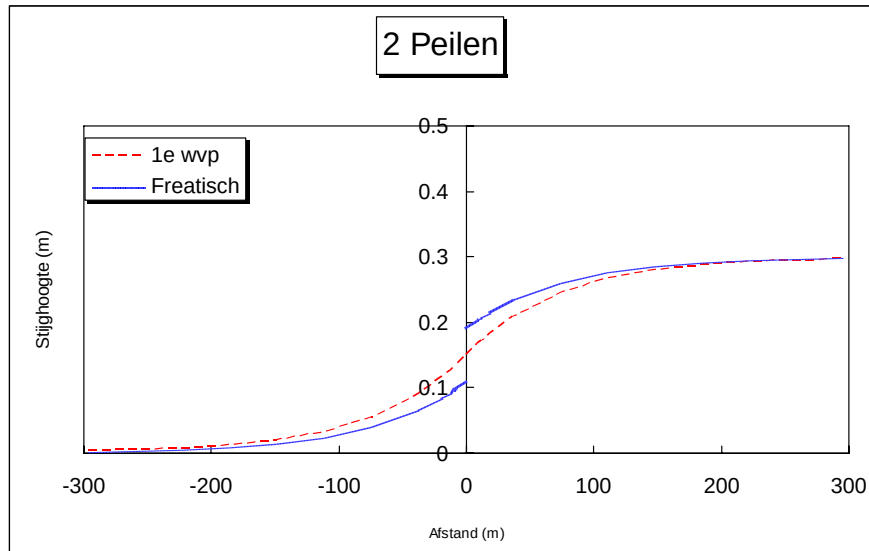


Bijlage 18 Gevoeligheidsberekeningen

Situatie Helomaweg (uitgangssituatie)

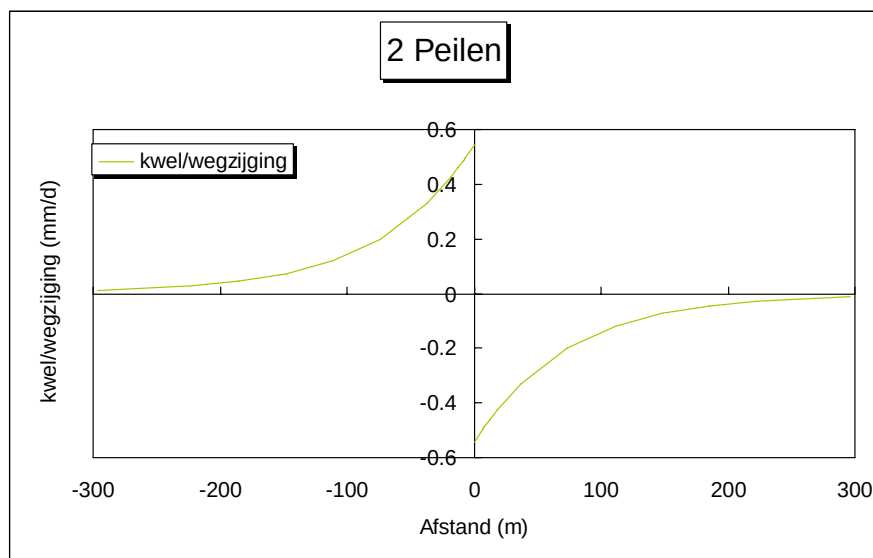
Berekeningen bij een peilverschil van 0.3 meter.

Om meer inzicht in de effecten te verschaffen zijn in de 2 onderstaande de figuren de uitgangsberekening voor het onderzoek weergegeven. De gehanteerde peilopzetting bedraagt 0.3 m. Hierbij is uitgegaan van een verandering ten opzichte van de huidige situatie rond GHG moment. De dikte van het keilempakket bedraagt ca. 1,5 m. De potklei begint tussen 10-15 m – mv. Effecten op de grondwaterstand: De ruimtelijke beïnvloeding bedraagt ca. 60 m (nog ongeveer 5 cm verhoging).



