



WAGENINGEN UR
For quality of life



Representativiteit van de locatie Loon op Zand in het bufferstrokenonderzoek

Effectiveness of buffer strips publication series 9

Alterra-rapport 2037
ISSN 1566-7197

T. Hoogland, H.T.L. Massop en R. Visschers



WAGENINGEN UR
For quality of life



Representativiteit van de locatie Loon op Zand
in het bufferstrokenonderzoek

Beleidsondersteunend onderzoek in het cluster Wet en regelgeving thema Kaderrichtlijn Water en Maatregelen.

Projectcode [BO-12.07-009-002]

Representativiteit van de locatie Loon op Zand in het bufferstrokenonderzoek

T. Hoogland, H.T.L. Massop en R. Visschers

Alterra-rapport 2037

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2010



Effectiveness of buffer strips publication series

1. Noij, G.J., 2006. Effectiveness of buffer strips in the Netherlands. Research plan.
2. Noij, G.J., 2007. Effectiveness of buffer strips in the Netherlands. International review report of the research project.
3. Cancelled.
4. Bakel, J. van, H. Massop en A. van Kekem, 2007. Locatiekeuze ten behoeve van het onderzoek naar bemestingvrije perceelsranden. Hydrologische en bodemkundige karakterisering van de proeflocaties. Alterra-rapport 1457, Wageningen.
5. Vink, G., 2007. Effectiviteit van bufferstroken in Nederland. Chemische analyse van totaal N en P in oppervlaktewatermonsters. Beschrijving en onderbouwing van de methode.
6. G.J. Noij, G.J. en W. Corré (eds), E. van Boekel, H. Oosterom, J. van Middelkoop, W. van Dijk, O. Clevering, L. Renaud en J. van Bakel, 2008. Kosteneffectiviteit van alternatieve maatregelen voor bufferstroken in Nederland. Alterra-rapport 1618. Wageningen.
7. Noij, G.J., M. Heinen, P. Groenendijk en H. Heesmans, 2008. Effectiveness of unfertilized buffer strips in the Netherlands. Mid-term report.
8. Heinen, H., A.J. van Kekem, in voorbereiding. Bodemkundige informatie proeflocaties project effectiviteit bufferstroken. Wageningen.
9. Hoogland, T., H.T.L. Massop, R. Visschers, 2010. De representativiteit van de locatie Loon op Zand in het bufferstroken onderzoek. Alterra-rapport 2037, Wageningen.

Referaat

Hoogland, T., H.T.L. Massop en R. Visschers, 2010. *Representativiteit van de locatie Loon op Zand in het bufferstrokenonderzoek*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2037. 162 blz.; 44 fig.; 5 tab.; 14 ref.

Alterra doet in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid (LNV) onderzoek naar de effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden op de uitspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater. Hiertoe zijn op vijf locaties proefopstellingen geïnstalleerd waar de kwaliteit van het water dat uit het perceel komt gemeten wordt. De proefopstelling bestaat uit twee 5 m brede bakken, een bufferbak en een referentiebak, die in de sloot grenzend aan het perceel gebouwd zijn. Langs de bufferbak ligt een strook van 5 m die niet bemest wordt; langs de referentiebak wordt op gangbare wijze bemest. Bij de proefopstelling in Loon op Zand is het gemeten debiet dat van het perceel de bakken in komt veel lager dan het theoretisch berekende. Bovendien is er een groot verschil in gemeten debiet tussen de beide bakken.

Doel van dit aanvullend onderzoek is: (i) te verklaren waardoor het komt dat het afwaterend oppervlak naar de bakken in Loon op Zand zo klein is; (ii) te beoordelen of de locatiekeus achteraf gezien ongeschikt is of dat deze variatie in dit hydrologisch profieltype 'e' gebruikelijk is. Dit onderzoek is beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de proefopstelling in Loon op Zand (maximaal 50 m uit de sloot). Hier zijn gedurende enkele maanden grondwaterstanden gemonitord. De representativiteit van de opstelling is onderzocht met behulp van bestaande datasets afkomstig uit bodem- en grondwaterkarteringen die binnen hydrologisch profieltype 'e' vallen. Er worden hiervoor geen extra grondwaterstandmetingen gedaan.

Uit de isohypsenbeelden blijkt dat het freatisch grondwatervlak in de proeflocatie Loon op Zand zeer variabel (grillig) is. Deze grilligheid hangt samen met de sterk wisselende begindiepte en dikte van de lössleemlaag zoals die in het proefperceel in Loon op Zand voorkomt. Een dusdanig variabel grondwaterstandsvlak is alleen met een grote onzekerheid of via gedetailleerd meten, nauwkeurig in beeld te brengen. De invloedafstand van de sloot op het afwateringspatroon is met ca. 15 m geringer dan verwacht. Dit blijkt uit drie verschillende benaderingen. Uit analyse van de meetgegevens van de bakken volgt eveneens een gering afvoerend oppervlak. De gesimuleerde stromingspatronen naar de afwaterende perceelssloot zijn als gevolg van het grillige grondwatervlak ook zeer grillig en zorgen voor een grote ruimtelijke variatie in afvoerpatronen naar de sloot. Door de variatie in afvoerpatronen kunnen afvoerdebieten naar dicht bij elkaar gelegen opvangbakken grote verschillen vertonen. Om de verhouding tussen de ondiepe en diepe afvoer voor andere locaties in profieltype 'e' vast te stellen is inzicht in de weerstand van de (kei)leemlaag van groot belang. Veelal is het doorlaatvermogen van het onderliggende watervoerende pakket groot en het doorlaatvermogen van het freatische pakket gering, dit maakt dat de grootte van de c-waarde sterk bepalend is voor de verdeling. Uit de rekenresultaten van het NHI kunnen we concluderen dat deze hydrologische situatie, zoals waargenomen te Loon op Zand, in grote delen van het profieltype 'e' voorkomt.

Trefwoorden: Mestbeleid, effectiviteit, uitspoeling, afspoeling, nutriënten

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

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

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

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

Alterra-rapport 2037

Wageningen, september 2010

Inhoud

Woord vooraf	11
Samenvatting	13
1 Inleiding	17
1.1 Achtergrond en probleemstelling	17
1.2 Opbouw van het rapport	17
2 Proefopzet	19
2.1 Keuze onderzoekslocaties voor bufferstrokenproject	19
2.2 Hydrologische beschrijving locatie Loon op Zand	20
2.2.1 Waterstaatkundig	20
2.2.2 Geohydrologie	22
2.2.3 Isohysen omgeving Loon op Zand	23
2.3 Veldonderzoek	26
2.4 Onzekerheidsanalyse	30
2.4.1 Onderzoekspercelen	30
2.4.2 Interpolatie methoden	31
2.4.3 Modelleren van de grondwaterstroming	33
3 Resultaten	35
3.1 Bodemprofiel en grondwaterstanden	35
3.1.1 Geologie	35
3.1.2 Bodemprofiel	35
3.2 Grondwaterstanden	39
3.3 Analyse grondwaterstanden	40
3.3.1 Leemdikte	40
3.3.2 Tijdstijghoogtelijnen	41
3.3.3 Correlatie tussen buizen	44
3.3.4 Isohysen	48
3.3.5 Hydrologische parameters	54
3.4 Stromingspatronen en afwaterend oppervlak	59
3.4.1 Ruimtelijk beeld van de geïnterpoleerde GHG of grondwaterstand	59
3.4.2 Ruimtelijke beeld van het stromingspatroon	60
3.4.3 Onzekerheid over het afwaterend oppervlak	61
3.4.4 Discussie	62
4 Representativiteit locatie Loon op Zand	65
5 Conclusies	73
Literatuur	75

Bijlage 1	Schematische weergave van de zes onderscheiden geohydrologische hoofdtypen	77
Bijlage 2	Profielbeschrijvingen	79
Bijlage 3	Per boorpunt de maaiveldhoogte, boven- en onderkant lössleem en gemeten waterstanden op 13 en 20 dec. 2007 t.o.v. NAP	153
Bijlage 4	Tijdstijghoogtelijnen in zes raaien in een perceel te Loon op Zand	155
Bijlage 5	Tijdstijghoogtelijnen boven en onder de leemlaag op acht locatie in een perceel te Loon op Zand	157
Bijlage 6	Geohydrologische eigenschappen van ondiepe ondergrond	159

Woord vooraf

Het aanvullend onderzoek naar de representativiteit van de locatie Loon op Zand is op speciaal verzoek van de Stuurgroep Mestevaluatie en Monitoring verricht in het kader van het Project 'Effectiviteit Bufferstroken', dat destijds onder de betreffende stuurgroep ressorteerde. Aanleiding waren de eerste resultaten van de veldstudie op de locatie Loon op Zand, die sterk afweken van wat werd verwacht voor de betreffende hydrogeologische situatie op basis van het vooronderzoek. Slechts een heel beperkt deel van het neerslagoverschot bleek als afvoer naar de sloot te worden teruggevonden. Onder zulke omstandigheden hebben bufferstroken weinig zin. Daarmee werd de vraag beleidsrelevant in hoeverre deze locatie Loon op Zand representatief mag worden geacht voor de betreffende Nederlandse hydrogeologische situatie.

Dankzij de welwillende extra inzet van de veldonderzoekers konden tegen beperkte kosten en snel de vereiste extra waarnemingen op locatie worden verricht. Het definitieve rapport heeft uiteindelijk toch nog lang op zich laten wachten omdat het zinvol bleek om bij de interpretatie van de bodemkundige en hydrologische waarnemingen resultaten te betrekken van het nieuwe Nederlands Hydrologisch Instrumentarium.

We zijn veel dank verschuldigd aan de eigenaar van het onderzoeksperceel, de heer Cor van Laarhoven, voor zijn welwillende medewerking aan het onderzoek. Ook onze, inmiddels oud-collega, Jan van Bakel wordt hartelijk bedankt voor zijn wetenschappelijke adviezen. Zonder de inzet van onze veldmedewerkers, Han te Beest, Jan van Kleef, Willy de Groot, Antonie van den Toorn en Meint Veninga, had dit project niet uitgevoerd kunnen worden!

Gert-Jan Noij
Projectcoördinator

Samenvatting

Alterra doet in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid (LNV) onderzoek naar de effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden (5 m breed) op de uitspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater (het zogenaamde 'Bufferstrokenproject'). Hiertoe zijn op vijf locaties proefopstellingen geïnstalleerd waar de kwaliteit van het water dat uit het perceel komt gemeten wordt. De proefopstelling bestaat uit twee 5 m brede bakken, een bufferbak en een referentiebak, die in de sloot grenzend aan het perceel gebouwd zijn. Langs de bufferbak ligt een strook van 5 m die niet bemest wordt; langs de referentiebak wordt op gangbare wijze bemest.

De locatie in Loon op Zand wordt representatief geacht voor een deel van het zandgebied van Pleistoceen Nederland, namelijk voor die gebieden waar dicht onder de slootbodem een slecht doorlatende leem-, klei- of keileemlaag voorkomt. Deze gebieden treffen we vooral aan in Drenthe en de Centrale Slenk in Noord-Brabant. Bij de proefopstelling in Loon op Zand is het gemeten debiet dat van het perceel de bakken in komt veel lager dan het theoretisch berekende. Bovendien is er een groot verschil in gemeten debiet tussen de beide bakken. Hierdoor wordt het bijna onmogelijk om betrouwbare uitspraken te doen over de effectiviteit van de bufferstrook in Loon op Zand en daardoor wordt opschaling van de effecten ook erg moeilijk.

Doel van dit aanvullend onderzoek is:

- te verklaren waardoor het komt dat het afwaterend oppervlak naar de bakken in Loon op Zand zo klein is;
- te beoordelen of de locatiekeus achteraf gezien ongeschikt is of dat deze variatie in dit hydrologisch profieltype 'e' gebruikelijk is.

Dit onderzoek is beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de proefopstelling in Loon op Zand (maximaal 50 m uit de sloot). Hier zijn gedurende enkele maanden grondwaterstanden gemonitord. De representativiteit van de opstelling is onderzocht met behulp van bestaande datasets afkomstig uit bodem- en grondwaterkarteringen die binnen het hydrologisch profieltype 'e' vallen. Er worden hiervoor geen extra grondwaterstandmetingen gedaan.

Het project bestaat uit twee delen:

- veldonderzoek op de locatie Loon op Zand;
- statistisch onderzoek met modelberekeningen naar verwachte debieten in een door de sloot verschuivende virtuele proefbak.

De afzettingen die we in het proefperceel vinden behoren tot de Nuenengroep (formatie van Boxtel). De afzettingen van deze formatie zijn in het Weichselien gevormd. In het Pleniglaciaal zijn de lemige, zeer fijne als leemarme, matig fijne zanden afgezet met daartussen zeer fijnzandige leemlagen, de zogenaamde lössleem of Brabantse leem. Door vorstwerking is de bovenlaag van de pleniglaciaal afzettingen vaak sterk verwrongen. Deze krypturbate vervormingen hebben over een diepte van 0,5 meter en soms tot meer dan één meter plaatsgevonden.

Aan het einde van het Pleniglaciaal werd het klimaat droger en zijn de oude dekzanden afgezet. Een slecht doorlatende leemlaag in combinatie met een geringe dikte van het daarboven gelegen zandpakket zorgt ervoor dat een deel van het neerslagoverschot boven de leemlaag wordt afgevoerd naar de perceelssloot en een ander deel door de leemlaag via het daaronder gelegen watervoerende pakket tot afvoer komt.

Op de proeflocatie Loon op Zand zijn zes parallelle raaien aangelegd loodrecht op de sloot, waarin de buffer- en referentiebak zijn geplaatst. De afstand tussen de raaien is 5 m. In elke raai is op afstanden van 2,5 m, 5 m, 7,5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 35 m, 40 m, 45 m en 50 m vanuit de sloot een waarnemingspunt uitgezet. In totaal is van 72 punten een bodemkundige profiel beschrijving gemaakt en is op twee opeenvolgende dagen in de boorgaten handmatig de grondwaterstand gemeten. In 32 boorgaten is een grondwaterstandbuis geplaatst met de onderkant van het filter op de bovenkant van de leemlaag. Op acht plekken is in de raai, vlak naast de grondwaterstandbuis met het filter op de leem, een grondwaterstandbuis geplaatst met het filter in het zand onder de leemlaag. Op het niveau van de leemlaag is een afdichtende zwelklei rond de buis aangebracht. In alle grondwaterstandbuizen zijn datarecorders geplaatst, die de waterstand registreren. De automatische grondwaterstandmetingen zijn op 6 februari 2008 gestart.

De data recorders zijn zo ingesteld dat elk uur een meting wordt gedaan. De metingen zijn omgerekend naar stijghoogten t.o.v. NAP. De meetgegevens zijn geanalyseerd op: (I) gedrag van het grondwater op een locatie in de tijd door middel van tijdstijghoogtelijnen, (II) gedrag van het grondwater tussen locaties in de tijd, door de onderlinge correlatie te onderzoeken, (III) grondwatervlak op een bepaald moment in de ruimte door middel van het isohypsenpatroon, (IV) stijghoogteverschillen in de diepte boven en onder de leemlaag (potentiële kwel of wegzijging), (V) het schatten van de hydrologische parameters zoals de weerstand van de leemlaag en de bergingscoëfficiënt van het freatische pakket.

Uit deze analyse blijkt via welke routes het neerslagoverschot wordt afgevoerd en of hiermee de geringe debieten in de meetbakken kunnen worden verklaard.

Bij Loon op Zand en nabij Donderen in Drenthe is een onzekerheidsanalyse over het toestromingspatroon vanuit het perceel naar de perceelssloot uitgevoerd met behulp van geostatistische simulaties. Op andere locaties binnen profieltype 'e' bleken onvoldoende gegevens op perceelsniveau beschikbaar. Op basis van het ruimtelijk beeld van het gemeten grondwaterniveau is het stromingspatroon gemodelleerd, waarbij de stroming optreedt in de richting van het grootste grondwaterstandverval. Het ruimtelijk grondwaterstandspatroon is geschat op basis van GHG-schattingen uit de profielbeschrijvingen of gemeten grondwaterstanden. Het ruimtelijk grondwaterstandspatroon tussen de opnamelocaties is geschat met geostatistische interpolatie omdat het hiermee mogelijk is rekening te houden met onzekerheden over het grondwaterniveau. De ruimtelijke verschillen in de onzekerheid over het grondwaterniveau bepalen welke stromingspatronen binnen het perceel kunnen optreden. De verschillende mogelijke stromingspatronen bepalen daardoor welk gebied afwatert naar een specifiek segment van de perceelssloot en hoeveel water er uiteindelijk in een opvangbak terecht komt.

Uit het bodemkundig onderzoek blijkt dat de begindiepte van de lössleemlaag sterk wisselt: van ongeveer 150 tot 250 cm onder maaiveld. Het oppervlak van de lössleemlaag vertoont dan ook een grillig patroon. Ook de dikte van de leemlaag wisselt sterk op korte afstand van 50 tot 150 cm dik. Deze grote variatie op korte afstand zorgt ook voor een grillig afwateringspatroon.

Uit de isohypsenbeelden in Loon op Zand blijkt dat het grondwatervlak zeer variabel is. Een dusdanig variabel vlak is alleen in beeld te brengen via gedetailleerd meten van de grondwaterstand. De stromingspatronen naar de afwaterende perceelssloot zijn als gevolg van het grillige grondwatervlak ook zeer grillig en zorgen voor een grote ruimtelijke variatie in afvoerpatronen naar de verschillende delen van de perceelssloot. Door deze variatie in afvoerpatronen kunnen afvoerdebieten naar dicht bij elkaar gelegen opvangbakken grote verschillen vertonen.

Het afwaterend oppervlak in Loon op Zand reikt tot ca. 15 m van de perceelssloot. Dit blijkt zowel uit de metingen in de raaien als uit de analyse van drainageweerstand en de weerstand van de leemlaag en uit de gemodelleerde toestromingspatronen. Het op de perceelssloot afwaterend oppervlak komt tevens goed overeen met de gemeten afvoeren in de bak.

Het grootste deel van het neerslagoverschot van het onderzoeksperceel in Loon op Zand wordt via wegzijging naar het onderliggende watervoerende pakket regionaal afgevoerd. Door de geringe invloedsafstand van de sloot te Loon op Zand mag een hoge effectiviteit van bufferstroken worden verwacht.

Om de verhouding tussen de ondiepe en diepe afvoer voor andere locaties in profieltype 'e' vast te stellen is inzicht in de weerstand van de (kei)leemlaag van groot belang. Veelal is het doorlaatvermogen van het onderliggende watervoerende pakket groot en het doorlaatvermogen van het freatische pakket gering, dit maakt dat de grootte van de verticale weerstand of c-waarde sterk bepalend is voor de verdeling. De stijghoogte onder de (kei)leemlaag in combinatie met het oppervlaktewaterpeil bepaalt of het water dat door de leemlaag zijgt lokaal wordt gedraineerd of regionaal wordt afgevoerd.

Doelstelling van de onzekerheidsanalyse was om voor geohydrotype 'e' een beeld te krijgen van de variabiliteit in de toestromingspatronen naar de perceelsslotsen en de bijbehorende debieten. Na evaluatie van beschikbare waarnemingen op perceelsniveau bleken binnen geohydrotype 'e' slechts twee percelen beschikbaar met meer dan tien waarnemingslocaties: in Loon op Zand en nabij Donderen in Drenthe. Op basis van slechts twee percelen, die onderling ook nog fors verschillen wat betreft het toestromingspatroon naar de watergang, is het maar beperkt mogelijk een nauwkeurige uitspraak te doen die opgaat voor het gehele geohydrotype 'e'.

De situatie in Loon op Zand met dunne freatische watervoerende pakketten met een gering doorlaatvermogen of kD-waarde met daaronder (kei)leemlagen komt voor in Drenthe en het oosten van Noord-Brabant. Of er eveneens op veel locaties sprake is van vergelijkbare sterke wegzijgingsituaties als in Loon op Zand is onderzocht op basis van de resultaten van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI). Door een vergelijking te maken tussen de grondwateraanvulling en de wegzijging over de eerste scheidende laag kan worden ingeschat of vergelijkbare situaties als Loon op Zand meer voorkomen. Uit de rekenresultaten van het NHI blijkt dat de hydrologische situatie zoals waargenomen te Loon op Zand in grote delen van het profieltype 'e' voorkomt.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

Alterra doet in opdracht van het ministerie van LNV onderzoek naar de effectiviteit van bemestingsvrije perceelsranden (5 m breed) op de uitspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater (het zogenaamde 'Bufferstrokenproject'). Daartoe zijn op vijf locaties proefopstellingen geïnstalleerd waar de kwaliteit van het water dat uit het perceel komt gemeten wordt (Noij, 2006; Van Bakel et al., 2007). De proefopstelling bestaat uit twee 5 m brede bakken een bufferbak en een referentiebak, die in de sloot grenzend aan het perceel gebouwd zijn. Langs de bufferbak ligt een strook van 5 m die niet bemest wordt; langs de referentiebak wordt op gangbare wijze bemest.

Het gebied dat op een bak afwatert, heeft in het ideale geval een oppervlakte van de breedte van de bak maal de halve breedte van het perceel. Bij de proefopstelling in Loon op Zand is het gemeten debiet dat van het perceel in de bakken komt veel lager dan het theoretisch berekende. Bovendien is er een groot verschil tussen de beide bakken. Hierdoor wordt het bijna onmogelijk om betrouwbare uitspraken te doen over de effectiviteit van de bufferstrook in Loon op Zand en daardoor wordt opschaling van de effecten ook erg moeilijk.

Doel van dit aanvullend onderzoek is:

- te verklaren waardoor het komt dat het afwaterend oppervlak naar de bakken in Loon op Zand zo klein is;
- te beoordelen of de locatiekeuze achteraf gezien ongeschikt is of dat deze variatie in dit hydrologisch profieltype 'e' gebruikelijk is.

Dit onderzoek is beperkt tot de onmiddellijke omgeving van de proefopstelling in Loon op Zand (maximaal 50 m uit de sloot). Hier zijn gedurende enkele maanden grondwaterstanden gemonitord. De representativiteit van de opstelling is onderzocht met behulp van maximaal vijftien jaar oude, bestaande datasets afkomstig uit bodem- en grondwaterkarteringen die binnen hydrologisch profieltype 'e' vallen. Er worden hiervoor geen extra grondwaterstandmetingen gedaan.

Het project bestaat uit twee delen:

- veldonderzoek op de locatie Loon op Zand;
- statistisch onderzoek met modelberekeningen naar verwachte debieten in een door de sloot verschuivende proefbak van een virtueel perceel.

1.2 Opbouw van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet besproken met de overwegingen voor de keuze van de onderzoekslocaties en een beschrijving van het onderzoeksgebied en de gehanteerde meetopstelling.

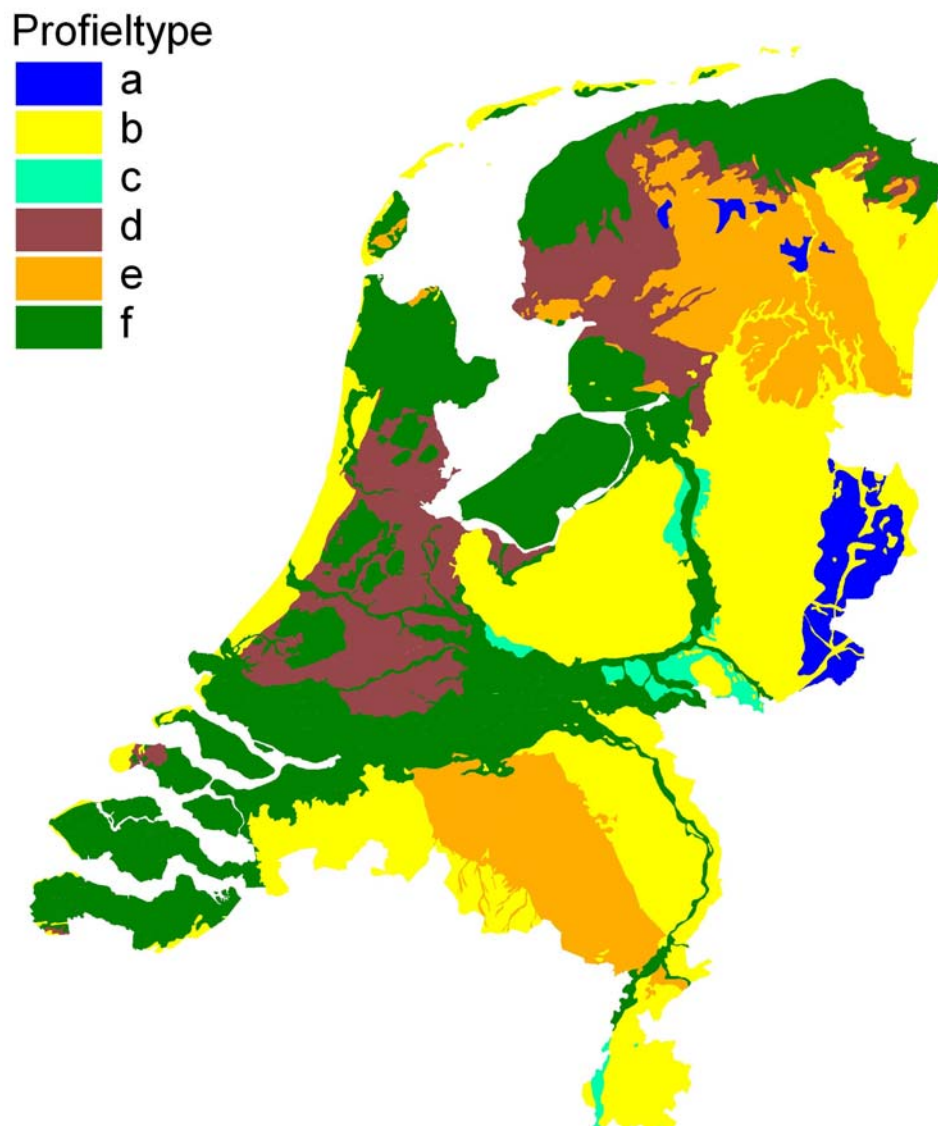
In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek besproken, uitgesplitst naar de directe waarnemingen aan de bodem en (grond)waterstanden, een beschrijving van het hydrologisch systeem en de onzekerheid en ruimtelijke variatie in grondwaterstromingspatronen en debieten naar de perceelsloten. In hoofdstuk 4 volgt een interpretatie van de resultaten waarin wordt beoordeeld of de proeflocatie Loon op Zand hydrologisch gezien binnen de normale variatie in profieltype 'e' valt en als representatief kan worden beschouwd.

Hoofdstuk 5 besluit met conclusies en aanbevelingen.

2 Proefopzet

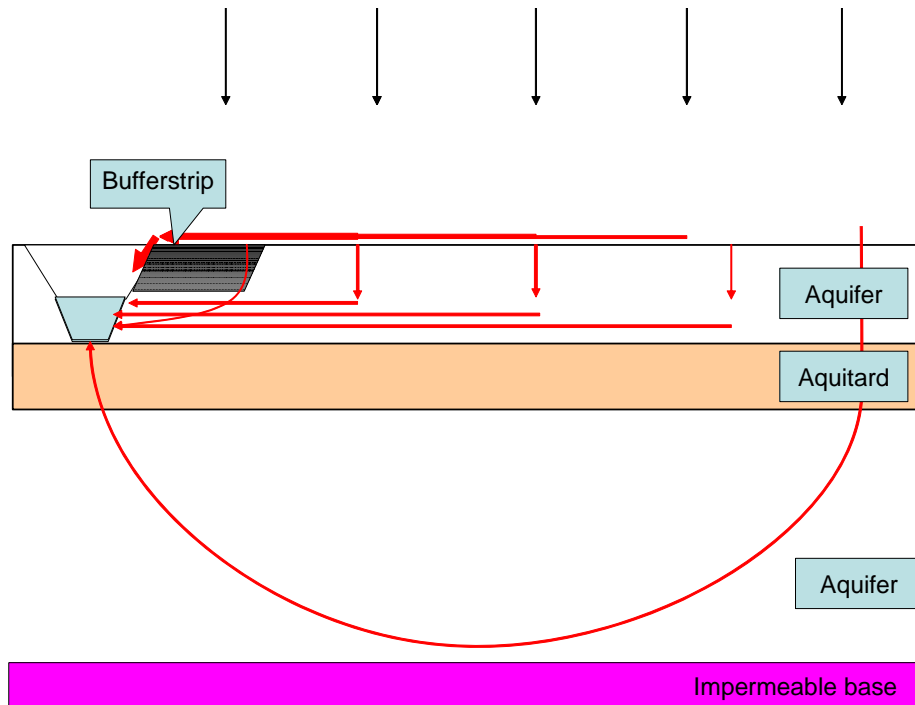
2.1 Keuze onderzoekslocaties voor bufferstrokenproject

De onderzoekslocatie Loon op Zand is één van de vijf locaties in Nederland waar onderzoek wordt gedaan naar de effecten van bemestingsvrije bufferstroken op de uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater. Deze locatie is representatief voor een deel van het zandgebied van Pleistoceen Nederland, namelijk voor die gebieden waar dicht onder de slootbodembodem een slecht doorlatende leem-, klei- of keileemlaag voorkomt. Deze gebieden treffen we vooral aan in Drenthe en de Centrale Slenk in Noord-Brabant (figuur 1, profieltype 'e').



Figuur 1
Schematisatie van de ondergrond in Nederland in zes profieltypen.

Ook buiten deze regio's kunnen deze ondiepe slecht doorlatende lagen voorkomen. Deze slecht doorlatende laag in combinatie met een geringe dikte van het daarboven gelegen zandpakket zorgt ervoor dat een deel van het neerslagoverschot boven de leemlaag wordt afgevoerd en een ander deel door de leemlaag via het daaronder gelegen watervoerende pakket tot afvoer komt (figuur 2).



Figuur 2
Geschematiseerde stromingssituatie bij profieltype 'e'.

Als de weerstand van de scheidende laag te groot is dan zal het totale neerslagoverschot via het freatische pakket worden afgevoerd, deze situatie treffen we aan in Winterswijk (bijlage 1, profieltype a). Is de weerstand heel gering of afwezig dan zal het neerslagoverschot via het onderliggende watervoerende pakket worden afgevoerd, deze situatie treffen we aan in Beltrum (bijlage 1, profieltype b). De overige profieltypen komen voor binnen het Holocene deel van Nederland.

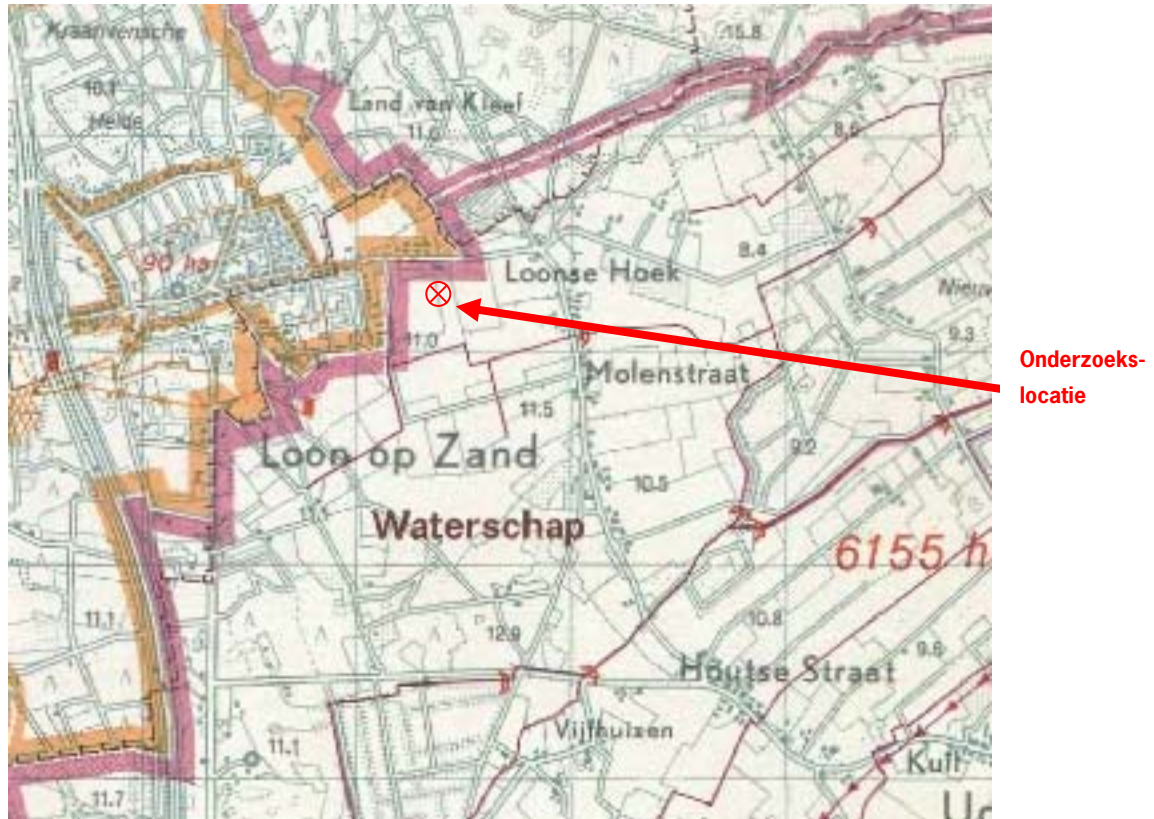
De locatie Loon op Zand is in kader van het bufferstrokenonderzoek gekozen als representant voor de situatie met een ondiepe slecht doorlatende laag. Het idee hierbij is dat een deel van het afvoerproces boven en een deel via de slecht doorlatende laag naar de sloot tot afvoer komt.

2.2 Hydrologische beschrijving locatie Loon op Zand

2.2.1 Waterstaatkundig

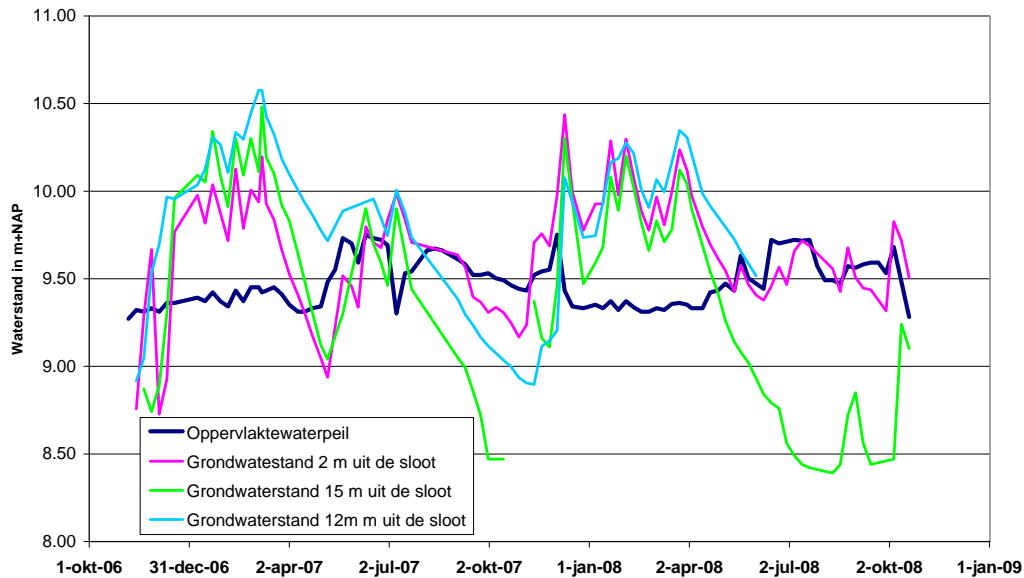
Locatie Loon op Zand ligt nabij de waterscheiding tussen waterschap Brabantse Delta en waterschap De Dommel. Het gebied watert af in oostelijke richting (figuur 3). Aan de Loonse Molenstraat bevindt zich een stuw in de Leij, deze stuw heeft een zomerpeil van 9,70 m + NAP en een winterpeil van 9,29 m + NAP

(mededeling Waterschap De Dommel). In de zijtak van de Leij, ten zuidwesten van de onderzoekslocatie, bevindt zich eveneens een stuw. Ter plaatse van de onderzoekslocatie wordt de oppervlaktewaterstand geregistreerd. In figuur 4 is het verloop van het peil weergegeven, evenals de grondwaterstanden van enkele grondwaterstandsbuizen geplaatst in het kader van het bufferstrokenonderzoek.



Figuur 3
Gedeelte van de waterstaatskaart (5^e editie).

Uit figuur 4 blijkt dat er een zomer- en winterpeil wordt gehandhaafd en dat het waterpeil in de zomer hoger is dan de grondwaterstand in het perceel, er vindt dus infiltratie vanuit de sloot naar de omgeving plaats. In de winter draineert de sloot. De sloot houdt de hele zomer water.



Figuur 4

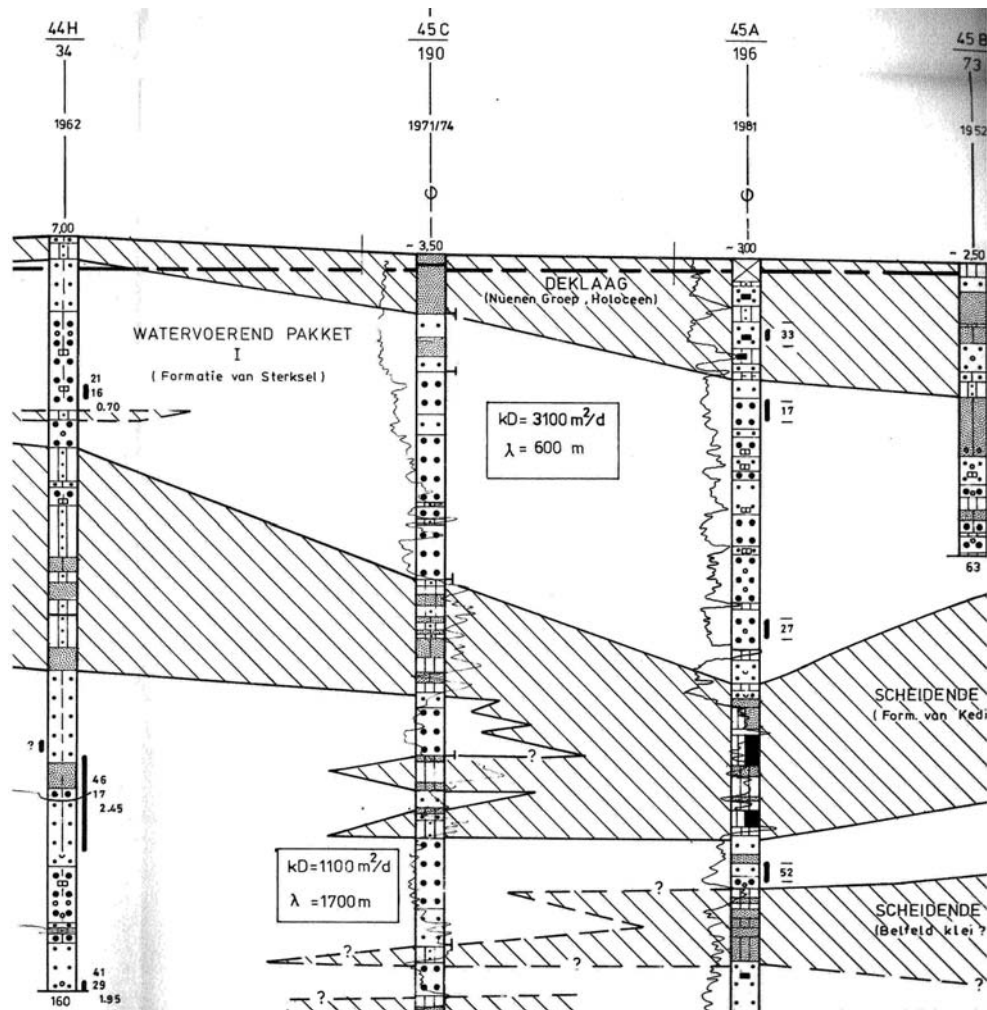
Oppervlaktewater en grondwaterpeil nabij de onderzoekslocatie.

2.2.2 Geohydrologie

De onderzoekslocatie Loon op Zand is geologisch gesitueerd tussen de Feldbiss en de Peelrandbreuk en ligt in de zogenaamde Centrale Slenk. Geohydrologisch is de ondergrond als volgt te schematiseren:

- deklaag (Nuenengroep);
- 1^e watervoerend pakket (Sterksel);
- 1^e Scheidende laag (Kedichem/Tegelen);
- daaronder komen meerdere watervoerende pakketten en scheidende lagen voor.

De geologische formaties zijn nog aangeduid met hun oude benamingen. Volgens de nieuwe lithostratigrafische indeling van afzettingen uit het Tertiair en Kwartair behoort de Nuenengroep tot de Formatie van Boxtel en zijn de formaties van Kedichem en Tegelen vervangen door de Waalre-formatie. De naamgeving van de formatie van Sterksel is ongewijzigd. In dit rapport wordt nog gebruik gemaakt van de oude benamingen. Aan de grondwaterkaart van Nederland (Lekahena, 1983) zijn gegevens ontleend over de opbouw van de diepere ondergrond. In figuur 5 is een west-oost raai ten noorden van de locatie weergegeven, boring 44H-34 ligt relatief dicht (4 km) bij de onderzoekslocatie.



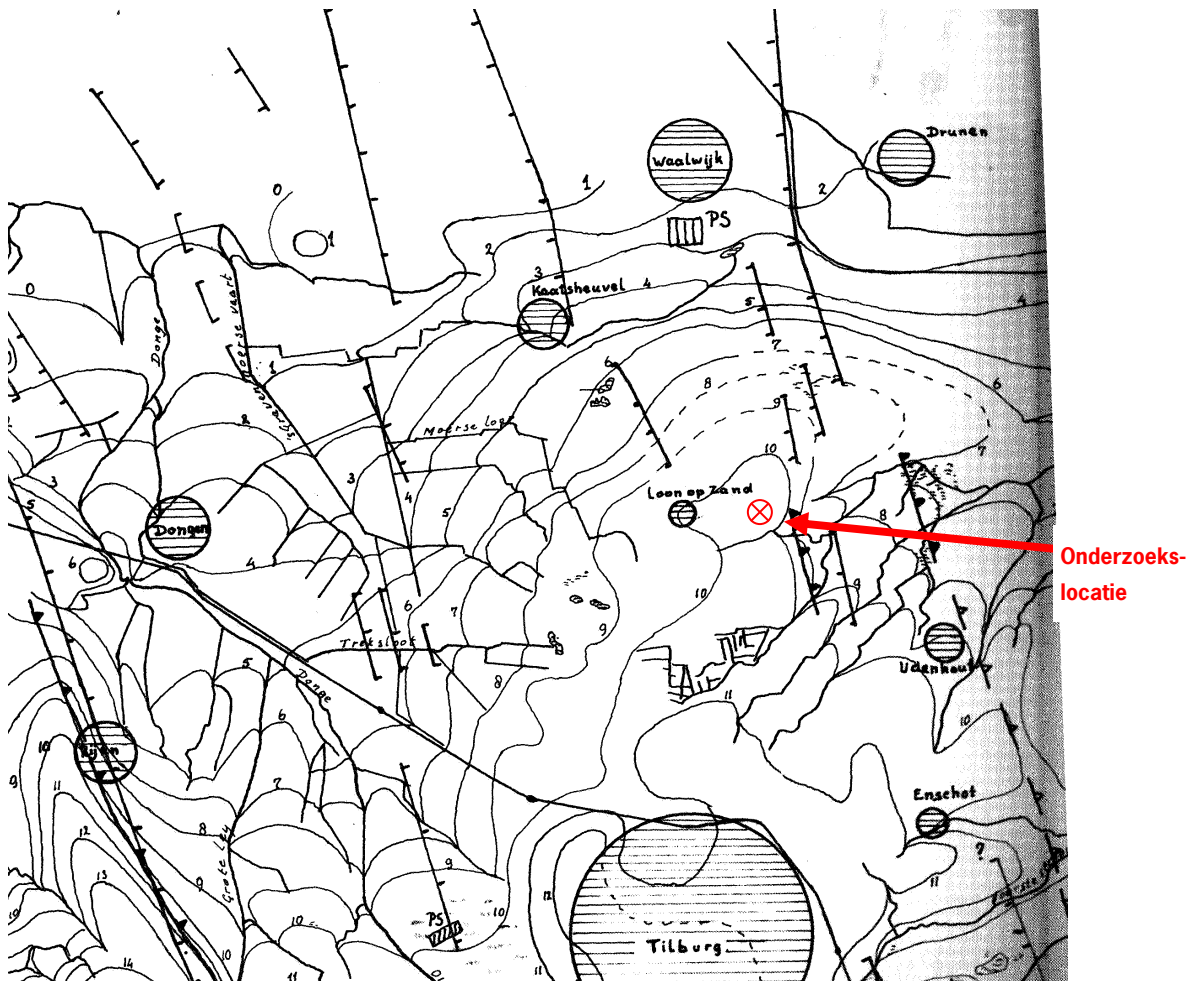
Figuur 5
West-oost raai ten noorden van de onderzoekslocatie.

De ondergrond te Loon op Zand is opgebouwd uit een 5-10 m dikke laag behorende tot de Nuenengroep, met daaronder een goed doorlatend watervoerend pakket met een dikte van ca. 45 m en een doorlaatvermogen (kD) van 1000-1500 m²/dag. De Nuenengroep kan bestaan uit fijnzandige en grofzandige afzettingen met leemlagen. Het freatisch pakket en de onderliggende leemlaag te Loon op Zand behoren dus tot de Nuenengroep.

2.2.3 Isohypsens omgeving Loon op Zand

Uit de isohypsensbeelden van het grondwater is de stromingsrichting van het grondwater in de watervoerende pakketten, maar ook de stromingsrichting tussen de watervoerende pakketten (kwel of wegzijging) af te leiden.

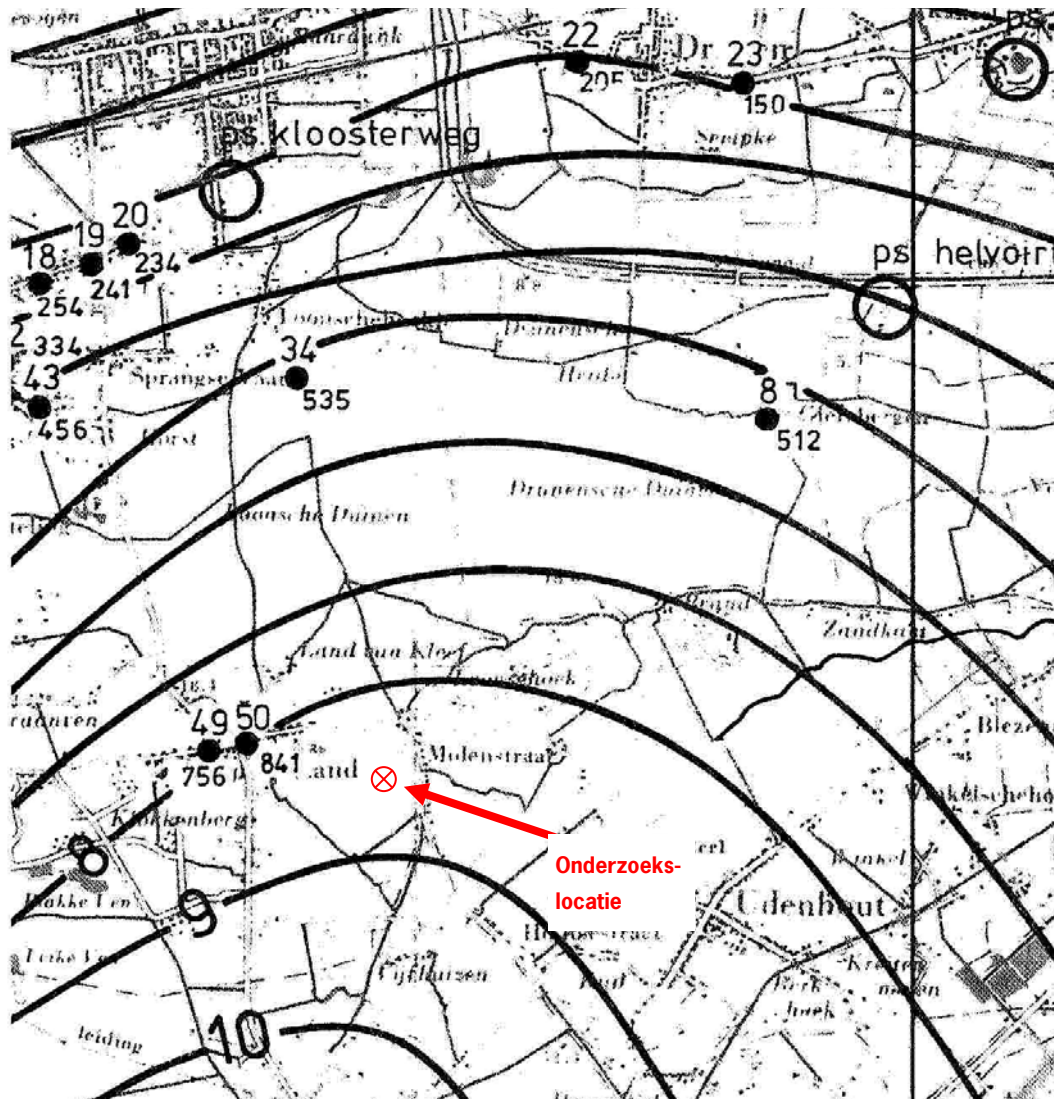
Door Bon (1974) is voor de wintersituatie een isohypsenbeeld gemaakt van het freatisch vlak (figuur 6). Uit deze kaart blijkt dat de freatische grondwaterstand te Loon op Zand boven 10.00 m + NAP stijgt in de winter.



Figuur 6
Winter-isohypsenkaart Midden Noord-Brabant (Bon, 1974).

Uit figuur 6 blijkt verder dat de locatie ongeveer op de waterscheiding is gesitueerd. De Leij is zichtbaar en drainerend volgens dit kaartje. Bon meldt dat door beekverbeteringen, ca. 1970, vooral in het westelijk deel van waterschap De Zandleij de beken sterk zijn verdiept tot beneden de lemige fijnzandige toplagen, waardoor het vroeger natte gebied aanmerkelijk beter is ontwaterd.

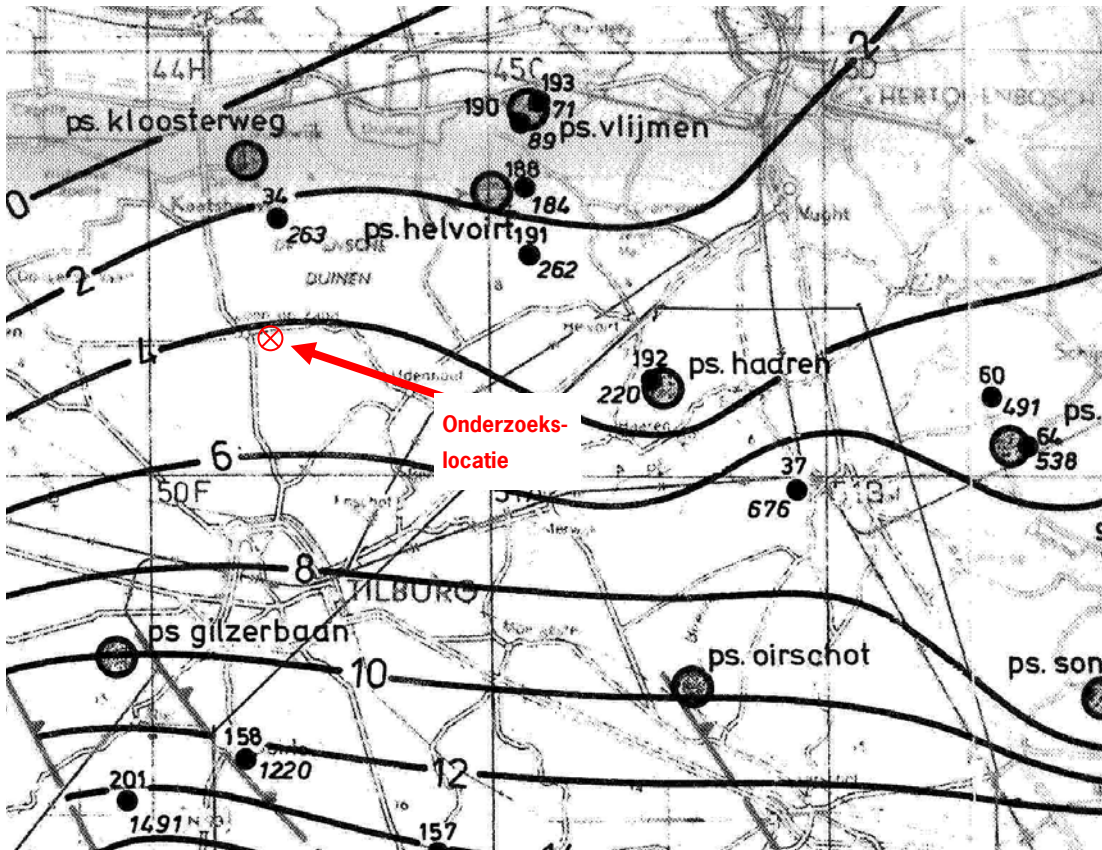
Voor de isohypsen van het grondwater in het 1^e watervoerend pakket is een isohypsenkaart bij de grondwaterkaart beschikbaar van 28-4-1979 (figuur 7). Voor Loon op Zand ligt dit pakket onder de leemlaag.



Figuur 7
Isohypsen 1^e watervoerende pakket d.d. 28-4-1979.

De stromingsrichting in het 1^e watervoerende pakket is in noord-noordoostelijke richting gericht. De pompstations hebben weinig effect op het isohypsenbeeld, dit komt omdat deze winningen plaatsvinden in diepere watervoerende pakketten. De stijghoogte ter plaatse van onderzoekslocatie is ca. 8,50 m + NAP. Dit geeft aan dat de onderzoekslocatie in een wegzijgingsgebied ligt, in de winter is de grondwaterstand ca. 10,00 m + NAP (figuur 6).

Naast het isohypsenbeeld van het 1^e watervoerende pakket geeft de grondwaterkaart nog een isohypsenbeeld van het 3^e watervoerende pakket (figuur 8). Dit isohypsenbeeld wordt wel beïnvloed door de aanwezige drinkwateronttrekkingen. De stroming is eveneens in noordelijke richting gericht. De stijghoogte ter plaatse van de onderzoekslocatie bedraagt ca. 4 m + NAP en is daarmee ca. 6 m lager dan de freatische grondwaterstand in de winter en ca. 4,5 m lager dan in het 1^e watervoerende pakket.

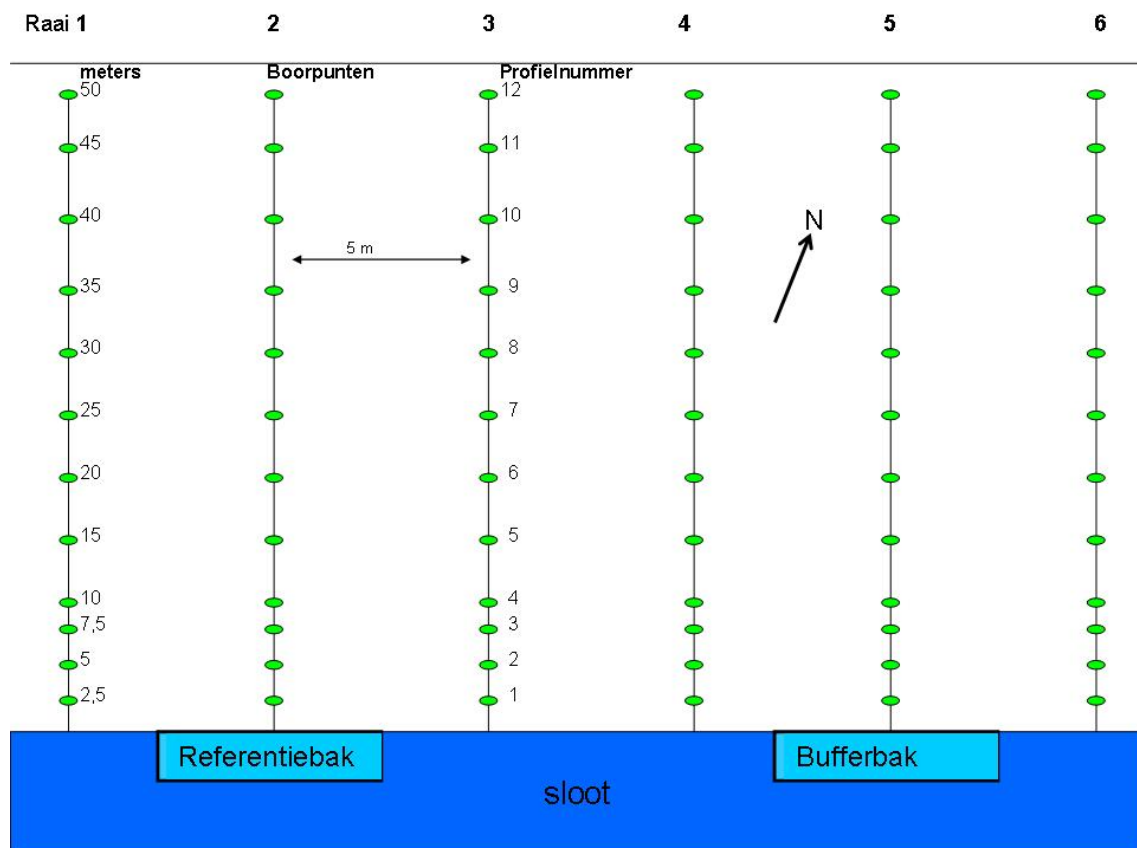


Figuur 8
Isohypsen & watervoerende pakket.

Concluderend kunnen we stellen dat de onderzoekslocatie is gesitueerd in een wegzijgingsgebied. Dit zegt echter nog niet of er veel water wegzijgt naar de ondergrond, dit wordt mede bepaald door de weerstand van de scheidende lagen.

2.3 Veldonderzoek

Op de onderzoekslocatie Loon op Zand zijn zes parallelle raaien aangelegd loodrecht op de sloot, waarin de buffer- en referentiebak is geplaatst (figuur 9). De onderlinge afstand tussen de raaien is 5 m. Raai 2 ligt ter hoogte van het midden van de referentiebak en raai 5 ligt ter hoogte van de bufferbak. In elke raai is op afstanden van 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 en 50 meter vanuit de sloot een waarnemingspunt uitgezet. In totaal 72 punten.



Figuur 9

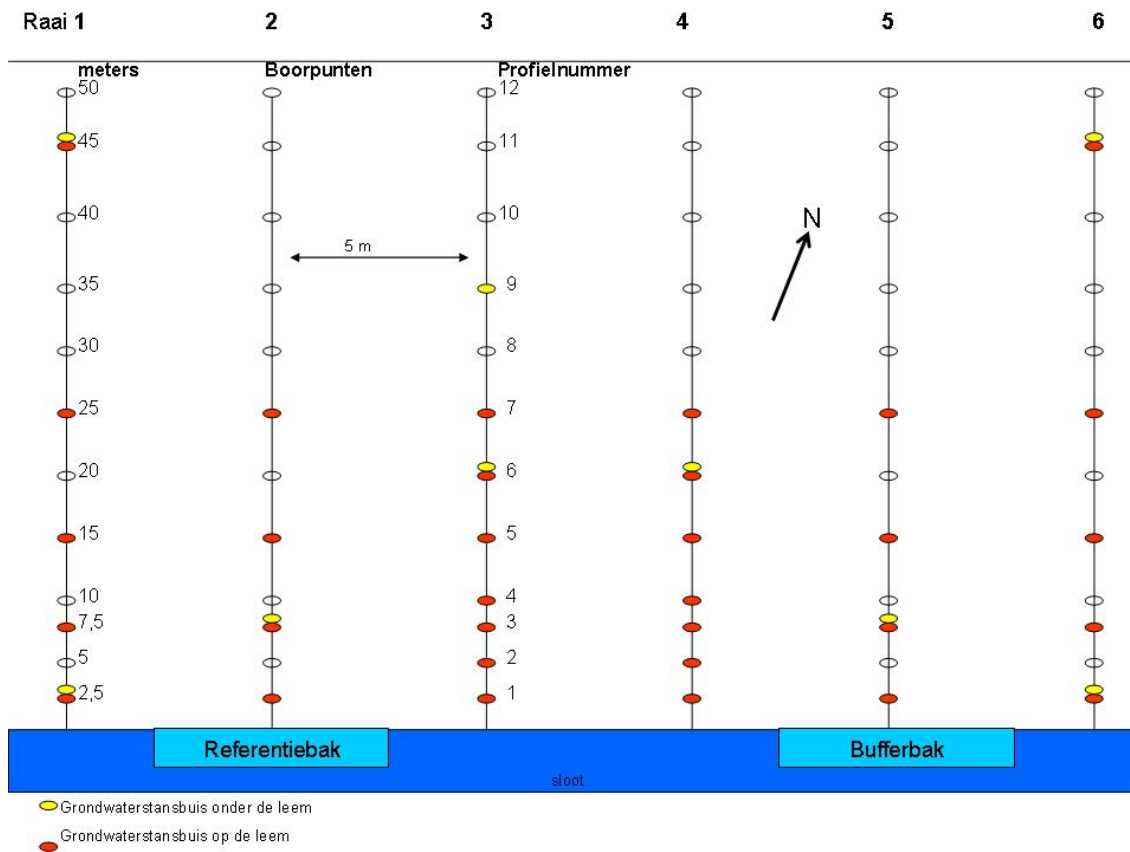
Ligging van de raaien met boorpunten t.o.v. de bakken in Loon op Zand.

Op alle 72 punten is:

- In november 2007 een profielbeschrijving gemaakt tot op de leemlaag. De profielen zijn per raai genummerd van 1 t/m 12. Profiel 1 ligt 2,5 m en profiel 12 ligt 50 m uit de sloot. Bij alle boorpunten (figuur 9) is een profielbeschrijving gemaakt volgens de Handleiding bodemgeografisch onderzoek (Ten Cate, 1995). De complete set profielbeschrijvingen staan in bijlage 2. De boorgaten zijn open blijven liggen.
- Na een periode met veel neerslag (1-10 december 83,2 mm) zijn op 11 december 2007 alle boorgaten schoon gemaakt (leeggepompt en is ingelopen materiaal er uitgezogen) om een betrouwbare grondwaterstand te kunnen meten. Op 12 en 13 december 2007 is in alle boorgaten de waterstand gemeten.
- In de periode 13 t/m 18 december zijn de profielen verder beschreven tot ca. 3 m diepte t.o.v. maaiveld. Dit is uitgevoerd met de steekboor met een diameter van ca. 2 cm. Overal is door de leemlaag geboord tot zand is aangetroffen.
- Omdat de gaten door de leemlaag erg klein zijn bestaat het risico van dichtlopen met zand en leem waardoor de waterstand in het boorgat niet de grondwaterstand weergeeft. Daarom zijn op 19 december de boorgaten schoongemaakt met de zuigerboor (diameter 4 cm).
- Op 20 december 2007 is op alle punten de grondwaterstand en de maaiveldhoogte t.o.v. NAP gemeten.

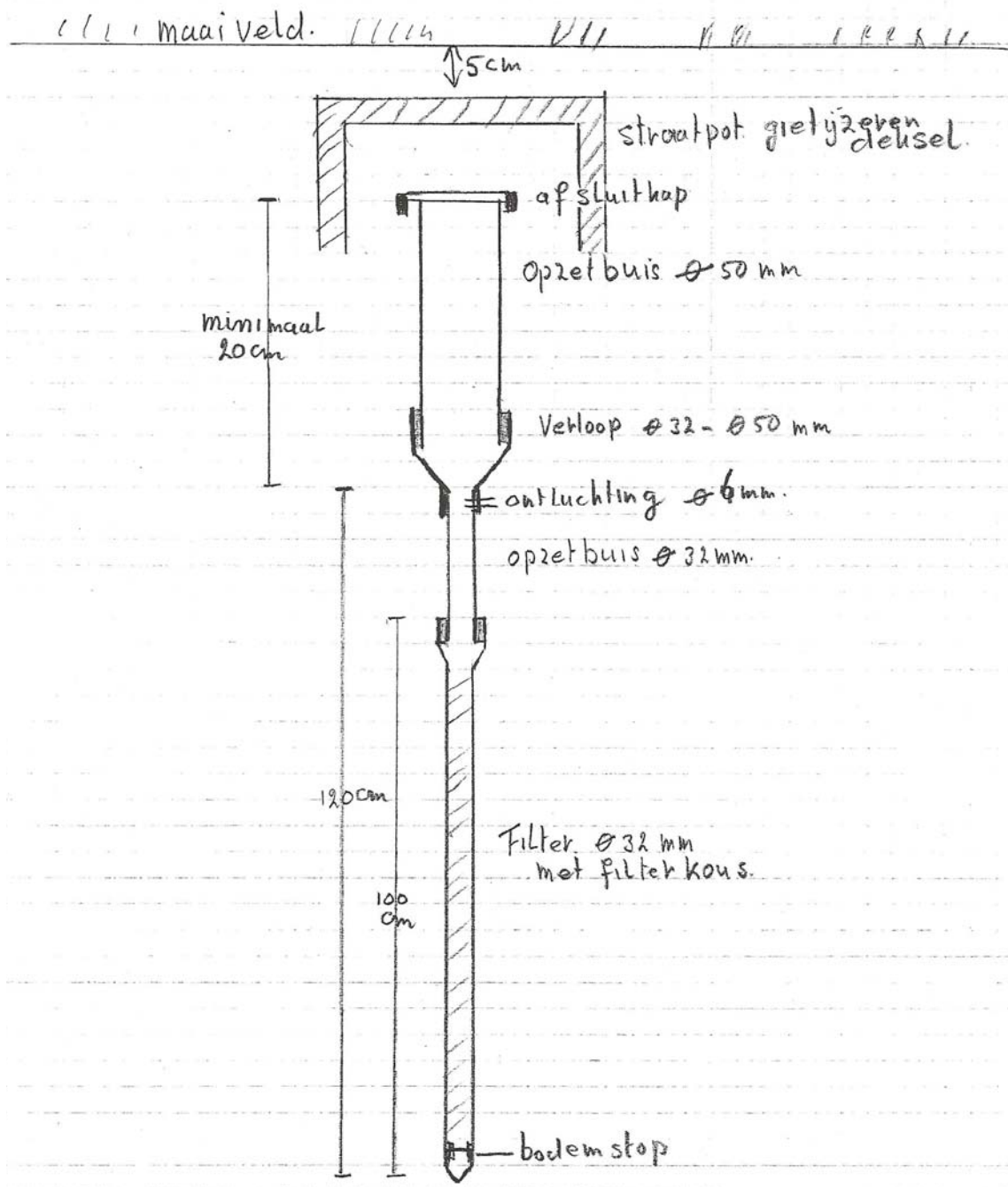
Met de profielgegevens en de grondwaterstandmetingen in de boorgaten is het grondwatermeetplan opgesteld. In 32 boorgaten is een grondwaterstandbuis geplaatst (figuur 10) met de onderkant van het filter op de bovenkant van de leemlaag. Het filter is 1 m lang. Het boorgat is tot aan de bovenkant van de leemlaag opgevuld met een afdichtende zwelklei en daarna is de buis geplaatst.