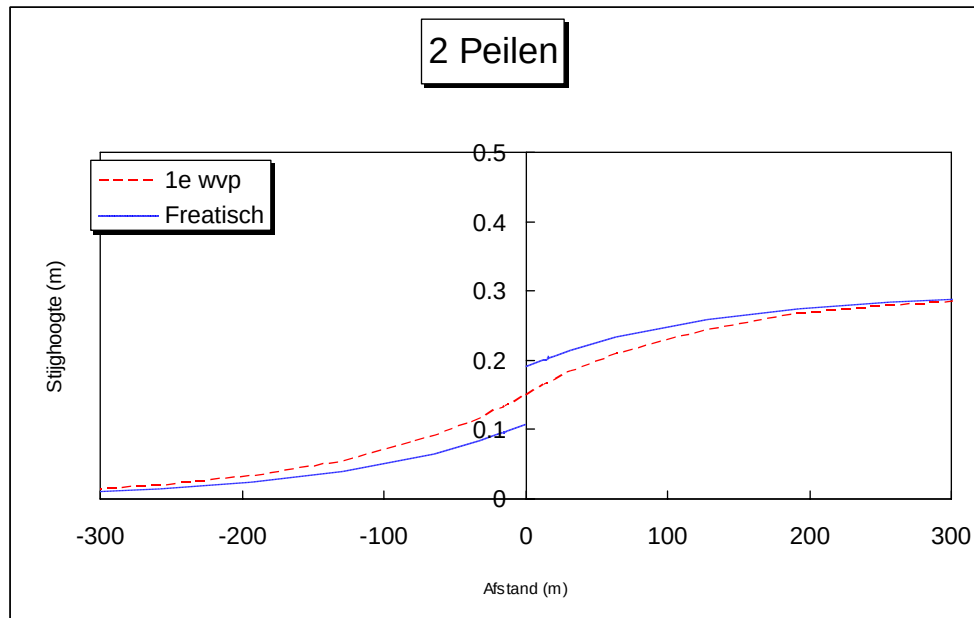
Kwel:

In de onderstaande figuur is het effect op de kwel/wegzijging weergegeven. De peilopzetting heeft rond GHG-moment een extra kwel van 0.5 mm/dag nabij de kade tot gevolg. In de figuur komt tot uiting dat de kwel relatief snel afneemt naarmate de afstand tot de kade toeneemt. Op 100 meter afstand bedraagt de extra kwel ongeveer 0.15 mm/dag



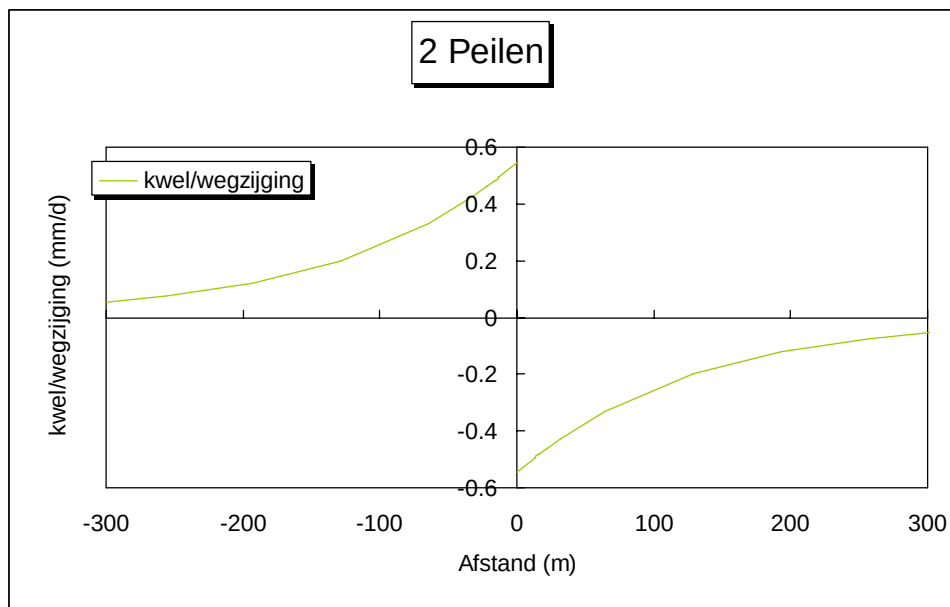
Situatie Helomaweg (potklei dieper)