Op acht plekken is in de raai, 75 cm naast de grondwaterstandbuis met het filter op de leem, een grondwaterstandbuis geplaatst met het filter in het zand onder de leemlaag. Op één plek is later nog een buis met het filter onder de leem geplaatst (figuur 10). Het filter is 50 cm lang. Op het niveau van de leemlaag is een af dichtende zwelklei aangebracht.



Figuur 10
Ligging van de raaien met boorpunten en geplaatste grondwaterstandbuizen.

De bovenkant van de grondwaterstandbuis ligt ca. 5 cm onder het maaiveld in een straatpot. Dit voorkomt beschadigen bij o.a. mesten en maaien. In alle grondwaterstandbuizen zijn datarecorders geplaatst, die de waterstand met een interval van 1 uur registreren. De automatische grondwaterstandmetingen zijn op 6 februari 2008 gestart. In de buis die later is bijgeplaatst, zijn de metingen gestart op 7 mei 2008. In figuur 11 is de inrichting van de meetlocatie schematisch weergegeven.



Figuur 11

Inrichting meetlocatie voor diepe en ondiepe grondwaterstanden.

De grondwaterstandbuizen die door de leemlaag steken zijn ter hoogte van de leemlaag opgevuld met bentoniet om kortsluitstroming te voorkomen.

In de buizen zijn capacatieve datarecorders geplaatst. Deze datarecorder heeft een elektrode die bestaat uit een kabel en deze kabel is in principe een plaat van een condensator. De omgeving vormt de tweede plaat van de condensator. De elektrode die in de vloeistof (grondwater) zit, vormt het contact met het water. De lengte van de kabel in het grondwater is rechtevenredig met het peil van het grondwater. Bij een capacatieve datarecorder wordt dus de kabellengte onder water omgezet in een elektrisch signaal. De grootte van het elektrisch signaal is evenredig met de waterstand langs de kabel. Dit signaal kan worden omgerekend naar een stijghoogte in m + NAP.

2.4 Onzekerheidsanalyse

Een onzekerheidsanalyse over het toestromingspatroon naar de opvangbakken in de sloot voor geohydrotype 'e' is uitgevoerd met behulp van geostatistische simulaties. Op basis van het ruimtelijk beeld van het grondwater-niveau is het stromingspatroon gemodelleerd, waarbij de stroming optreedt in de richting van het grootste grondwaterstandverval. Het ruimtelijk grondwaterstandspatroon is geschat op basis van GHG-opnamen of gemeten grondwaterstanden. Het perceelsdekkende ruimtelijk grondwaterstandspatroon tussen de opnamelocaties is geschat met geostatistische interpolatietechnieken (Goovaerts, 1997), omdat het hiermee mogelijk is rekening te houden met onzekerheden over het grondwater-niveau. De onzekerheden over het voorspelde grondwater-niveau verder van een opnamelocatie zijn normaal gesproken groter dan dicht bij een opnamelocatie. Deze ruimtelijke verschillen in de onzekerheid over het grondwater-niveau bepalen welke stromingspatronen binnen het perceel kunnen optreden. De verschillende mogelijke stromingspatronen bepalen daardoor welk gebied afwatert naar een specifiek segment van de perceelssloot en hoeveel water er uiteindelijk in een opvangbak terecht komt.

2.4.1 Onderzoekspcelen

Landsdekkend is voor geohydrotype 'e' een inventarisatie van digitaal beschikbare grondwaterstandsmetingen en opnamen van de grondwatertrap gemaakt. Om op perceelsniveau het natuurlijk stromingspatroon over de aanwezige (kei)leemlaag naar de afwaterende sloot of sloten in beeld te brengen is per perceel gezocht naar ten minste tien opnamelocaties. Binnen profieltype 'e' bleken slecht twee percelen zonder buisdrainage het gewenste aantal opnamelocaties te bevatten: de hier beschreven proefopstelling in Loon op Zand en een perceelskartering van de bodem- en grondwatersituatie nabij Donderen in Drenthe (Makken en Rutten, 1985) waarbij op elke 50 m profielbeschrijvingen zijn gemaakt. Het perceel in Donderen is een licht hellend perceel dat aan de zuidwestzijde wordt begrensd door een sloot. In de ondergrond is tijdens de bodemkartering in een beperkt aantal boringen keileem binnen 1,2 m aangetroffen. Onduidelijk is of het om een aaneengesloten keileem-pakket gaat.

In Loon op Zand in Brabant zijn schattingen van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand uit profielkenmerken aanwezig, maar ook gemeten grondwaterstanden in boorgaten en peilbuizen. In Drenthe zijn alleen schattingen van de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) uit profielkenmerken aanwezig. Voor deze beide percelen is een inschatting van de onzekerheden over het toestromingspatroon gemaakt op basis van een ruimtelijk beeld van het grondwater-niveau op dagbasis of op basis van GHG.

2.4.2 Interpolatie methoden

De voorspelde ruimtelijke patronen van het grondwaterniveau worden geschat op basis van de opnamen van GHG of grondwaterstand, maar ook op basis van de afstand tot de sloot en de maaiveldhoogte of plaats binnen het perceel. Alle opnamen van de GHG of grondwaterstand zijn allereerst gebruikt om het grootschalig ruimtelijk patroon afhankelijk van de afstand tot de sloot, de maaiveldhoogte en de plaats in het perceel te schatten. Fijnschalige afwijkingen t.o.v. het grootschalig patroon, ook wel trend genoemd, zijn daarna geschat op basis van de GHG of grondwaterstand op de dichtstbijzijnde opnamelocaties. De trend wordt geschat met gebiedsdekkende informatie zoals de afstand tot de sloot, de maaiveldhoogte en de X- en Y-coördinaat. De fijnst beschikbare resolutie met maaiveldhoogte-informatie is een raster met cellen van 5 x 5 meter. De coördinaten en afstand tot de sloot zijn op een resolutie van 1 x 1 meter vastgesteld. Het trendmodel met maximaal drie predictoren dat de nauwkeurigste schattingen levert wordt gebruikt voor de gebiedsdekkende voorspellingen. De predictoren uit de trendmodellen voor de grondwaterstand op 13 december 2007, op 10 april 2008 en de GHG voor Loon op Zand en het trendmodel voor GHG in Donderen in Drenthe staan in tabel 1.

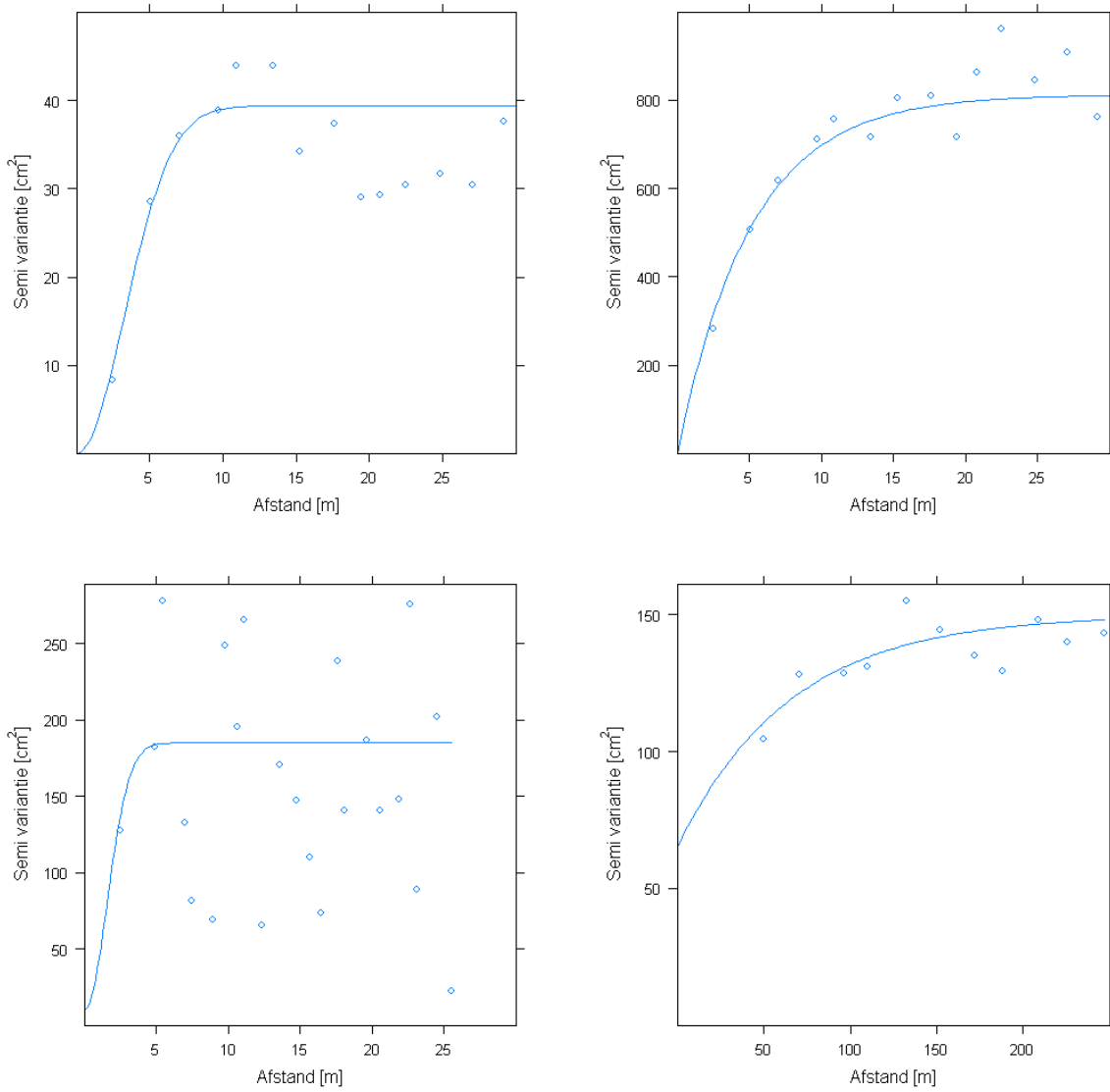
Tabel 1

Toegepaste predictoren in de trendmodellen voor GHG of grondwaterstand.

Loon op Zand	X-coördinaat	Y-coördinaat	Slootafstand	Maaiveldhoogte
GHG	Niet	Niet	Wel	Niet
GWS 13 dec.	Niet	Niet	Wel	Niet
GWS 10 apr.	Wel	Wel	Wel	Niet
Donderen				
GHG	Wel	Wel	Niet	Wel

Ook wordt gemodelleerd hoe de GHG of grondwaterstand op een opnamelocatie afwijkt van de voorspelling met het trendmodel. In deze studie worden de coëfficiënten van het trendmodel geschat gebruikmakend van het gefitte semi-variogram model dat de ruimtelijke correlatie beschrijft. De gefitte semi-variogram modellen en experimentele semi-varianties waarop de modellen zijn gefit zijn weergegeven in figuur 12.

Daarna is met het pakket Gstat (Pebesma en Wesseling, 1998) gebruikmakend van universal kriging (Goovaerts, 1997) voor het perceel de gemiddelde GHG of grondwaterstand in een rastercel geïnterpoleerd. De onzekerheid over het afwateringspatroon wordt ingeschat op basis van 100 sequentiële Gaussische simulaties van het mogelijk ruimtelijk grondwaterstandspatroom (Pebesma en Heuvelink, 2001).



Figuur 12

Semi-variogrammodellen voor de GHG in Loon op Zand (Gaussisch model, linksboven) en in Donderen (exponentieel model, rechtsonder) en voor het grondwaterniveau op 13 december 2007 (exponentieel model, rechtsboven) en op 10 april (Gaussisch model, linksonder) in Loon op Zand.

2.4.3 Modelleren van de grondwaterstroming

Voor alle 100 mogelijke ruimtelijk patronen van het grondwatervniveau of GHG die met sequentiële Gaussische simulaties (Pebesma en Heuvelink, 2001) zijn berekend, is op celbasis de stromingsrichting met het grootste grondwaterstandsverval berekend. Vanuit elke cel stroomt het water uitsluitend naar die aangrenzende cel waar het grondwatervniveau het laagst is. En vanuit die cel weer verder naar de volgende aangrenzende cel met de laagste grondwaterstand totdat de stroming uiteindelijk de perceelssloot bereikt. In de perceelssloot zijn op verschillende plekken virtuele bakken van 5 meter breed gesitueerd waarin wordt geteld hoeveel cellen op de betreffende bak afwateren. De virtuele bakken vertonen geen onderlinge overlap en alleen de stroming naar de sloot en niet die parallel aan de sloot wordt meegeteld. Het aantal cellen dat op een bak afwatert wordt met behulp van de cel grootte omgerekend naar een afwaterend oppervlak. Voor beide percelen en elk van de virtuele opvangbakken wordt een frequentieverdeling gemaakt van de 100 realisaties versus het afwaterend oppervlak. Dat gebeurt in Loon op Zand voor het ruimtelijke patroon van de GHG, het grondwatervniveau op 13 december 2007 en het grondwatervniveau op 10 april 2008 en voor Donderen alleen voor het ruimtelijke patroon van de GHG. Voor elke virtuele opvangbak is uit de frequentieverdeling te schatten wat de kans is dat een bepaald afwaterend oppervlak in de bak uitstroomt in een GHG-situatie of op een bepaalde dag.

3 Resultaten

3.1 Bodemprofiel en grondwaterstanden

3.1.1 Geologie

De afzettingen die we in het proefgebied vinden behoren tot de Nuenengroep (Formatie van Boxtel). De afzettingen van deze formatie zijn in het Weichselien gevormd. Het Weichselien kent drie perioden, het Vroegglaciaal, Pleniglaciaal en Laatglaciaal. In het Pleniglaciaal zijn leemarme, matig fijne zanden afgezet met daartussen zeer fijnzandige leemlagen, de zogenoemde lössleem of Brabantse leem. In de omgeving van Kaatsheuvel en Udenhout komt deze leem ondiep in het profiel voor. Door vorstwerking is de bovenlaag van de Pleniglaciale afzettingen vaak sterk verwrongen. Deze kryoturbate vervormingen hebben over een diepte van 0,5 meter en soms tot meer dan 1 meter plaatsgevonden.

Aan het einde van het Pleniglaciaal werd het klimaat droger en zijn de oude dekzanden afgezet. In het proefgebied is op een aantal plaatsen een grindlaagje (Laag van Beuningen) aangetroffen. Dit is een gidslaag op de overgang van oud naar jonger dekzand. Het jonger dekzand (Laatglaciaal) ligt aan de oppervlakte (Stichting voor Bodemkartering, 1990). De lössleem of Brabantse leem behoort tot het Laagpakket van Liempde en de dekzanden tot het Laagpakket van Wierden.

3.1.2 Bodemprofiel

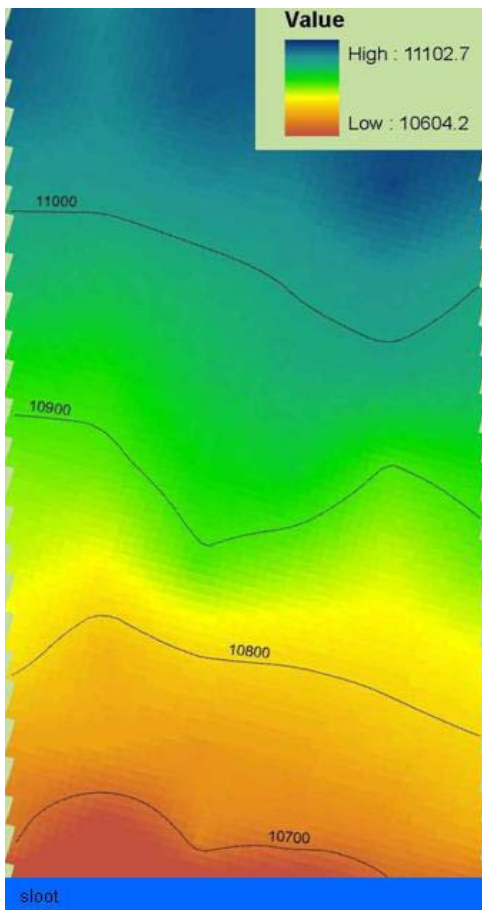
Hoogteligging proefveld

Per waarnemingspunt is de hoogte van het maaiveld t.o.v. NAP gemeten. Het proefveld heeft een ronde ligging. Bij de sloot is het proefveld het laagst en op 50 m vanaf de sloot het hoogst. Het hoogteverloop is weergegeven met het AHN (tabel 2, figuur 13). Het grootste hoogteverschil is ca. 50 cm.

Tabel 2

Maaiveldhoogte t.o.v. NAP van de 72 waarnemingspunten.

Meters uit sloot	Raai					
	1	2	3	4	5	6
2.5	10.608	10.604	10.625	10.612	10.697	10.704
5	10.712	10.604	10.723	10.722	10.730	10.762
7.5	10.721	10.698	10.736	10.733	10.748	10.787
10	10.745	10.749	10.737	10.753	10.781	10.797
15	10.816	10.768	10.802	10.808	10.817	10.837
20	10.853	10.833	10.897	10.877	10.853	10.887
25	10.877	10.887	10.925	10.943	10.897	10.920
30	10.916	10.915	10.959	10.985	10.993	10.984
35	10.976	10.964	10.983	11.003	11.017	11.000
40	11.007	11.012	11.027	11.033	11.082	11.052
45	11.053	11.032	11.068	11.063	11.077	11.105
50	11.074	11.032	11.075	11.067	11.057	11.089



Figuur 13

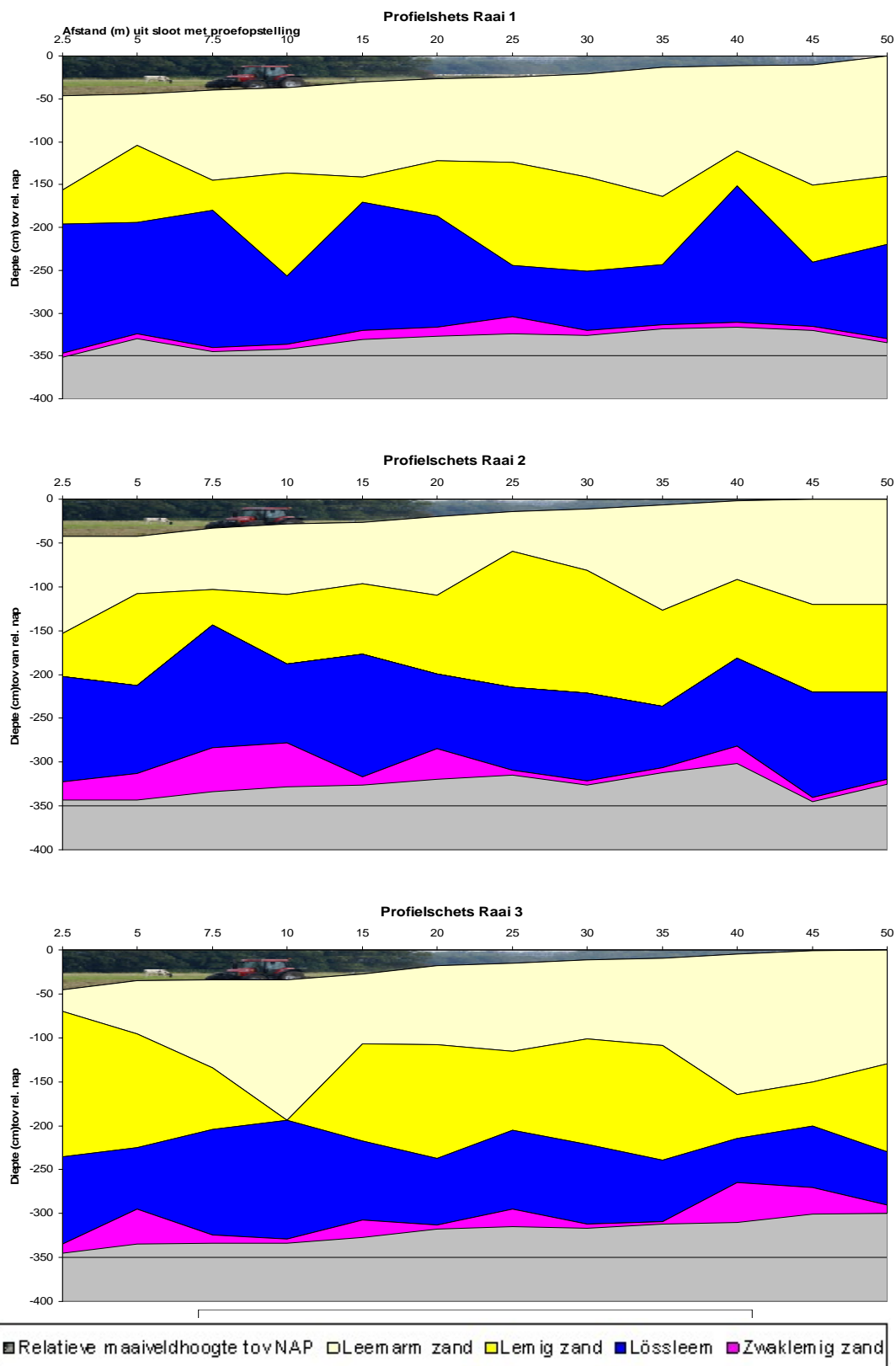
Hoogteligging proefgebied ten opzichte van NAP (mm).

Profielbeschrijvingen

De profielen zijn tot 3 m onder maaiveld beschreven (bijlage 2). Bij de punten waarbij de zandige leem tot > 3 m voorkwam is geboord tot zand bereikt was. De profielopbouw is schematisch weergegeven (figuur 14 en figuur 15). Onderscheiden zijn:

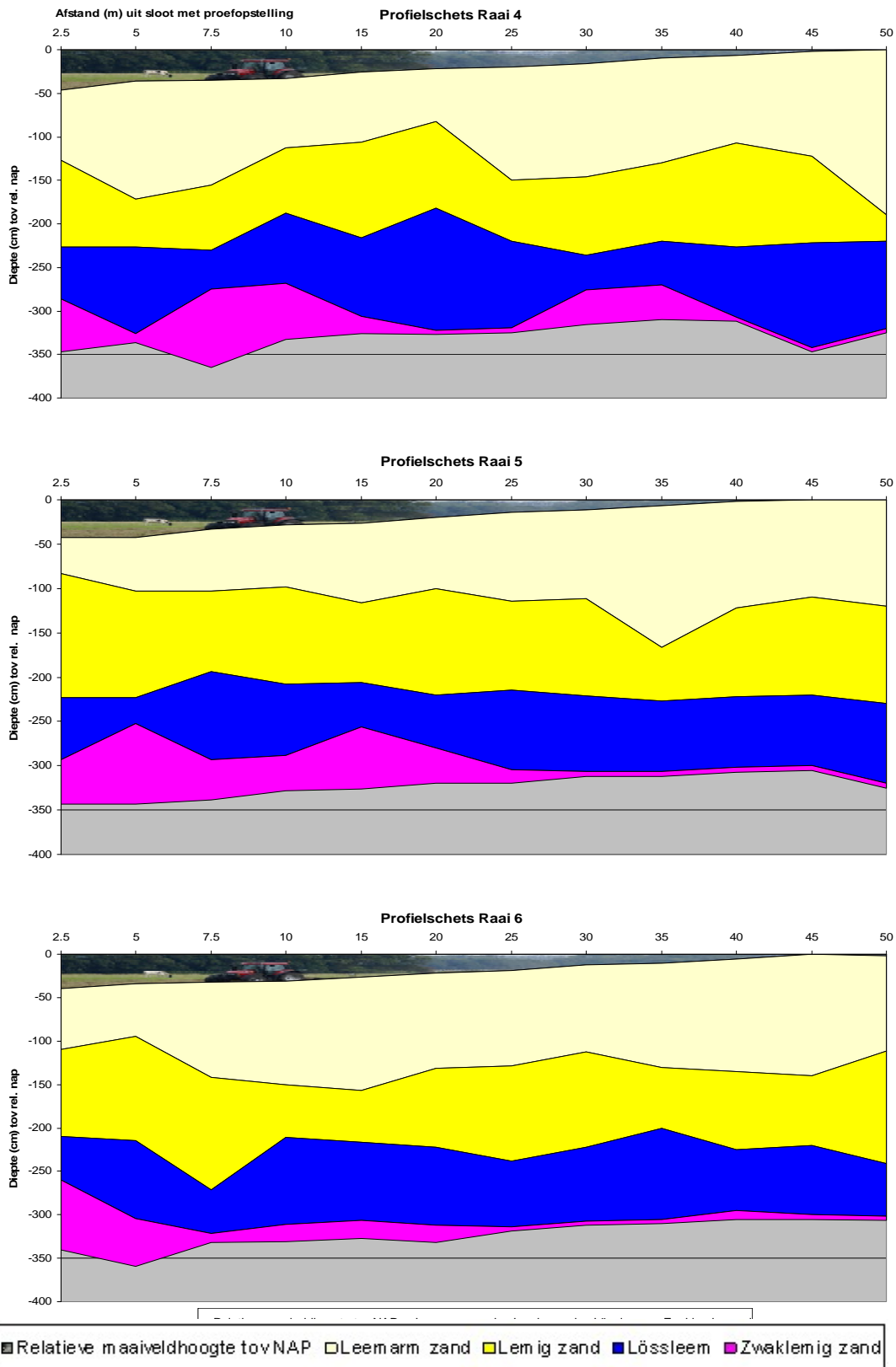
- Leemarm zand (jong dekzand). Dit zand heeft 0 - 10 % leem en een M50 van ca. 160. De bouwvoor, esdekken en inspoelingshorizonten die hierin ontwikkeld zijn, zijn niet aangegeven in figuur 14 en figuur 15.
- Lemig zand (oud dekzand). Dit is zand met een leemgehalte van 10 tot 50% en een M50 van 130 - 145 mu.
- Zandig leem (lössleem). Dit is eolische leem met een leemgehalte van 50 - 60% en een M50 van 90 mu.
- Zand. Dit zwaklemig zand heeft soms dunne laagjes lemig zand. Het is materiaal dat onder de lössleem voorkomt.

Van elke raai is een dwarsdoorsnede geschetst. De lagen met lemig zand en lössleem wisselen op 5 m afstand sterk in dikte. Ook de begin- en einddiepten van de zandige leem variëren. De grens tussen jong dekzand en oud dekzand is een scherpe overgang van leemarm zand naar lemig zand. Ook is het een scherpe overgang van matig fijn zand (M50 = 150 - 210 mu) naar zeer fijn zand (M50 = 105 - 210 mu). Het oud dekzand is gelaagd en het leemgehalte ligt bij de meeste boorpunten tussen ca. 20 - 40%. De overgang van oud dekzand naar de lössleem is scherp. De lössleem bestaat uit uiterst fijn zand (M50 = 50 - 105 mu) met een leemgehalte van 50 - 60%.



Figuur 14

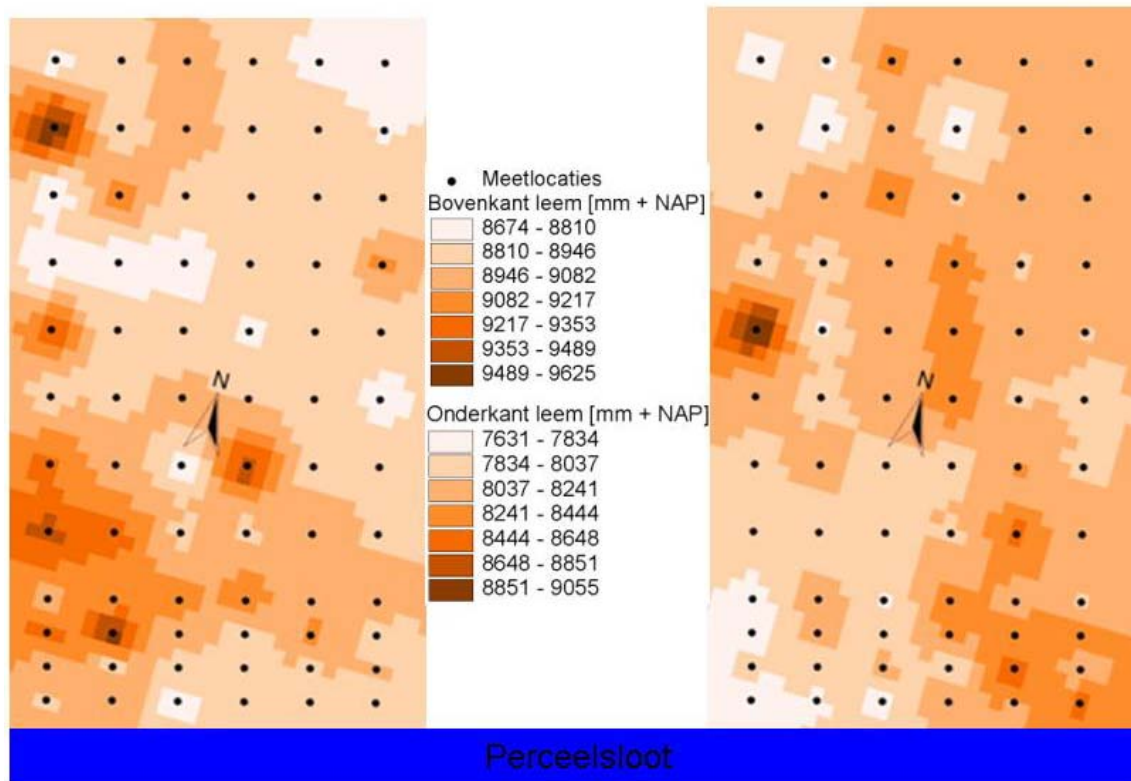
Dwarsdoorsnede van het bodemprofiel van de raaien 1 t/m 3.



Figuur 15
Dwarsdoorsnede van het bodemprofiel van de raaien 4 t/m 6.

Lössleemlaag

Per waarnemingspunt zijn ten opzichte van NAP de begin- en einddiepte van de lössleem weergegeven (figuur 16). De lössleemlaag is gemiddeld 90 cm dik. Ze varieert in dikte tussen 40 - 160 cm. De bovenkant van de lössleem is stug met roest of iets zacht en gaat dieper in het profiel over in blauwe en vrij zachte tot slappe leem. De begindiepte en einddiepte van de zandige leem varieert op korte afstand.