Indien de potklei op ongeveer 30 – 35 meter diepte aanwezig is in plaats van 10-15 meter diepte is de ruimtelijke beïnvloeding ongeveer 100 meter:



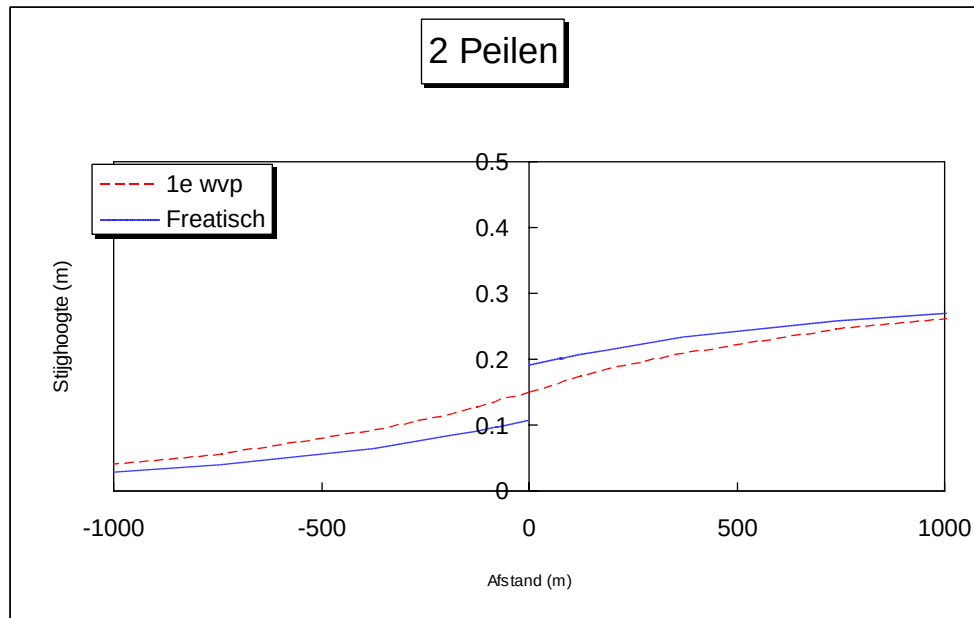
Kwel:

Vlakbij de kade blijft de kwel ongeveer gelijk. De ruimtelijke doorwerking van de extra kwel verdubbelt ongeveer naar een kwel van ongeveer 0.25 mm/dag op 100 meter afstand van de kade.



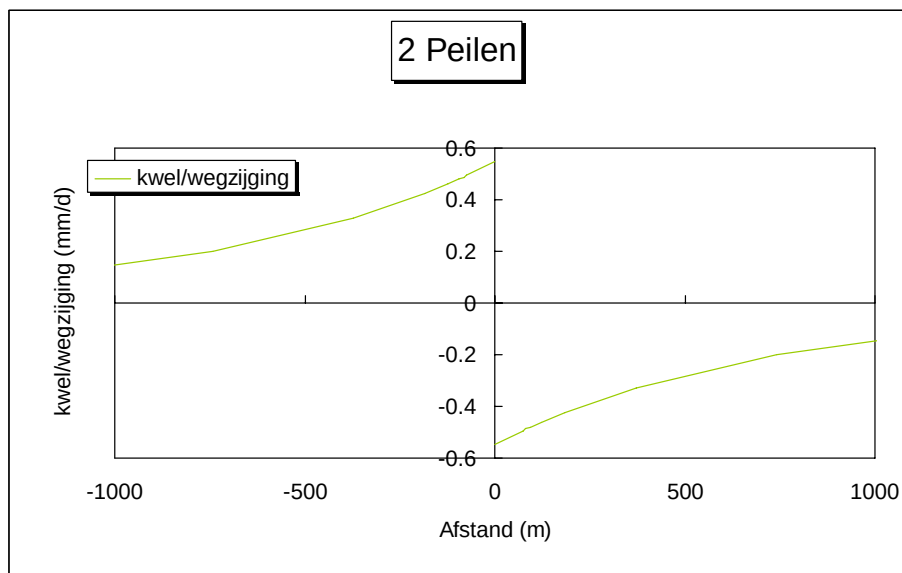
Situatie Helomaweg (potklei ontbreekt)