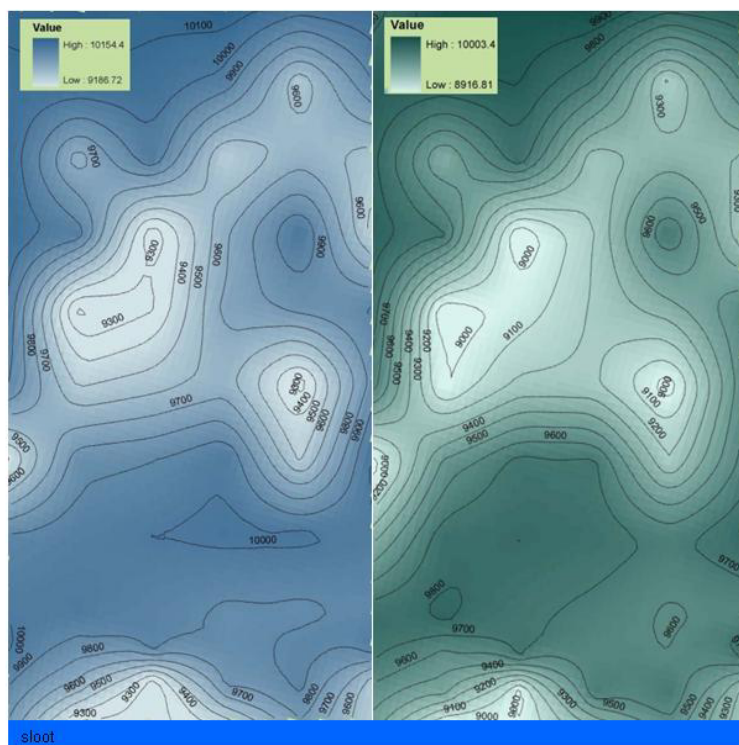


Figuur 16

Begindiepte (links) en einddiepte (rechts) van de lössleemlaag t.o.v. NAP (mm).

3.2 Grondwaterstanden

Na een periode met veel neerslag is op 13 december 2007 de waterstand gemeten in de boorgaten die tot op de leemlaag waren uitgeboord. Er zijn grote verschillen in grondwaterstanden die zijn weergegeven met contourlijnen (figuur 17). Vooral in het midden van het proefveld waren de grondwaterstanden lager. Op 13 december waren de hoogste en laagste stand respectievelijk 70 en 176 cm - mv. Op 20 december 2007 is de waterstand in de boorgaten gemeten die door de lössleem tot in de zandlaag waren geboord. De hoogste waterstand was 92 cm - mv. en de laagste was 208 cm - mv. De laagste waterstanden komen in het midden van het proefveld voor. Onduidelijk is hierbij of de stijghoogte boven of onder de leemlaag wordt gemeten.



Figuur 17

Grondwaterniveau op 13 december en 20 december 2007 (respectievelijk blauw en groen) weergegeven met contourlijnen t.o.v. NAP (mm).

3.3 Analyse grondwaterstanden

De datarecorders zijn gedurende het onderzoek zo ingesteld dat elk uur een meting wordt gedaan. De metingen zijn omgerekend naar stijghoogten t.o.v. NAP. De meetgegevens kunnen op verschillende manieren worden geanalyseerd, nl.:

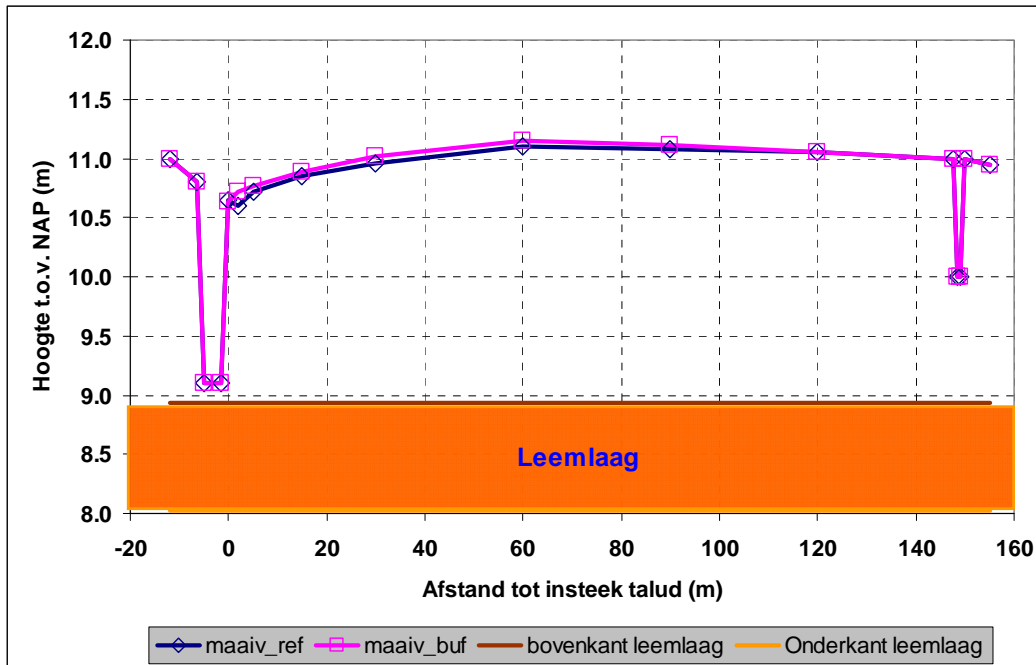
- gedrag van het grondwater op een locatie in de tijd door middel van tijdstijghoogtelijnen;
- gedrag van het grondwater tussen locaties in de tijd, door de onderlinge correlatie te onderzoeken;
- grondwatervlak op een bepaald moment in de ruimte door middel van het isohypsenpatroon;
- stijghoogteverschillen in de diepte boven en onder de leemlaag (potentiële kwel of wegzijging);
- verder kunnen de meetgegevens worden gebruikt om hydrologische parameters te schatten, zoals de weerstand van de leemlaag en de bergingscoëfficiënt van het freatische pakket.

Uit de analyse moet blijken hoe het neerslagoverschot wordt afgevoerd en of hiermee de geringe debieten in de meetbakken kunnen worden verklaard.

3.3.1 Leemdikte

Op basis van de beschikbare boorgegevens en de gemeten grondwaterstand in de meetraaien is de onderzoekslocatie te schematiseren. Figuur 18 geeft de gemiddelde situatie weer voor een raai tussen de sloot met de bufferbak (links) en een greppel op 150 m (rechts). De raai is bij benadering van zuid (links) naar noord (rechts) georiënteerd. Uit de boringen (bijlage 2) volgt een gemiddelde dikte van de leemlaag van 90 cm.

Het gemiddelde niveau van de leemlaag is 8,028 - 8,930 m + NAP. De slootbodem ligt op ca. 9,10 m + NAP. Het waterniveau in de sloot varieert overwegend tussen 9,30 en 9,50 m + NAP (21 augustus 2008, 36 cm water in de sloot, figuur 4). Uit deze gegevens blijkt dat de slootbodem ongeveer overeenkomt met de bovenkant van de leemlaag en de sloot dus niet door de leemlaag heen snijdt. In de weergegeven raai loopt het maaiveld op, zowel vanuit de greppel als vanuit de sloot naar het midden van het perceel.



Figuur 18

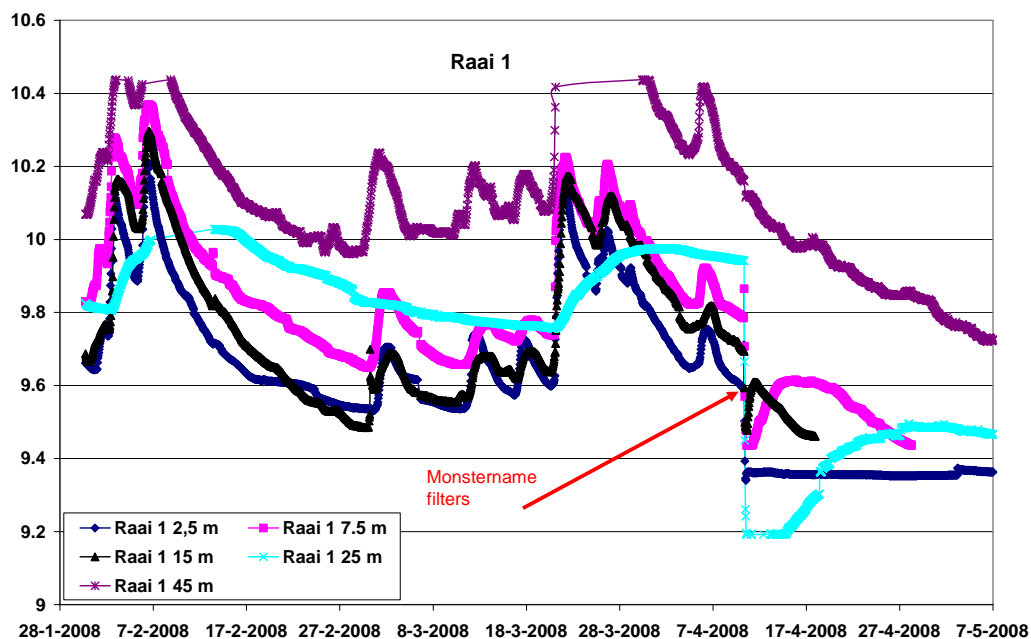
Gemiddelde diepte sloot en ondiepe leemlaag in de ondergrond.

De ondiepe ondergrond behoort tot de Nuenengroep (paragraaf 2.3.2). Geohydrologisch is de situatie te schematiseren tot een dun watervoerende laag (boven de leemlaag), een slecht doorlatende laag (de leemlaag) en een onderliggend watervoerend pakket (onder de leemlaag). Omdat slechts is geboord tot onder de leemlaag, ca. 3-3,5 m diep, is niet bekend of er nog leemlagen voorkomen tussen deze leemlaag en de top van het 1^e watervoerend pakket (figuur 7). In paragraaf 2.3.2 is aangegeven dat de Nuenenlaag 5-10 m dik is. Dit kan betekenen dat onder deze leemlaag nog andere leemlagen voorkomen.

3.3.2 Tijdstijgthoogtelijnen

3.3.2.1 Stijgthoogte boven de leemlaag

In figuur 19 zijn voor raai 1 de grondwaterstanden weergegeven op de vijf meetlocaties in de raai. De metingen hebben betrekking op de stijgthoogten boven de leemlaag en de afstand tot de sloot varieert van 2,5 tot 45 m. De capacatieve data-recorders zijn uitgelezen over de periode 28 januari 2008 t/m 7 mei 2008. De tijdstijgthoogtelijnen voor de overige raaien zijn in bijlage 4 weergegeven.



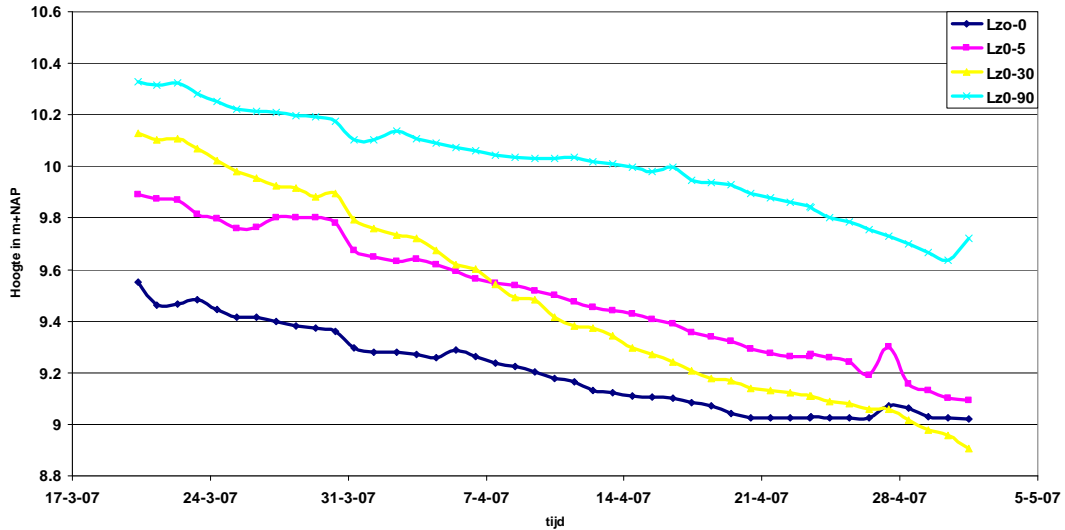
Figuur 19

Grondwaterstandverloop in vijf filters boven de leemlaag in raai 1.

Uit figuur 19 zijn de volgende conclusies te trekken:

- De grondwaterstand is in de natte periode tussen eind januari - begin februari op een aantal locaties dusdanig sterk gestegen dat het grondwaterniveau buiten het meetbereik van de drukopnemer viel. Daarom is besloten om een aantal opnemers tijdelijk op te trekken om ook deze hoge standen te kunnen meten.
- Bij het uitlezen van de gemeten standen wordt de drukopnemer tijdelijk uit de peilbuis gehaald (ca. 1 à 2 uur) in verband met monstername. Na terugplaatsing van de drukopnemer in de peilbuis zien we in een aantal gevallen dat de metingen niet op het oude niveau worden voortgezet (omstreek 10 april 2008).
- Niet alle datarecorders reageren identiek, vergelijk de opnemer op 25 m met de overige opnemers voor de periode maart 2008.
- De uitzakking na een natte periode verschilt, vergelijk de datarecorders op 2,5 m, 7,5 m en 15 m.
- Het niveau van de grondwaterstand stijgt in de natte periode boven de 10 m + NAP, dit komt overeen met het isohypsenbeeld volgens Bon (figuur 7).

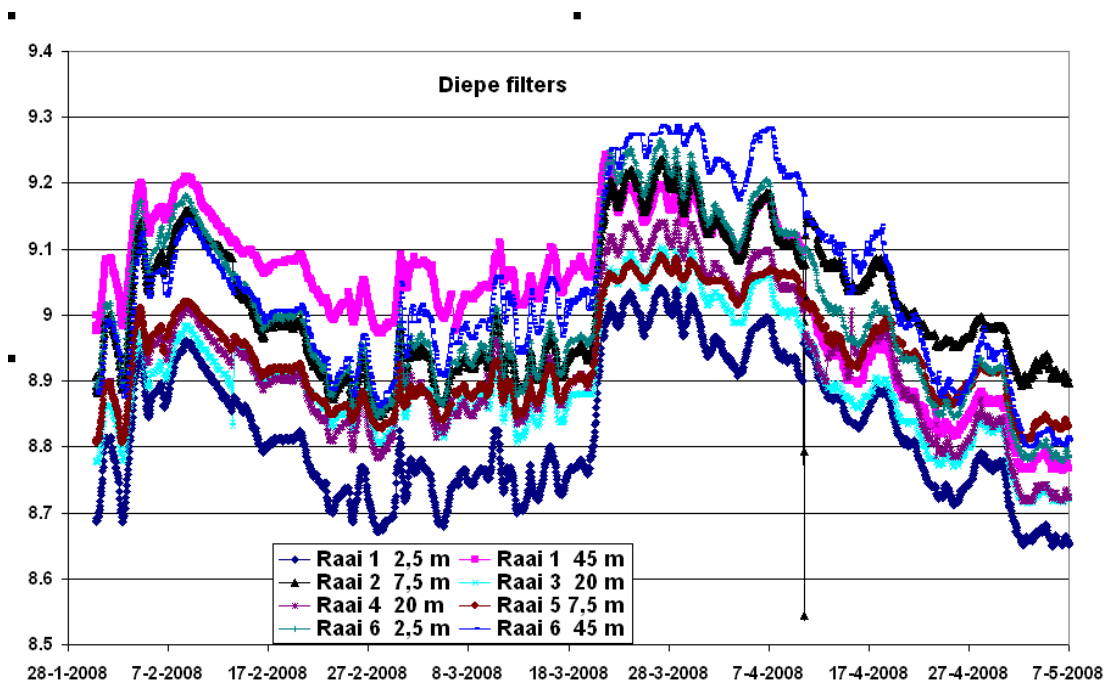
De uitzakking van de grondwaterstand in de tijd is niet op alle locaties gelijk, de buis op 30 m daalt sneller dan op 90 m, dit duidt op variabiliteit in de weerstand van de leemlaag (figuur 20).



Figuur 20
 Uitzakkingsverloop in vier buizen in bestaande raai tussen 17 maart en 5 mei 2007.

3.3.2.2 Stijghoogte onder de leemlaag

Op acht locaties zijn naast ondiepe filters tevens filters met datarecorders onder de leemlaag geplaatst. In deze filters is eveneens elk uur de stijghoogte gemeten. De metingen zijn weergegeven in figuur 21.



Figuur 21
 Stijghoogteverloop in acht filters onder de leemlaag.

Uit het stijghoogteverloop zijn de volgende conclusies te trekken:

- In vergelijking met figuur 19 is het niveau van de stijghoogte duidelijk lager dan de grondwaterstand, dit duidt op wegzijging vanuit het freatische pakket naar de diepere ondergrond.
- Het niveau lijkt enigszins hoger te liggen dan de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket (figuur 7).
- De fluctuatie van de diepe stijghoogte is in de beschouwde periode veel geringer (ca. 40 cm) dan de fluctuatie in de grondwaterstandbuizen (ca. 80 cm).
- De buizen die op korte afstand van elkaar staan verschillen onderling in niveau, dit duidt erop dat de filters nog niet in het watervoerende pakket staan.
- De buizen reageren onderling min of meer gelijk.

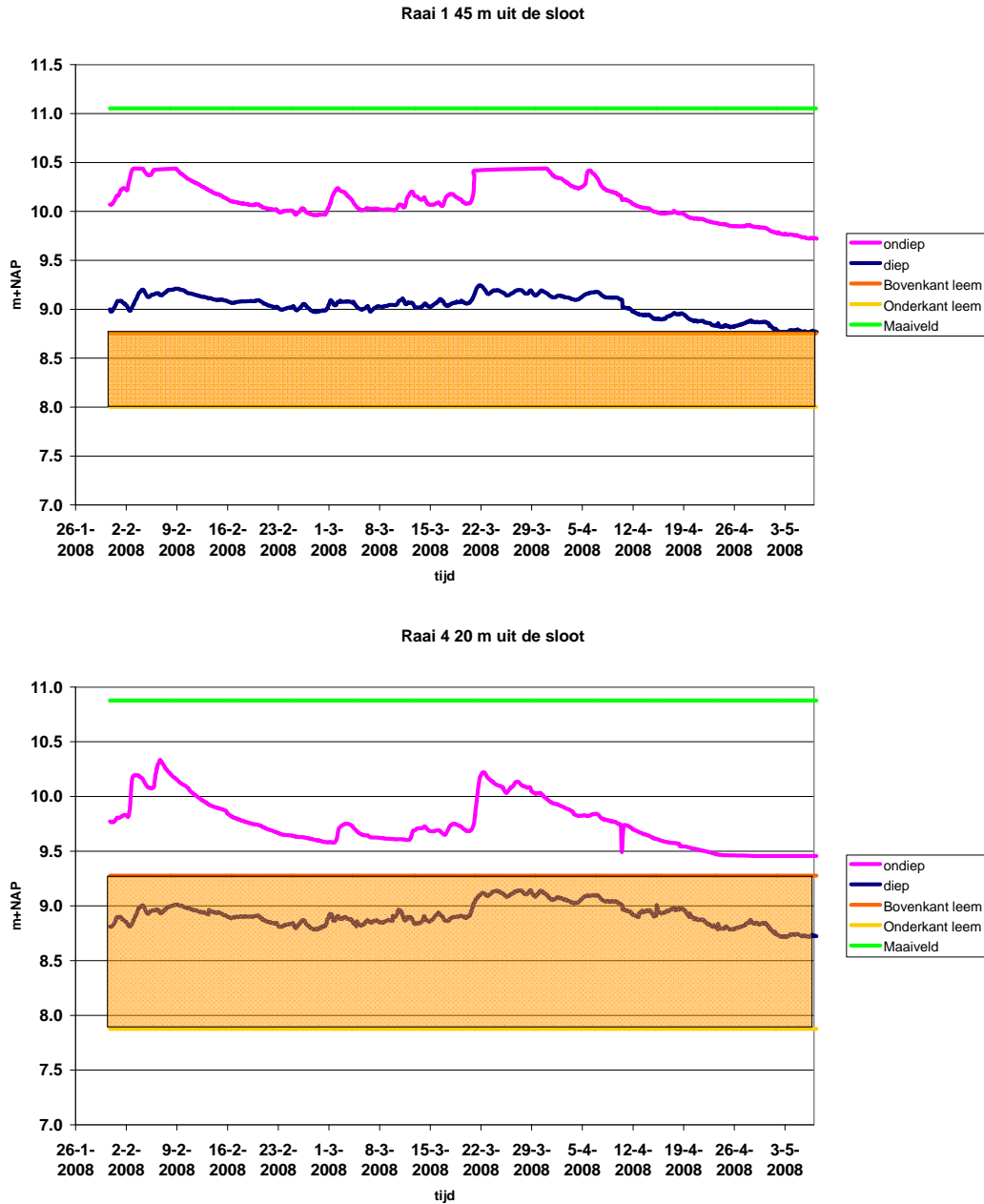
3.3.2.3 Stijghoogte boven en onder de leemlaag

In figuur 22 en bijlage 5 is het verloop van de grondwaterstand en de stijghoogte onder de leemlaag weergegeven.

Uit figuur 22 blijkt dat de diepe stijghoogte gedurende de waarnemingsperiode zowel boven de leemlaag kan liggen als in de leemlaag kan zakken. De grondwaterstand is begin mei in een aantal gevallen al uitgezakt tot de top van de leemlaag. Tevens is in figuur 22 te zien dat de fluctuatie van de stijghoogte onder de leemlaag veel geringer is dan de fluctuatie van de grondwaterstand.

3.3.3 Correlatie tussen buizen

Men mag verwachten dat grondwaterstanden of stijghoogten gemeten in filters die op korte afstand van elkaar zijn gesitueerd, min of meer gelijk reageren omdat ze dezelfde externe invloeden ondergaan (neerslag, verdamping, drainage, wegzijging, enz.). Er is dan een lineaire samenhang tussen reeksen grondwaterstands-/stijghoogtemetingen. In de statistiek spreekt men in zo'n geval van correlatie. De correlatiecoëfficiënt is een maat voor de correlatie tussen twee reeksen grondwaterstands-/stijghoogtemetingen. De correlatiecoëfficiënt varieert tussen 0 (geen verband) en +1 of -1 (perfect positief/perfect negatief verband). Hoe verder de correlatiecoëfficiënt verwijderd is van 0, hoe nauwkeuriger men de uitslag van de ene variabele kan voorspellen op grond van de uitslag van de andere variabele. Voor meetreeksen boven de leemlaag, onder de leemlaag en over de leemlaag is de correlatie onderzocht.

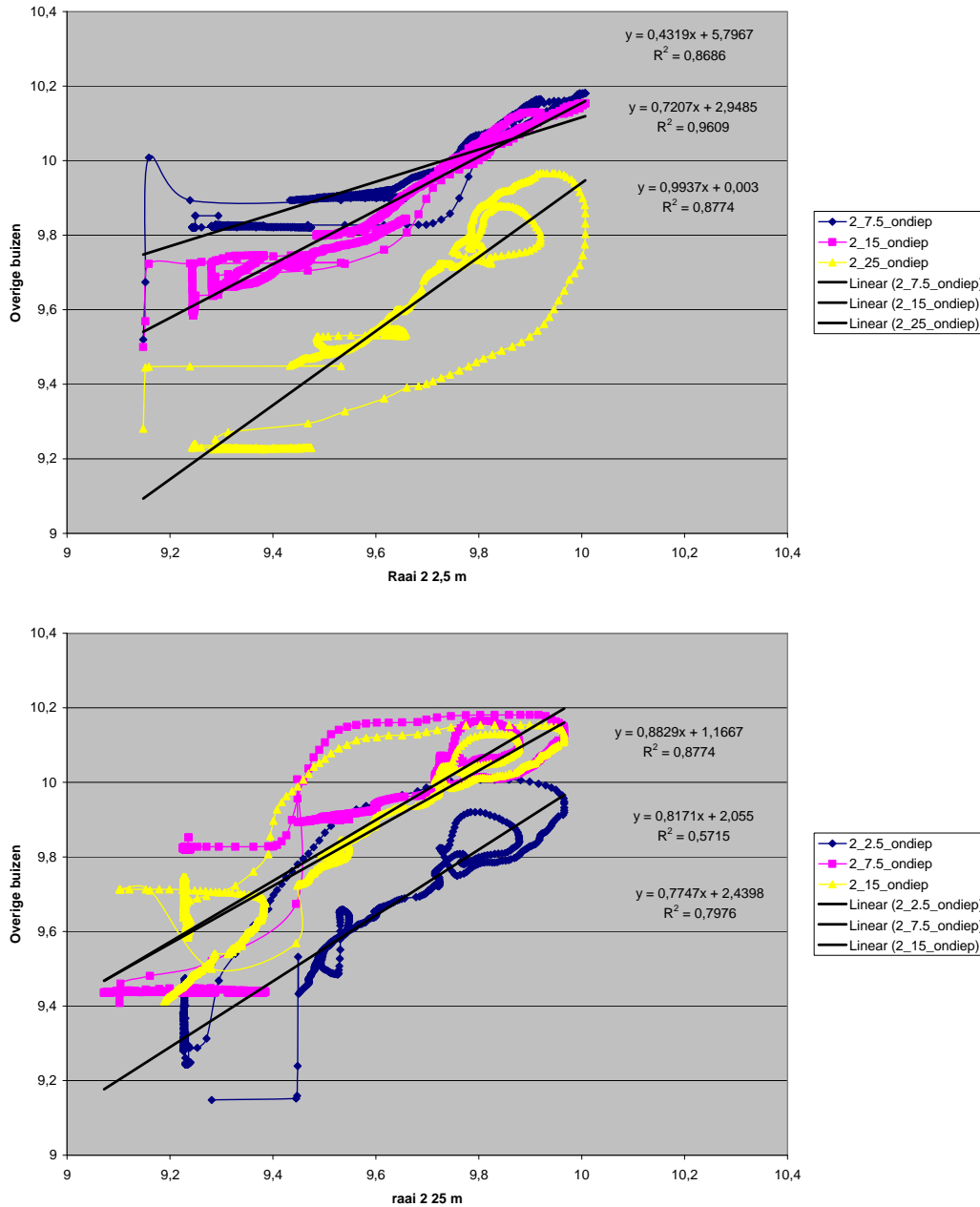


Figuur 22

Grondwaterstandverloop boven en stijghoogteverloop onder de leemlaag op twee locaties.

3.3.3.1 Grondwaterstanden boven de leemlaag

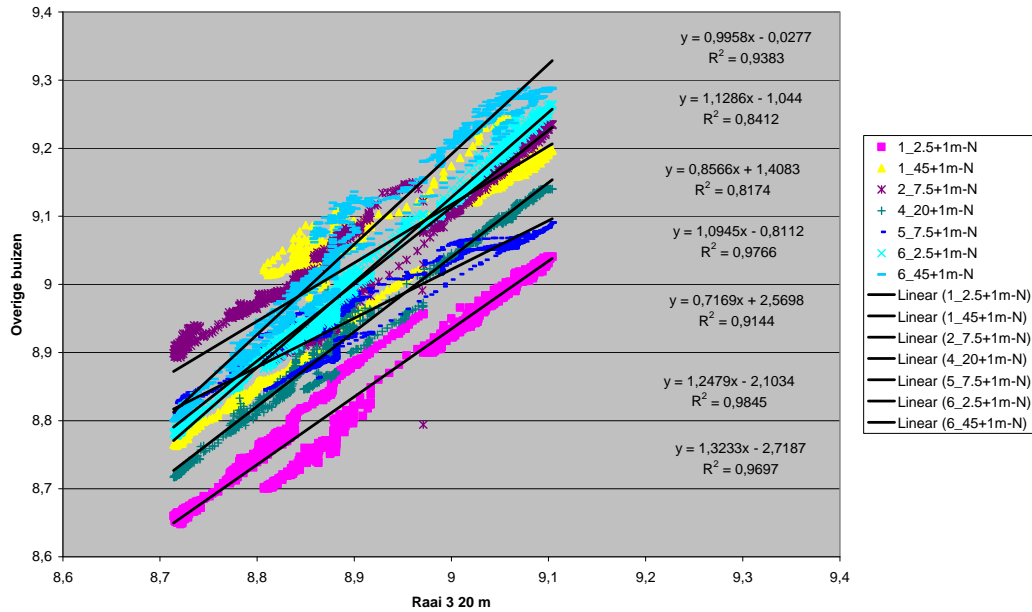
Om de samenhang tussen de meetreeksen boven de leemlaag te onderzoeken zijn de gemeten grondwaterstanden in de filters van raai 2 nader geanalyseerd. Op twee manieren zijn de meetreeksen uitgezet, in het eerste geval ten opzichte van de grondwaterstandreeks voor het filter dichtbij de sloot en in het tweede geval ten opzichte van de grondwaterstandreeks voor het filter dat het verst van de sloot is gelegen (figuur 23). We zien dat de metingen veel variatie te zien geven ten opzichte van de regressielijn, de R^2 varieert tussen 0,57-0,96. De veelal lage correlatiecoëfficiënten duiden op geringe onderlinge samenhang.



Figuur 23
Correlatie tussen grondwaterstandreeksen boven de leemlaag in raai 2.

3.3.3.2 Stijghoogten onder de leemlaag

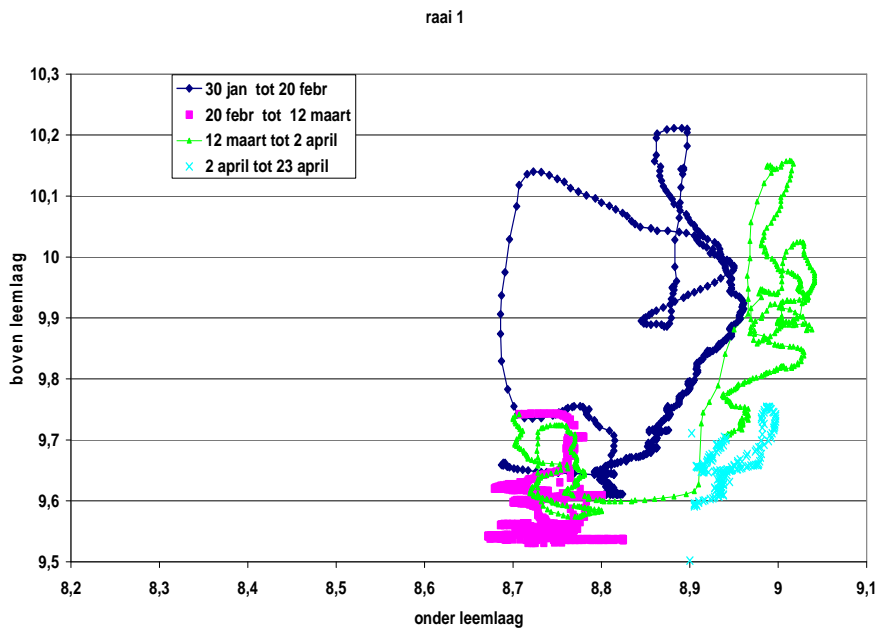
Om de correlatie tussen de buizen onder de leemlaag te onderzoeken is een centraal gelegen buis geselecteerd, nl. de buis op 20 m uit de sloot in raai 3. In figuur 24 zijn de stijghoogten van alle overige diepe buizen uitgezet tegen deze buis over de periode 6 maart - 7 mei 2008. Tevens zijn de correlatiecoëfficiënten bepaald. De R^2 varieert tussen 0,81 en 0,98. Zowel uit de figuur als uit de correlatiecoëfficiënten kan worden afgeleid dat de filters onder de leemlaag een grotere mate van samenhang vertonen dan de filters boven de leemlaag.



Figuur 24
Correlatie tussen stijghoogtereeksen onder de leemlaag.

3.3.3.3 Boven en onder de leemlaag

In figuur 25 is voor de locatie op 25 m uit de sloot in raai 1 de diepe stijghoogte ten opzichte van NAP uitgezet tegen de grondwaterstand ten opzichte van NAP. Uit deze figuur is duidelijk te zien dat er nauwelijks enige correlatie is tussen de filters boven en onder de leemlaag. De grondwaterstand in het filter boven de leemlaag reageert veel sterker dan de stijghoogte in het filter onder de leemlaag.



Figuur 25
Correlatie tussen stijghoogtereeksen boven en onder de leemlaag.