Indien de potklei ontbreekt en er van uit wordt gegaan dat de kD -waarde $2000 \text{ m}^2/\text{dag}$ bedraagt is de ruimtelijke beïnvloeding ongeveer 600 meter:



Kwel:

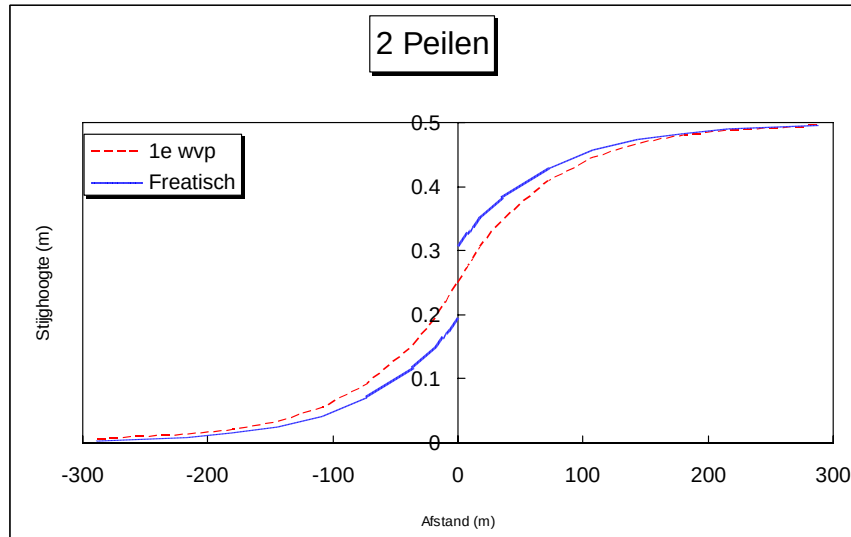
Vlakbij de kade blijft de kwel wederom ongeveer gelijk. De ruimtelijke doorwerking van de extra kwel is zeer groot en neemt bij toename van de afstand maar in geringe mate af. Op een afstand van 100 meter vanaf de kade is de toename van de kwel ongeveer $0.5 \text{ mm}/\text{dag}$.



Situatie Veenweg (uitgangssituatie)

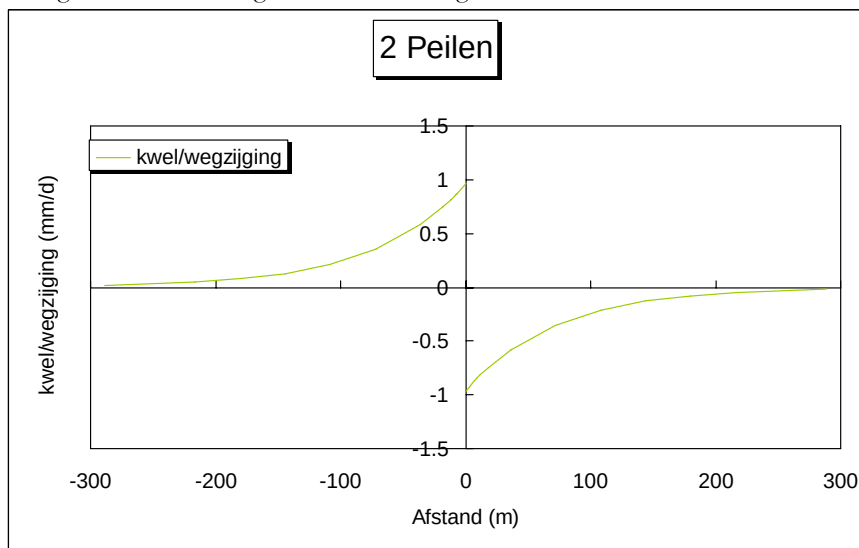
Berekeningen bij een peilverschil van 0.3 meter.