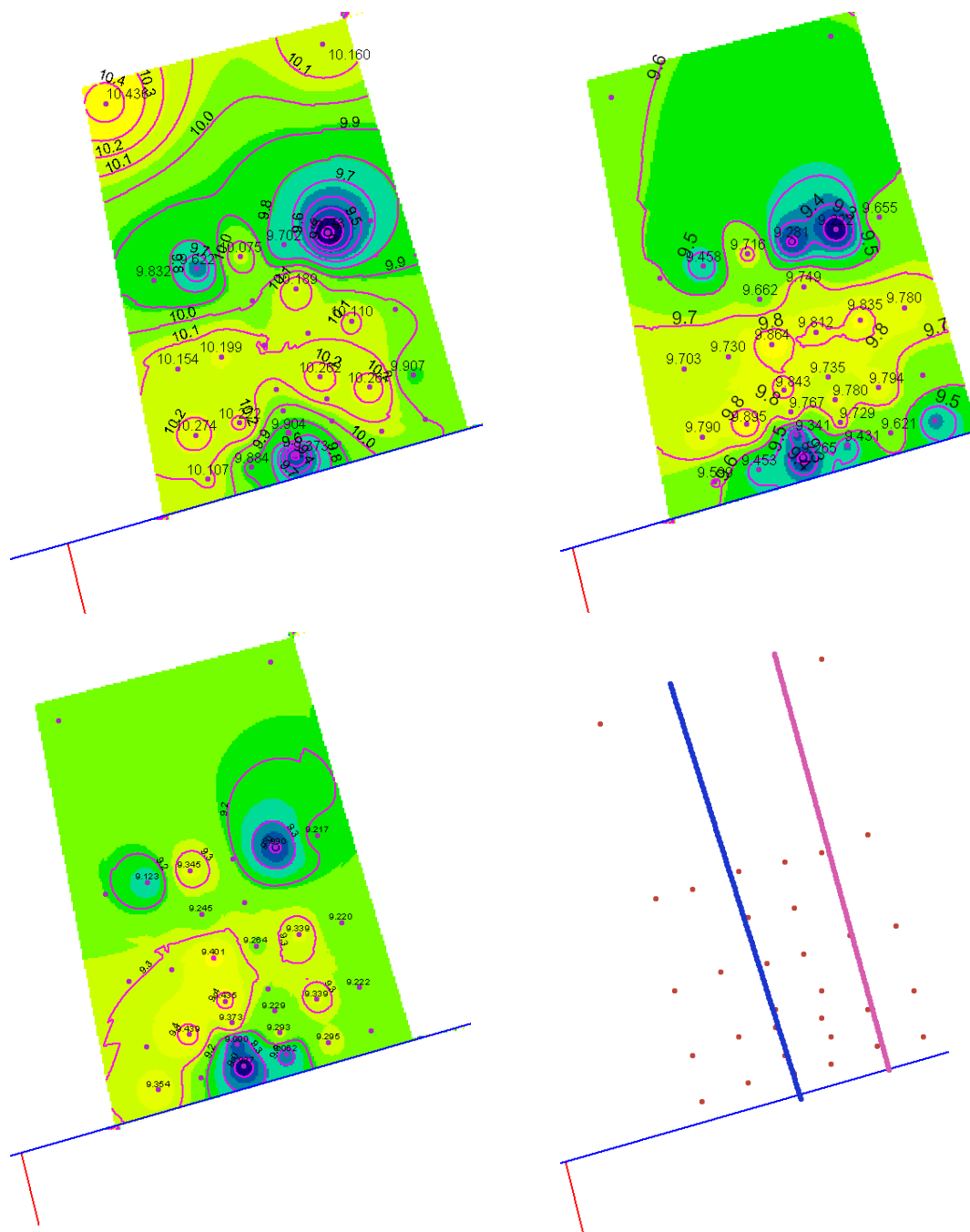
Als de R^2 wordt bepaald voor de verschillende perioden dan blijkt deze erg laag (0,01-0,68) te zijn, wat duidt op een geringe samenhang tussen de grondwaterstand boven de leemlaag en de stijghoogte onder de leemlaag.

3.3.4 Isohypsens

In de vorige paragraaf is de fluctuatie van de grondwaterstand en de stijghoogte in de tijd op puntlocaties geanalyseerd. In deze paragraaf kijken we naar het ruimtelijke beeld. Om het grondwaterstandvlak boven de leemlaag te karakteriseren zijn voor een groot aantal data waarnemingen beschikbaar. Uit de meetreeks van 31-1-2008 t/m 8-5-2008 zijn drie data geselecteerd die als representatief voor een natte (3-2-2008), een gemiddelde (10-4-2008) en een droge (2-5-2008) datum door kunnen gaan. Voor deze data zijn met ARCVIEW gridkaarten afgeleid op basis van de Inverse Distance-methode (IDW) (12 punten, power 2, barriers).

3.3.4.1 Isohypsens boven de leemlaag

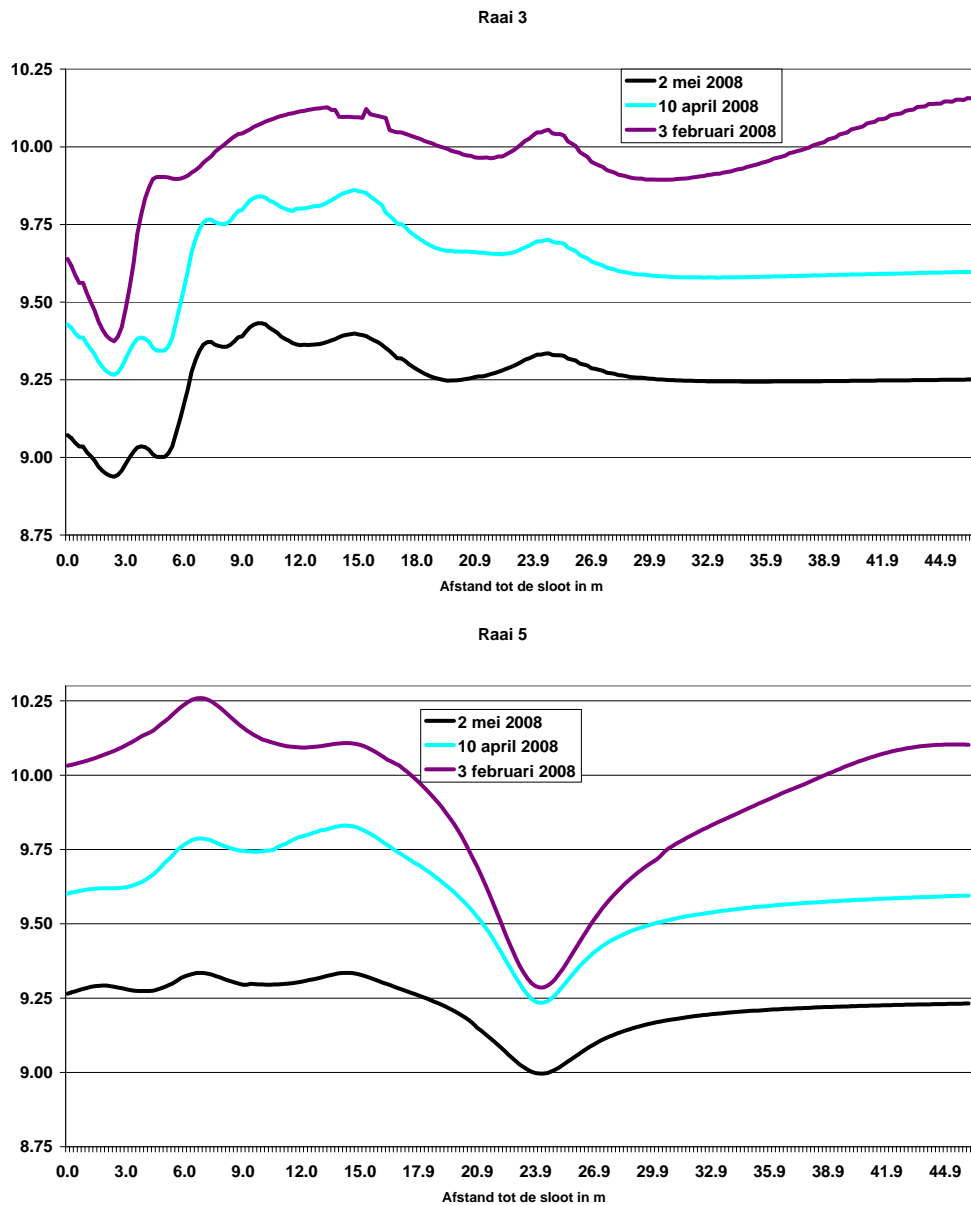
In figuur 26 zijn isohypsenskaarten weergegeven voor de drie geselecteerde data.



Figuur 26

Isohypsen boven de leemlaag op 3-2-2008 (natte situatie, linksboven), op 10-4-2008 (gemiddelde situatie, rechtsboven), 2-5-2008 (droge situatie, linksonder) en de locatie van raai 3 en 5 (rechtsonder).

In de droge situatie zijn al veel filters drooggevallen, c.q. niet meetbaar, zodat niet alle punten konden worden gebruikt. Enkele plekken met diepere grondwaterstanden vallen op, o.a. langs de sloot maar ook in het midden van het onderzoeksgebied. Om het grondwatervlak meer inzichtelijk te maken zijn twee raaien loodrecht op de sloot weergegeven in figuur 27.

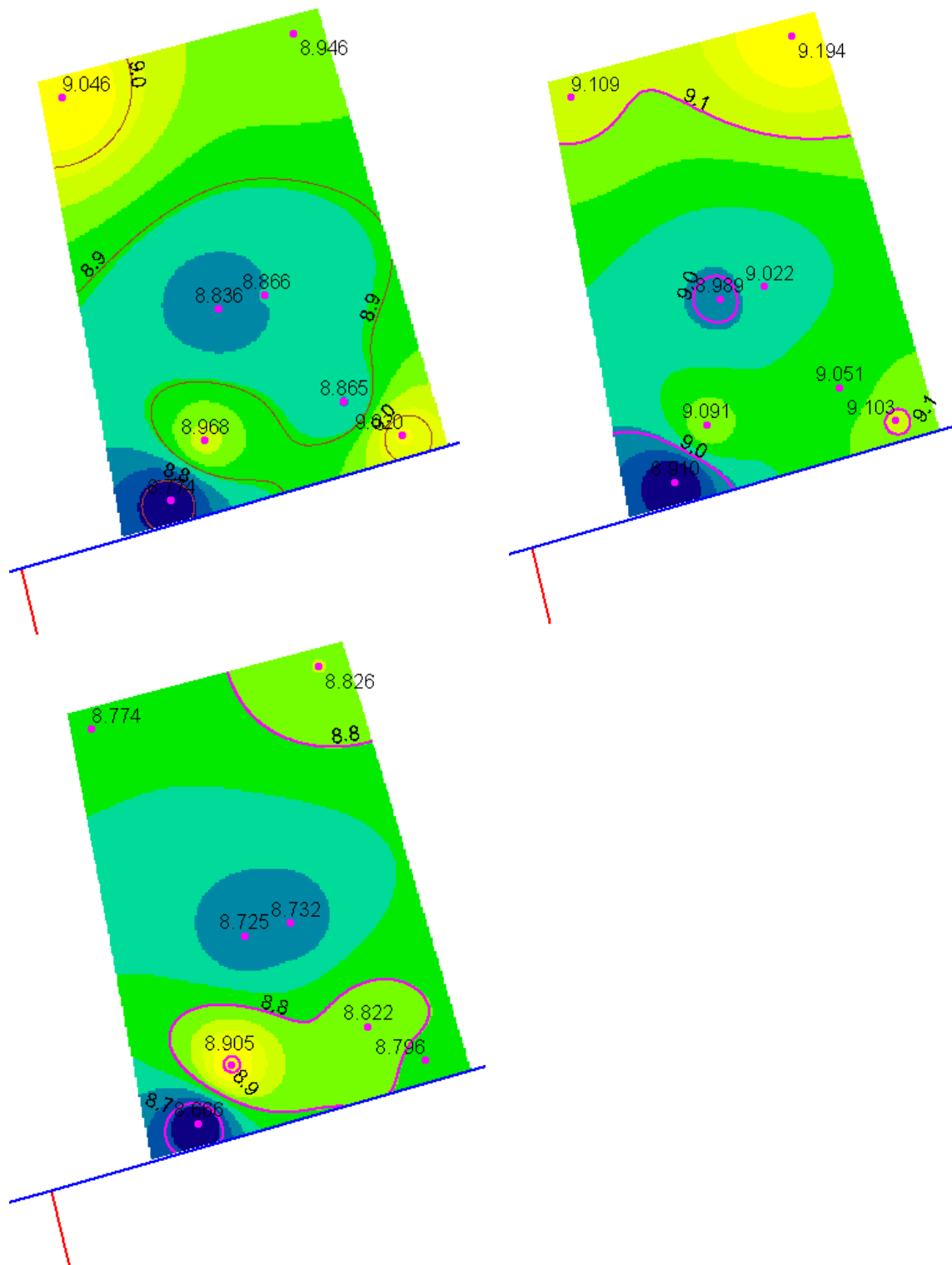


Figuur 27
Grondwaterstandsverloop in raai 3 en raai 5 op 3 februari, 10 april en 2 mei 2008.

Zowel uit figuur 26 als figuur 27 blijkt dat slechts een kleine strook wordt beïnvloed en afwatert op de sloot aan de zuidkant van het perceel. Op wat grotere afstand tot de sloot meten we lagere grondwaterstanden dan nabij de sloot. Gezien het grondwaterstandverloop duidt de situatie ter plaatse op wegzijging.

3.3.4.2 Isohypsens onder de leemlaag

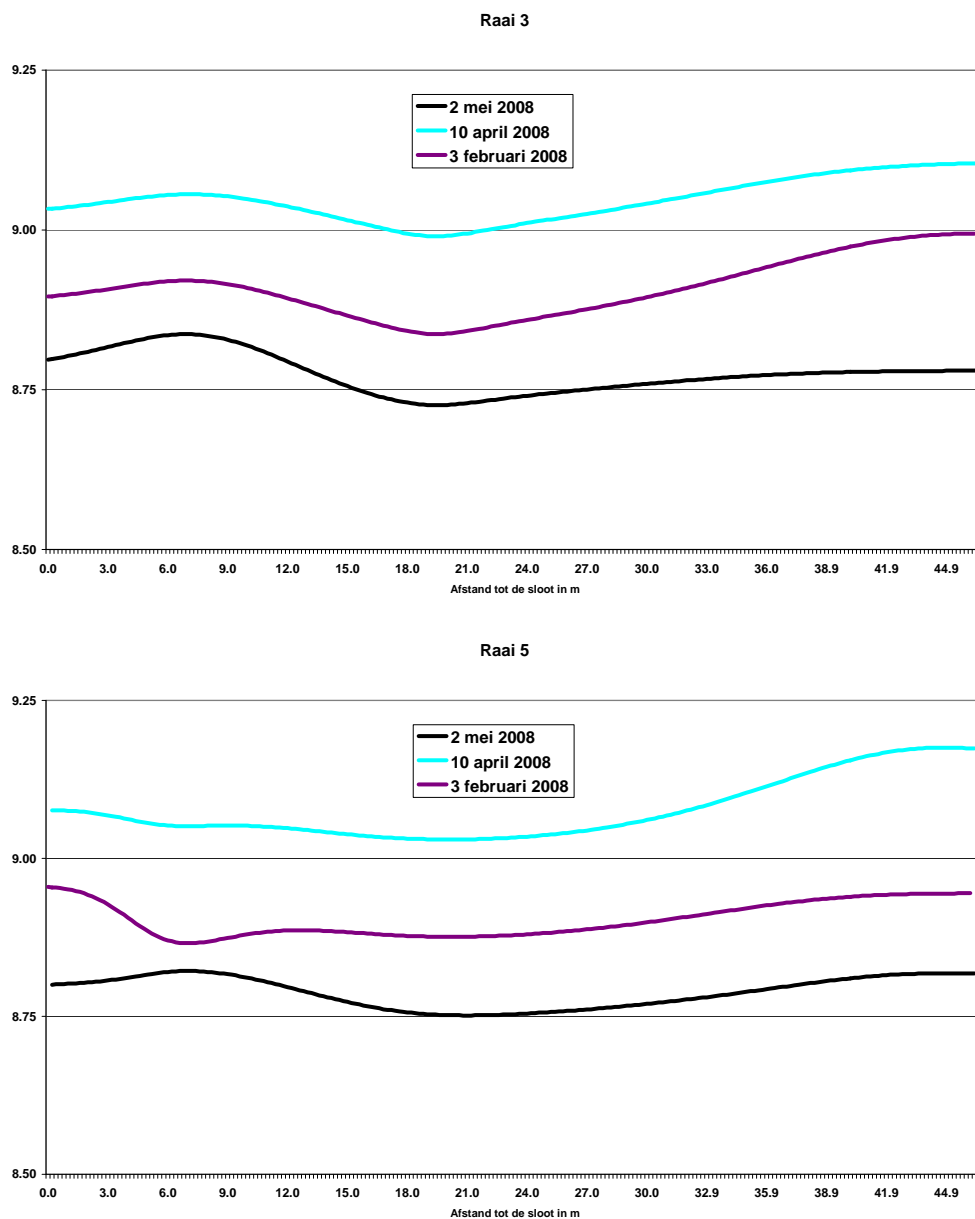
Op dezelfde wijze als voor het grondwatervlak zijn voor de stijghoogteverloop onder de leemlaag enkele isohypsenskaarten gemaakt (figuur 28) voor dezelfde data als voor figuur 26.



Figuur 28

Isohypsens onder de leemlaag op 3-2-2008 (natte situatie, linksboven), op 10-4-2008 (gemiddelde situatie, rechtsboven) en 2-5-2008 (droge situatie, linksonder).

Voor dezelfde raaien als in figuur 27 is in figuur 29 het stijghoogteverloop onder de leemlaag weergegeven.



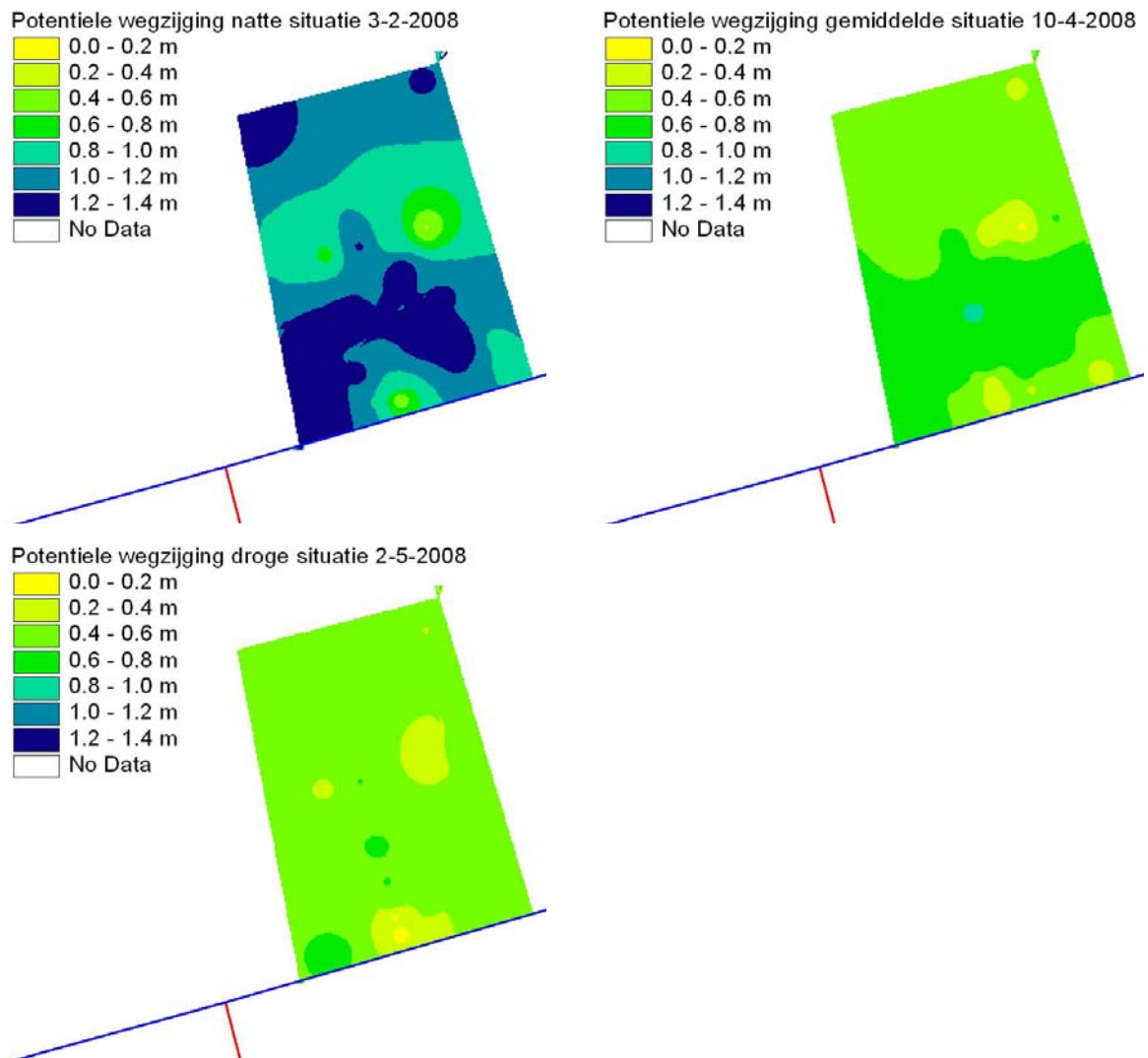
Figuur 29

Grondwaterstandsverloop in raai 3 en raai 5 op 3 februari, 10 april en 2 mei 2008.

Filters geplaatst in een goed doorlatend watervoerend pakket op korte afstand zullen ongeveer een gelijke stijghoogte of een geringe helling in het stijghoogtevlak te zien geven. Aangezien het stijghoogtevlak onder de leemlaag nog enigszins varieert en ook nog geen duidelijke gradiënt laat zien mag worden verwacht dat de filters nog niet in het watervoerende pakket staan gesteld, maar dat ook onder de diepe filters nog leemlagen voor kunnen komen.

3.3.4.3 Potentiële wegzijging

De berekende isohypsenbeelden in figuur 26 en figuur 28 kunnen worden gebruikt om het drukverschil over de leemlaag te bepalen (figuur 30). Door de kaarten op de drie data van elkaar af te trekken bepalen we de potentiële wegzijging. Dit is niet de werkelijke wegzijging, omdat deze naast het drukverschil over de leemlaag ook wordt bepaald door de weerstand van de leemlaag (paragraaf 3.2.5.1).



Figuur 30

Potentiële wegzijging over de leemlaag op 3-2-2008 (nat), op 10-4-2008 (gemiddeld) en op 2-5-2008 (droog situatie).

Uit figuur 30 blijkt dat de potentiële wegzijging afneemt naarmate de grondwaterstand uitzakt.

3.3.5 Hydrologische parameters

Uit stijghoogtegegevens is het gedrag van het grondwater af te leiden, deze gegevens kunnen worden vertaald naar stromingsrichtingen van het grondwater. Om kwantitatieve stromingsfluxen te bepalen dienen ook de hydrologische parameters van het systeem bekend te zijn. In deze paragraaf worden de gemeten grondwaterstanden gebruikt om een inschatting te maken van de weerstand van de leemlaag.

3.3.5.1 Weerstand leemlaag

De wegzijging over de leemlaag wordt bepaald uit het stijghoogteverschil over de leemlaag en de weerstand van de leemlaag. Om de weerstand te berekenen, dienen we de wegzijging te weten. De wegzijging kan worden bepaald op basis van een waterbalans van het freatisch pakket boven de leemlaag. Om een waterbalans op te stellen voor een freatisch pakket is de grootte van de freatische bergingscoëfficiënt van belang. Om deze coëfficiënt te bepalen is een periode met een stijgende grondwaterstand geselecteerd. Door voor deze periode een waterbalans op te stellen kan de freatische bergingscoëfficiënt worden geschat. Op de onderzoekslocatie is op 32 locaties boven de leemlaag de grondwaterstand gemeten. Door uit te gaan van het gemiddelde van deze 32 locaties wordt een gemiddelde voor de onderzoekslocatie bepaald. Dit levert uiteindelijk een betere schatting op van de weerstand van de leemlaag dan uit te gaan van puntlocaties, omdat deze sterker worden beïnvloed door laterale stromingscomponenten.

In de periode 30-1-2008 tot 6-2-2008 is de grondwaterstand fors gestegen. Echter deze periode begint voorafgaande aan de installatie van het meetnet. Omdat er op het perceel al een aantal freatische buizen gedurende langere tijd worden waargenomen, zijn deze aanvullende gegevens mede gebruikt om de totale grondwaterstandstijging te bepalen. De gemiddelde stijging van alle locaties waar de freatische grondwaterstand wordt gemeten bedraagt 41 cm. In de periode daaraan voorafgaand bedraagt de stijging 8 cm, dit getal is gebaseerd op een beperkter aantal buizen. Totaal is de grondwaterstand in de beschouwde periode dus 49 cm gestegen. In de periode is 42,9 mm neerslag gevallen. De verdamping bedroeg ca. 2.1 mm. Een onbekende is de wegzijging. Stellen we de wegzijging over deze periode gemiddeld op 2 mm/d, dan is de geborgen hoeveelheid $42,9 - 2,1 - 14 = 26,8$ mm. Dit komt overeen met een bergingsfactor van 5,5%.

Bij een uitzakkende grondwaterstand kan dezelfde bergingsfactor worden gebruikt om de wegzijging te bepalen. Om de c-waarde van de leemlaag te bepalen maken we gebruik van onderstaande relatie:

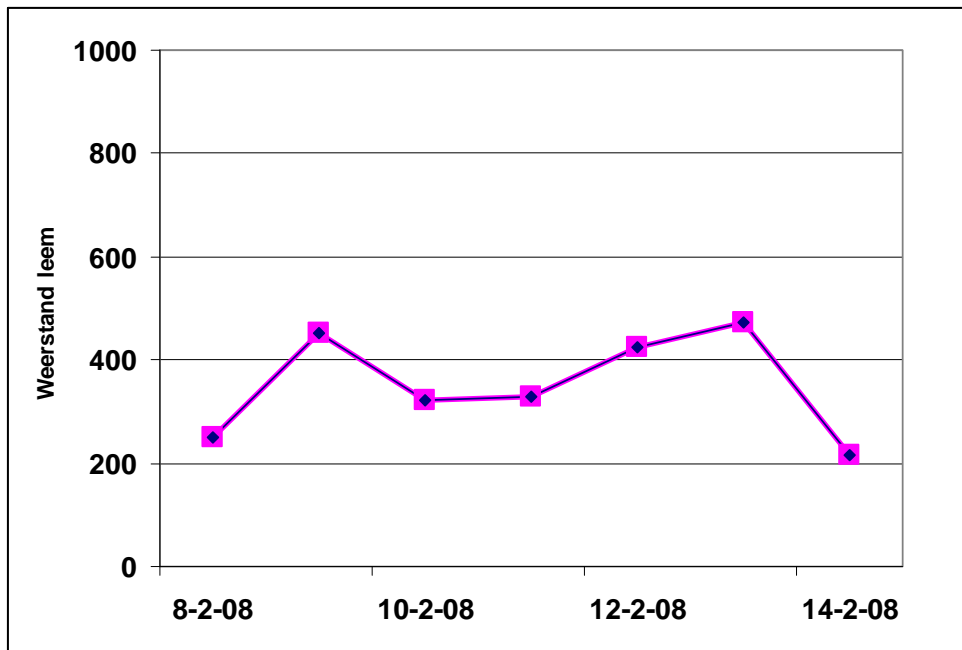
$$c = \frac{h_b - h_o}{q_z}$$

Hierbij is:

- c = weerstand leemlaag in dagen
- h_b = freatische grondwaterstand in m + NAP
- h_o = stijghoogte onder de leemlaag in m + NAP
- q_z = wegzijging in m/d

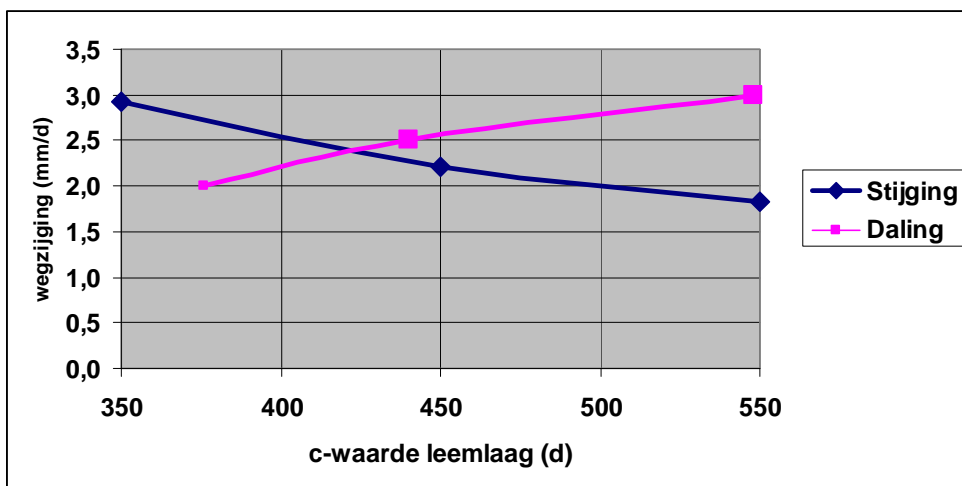
Bij deze berekening is rekening gehouden met een verdamping van 0.35 mm/d in deze periode.

Toegepast op de periode 8 februari tot 14 februari 2008 levert dit een gemiddelde c-waarde van 350 dagen op (figuur 31).



Figuur 31
C-waarde leemlaag.

Dit komt overeen met een k-waarde ($k = \text{dikte} / c\text{-waarde} = 900 / 350$ van 2,5 mm/d). Bij de aanvang is een aanname gedaan voor de grootte van de wegzijging, nl 2 mm/d. Met de gevonden c-waarde kunnen we nu een betere schatting maken van de wegzijging voor de periode 1 februari tot 7 februari 2008. We vinden een waarde van 2,9 mm/d. Door voor meerdere wegzijgingswaarden te rekenen voor beide perioden is de beste schatting voor de c-waarde te maken (figuur 32).



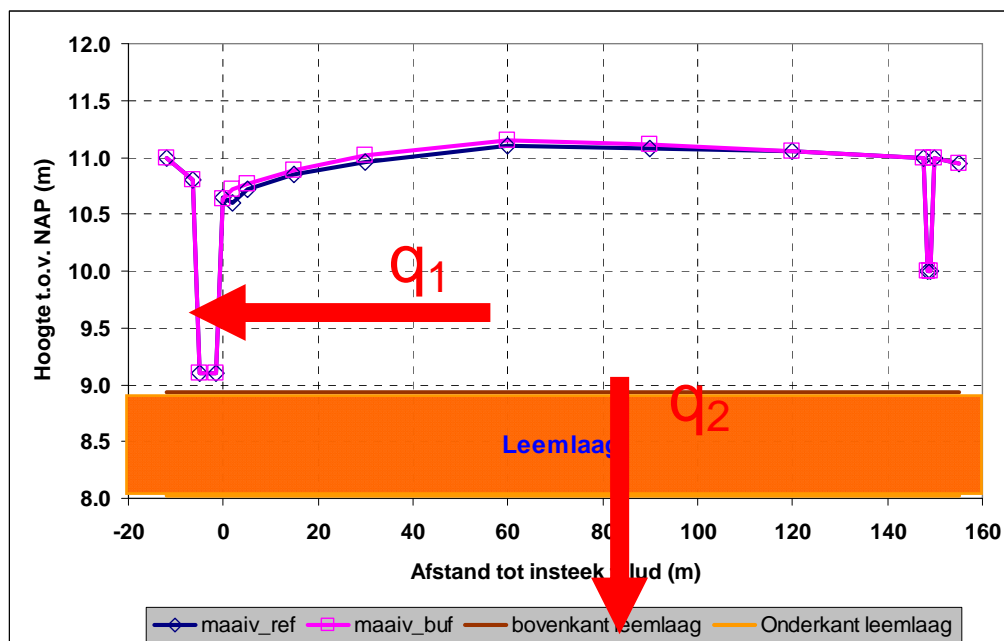
Figuur 32
C-waarde en wegzijging door de leemlaag.

Uit figuur 32 kunnen we aflezen dat de c-waarde ca. 425 dagen bedraagt en de gemiddelde wegzijgingsflux 2,35 mm/d bedraagt in de beschouwde periode. De gevonden c-waarde komt overeen met k-waarde van de leem van 2,1 mm/d. Het bijbehorende bergingspercentage is 5%.

3.3.5.2 Drainageweerstand

Uit de voorgaande analyse van het hydrologisch systeem kunnen we concluderen dat de neerslag die op het perceel valt via twee mogelijk transportroutes (figuur 33) wordt afgevoerd, nl.:

- via q_1 , drainage naar de sloot,
- via q_2 , wegzijging naar een dieper watervoerend pakket onder de leemlaag.



Figuur 33
Afvoerroutes van het neerslagoverschot.