Om meer inzicht in de effecten te verschaffen zijn in de 2 onderstaande de figuren de uitgangsberekening voor het onderzoek weergegeven. De gehanteerde peilopzetting bedraagt 0.5 m. Hierbij is uitgegaan van een verandering ten opzichte van de huidige situatie rond GHG moment. De dikte van het keilempakket bedraagt ca. 1,2 m. De potklei begint tussen 10-15 m – mv. Effecten op de grondwaterstand: De ruimtelijke beïnvloeding bedraagt ca. 100 m. (nog ongeveer 5 cm verhoging).



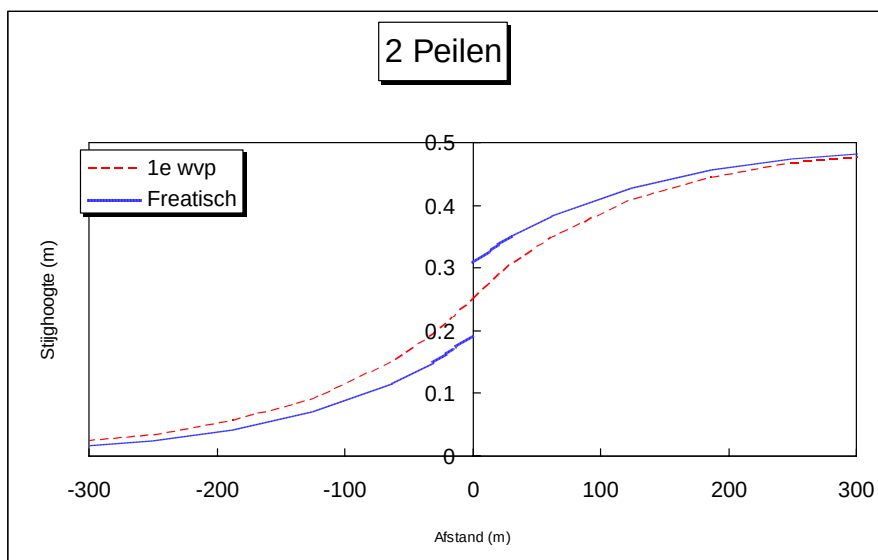
Kwel:

In de onderstaande figuur is het effect op de kwel/wegzijging weergegeven. De peilopzetting heeft rond GHG-moment een extra kwel van 1 mm/dag nabij de kade tot gevolg. In de figuur komt tot uiting dat de kwel relatief snel afneemt naarmate de afstand tot de kade toeneemt. Op 100 meter afstand bedraagt de extra kwel ongeveer 0.22 mm/dag



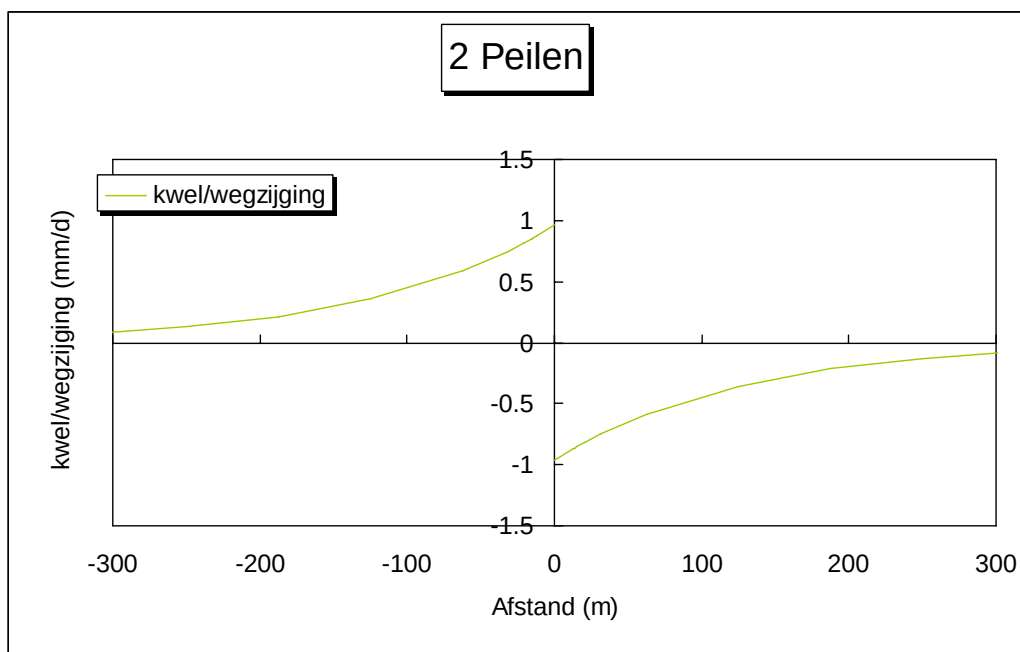
Situatie Veenweg (potklei dieper)

Indien de potklei op ongeveer 30 – 35 meter diepte aanwezig is in plaats van 10-15 meter diepte is de ruimtelijke beïnvloeding ongeveer 170 meter:



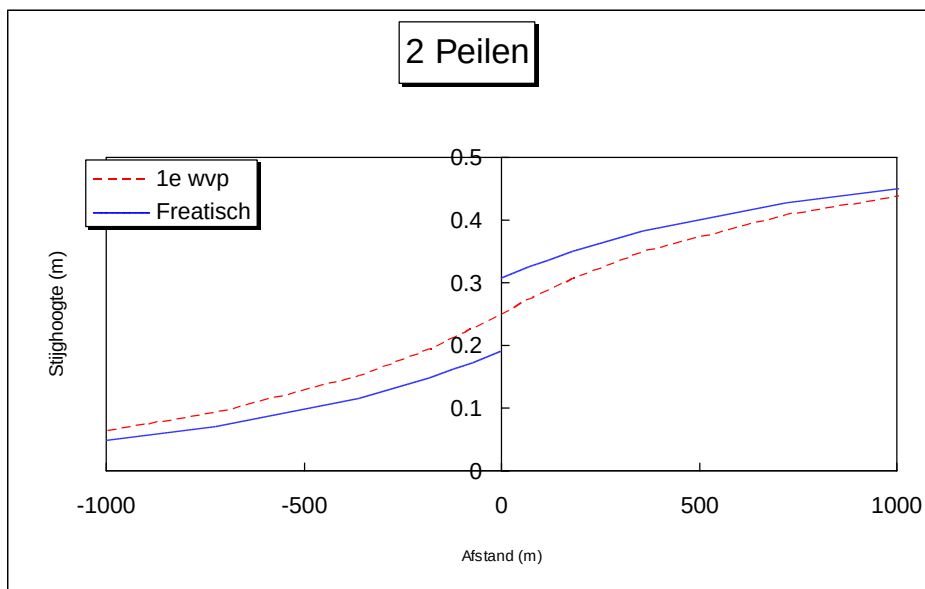
Kwel:

Vlakbij de kade blijft de kwel ongeveer gelijk (1 mm/dag). De ruimtelijke doorwerking van de extra kwel verdubbeld ongeveer naar een kwel van ongeveer 0.45 mm/dag op 100 meter afstand van de kade.



Situatie Veenweg (potklei ontbreekt)

Indien de potklei ontbreekt en er van uit wordt gegaan dat de kD -waarde $2000 \text{ m}^2/\text{dag}$ bedraagt is de ruimtelijke beïnvloeding ongeveer 1000 meter:



Kwel:

Vlakbij de kade blijft de kwel wederom ongeveer gelijk. De ruimtelijke doorwerking van de extra kwel is zeer groot en neemt bij toename van de afstand maar in geringe mate af. Op een afstand van 100 meter vanaf de kade is de toename van de kwel ongeveer $0.83 \text{ mm}/\text{dag}$.