De verdeling over beide transportroutes wordt bepaald door de drainageweerstand (c_{drainage}) en de weerstand van de leemlaag (c_{leemlaag}).

$$N = q_1 + q_2 = \frac{h_{\text{freat}} - h_{\text{oppw}}}{c_{\text{drainage}}} + \frac{h_{\text{freat}} - h_{\text{diep}}}{c_{\text{leemlaag}}}$$

In voorgaande paragraaf is de weerstand van de leemlaag bepaald. Om de drainageweerstand te bepalen kan de formule van Ernst worden gebruikt.

$$c_{\text{drain}} = \frac{L^2}{8(k_1 D_1 + k_2 D_2)} \left(1 + \frac{4k_2 D_2}{k_1 D_1 L} \tanh \frac{L}{4\lambda} \right) + L\Omega + Lc_i$$

$$\frac{1}{k_1 D_1 c_1} + \frac{1}{k_2 D_2 c_1} = \frac{1}{\lambda^2}$$

Hierin is:

$k_1 D_1$ = doorlaatvermogen watervoerende laag boven de leemlaag in m^2/d

$k_2 D_2$ = doorlaatvermogen watervoerende laag onder de leemlaag in m^2/d

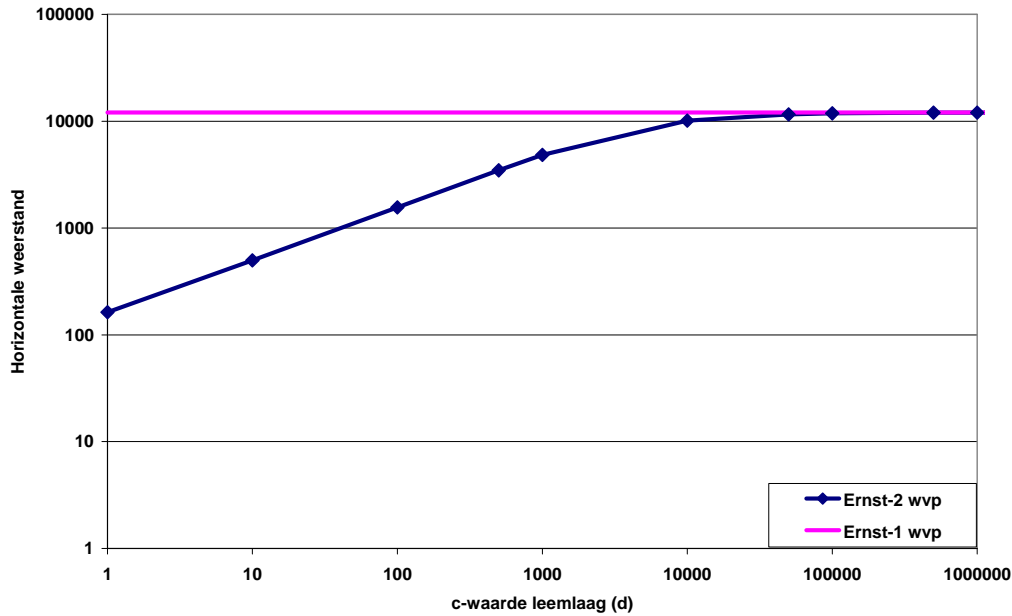
c_1 = de weerstand van de leemlaag in d

L = de slootafstand in m

Ω = de radiale weerstand in d/m

c_i = intreeweerstand in d/m

De drainageweerstand kan opgebouwd worden gedacht uit een aantal deelweerstand zoals de horizontale weerstand, radiale weerstand en de intreeweerstand. Omdat de stroming zich over twee pakketten kan verdelen, dient bij de bepaling van de horizontale weerstand rekening te worden gehouden met twee watervoerende pakketten. Het doorlaatvermogen van het freatisch pakket is beperkt en varieert op basis van het niveau van de grondwaterstand. Uit boorgatmetingen is een k-waarde bekend, deze varieert tussen 0,02 en 0,20 m. Omdat bij boorgatmetingen een gemiddelde waarde voor de horizontale en verticale doorlatendheid wordt berekend mag voor de horizontale doorlatendheid een grotere k-waarde worden aangehouden. De dikte van het watervoerend pakket wordt bepaald door de top van de leemlaag, gemiddeld 8,93 m + NAP en de hoogte van de grondwaterstand. De top van de leemlaag is variabel (bergen en dalen), daardoor kan de effectieve hoogte, hoger liggen dan 8,93 m + NAP (drempel), ook het grondwatervlak is variabel. Alles overwegende betekent het dat de kD-waarde van het freatische pakket gering is, deze is op 0,8 m^2/dag gesteld, dit is een relatief gunstige waarde gezien de geringe dikte en de omschrijving van het materiaal. De kD-waarde van het diepe pakket is geschat uit kD-waardekaart en gesteld op 3500 m^2/dag . De slootafstand is 278 m. Deze gegevens zijn toegepast in de formule van Ernst om de horizontale weerstand voor een tweelagen-systeem vast te stellen waarbij de c-waarde variabel is gesteld. Tevens is de horizontale weerstand voor een systeem bestaande uit één laag weergegeven (figuur 34).



Figuur 34
Horizontale weerstand voor een tweelagen- en eenlaagsysteem.

Uit figuur 34 kunnen we aflezen dat naarmate de weerstand van de lemlaag toeneemt de drainageweerstand toeneemt. De situatie met een lage c-waarde lijkt sterk op de situatie in Beltrum (hier ontbreken lemlagen), terwijl de situatie met een hoge c-waarde sterke overeenkomsten vertoont met de situatie in Winterswijk (keileem en tertiaire klei). Voor Loon op Zand vinden we een weerstand van ca. 3205 d. De bijkomende radiale en intree weerstand zijn in deze vergelijking verwaarloosd, en betreffen slechts een fractie van de horizontale weerstand. Passen we deze gegevens toe in formule 1 dan is bij benadering de verdeling van de flux te berekenen.

$$N = q_1 + q_2 = \frac{9,78 - 9,30}{3205} + \frac{9,78 - 8,97}{425} = \frac{0,48}{3205} + \frac{0,81}{425} = 0,00206 \text{ m/d} \Rightarrow 2,1 \text{ mm/d}$$

Gaan we uit van 425 dagen voor de lemlaag en 3500 dagen voor de horizontale component van de drainage-weerstand dan zijt er dus ongeveer 1,9 mm/dag weg en 0,1 mm/dag wordt gedraineerd. In tabel 3 zijn voor 3 c-waarden de fluxen weergegeven.

Tabel 3
Verdeling waterflux naar sloot en 1^e watervoerend pakket bij verschillende c-waarden.

c lemlaag	q ₁ mm/d	q ₂ mm/d	q ₁ in % totaal	Invloedsafstand sloot in m (percentage q ₁ * L)
100	0,31	8,10	3,7	10,2
425	0,15	1,90	7,3	20,3
1000	0,10	0,81	10,9	30,3

De gevonden wegzijging van 2 mm/d is lager dan de gevonden wegzijging in paragraaf 3.2.5.1, dit komt omdat deze situatie natter was.

De verdeling van de afvoer over drainage en wegzijging geeft tevens de mogelijkheid om met behulp van de slootafstand (278 m) de breedte van de strook in te schatten die op de sloot afwatert. Deze afstand bedraagt ca. 16 m en deze afstand komt bij benadering overeen met de 'waterscheiding' die is gevonden in de isohypsenbeelden.

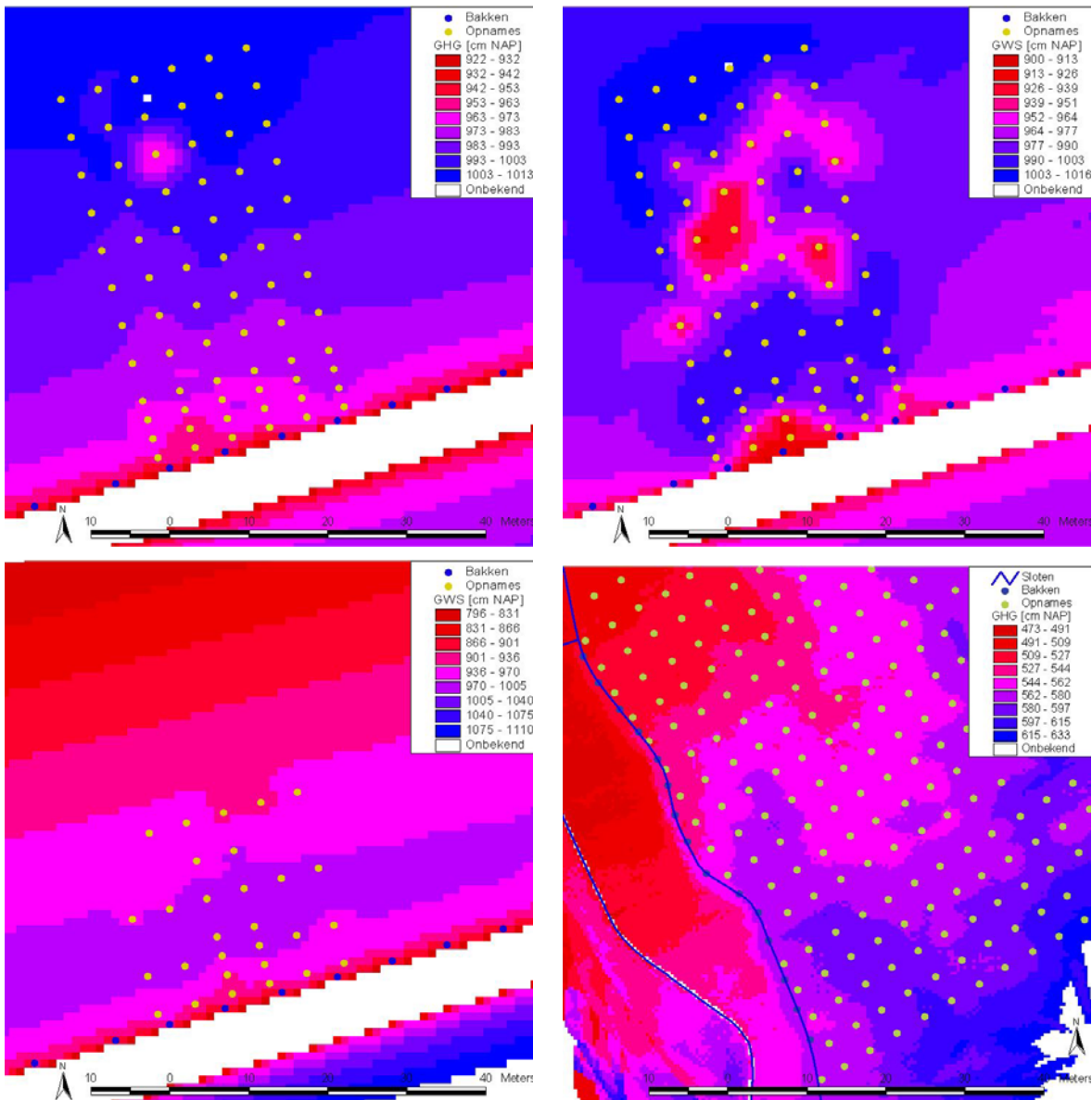
3.4 Stromingspatronen en afwaterend oppervlak

3.4.1 Ruimtelijk beeld van de geïnterpoleerde GHG of grondwaterstand

Met behulp van universal kriging (Goovaerts, 1997) is gebruikmakend van gebiedsdekkende hulpinformatie het ruimtelijk patroon van de GHG of grondwaterstand geïnterpoleerd volgens de werkwijze beschreven in paragraaf 2.4.2. Er is voor de GHG en voor twee specifieke dagen een ruimtelijk grondwaterstandspatroon geïnterpoleerd.

Het grondwater niveau in het onderzoeksperceel (figuur 35) in Loon op Zand loopt vanaf de perceelssloot op tot ongeveer 15 meter uit de sloot. Verder uit de sloot varieert het grondwaterstandspatroon afhankelijk van de dag of GHG-situatie. Het geïnterpoleerde GHG-niveau t.o.v. NAP blijft vanaf de sloot continu stijgen maar de stijging vlakt steeds meer af verder uit de sloot. Het grondwater niveau op 13 december 2007 stijgt vanaf de sloot en daalt op ongeveer 20 tot 35 meter uit de sloot lokaal om verder uit de sloot weer te stijgen. Het grondwater niveau op 10 april 2008 stijgt tot ongeveer 15 meter vanuit de sloot en daalt daarna verder uit de sloot.

Het GHG-niveau t.o.v. NAP in Donderen is over een veel groter gebied geïnterpoleerd en vertoont geen duidelijke stijging vanaf de sloot. Wel is een globale daling in Noordwestelijk richting waarneembaar maar die is nagenoeg parallel aan de sloot gericht. Het lijkt alsof, op GHG-niveau, de perceelsbegrenzende sloot met water nauwelijks een afwaterende functie heeft.



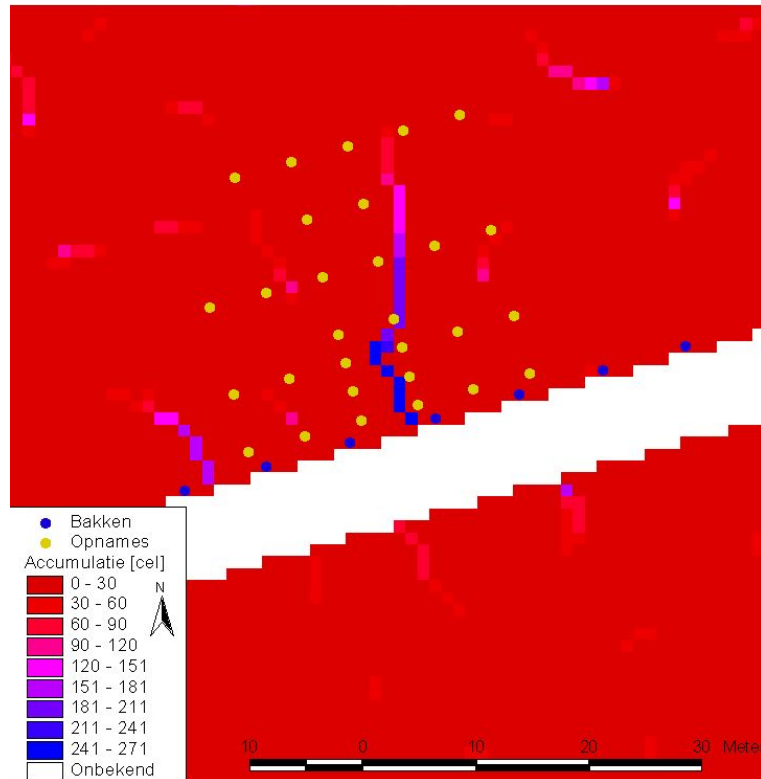
Figuur 35

Het geïnterpoleerde grondwatervniveau (rechtsboven 10 april, linksonder 13 december) in Loon op Zand en het geïnterpoleerde GHG-niveau in Loon op Zand (linksboven) en in Donderen (rechtsonder).

3.4.2 Ruimtelijk beeld van het stromingspatroon

Uit het ruimtelijk beeld van het GHG of grondwatervniveau (figuur 35) is met de methode beschreven in paragraaf 2.4.3 het stromingspatroon bepaald. Om de onzekerheid over het stromingspatroon te kunnen kwantificeren zijn 100 realisaties van mogelijke grondwaterstromingspatronen bepaald. De 100 realisaties leveren verschillende stromingspatronen die op diverse verschillende plaatsen en met verschillende afwaterende oppervlakken de perceelssloot bereiken. Omdat het hier gaat om het vaststellen van veelvuldig voorkomende patronen en niet de meest extreme situaties achten wij 100 realisaties voldoende. Deze verschillen per locatie in de perceelssloot geven de onzekerheid over het afwaterend oppervlak en daarmee ook het debiet weer. Ter illustratie is voor het GHG-niveau in Loon op Zand het geaccumuleerde afstromend oppervlak per grid cel weergegeven in figuur 36. Bij de cel grenzend aan de noordzijde van het midden van de sloot stroomt

het water van in totaal 271 gridcellen in de sloot. Voor elk van de 100 realisaties verschilt het afwaterend oppervlak en de plek waarop het de sloot bereikt. Voor ieder perceel en iedere situatie zijn 100 realisaties uitgevoerd waarmee voor negen virtuele 5 meter brede bakken in de sloot (zie figuur 35) de toestroming is geschat.



Figuur 36
Accumulatie van grondwaterstroming voor gesimuleerde GHG.

3.4.3 Onzekerheid over het afwaterend oppervlak

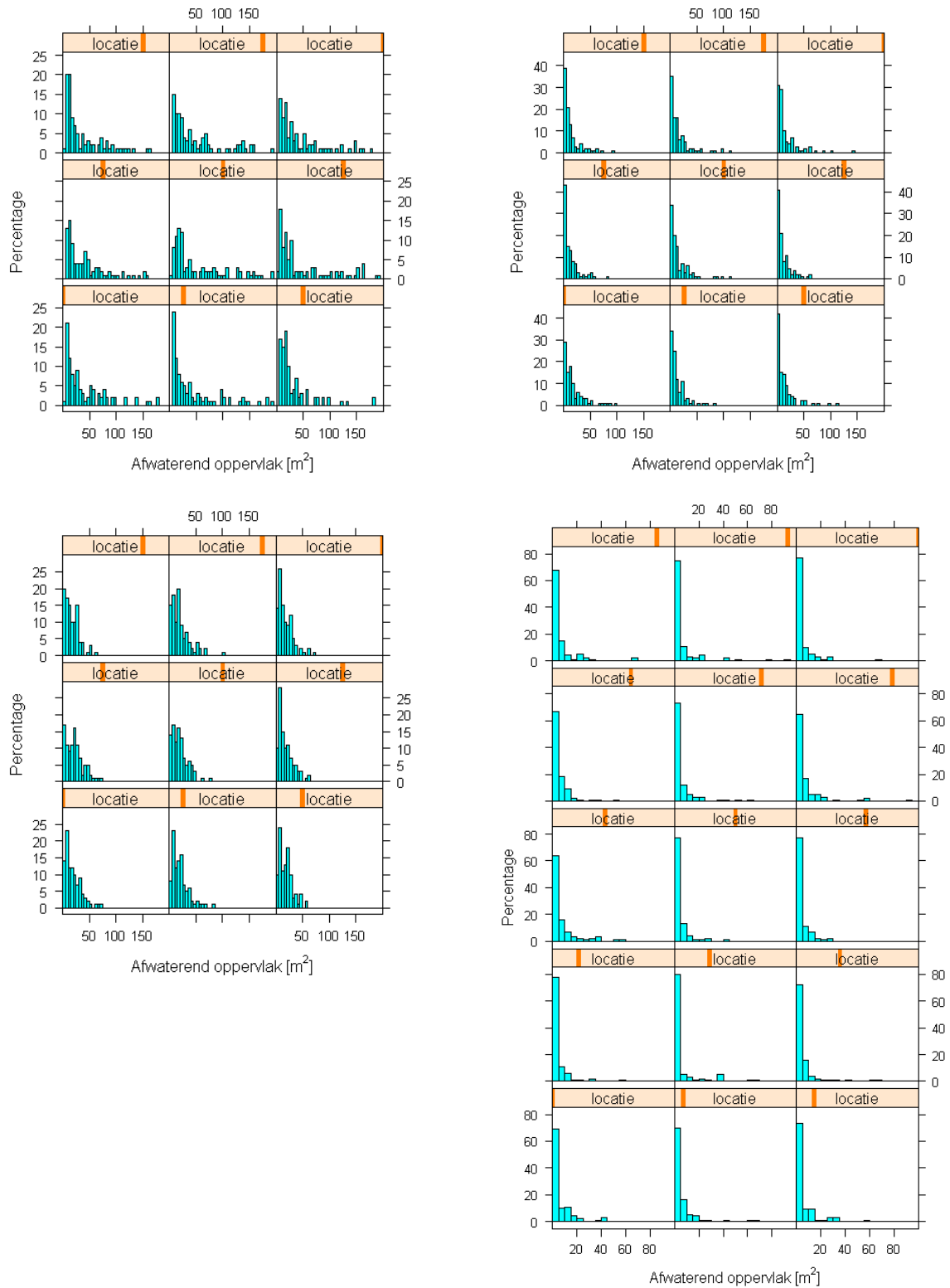
Met behulp van de 100 realisaties van het stromingspatroon per situatie is de onzekerheid over de toestroming naar de negen virtuele 5 meter brede bakken geschat. De frequentieverdeling van het op elke virtuele bak afwaterende oppervlak is voor elke situatie weergegeven in figuur 37. Hoe vaak van de 100 keer een bepaald afstromend oppervlak op een bepaald perceel voor een bepaalde situatie optreedt, is per bak weer gegeven. Als het afwaterend oppervlak 50 m² bedraagt, komt het toestromende water vanaf een gemiddelde afstand van 10 meter uit de sloot. De vorm van het afwaterende gebied kan echter zeer grillig zijn en zich uitstrekken tot ver buiten deze 10 meter zone vanaf de sloot. Opvallend is dat de frequentie-verdelingen in Loon op Zand voor de drie dagen en negen locaties (zie figuur 37) sterker verschillen dan tussen de afzonderlijke bakken voor dezelfde situatie. Het maakt dus meer uit voor welke moment een berekening wordt gemaakt dan voor welke opvangbak. Het stromingspatroon op GHG-niveau in Loon op Zand levert een grotere variatie op wat betreft afstromend oppervlak dan het grondwater niveau op 13 december of 10 april. Dit komt omdat het ruimtelijk beeld van de GHG gemodelleerd is als een gladder vlak dan dat op 13 december of 10 april. Hierdoor is er minder kans dat gemodelleerde stromingsbanen doodlopen in lokale grondwater laagtes, waardoor ook stroombanen van ver uit de sloot de virtuele opvangbakken kunnen bereiken. De gladheid van

het gemodelleerde grondwater vlak is af te lezen uit de maximale semi-variantie (sill) van de gehanteerde semi-variogrammodellen (figuur 12); hoe kleiner de sill hoe gladder het gemodelleerde grondwatervlak. Naast de gladheid van het gemodelleerde grondwatervlak is de hoofdrichting van de grondwaterstroming van belang. In Loon op zand is de hoofdstromingsrichting dichtbij de sloot altijd naar de sloot toe gericht. In Donderen vertoont de hoofdstromingsrichting ten opzichte van de sloot een hoek van ongeveer 30°. Mede hierdoor watert in Loon op Zand een groter areaal op de sloot af dan in Donderen.

3.4.4 Discussie

Doelstelling van de onzekerheidsanalyse was om voor profieltype 'e' een beeld te krijgen van de variabiliteit in de toestromingspatronen naar de watergangen en de bijbehorende debieten. Na evaluatie van beschikbare waarnemingen van de GHG of grondwaterstanden op perceelsniveau bleken binnen dit profieltype slechts twee percelen beschikbaar met meer dan tien waarnemingslocaties. Op basis van slechts twee percelen, die onderling ook nog fors verschillen wat betreft het toestromingspatroon naar de watergang, is het niet mogelijk een nauwkeurige uitspraak te doen die opgaat voor het gehele profieltype 'e'. Wel is het mogelijk gebleken voor de beide onderzoekspercelen een methodiek te ontwikkelen waarmee de onzekerheid over toestromingspatronen en afwaterende oppervlakten gekwantificeerd kan worden. In hoeverre de resultaten van deze onzekerheidsanalyse geldig zijn voor het totale areaal met profieltype 'e' blijft onduidelijk, hiervoor zijn aanvullende onderzoekspercelen nodig.

Voor de percelen in Loon op Zand en Donderen is het uit profielkenmerken geschatte GHG-niveau geïnterpoleerd. Terwijl onduidelijk is welke nauwkeurigheid de GHG-schattingen hebben. Het GHG-niveau geeft een soort gemiddelde wintersituatie weer maar waarschijnlijk treedt die situatie niet gelijktijdig op overal in het perceel. Feitelijk wordt een grondwaterstand geïnterpoleerd die niet op een specifiek dag optreedt, maar eigenlijk een soort middeling over een langere periode is. Mede hierdoor is het gemodelleerde GHG-vlak gladder dan het grondwaterstandsvlak op een specifieke dag. Het gemodelleerde stromingspatroon is daardoor minder grillig en kan van verder uit de sloot toch de sloot bereiken. Het geschatte afstromend oppervlak op basis van GHG is daardoor groter dan dat op basis van de grondwaterstand op een specifieke dag. Voor het perceel in Donderen is echter alleen een schatting van het GHG-niveau beschikbaar en geen grondwaterstandsmetingen.



Figuur 37

Frequentie verdeling van het afwaterend oppervlak naar virtuele 5 meter brede bakken in Loon op Zand voor de GHG (linksboven), het grondwaterniveau op 13 december 2007 (rechtsboven) en het grondwaterniveau op 10 april 2008 (linksonder) en voor de GHG in Donderen (rechtsonder).

4 Representativiteit locatie Loon op Zand

De locatie Loon op Zand is gekozen als representant voor het geohydrologische hoofdtype 'e' (figuur 1 en figuur 2). De situatie te Loon op Zand wordt gekenmerkt door een dun freatisch watervoerend pakket, vervolgens een leemlaag met daaronder een watervoerend pakket. Verder is de situatie te Loon op Zand een duidelijke wegzijgingssituatie. In bijlage 6 is nader ingegaan op (kei)leem-voorkomens in Nederland, de geohydrologische eigenschappen van het 1^e en 2^e watervoerende pakket en de weerstand van de scheidende (kei)leemlaag. Situaties met een vergelijkbare opbouw van de ondergrond komen vooral voor in Drenthe en het oosten van Noord-Brabant. Met het NHI-instrumentarium zijn inmiddels berekeningen uitgevoerd, waarmee inzicht kan worden verkregen hoe het neerslagoverschot wordt afgevoerd. Het NHI staat voor het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium. Dit model is sinds kort beschikbaar en dient om het landelijke beleid te evalueren, zoals de effecten van klimaatverandering, waterverdelingsvraagstukken etc. In dit hydrologische model is de ondergrond geohydrologisch geschematiseerd in vier watervoerende pakketten en drie scheidende lagen. In de bovenste scheidende laag zit de keileem in Drenthe en de leemlagen in de Centrale Slenk verwerkt.

Uit de analyse van de meetgegevens te Loon op Zand blijkt dat het water dat door de leemlaag infiltreert vervolgens niet via kwel naar de perceelssloot tot afvoer komt maar regionaal wordt afgevoerd. Om inzicht te krijgen of het regionaal afvoeren van het grootste deel van het neerslagoverschot een lokaal fenomeen is of dat dit over grote arealen voorkomt, ofwel hoe representatief is Loon op Zand voor profieltype 'e', zijn de rekenresultaten van het NHI nader geanalyseerd. Op gridniveau (6,25 ha) kunnen we inzicht krijgen in respectievelijk de horizontale en verticale grondwaterfluxen q_1 en q_2 , (figuur 33) door uit te gaan van de grondwateraanvulling en de kwel door de eerste scheidende laag op basis van het NHI. Vanwege de geringe dikte van het freatisch watervoerend pakket is de laterale waterflux door dit pakket verwaarloosd. Voor Loon op Zand blijkt dat q_2 sterk overheersend is. Door op gridniveau grondwateraanvulling en kwel te vergelijken met Loon op Zand kunnen we inzicht krijgen in de representativiteit van deze meetlocatie voor het profieltype 'e'.

Per gridcel is de verhouding S bepaald:

$$S = \frac{kwel_NHI}{grondwateraanvulling_NHI}$$

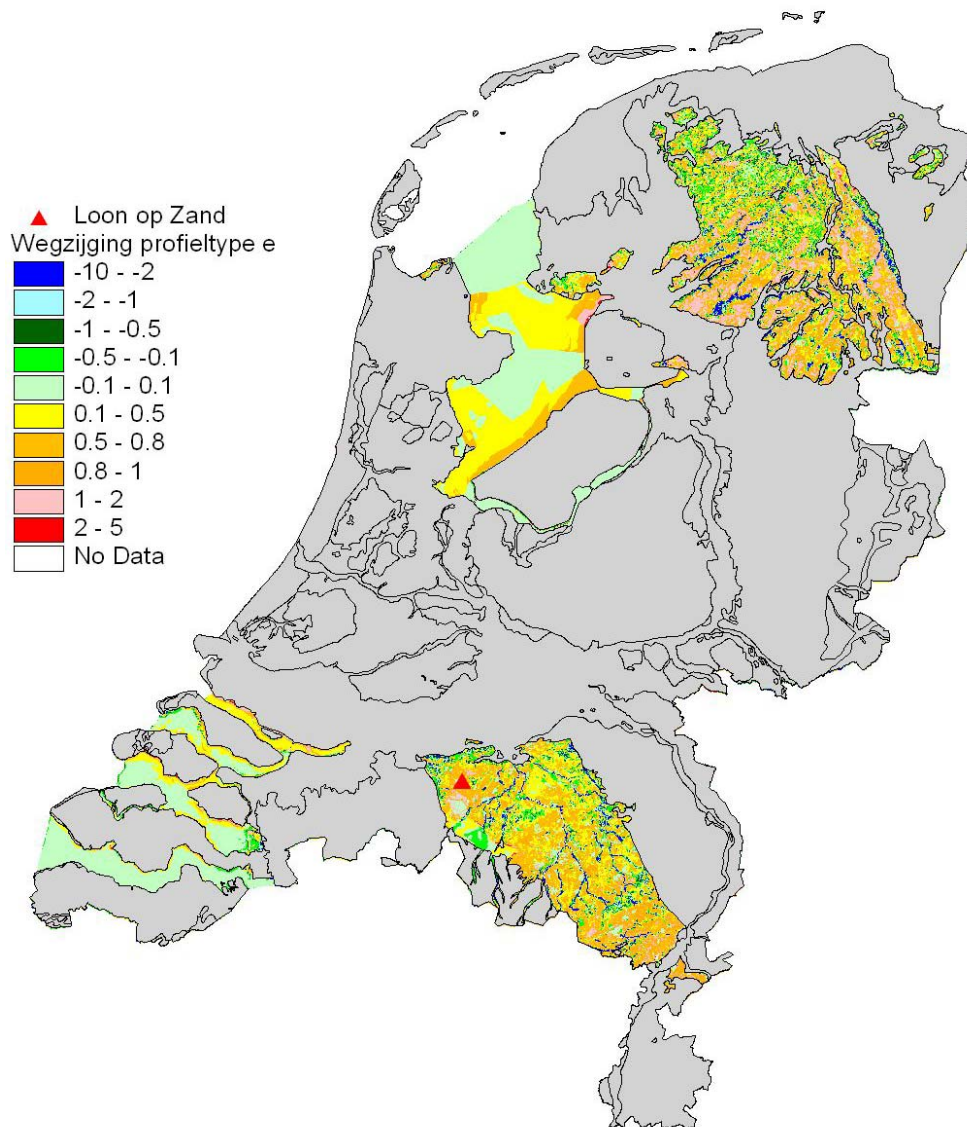
Het resultaat is geclassificeerd volgens tabel 4.

Tabel 4

Verhouding tussen kwel en grondwateraanvulling.

S	Opmerking
<0	Kwel
0-0.2	Lichte wegzijging
0.2-0.4	
0.4-0.6	
0.6-0.8	
0.8-1.0	↓ Zeer grote wegzijging (Loon op Zand)
>1.0	Infiltratie uit oppervlaktewater

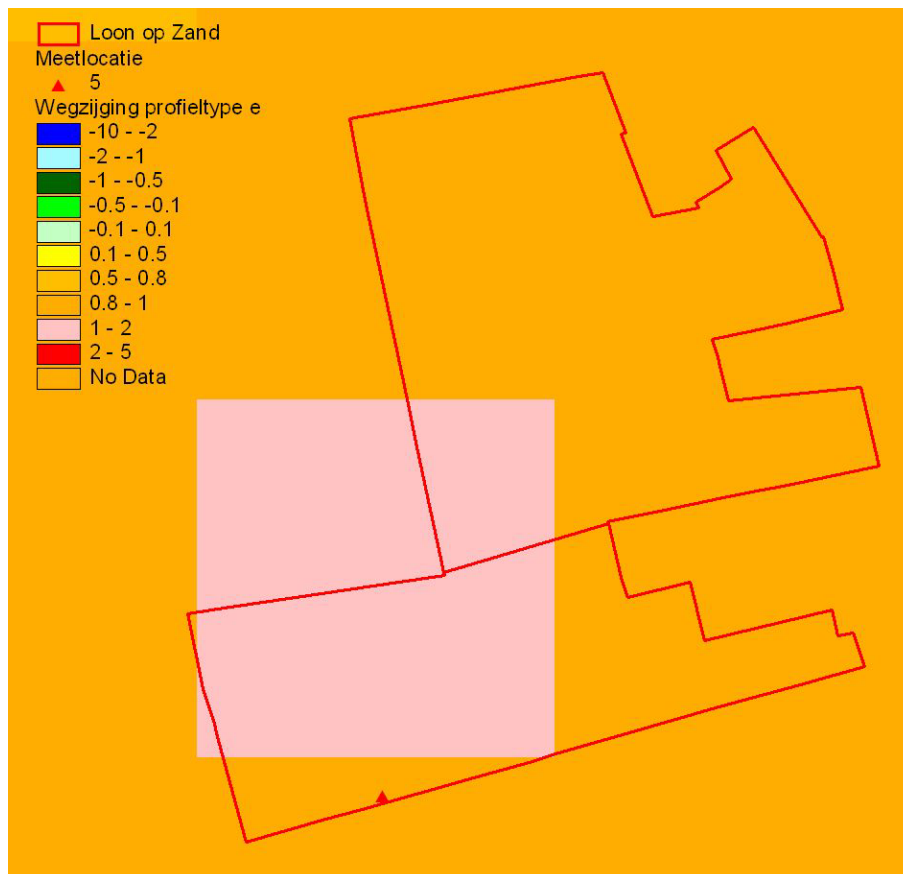
Op 26-8-2009 zijn met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium berekeningen uitgevoerd. In figuur 38 is de wegzijging (+) door de 1^e scheidende laag voor profieltype 'e' weergegeven.



Figuur 38

Wegzijing (+) door 1^e scheidende laag.

Uit figuur 38 blijkt dat een aanzienlijk areaal met wegzijging voorkomt. In figuur 39 is de situatie nabij Loon op Zand weergegeven.



Figuur 39

Wegzijing op locatie Loon op Zand berekent met het NHL.

Voor de locatie Loon op Zand berekent het model een wegzijging tussen de 0.87 en 1.05 mm/d.

Om de grondwateraanvulling (RCH) te bepalen zijn de volgende termen gesommeerd:

$$RCH = P_m + P_{ssw} + P_{sgw} + E_{sp} + E_{ic} + E_{pd} + E_{bs} + T_{act} + Q_{run} + Q_{spgw}$$

Hierin is

P_m = Neerslag in m (≥ 0)

P_{ssw} = Beregening uit grondwater in m (≥ 0)

P_{sgw} = Beregening uit oppervlaktewater in m (≥ 0)

E_{sp} = Verdamping beregeningswater in m (≤ 0)

E_{ic} = Evaporatie van interceptiewater in m (≤ 0)

E_{pd} = Evaporatie ponding water in m (≤ 0)

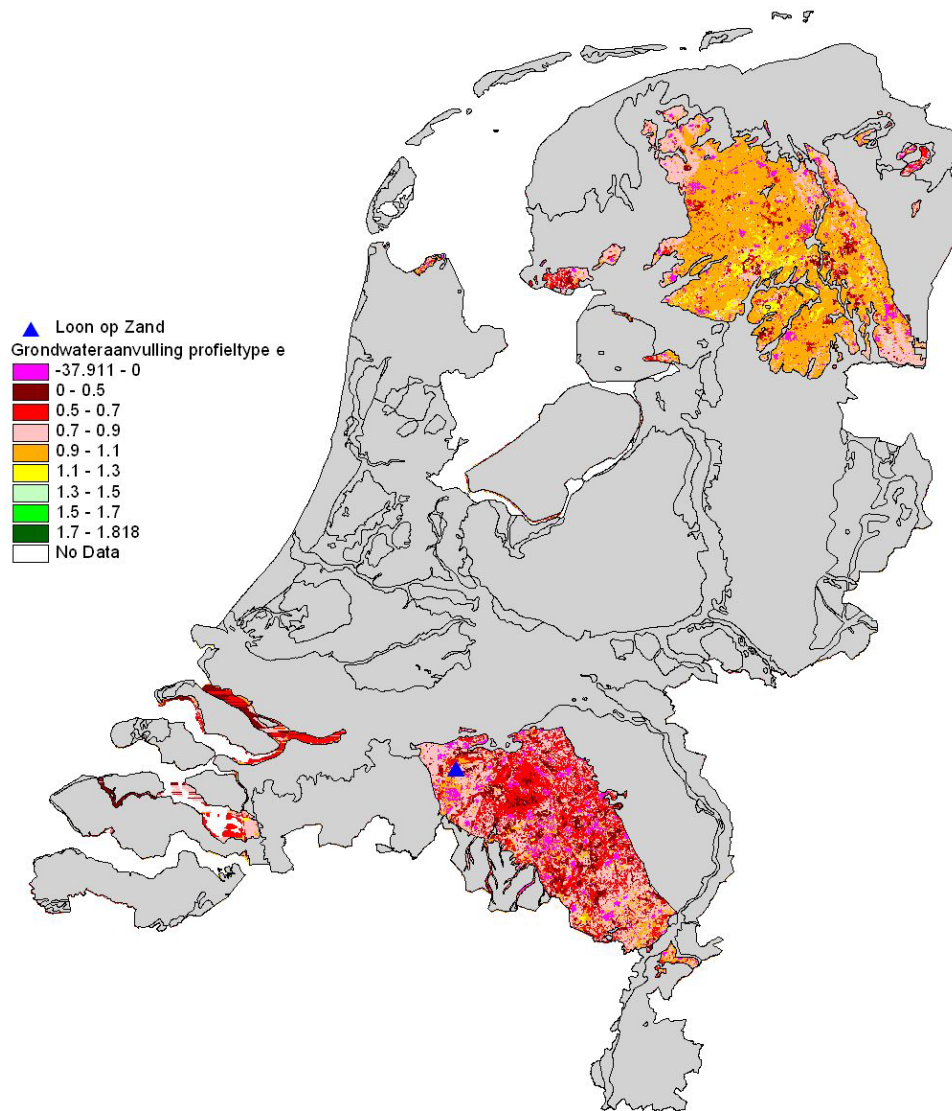
E_{bs} = Evaporation kale grond (≤ 0)

T_{act} = Actuele verdamping (≤ 0)

Q_{run} = Runon (+/-)

Q_{spgw} = Groundwateronttrekking voor beregening uit freatisch pakket in m (≤ 0).

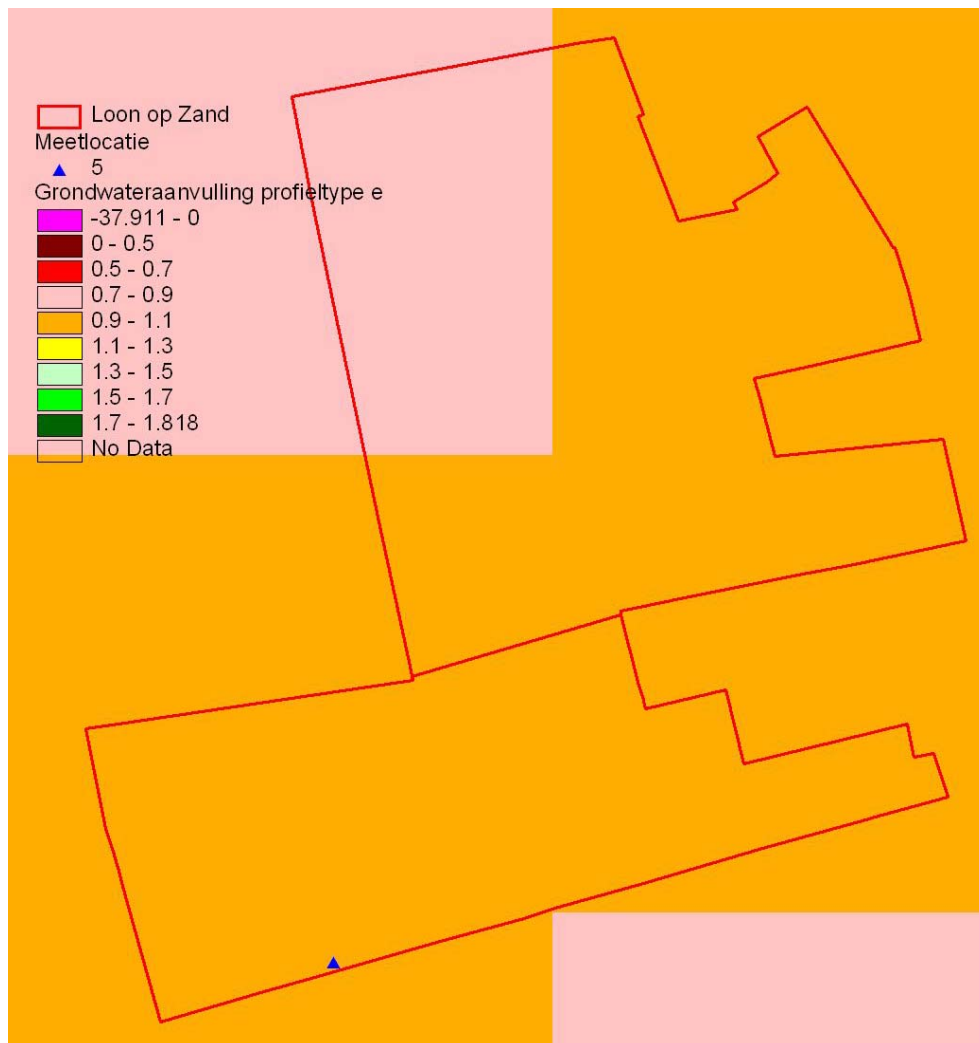
Grondwateronttrekking uit het freatisch pakket is binnen profieltype 'e' vrijwel niet mogelijk en is bijna overal 0. In figuur 40 is de grondwateraanvulling weergegeven.



Figuur 40

Grondwateraanvulling

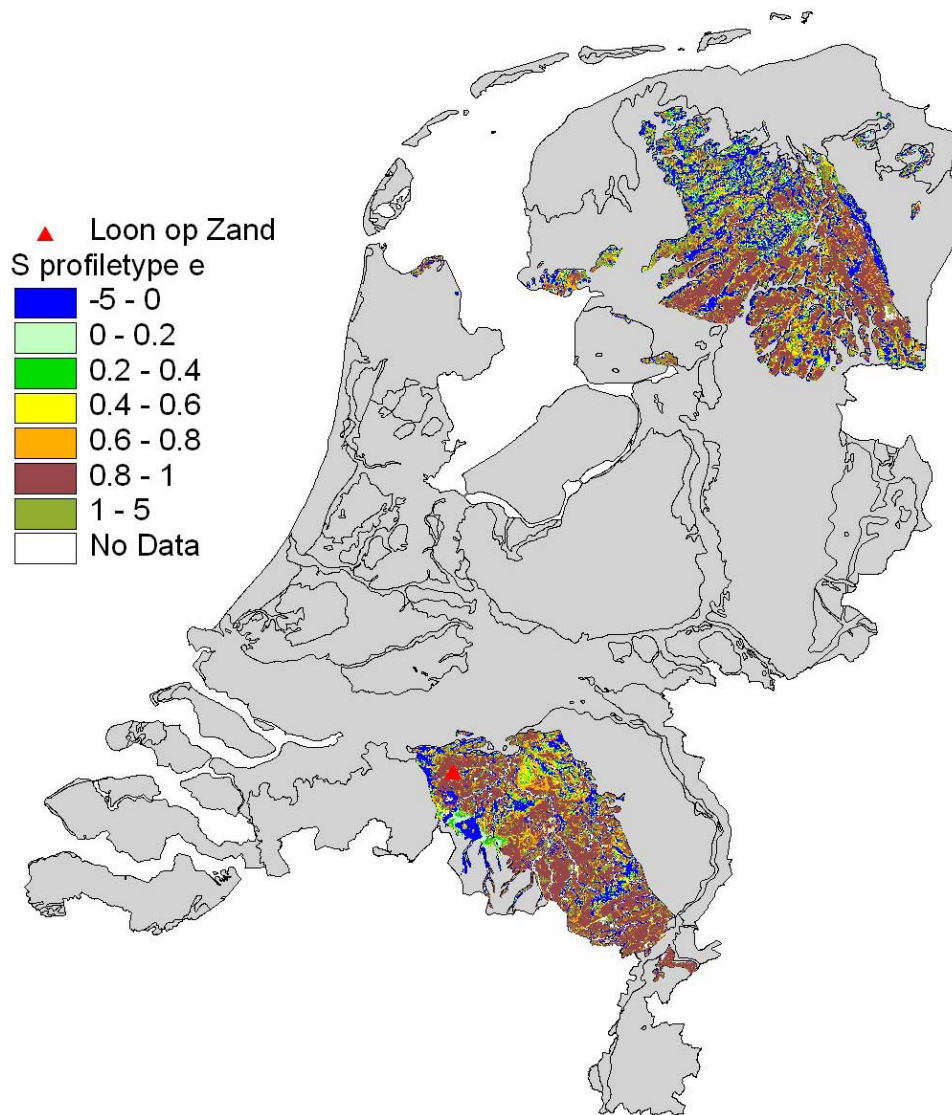
Uit figuur 40 blijkt dat de grondwateraanvulling in de Centrale Slenk geringer is dan in Drenthe, dit wordt vooral veroorzaakt door een verschil in neerslag. In de Centrale Slenk valt minder neerslag dan in Drenthe. In figuur 41 is de grondwateraanvulling in de omgeving van Loon op Zand weergegeven. De grondwateraanvulling ter plaatse van Loon op Zand varieert van 0,83-1,11 mm/d.



Figuur 41

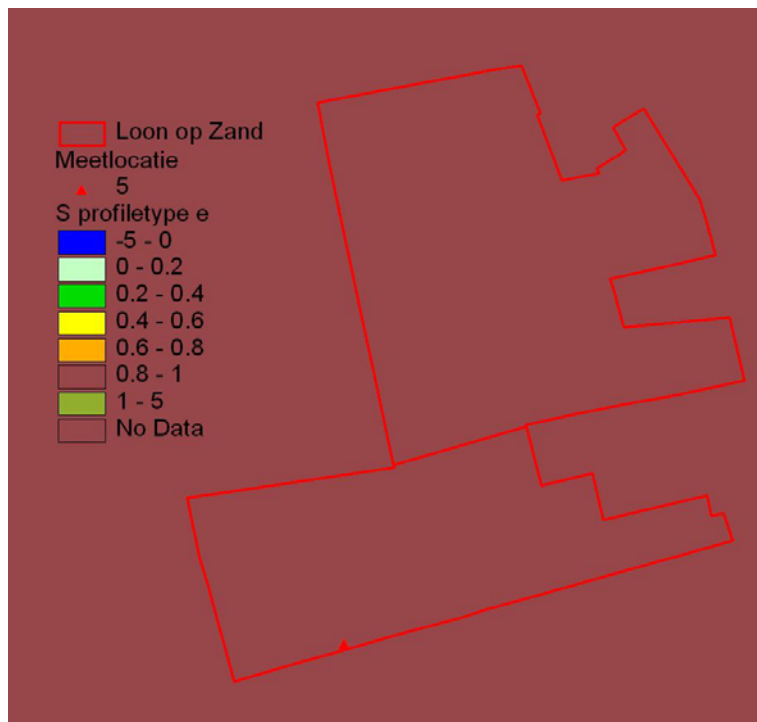
Grondwateraanvulling te Loon op Zand berekent met NHI.

Beide kaarten zijn vervolgens gebruikt om de verhouding S te bepalen (figuur 42).



Figuur 42
Verhouding S.

Onder de aanname dat er geen horizontale interactie is via het freatisch watervoerend pakket tussen naburige grids betekent een negatieve waarde dat er kwel optreedt omdat de grondwateraanvulling in principe altijd positief is. Bijvoorbeeld in het keileemgebied zijn delen van het keileem geërodeerd door beken, deze beken vangen een deel van de wegzijging uit de keileemplateaus af.

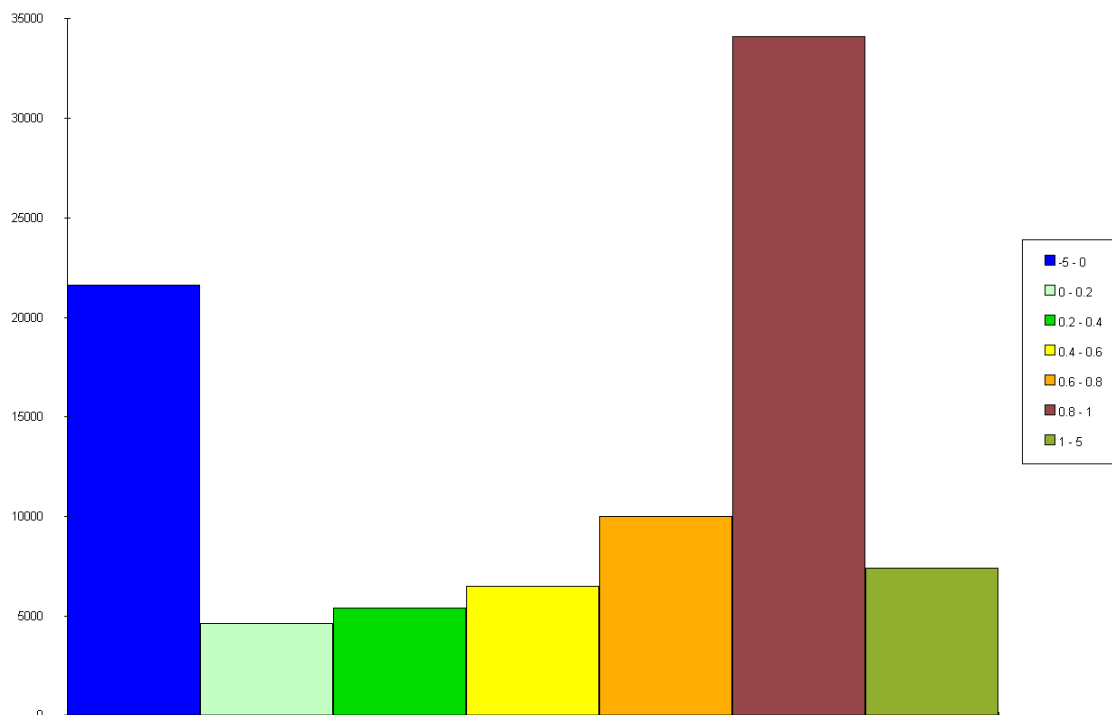


Figuur 43

S-waarde omgeving Loon op Zand.

Voor Loon op Zand varieert de S-waarde (figuur 43) tussen 0,93 en 0,97. Dus ook de rekenresultaten van het NHI geven voor Loon op Zand aan dat verreweg het grootste deel van het neerslagoverschot via wegzijging wordt afgevoerd. Om een waarde groter dan 1 te verkrijgen moet er infiltratie vanuit de waterlopen plaatsvinden, daarnaast is de laterale stroming in het freatisch pakket verwaarloosd, deze post kan ook bijdragen dat de waarde groter wordt dan 1.

Om te bepalen hoe representatief Loon op Zand is voor de Nederlandse situatie is de verdeling van de waarde van S binnen het profieltype 'e' bepaald (figuur 44). Extreme zijn hierbij verwijderd.



Figuur 44
Verdeling van S binnen profieltype 'e'.

In tabel 5 zijn de percentages per klasse weergegeven. Loon op Zand valt binnen de klasse $S=0,8-1,0$. Uit tabel 5 blijkt dat 38% van het areaal van profieltype 'e' binnen dezelfde klasse valt als Loon op Zand. Kijken we alleen naar het gebied met wegzijging, dan valt 50% van het areaal in dezelfde klasse als Loon op Zand. Op basis van de rekenresultaten van het NHI kunnen we concluderen dat de hydrologische situatie zoals waargenomen te Loon op Zand in grote delen van het profieltype 'e' voorkomt.

Tabel 5
Percentage areaal per klasse binnen profieltype 'e'.

Klasse S	Areaal	Areaal excl. kwelgebied
-5 - 0	24.1%	
0 - 0.2	5.2%	6.8%
0.2 - 0.4	6.0%	7.9%
0.4 - 0.6	7.3%	9.6%
0.6 - 0.8	11.2%	14.7%
0.8 - 1	38.0%	50.1%
1 - 5	8.3%	10.9%
	100.0%	100.0%

5 Conclusies

- Uit de isohypsenbeelden blijkt dat het freatisch grondwatervlak zeer variabel (grillig) is. Deze grilligheid hangt samen met de sterk wisselende begindiepte en dikte van de lössleemlaag zoals die in het proefperceel in Loon op Zand voorkomt. Een dusdanig variabel grondwaterstandsvlak is alleen met een grote onzekerheid, of via gedetailleerd meten, nauwkeurig in beeld te brengen.
- De invloedsafstand van de sloot op het afwateringspatroon is ca. 15 m. Dit blijkt zowel uit de benadering via:
 - isohypsen/raaien als uit,
 - hydrologische parameters (drainageweerstand/weerstand leemlaag),
 - gesimuleerde toestromingspatronen.Uit analyse van de meetgegevens van de bakken volgt eveneens een gering afvoerend oppervlak.
- De gesimuleerde stromingspatronen naar de afwaterende perceelssloot zijn als gevolg van het grillige grondwatervlak ook zeer grillig en zorgen voor een grote ruimtelijke variatie in afvoerpatronen naar de sloot.
- Door de variatie in afvoerpatronen kunnen afvoerdebieten naar dicht bij elkaar gelegen opvangbakken grote verschillen vertonen.
- Het grootste deel van het neerslagoverschot van dit perceel wordt via wegzijging naar het onderliggende watervoerende pakket regionaal afgevoerd.
- Door het geringe afvoerend oppervlak naar de meetbak in de sloot, is het onbemeste aandeel hiervan bij de bufferbehandeling groot. Hierdoor mag een hoge relatieve effectiviteit aldaar verwacht worden. Door het geringe afvoerend oppervlak zijn de absolute vrachten en dus ook de absolute reductie door bufferstroken echter gering.
- Om de verhouding tussen de ondiepe en diepe afvoer voor andere locaties in geo-profieltype 'e' vast te stellen is inzicht in de weerstand van de (kei)leemlaag van groot belang. Veelal is het doorlaatvermogen van het onderliggende watervoerende pakket groot en het doorlaatvermogen van het freatische pakket gering, dit maakt dat de grootte van de c-waarde sterk bepalend is voor de verdeling. Uit de rekenresultaten van het NHI kunnen we concluderen dat deze hydrologische situatie, zoals waargenomen te Loon op Zand, in grote delen van het profieltype 'e' voorkomt.
- De stijghoogte onder de (kei)leemlaag in combinatie met het oppervlaktewaterpeil bepaalt of het water dat door de leemlaag zijgt lokaal wordt gedraineerd of regionaal wordt afgevoerd.
- Een hoge weerstand van de (kei)leemlaag is een indicator voor buisdrainage omdat het grootste deel van het water door het bovenste pakket moet worden afgevoerd naar de sloot, ingeval van een geringere weerstand van de leemlaag in combinatie met een groot stijghoogteverschil over de leemlaag wordt het neerslagoverschot voor een groot deel regionaal afgevoerd.

Literatuur

Bakel, P.J.T. van, H.T.L. Massop en A.J. van Kekem, 2007. Locatiekeuze ten behoeve van het onderzoek naar bemestingsvrije perceelsranden. Hydrologische en bodemkundige karakterisering van de proeflocaties, Alterra-rapport1457 gepubliceerd: 28 aug., 79 pp.

Bon, J., 1974. Het afvoeronderzoek in Midden Noord-Brabant. ICW-nota 874.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19A.

Goes B.J.M., J. Snepvangers, W.J. de Lange, N. Goorden, M.J.H. Pastoors en H.T.L. Massop, 2008. Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - NHI. Modelrapportage.

Goovaerts, P., 1997. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Oxford University Press.

Lekahena, E.G., 1983. Grondwaterkaart van Nederland, Centrale Slenk (Oost- Brabant). Inventarisatierapport. Rapport GWK-32 Grondwaterverkenning TNO, Delft.

Linden, W. van der, H.J.T. Weerts, A.H.M. Kremers en C.B.M. te Stroet, 2001. Landsdekkende karakterisering topsysteem. Vooronderzoek met aanpak. NITG 01-195-A. Delft.

Linden, W. van der, A.H.M. Kremers en H.J.T. Weerts, 2002. Landsdekkende karakterisering topsysteem. Eindrapport. NITG 02-112-B, Delft.

Linden, W. van der, 2002. Landsdekkende karakterisering topsysteem 1: 250.000. Eindrapport. NITG 02-176-B. Delft.

Makken, H. en G. Rutten, 1985. Bodemgesteldheid en bodemgeschiktheid van het landinrichtingsgebied Rhoden-Norg, rapport 1733. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

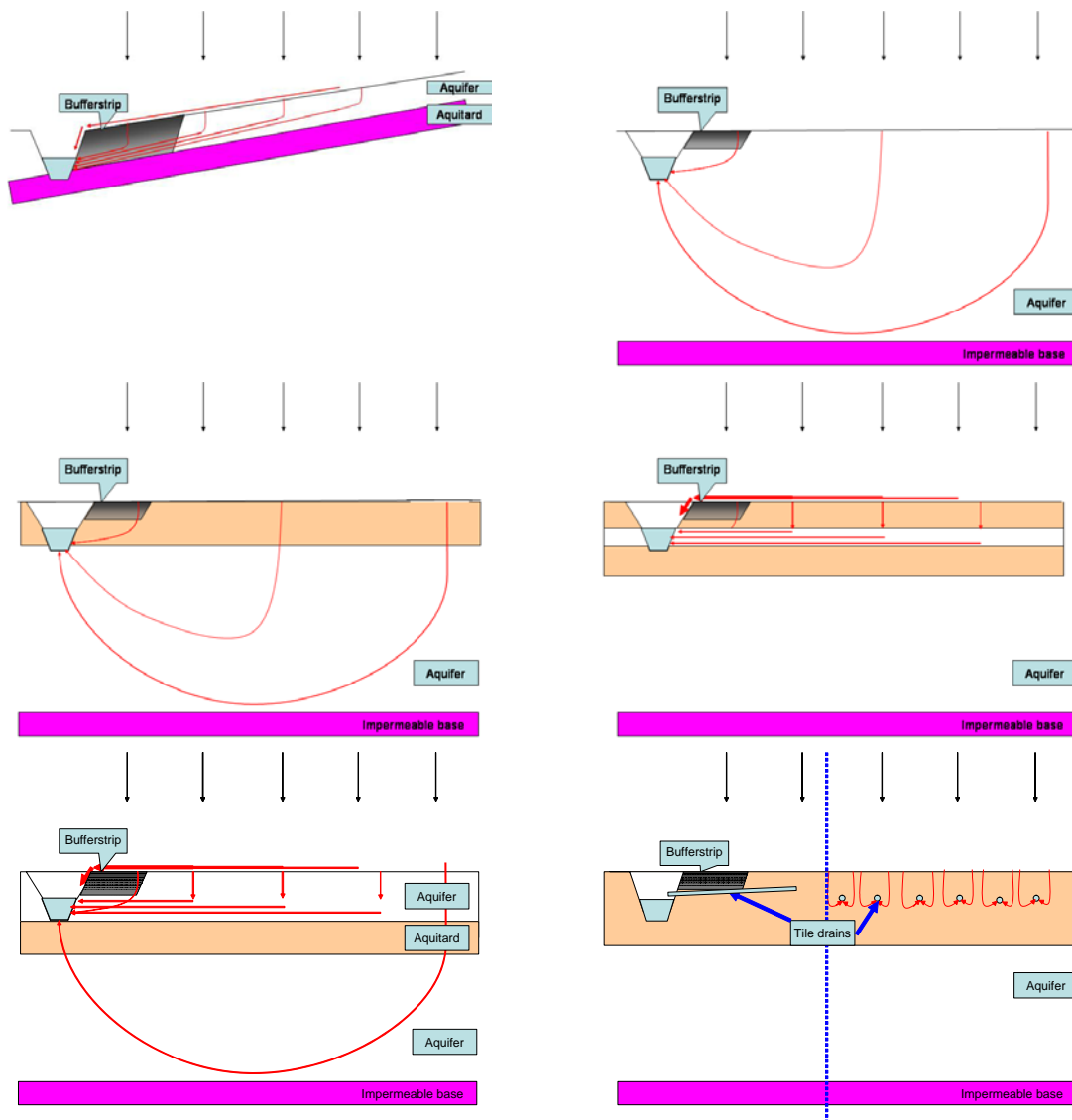
Pebesma, E.J. en C.G. Wesseling, 1998. Gstat, a program for geostatistical modelling, prediction and simulation. Computers & Geosciences, 24 (1), pp. 17-31. <www.gstat.org/>

Pebesma, E.J. en G.B.M. Heuvelink, 2001. Sequential simulation of Gaussian random fields with unknown mean function: an application to heavy metal pollution data. Abstract book 4th conference of the Working Group on Pedometrics of the International Union of Soil Science (Ed. M. van Meirvenne). Ghent University, Ghent (pp. 84-84).

Snepvangers, J. en W. Berendrecht, 2007. MIPWA, Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer. Utrecht, TNO-rapport 2007-U-R0972/A.

Stichting voor Bodemkartering, 1990. Bodemkaart van Nederland. Schaal 1: 50000. Blad 44 Oost Oosterhout. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Bijlage 1 Schematische weergave van de zes onderscheiden geohydrologische hoofdtypen



Schematische weergave van de zes onderscheiden geohydrologische hoofdtypen:

- Ondiep grondwatersysteem,
- Diep grondwatersysteem,
- Diep grondwatersysteem afgedekt met slecht doorlatende deklaag,
- Hollandprofiel in deklaag,
- Twee watervoerende pakketten gescheiden door ondiepe, slecht doorlatende laag,
- Dikke slecht doorlatende deklaag, veelal gedraineerd.

Bijlage 2 Profielbeschrijvingen

De beschrijvingen zijn per raai van 1 t/m 12 genummerd (afb. 1). De profielen zijn beschreven volgens de Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem (Ten Cate et al., 1995). In dit onderzoek is in het bijzonder de geologische formatie van belang. Code 411 = jong dekzand, 412 = oud dekzand, 413 = fluvioglaciaal en 422 = lössleem.

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	1	1	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B		
tv subgr	cijf k	toev.eind v										
										diepte	gebr	
c4i	431		VII	100	200	60	GR					

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen					
nr	code	begin eind														
										% vs	<2 50	M50				
1	1Ap	0 30	3.0	8	170	411										
2	1Ah	30 45	3.0	8	170	411										
3	2Ce	45 110		15	135	412										
4	3Ce	110 150		35	110	413										
5	4Cg	150 160		50	100	422										
6	4Cr	160 300		50	100	422					zandlensjes					
7	5Cr	300 301		12	150	413					zand					

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	1	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2r	431			VII	100	200	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Ap	0 25		3.0	8	170	411				
2	1Bhe	25 60		1.0	8	170	411				
3	2Ce1	60 90			20	130	412				
4	2Ce2	90 120			13	140	412				
5	2Cg	120 150			33	100	413				
6	3Cg	150 180			55	100	422				
7	3Cr	180 280			55	100	422				slap blauw
8	4Cr	280 281			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	1	3	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v									
										diepte gebr	
2r	431		VII	100	200	50	GR				

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind									
1	1Ap	0 30		3.0	8 170		411				
2	1Bhe	30 60		1.0	8 170		411				
3	1Ce	60 105			8 170		411				
4	2Ce	105 140			35 110		413				
5	3Cg	140 160			55 100		422				
6	3Cr1	160 200			50 100		422				stug
7	3Cr2	200 300			50 100		422				35-45 lensjes
8	4Cr	300 301			12 150		413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	1	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2q	431			VII	100	200	60	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Ap	0 40		3.0	8 170	411						
2	1Bhe	40 100		1.0	7 170	411						
3	2Ce	100 140			20 130	412						
4	3Ce	140 150			35 110	413						
5	4Cg	150 160			55 100	422						
6	5Cg	160 220			16 160	413					zandinsluiting	
7	6Cr1	220 250			60 100	422					stug	
8	6Cr2	250 300			55 100	422					slap	
9	7Cr	300 301			12 160	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	1	5	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v					diepte	gebr			
2q	431				VII	100	200	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen						
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz										
												% vs	<2 50	M50			
1	1Ap	0	35	3.0	8	170	411										
2	1Bhe	35	90	1.0	8	170	411										
3	1Ce	90	110		8	170	411										
4	2Ce	110	140		35	110	413										
5	3Ce	140	160		50	100	422										
6	4Ce	160	250		55	100	422				stug						
7	4Cr	250	290		55	100	422				slap						
8	5Cr	290	300		12	150	413				zand						

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	1	6	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	200	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind									
		% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Aa	30 70	3.0		8 170	693					
3	1Bhe	70 95	1.0		8 170	411					
4	2Ce	95 120			20 125	412					
5	3Ce	120 160			35 110	413					
6	4Ce	160 250			55 100	422					
7	4Cr	250 290			55 100	422					slap
8	5Cr	290 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		

44H	1	7	11-07	VSS							

STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v						diepte	gebr		

4s	431				VII	100	250	70	GR		

BIJZONDERHEDEN:											

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			

1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693					
2	1Aa	30 60		3.0	8 170	693					
3	1Bhe	60 100		1.0	8 170	411					
4	2Ce	100 135			20 120	412					
5	3Ce	135 160			10 170	411					insluiting
6	4Ce	160 200			35 120	413					
7	5Ce	200 220			10 145	412					nat vrzadigd
8	6Cg	220 260			55 100	422					
9	6Cr	260 280			55 100	422					slap
10	7Cr	280 300			15 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	1	8	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Aa	30 70	3.0		8 170	693					
3	1Bhe	70 120			8 170	411					
4	1BC	120 150			10 155	411					
5	2Ce	150 160			20 120	412					
6	3Cg	160 180			55 100	422					
7	4Ce	180 230			12 150	413					zandinsluiting
8	5Cr	230 300			55 100	422					slap
9	6Cr	300 301			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	1	9	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693						
2	1Aa	30 65	3.0	8	170	693						
3	1Bhe	65 100	1.0	8	170	411						
4	1Ce	100 150		8	160	411						
5	2Ce	150 200		35	110	412						
6	3Ce	200 230		10	160	412					zandinsluiting	
7	3Cg	230 270		55	100	422					stug	
8	3Cr	270 300		50	100	422					week	
9	4Cr	300 301		12	150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	1	10	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693					
2	1Aa	30 70	3.0	8	170	693					
3	1Bhe	70 100	1.0	8	170	411					
4	1Ce1	100 120		16	130	411					
5	1Ce2	120 140		10	160	411					
6	2Ce	140 260		55	100	422					stug
7	2Cr	260 300		55	100	422					slap
8	3Cr	300 301		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	boring
44H	1	11	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv	subgr	cijf	k	toev.eind	v	diepte	gebr			
4s	431					VII	100	250	80	GR

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K	R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin	eind	%vs	<2	50	M50					
1	1Aap	0	30	3.0	8	170	693					
2	1Aa	30	80	3.0	8	170	693					
3	1Bhe	80	100		10	160	411					
4	1Ce	100	140		10	160	411					grindjes beunig
5	2Ce	140	230		33	120	412					
6	3Ce	230	240		50	100	422					
7	3Cr	240	305		55	100	422					slap
8	4Cr	305	306		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	1	12	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Aap	0 30		3.0	8	170	693				
2	1Aa	30 80		3.0	8	170	693				
3	1Bhe	80 90			8	160	411				
4	1Ce	90 140			12	155	411				
5	2Ce	140 180			35	100	412				
6	3Ce	180 220			13	135	412				zandinsluiting
7	4Ce	220 230			55	100	422				
8	5Cr	230 330			50	100	422				slap
9	6Cr	330 331			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	1	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4i	431		H	VII	100	250	30	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Ap	0 25		3.0	8	170	411					
2	2Ce	25 70			17	120	692				opgebracht	
3	3BC	70 110			8	165	411					
4	4Ce	110 130			35	110	413					
5	5Ce	130 160			10	155	412				zandinsluiting	
6	6Ce	160 250			55	100	422					
7	7Cr	250 253			12	150	413				zandinsluiting	
8	8Cr	253 280			55	100	422				slap	
9	9Cr	280 300			12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2r	431			VII	100	250	45	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind									
		% vs	<2 50	M50							
1	1Ap	0 25	3.0		8 170	411					
2	1Bhe	25 65	1.0		8 170	411					
3	1Ce1	65 80			20 140	411					
4	1Ce2	80 170			10 155	411					
5	2Ce	170 270			55 100	422					stug
6	3Cr	270 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	3	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf	k	toev.eind	v		diepte	gebr			
2r	431				VII	100	250	40	GR	

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		% vs	<2 50	M50					
1	1Ap	0 25	3.0		8	170	411				
2	1Bhe	25 70	1.0		8	170	411				
3	1Ce	70 110			13	140	412				
4	2Ce	110 250			55	100	422				
5	3Cr	250 300			14	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2r	431			VII	100	200	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
		% vs	<2	50	M50						
1	1Ap	0 30		3.0		8	170	411			
2	1Bhe	30 80		1.0		8	170	411			
3	1Ce	80 100				13	140	411			
4	2Ce	100 120				25	100	412			
5	3Ce	120 160				14	140	412			
6	4Cr	160 250				55	100	422			blauw slap
7	5Cr	250 300				12	150	413			zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	5	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2r	431			VII	100	250	65	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Ap	0 30	3.0	8	170	411						
2	1Bhhe	30 70	1.0	8	170	411						
3	1Ce1	70 75		20	130	411						
4	1Ce2	75 130		12	145	411						
5	2Ce1	130 150		35	110	413						
6	2Ce2	150 290		50	100	422					stug	
7	3Cr	290 300		12	150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	6	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	75	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----	frm vrz				
			% vs	<2 50	M50					
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693				
2	1Ah	30 55	3.0		8 170	411				
3	1Bhe	55 90			8 170	411				
4	1Ce1	90 100			20 130	411				
5	1Ce2	100 140			10 155	411				
6	2Ce	140 180			35 110	413				
7	3Ce	180 265			55 100	422				blauw stug-week
8	4Cr	265 300			12 150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon			
44H	2	7	11-07	VSS								
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv	subgr	cijf	k	toev.eind	v		diepte	gebr				
2q	431					VII	100	250	70	GR		
BIJZONDERHEDEN:												
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K	R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin	eind			frm	vrz					
				%	vs	<2	50	M50				
1	1Aap	0	30	3.0	8	170	693					
2	1Ah	30	45	3.0	8	170	411					
3	1Bhe	45	90		12	140	411					
4	1Ce	90	110		12	140	411					
5	2Ce1	110	160		35	110	413					
6	2Ce2	160	180		20	140	413					
7	2Ce3	180	200		40	110	413					
8	3Ce	200	250		55	100	422					
9	3Cr	250	295		55	100	422					slap
10	4Cr	295	300		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	2	8	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693					
2	1Ah	30 70	3.0	8	170	411					
3	1Ce1	70 130		12	135	412					
4	1Ce2	130 160		17	130	412					
5	1Ce3	160 210		10	155	412					
6	2Ce	210 250		50	100	422					
7	2Cr	250 310		50	100	422					slap
8	3Cr	310 315		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	2	9	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	90	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Aap	0 30		3.0	8	170	692					
2	1Ah	30 70		3.0	8	170	411					
3	1Bhe	70 120		1.0	8	170	411					
4	1BC	120 170			10	160	411					
5	2Ce	170 190			20	130	412					
6	3Ce	190 210			35	110	413					
7	4Ce	210 230			8	155	413				zandinsl	
8	5Ce	230 260			55	100	422					
9	5Cr	260 300			55	100	422				vrij stug	
10	6Cr	300 305			12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	2	10	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Aap	0 30		3.0	8	170	693				
2	1Ah	30 60		3.0	8	170	411				
3	1Bhe	60 90		1.0	8	170	411				
4	1Ce	90 140			12	140	412				
5	2Ce	140 180			16	130	412				
6	3Ce	180 280			50	100	422				kurkdroog
7	4Cr	280 300			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	2	11	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v			diepte	gebr					
4s	431				VII	100	250	80	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----		-----		frm	vrz			
				% vs	<2 50	M50					
1	1Aap	0	30	3.0	8	170	693				
2	1Ah	30	70	3.0	8	170	411				
3	1Bhe	70	120		8	170	411				
4	1Ce	120	160		12	155	411				
5	2Ce	160	220		28	120	412				
6	3Ce	220	250		50	100	422				
7	3Cr	250	340		55	100	422			slap	
8	4Cr	340	345		12	150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	2	12	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693					
2	1Aa	30 80	3.0	8	170	693					
3	1Bhe	80 120		8	170	411					
4	1Ce	120 170		12	140	411					
5	2Ce	170 220		14	155	412					grijs nat
6	3Ce	220 260		50	100	422					
7	3Cr	260 320		50	100	422					slap
8	4Cr	320 325		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	3	1	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v			diepte	gebr					
4i	431				VII	100	250	50	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm vrz					
			% vs	<2 50	M50						
1	1Ap	0 25	3.0		8 170	411					
2	1Ce	25 80			14 140	411					
3	2Ce	80 120			25 120	412					
4	3Ce	120 190			15 140	412				nat	
5	4Ce	190 200			55 100	422					
6	4Cr	200 290			50 100	422				slap	
7	5Cr	290 300			12 150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2q	431			VII	100	250	45	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Ap	0 30	3.0		8 170	411						
2	1Bhe	30 60			8 170	411						
3	1Ce	60 100			11 145	411						
4	2Ce	100 140			40 110	413						
5	3Ce	140 190			12 135	412					zandinsl	
6	4Ce	190 260			55 100	422						
7	5Cr1	260 290			30 120	413					zand	
8	5Cr2	290 300			12 150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	3	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2q	431			VII	100	250	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			% vs	<2 50	M50						
1	1Ap	0 30	3.0		8 170	411					
2	1Bhe	30 100			8 170	411					
3	1Ce	100 170			12 140	411					
4	2Ce	170 210			55 100	422					
5	2Cr	210 290			55 100	422					slap
6	3Cr	290 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind	v			diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	60	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur	K R Geo K	C	D	Opmerkingen	
			% vs	<2 50	M50					
1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693				
2	1Aa	30 55		3.0	8 170	693				
3	1Ce	55 90			10 140	411				
4	1Bhe	90 160			8 170	411				
5	2Ce1	160 180			50 100	422			droog	
6	2Ce2	180 200			55 100	422			slap	
7	2Cr	200 295			50 100	422			slap	
8	3Cr	295 300			12 150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon			
44H	3	5	11-07	VSS								
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr					
4s	431					VII	100	250	60	GR		
BIJZONDERHEDEN:												
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693						
2	1Ah	30 50	1.0	8	170	411						
3	1Bhe	50 80		8	170	411						
4	1Ce1	80 130		13	130	412						
5	1Ce2	130 160		35	110	413						
6	2Ce	160 190		13	140	412	zandtussenlaag					
7	3Ce	190 220		50	100	422						
8	3Cr	220 280		50	100	422	slap					
9	4Cr	280 290		10	160	413	zand					
10	5Cr	290 300		50	100	422	slap					
11	6Cr	300 305		12	150	413	zand					

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	6	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind	v			diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693						
2	1Ah	30 70		3.0	8 170	411						
3	1Bhe	70 90			8 170	411						
4	1Ce	90 140			12 140	411						
5	2Ce1	140 180			35 110	412						
6	2Ce2	180 220			25 120	412					nat	
7	3Ce	220 230			55 100	422					slap	
8	3Cr	230 295			50 100	422					slap	
9	4Cr	295 300			12 150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	3	7	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf	k	toev.eind	v			diepte	gebr			
4s	431				VII	100	250	80	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
				% vs	<2 50	M50					
1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693					
2	1Ah	30 70		3.0	8 170	411					
3	1Bhe	70 100			11 140	411					
4	1Ce1	100 150			14 135	412					
5	1Ce2	150 190			40 110	413					
6	2Ce	190 220			55 100	422					slap
7	2Cr	220 280			50 100	422					slap
8	3Cr	280 290			10 160	413					zand
9	4Cr	290 300			50 100	422					slap
10	5Cr	300 305			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	8	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693						
2	1Ah	30 70	3.0	8	170	411						
3	1Bhe	70 90		8	170	411						
4	2Ce	90 140		14	130	412						
5	3Ce	140 210		35	110	412						
6	4Ce	210 285		55	100	422					slap slap	
7	5Cr	285 287		10	160	413					zand	
8	6Cr	287 300		55	100	422					slap	
9	7Cr	300 305		12	150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	3	9	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf	k	toev.eind	v			diepte	gebr			
4s	431				VII	100	250	90	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur -----	K R	Geo K	C	D	Opmerkingen	
				% vs	<2 50	M50					
1	1Aap	0 30		3.0	8	170	693				
2	1Ah	30 70		3.0	8	170	411				
3	1Bhe	70 100			8	170	411				
4	1Ce	100 140			12	140	411				
5	2Ce	140 190			35	110	413			droog	
6	3Ce	190 230			13	135	412			insluiting nat	
7	4Ce	230 290			55	100	422			slap	
8	5Cr	290 293			10	160	413			zand	
9	6Cr	293 300			55	100	422			slap	
10	7Cr	300 303			12	150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	3	10	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	140	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
				% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693						
2	1Ah	30 60		3.0	8 170	411						
3	1Bhe	60 140			8 160	411						
4	1Ce	140 160			10 155	411						
5	2Ce1	160 190			20 130	412						
6	2Ce2	190 210			14 140	412						
7	3Ce	210 260			50 100	422						
8	4Cr	260 280			10 160	413					zand	
9	5Cr	280 295			50 100	422					slap	
10	6Cr	295 305			10 160	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	3	11	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v					diepte	gebr			
4s	431				VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
1	1Aap	0 30		3.0	8 170	693					
2	1Ah	30 70		3.0	8 170	411					
3	1Bhe	70 110			8 170	411					
4	1Ce	110 150			10 140	411					
5	2Ce	150 200			20 125	412					gelaagd
6	3Ce	200 270			50 100	422					droog
7	3Cr	270 280			10 160	413					zand
8	4Cr	280 295			50 100	422					slap
9	5Cr	295 305			10 160	413					zand
10	6Cr	305 310			50 100	422					slap
11	7Cr	310 320			10 160	413					zand
12	8Cr	320 330			50 100	422					
13	9Cr	330 335			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	3	12	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	100	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Ah	30 80	3.0		8 170	411					
3	1Bhe	80 130			8 170	411					
4	1Ce	130 170			15 135	412					
5	2Ce	170 220			35 110	413					
6	3Ce	220 230			14 140	412					
7	4Ce	230 290			55 100	422					slap
8	4Cr	290 300			45 100	422					gelaagd 40-50
9	5Cr	300 305			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	4	1	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v			diepte	gebr					
4i	431				VII	100	250	40	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen	
		% vs	<2 50	M50		frm vrz					
1	1Ap	0 30		3.0	8 170	411					
2	1Ce	30 80			10 140	411					
3	2Ce	80 120			35 110	413					
4	3Ce	120 180			10 140	412					
5	4Ce	180 190			50 100	422					
6	4Cr	190 240			50 100	422					
7	5Cr	240 300			12 150	413			zand		

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
									boring	
44H	4	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2r	431			VII	100	250	40	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Ap	0 25		3.0		8	170	411				
2	1Bhe	25 50				8	170	411				
3	1Ce	50 135				8	165	411				
4	2Ce	135 170				35	110	413				
5	3Ce	170 190				10	150	412			in sl nat	
6	4Ce	190 200				55	100	422				
7	4Cr	200 290				50	100	422				
8	5Cr	290 300				12	150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	3	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf	k	toev.eind	v			diepte	gebr			
2r	431				VII	100	150	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K	R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----			frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Ap	0 25		3.0	8	170	411					
2	1Bhe	25 70			8	170	411					
3	1Ce	70 120			11	145	411					
4	2Ce	120 140			25	120	412					
5	3Ce	140 195			11	140	412				nat	
6	4Ce	195 200			55	100	422					
7	4Cr	200 240			55	100	422					
8	5Cr	240 320			40	110	413					gelaagd 30-40le
9	6Cr	320 325			12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2q	431			VII	100	250	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Ap	0 35		3.0		8	170	411			
2	1Bhe	35 80				8	170	411			
3	1Ce	80 110				12	140	411			
4	2Ce	110 150				38	110	413			
5	3Ce	150 240				55	100	422			230 slap
6	3Cr	240 300				35	100	413			30-40 leem gela
7	4Cr	300 305				12	150	413			zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon			
44H	4	5	11-07	VSS								
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr					
4s	431					VII	100	250	60	GR		
BIJZONDERHEDEN:												
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur -----	K R	Geo K	C	D	Opmerkingen		
				% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30		3.0	8	170	693					
2	1Ah	30 60		3.0	8	170	411					
3	1Bhe1	60 80			8	170	411					
4	1Bhe2	80 110			12	145	411					
5	2Ce1	110 150			25	110	412					
6	2Ce2	150 190			10	150	412					
7	3Ce	190 240			55	100	422			slap		
8	3Cr	240 280			55	100	422					
9	4Cr	280 300			12	150	413			zand		

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	6	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Ah	30 60	3.0		8 170	411					
3	1Ce	60 140			13 140	411					
4	2Ce1	140 160			35 110	413					
5	2Ce2	160 200			55 100	422					
6	2Cr	200 300			50 100	422					
7	3Cr	300 305			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	7	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	70	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aap	0 30	3.0	8	170	693						
2	1Ah	30 60	3.0	8	170	411						
3	1Bhe	60 130		8	170	411						
4	2Ce	130 160		35	110	412						
5	3Ce	160 200		10	145	412						
6	4Ce	200 230		55	100	422					slap op 230	
7	4Cr	230 300		55	100	422					slap	
8	5Cr	300 305		12	150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	8	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	70	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
		% vs	<2	50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Ah	30 70	3.0		8 170	411					
3	1Bhe	70 130			11 145	411					
4	2Ce	130 170			33 110	412					
5	3Ce	170 220			10 145	412					insluiting
6	4Ce	220 260			55 100	422					iets slap
7	5Cr	260 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	9	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv	subgr	cijf	k	toev.eind	v		diepte	gebr			
4s	431					VII	100	250	80	GR	

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K	R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----			frm	vrz			
				%	vs	<2	50	M50				

1	1Aap	0	30	3.0	8	170	693					
2	1Ah	30	70	3.0	8	170	411					
3	1Bhe	70	120		8	170	411					
4	1Ce	120	160		12	140	411					
5	2Ce	160	170		30	110	412					
6	3Ce	170	210		10	145	412					
7	4Ce	210	260		50	100	422					250 week
8	5Cr	260	300		12	150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	10	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
		% vs	<2	50	M50						
1	1Aap	0 30	3.0		8 170	693					
2	1Ah	30 70	3.0		8 170	411					
3	1Bhe	70 100			8 160	411					
4	1Ce	100 160			11 140	411					
5	2Ce	160 190			33 110	412					
6	3Ce	190 220			14 135	412					gelaagd
7	4Ce	220 300			55 100	422					week
8	5Cr	300 305			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	4	11	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind	v				diepte	gebr			
4s	431				VII	100	250	80	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur -----	K R	Geo K	C	D	Opmerkingen	
		% vs	<2	50	M50						
1	1Aap	0 30		3.0	8 170		693				
2	1Ah	30 80		3.0	8 170		411				
3	1Bhe	80 120			8 170		411				
4	2Ce	120 160			12 140		411				
5	3Ce	160 200			30 120		412				
6	4Ce	200 220			20 125		412			nat	
7	5Ce	220 240			55 100		422			slap	
8	5Cr	240 340			55 100		422				
9	6Cr	340 345			12 150		413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	4	12	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							

1	1Aap	0	30	3.0	8	170	693					
2	1Ah	30	60	4.0	8	170	411					
3	1Bhe	60	110		8	170	411					
4	1Ce	110	190		10	145	411					
5	2Ce	190	220		40	100	413					
6	3Ce	220	300		55	100	422				slap	
7	3Cr	300	320		50	100	422				slap	
8	4Cr	320	325		12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	1	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
c4i	431			VII	100	250	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			% vs	<2 50	M50						
1	1Ap	0 40	3.0		8 170	411					
2	2Ce	40 90			12 140	411					
3	3Ce	90 110			25 110	412					
4	4Ce	110 180			16 130	412					nat
5	5Cr	180 250			50 100	422					slap
6	6Cr	250 270			12 150	413					zand
7	7Cr	270 275			50 100	422					slap
8	8Cr	275 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2r	431			VII	100	250	40	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
			% vs	<2 50	M50							

1	1Ap	0	25	3.0	8	170	411					
2	1Bhe	25	60		8	170	411					
3	1Ce	60	110		12	130	411					
4	2Ce	110	150		35	100	413				droog	
5	3Ce	150	180		10	140	413				insl nat	
6	3Cr	180	210		55	100	422					
7	4Cr	210	300		40	120	413				zand,leemlagen	
8	5Cr	300	303		12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	3	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2r	431			VII	100	250	50	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind					frm	vrz			
			% vs	<2 50	M50						
1	1Ap	0 30	3.0		8 170	411					
2	1Bhe	30 70			8 170	411					
3	1Ce	70 100			12 140	411					
4	2Ce	100 160			35 110	413					
5	3Ce	160 240			50 100	422					stug
6	3Cr1	240 260			50 100	422					slap
7	3Cr2	260 310			40 110	413					met zandlenzen
8	4Cr	310 315			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2r	431			VII	100	250	50	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Ap	0 30		3.0	8	170	411					
2	1Bhe	30 70			8	170	411					
3	1Ce	70 110			12	140	411					
4	2Ce	110 160			40	100	413					
5	3Ce	160 180			12	135	412				insl nat	
6	4Ce	180 260			50	100	422				slap	
7	5Cr	260 300			12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	5	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv	subgr	cijf	k	toev.	eind	v	diepte	gebr		
4s	431			VII	100	250	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K	R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin	eind			frm	vrz					
				%	vs	<2	50	M50				
1	1Aa	0	60	3.0	8	170	693					
2	1Bhe	60	90		8	170	411					
3	1Ce	90	120		12	140	411					
4	2Ce	120	160		35	100	413					
5	3Ce	160	180		16	135	412					nat
6	4Ce	180	230		50	100	422					slap
7	4Cr	230	300		12	150	413					leemlaagjes

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	5	6	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 50	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	50 80			8 170	411					
3	1BC	80 130			12 145	411					
4	2Ce	130 180			30 120	412					droog
5	3Ce	180 200			13 140	412					nat
6	4Ce	200 260			55 100	422					slap
7	5Cr	260 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon			
44H	5	7	11-07	VSS								
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr					
4s	431					VII	100	250	70	GR		
BIJZONDERHEDEN:												
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen		
			% vs	<2 50	M50							
1	1Aa	0 60		3.0	8 170	693						
2	1Bhe	60 100			8 170	411						
3	1BC	100 120			13 140	411						
4	2Ce	120 160			25 110	412				droog		
5	3Ce	160 200			10 140	412						
6	4Ce	200 290			55 100	422				slap		
7	4Cr	290 300			40 110	413						
8	5Cr	300 305			12 150	413				zand		

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	boring
44H	5	8	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind	v			diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	70	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur % vs	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
					<2 50	M50					
1	1Aa	0 50		3.0	8	170	693				
2	1Bhe	50 100			8	170	411				
3	1Ce	100 160			11	140	411				
4	2Ce	160 190			28	120	412				droog
5	3Ce	190 210			12	140	412				nat gelaagd
6	4Ce	210 295			55	100	422				stug
7	5Cr	295 300			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	5	9	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 50	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	50 160			8 165	411					
3	2Ce	160 210			25 120	412					droog
4	3Ce	210 220			10 150	412					nat
5	4Ce	220 300			55 100	422					droog week
6	5Cr	300 310			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	5	10	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Aa	0 60		3.0	8	170	693				
2	1E	60 90		1.0	8	170	411				
3	1Bhe	90 120			8	170	411				
4	1Ce	120 170			12	140	411				
5	2Ce	170 220			33	110	412				droog
6	3Ce	220 300			55	100	422				droog week
7	4Cr	300 310			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	5	11	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v			diepte	gebr					
4s	431				VII	100	250	80	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg nr	Horizont code	Diepte begin	M eind	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen	
		% vs	<2 50	M50			frm vrz				
1	1Aa	0	70	3.0	8	170	693				
2	1Bhe	70	100		8	170	411				
3	1Ce	100	110		10	145	411				
4	2Ce	110	200		33	120	412			gelaagd	
5	3Ce	200	220		20	130	412			nat zandlaagjes	
6	4Ce	220	300		55	100	422			week	
7	5Cr	300	310		12	150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon boring
44H	5	12	11-07	VSS					

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	100	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 70	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	70 120			8 170	411					
3	1Ce	120 210			12 140	412					enkel leemlagje
4	2Ce	210 230			40 110	413					droog
5	3Ce	230 300			55 100	422					week
6	3Cr	300 320			55 100	422					slap
7	4Cr	320 325			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	6	1	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v			diepte	gebr					
2q	431				VII	100	250	50	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm vrz					
		% vs	<2 50	M50							
1	1Aa	0 40	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	40 70			8 170	411					
3	1Ce	70 100			14 140	411					
4	2Ce	100 150			28 120	412					
5	3Ce	150 170			16 140	412				gelaagd	
6	4Ce	170 220			50 100	422					
7	5Cr	220 300			12 150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	2	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
2q	431			VII	100	250	60	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Aa	0 40		3.0	8	170	693					
2	1Bhe	40 60			8	170	411					
3	1BC	60 100			12	140	411					
4	2Ce1	100 160			33	110	412					
5	2Ce2	160 180			10	145	412				insl nat	
6	3Ce	180 270			55	100	422				week	
7	4Cr1	270 320			35	130	413				zandlaagjes	
8	4Cr2	320 325			12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon		
44H	6	3	11-07	VSS							
STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf	k	toev.eind	v			diepte	gebr			
2r	431				VII	100	250	60	GR		
BIJZONDERHEDEN:											
Lg nr	Horizont code	Diepte begin eind	M	Org.st.	Textuur -----	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
				% vs	<2 50	M50					
1	1Ap	0 30		3.0	8	170	411				
2	1Bhe	30 60			8	170	411				
3	1BC	60 110			10	145	411				
4	2Ce	110 130			28	120	412				
5	3Ce	130 190			10	155	412			nat	
6	4Ce	190 195			50	100	422				
7	5Cr	195 240			12	150	413				zandinsluiting
8	6Cr	240 290			50	100	422				stug
9	7Cr	290 300			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	4	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
2q	431			VII	100	250	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			%	vs	<2	50	M50				
1	1Aa	0 40		3.0	8	170	693				
2	1Bhe	40 70			8	170	411				
3	1Ce	70 120			10	145	411				
4	2Ce	120 170			35	120	412				
5	3Ce	170 180			10	145	412				nat
6	4Ce	180 280			50	100	422				stug
7	5Cr	280 300			12	150	413				zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	6	5	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v									

			diepte	gebr							
2q	431		VII	100	250	60	GR				

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----		-----		frm	vrz				
		%	vs	<2	50	M50						
1	1Aa	0 40	3.0	8	170	693						
2	1Bhe	40 70		8	170	411						
3	1BC	70 130		11	145	411						
4	2Ce1	130 190		38	110	413						
5	2Ce2	190 280		55	100	422						stug
6	3Cr	280 300		12	150	413						zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	6	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	60	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 60	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	60 110			8 170	411					
3	1Ce	110 140			14 130	411					
4	2Ce	140 200			38 110	413					droog
5	3Ce	200 290			55 100	422					slap
6	4Cr	290 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	7	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	70	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Aa	0 60		3.0	8	170	693					
2	1Bhe	60 110			8	170	411					
3	1BC	110 155			12	145	411					
4	2Ce	155 200			35	110	413				droog	
5	3Ce	200 220			10	150	412				nat	
6	4Ce	220 295			55	100	422				droog	
7	5Cr	295 300			12	150	413				zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	8	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz			
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 70	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	70 100			8 170	411					
3	1BC	100 150			12 140	411					
4	2Ce1	150 210			40 110	413					droog
5	2Ce2	210 295			55 100	422					stug
6	3Cr	295 300			12 150	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	9	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr				
4s	431			VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind		-----	-----		frm	vrz				
			%	vs	<2	50	M50					
1	1Aa	0 70		3.0		8	170	693				
2	1Bhe	70 120				8	170	411				
3	1BC	120 150				13	140	411				
4	2Ce	150 190				20	135	412				
5	3Ce	190 295				55	100	422			week	
6	4Cr	295 300				12	150	413			zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	10	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 70	3.0		8 170	693					
2	1E	70 100			8 170	411					
3	1Bhe	100 130			10 160	411					
4	1Ce	130 170			17 130	411					
5	2Ce	170 220			25 120	412					droog
6	3Ce	220 290			55 100	422					week-slap
7	4Cr	290 300			12 100	413					zand

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
										boring
44H	6	11	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE					Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B	
tv subgr	cijf k	toev.eind v					diepte	gebr				
4s	431				VII	100	250	80	GR			

BIJZONDERHEDEN:

Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen	
nr	code	begin eind	-----	-----		frm	vrz					
1	1Aa	0 70	3.0		8 170	693						
2	1Bhe	70 140			8 170	411						
3	1Ce1	140 180			17 130	412						
4	1Ce2	180 220			30 120	412					droog	
5	2Ce	220 300			55 100	422					160week	
6	3Cr	300 305			12 150	413					zand	

Top- krtnr	Veld- krtnr	Bor. nr	Datum	Opst.	X	Y	Vlaknr	Hoogte	Kroon	
44H	6	12	11-07	VSS						

STANDAARDPUNTENCODE				Gt	GHG	GLG	Bew.	Bod.	A	B
tv subgr	cijf k	toev.eind v				diepte	gebr			
4s	431			VII	100	250	80	GR		

BIJZONDERHEDEN:

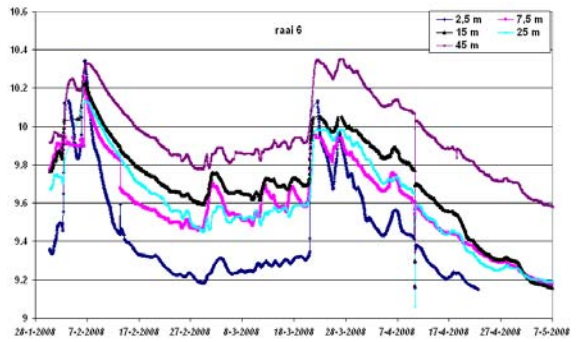
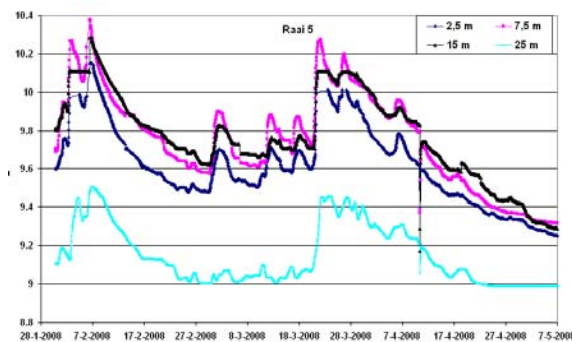
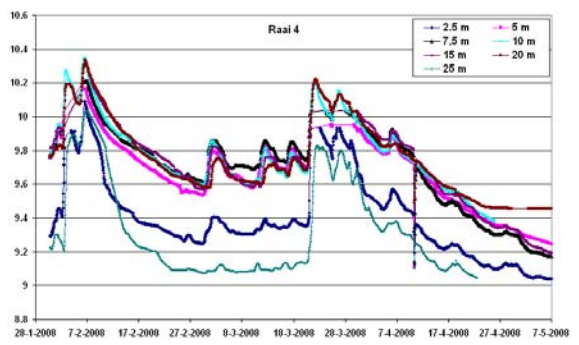
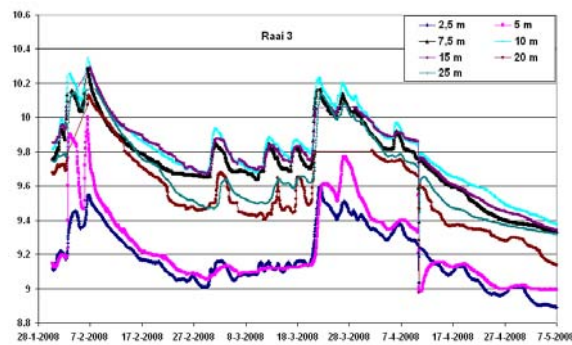
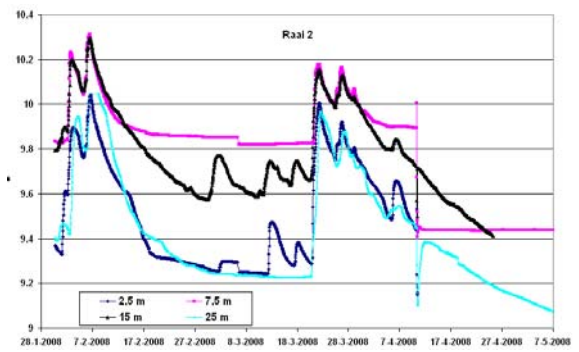
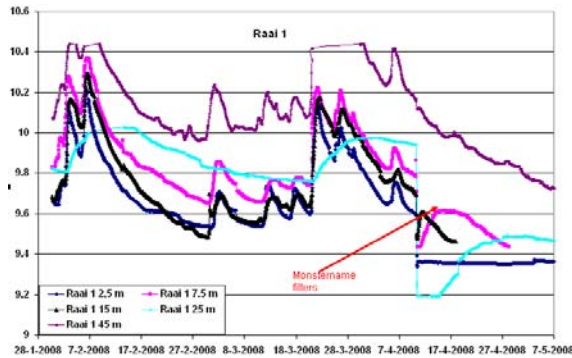
Lg	Horizont	Diepte	M	Org.st.	Textuur	K R	Geo	K	C	D	Opmerkingen
nr	code	begin eind				frm	vrz				
			% vs	<2 50	M50						
1	1Aa	0 70	3.0		8 170	693					
2	1Bhe	70 110			8 170	411					
3	1BC	110 150			14 140	411					
4	2Ce	150 170			25 130	412					
5	3Ce	170 240			12 145	412					nat
6	4Ce	240 300			55 100	422					
7	5Cr	300 305			12 150	413					zand

Bijlage 3 Per boorpunt de maaiveldhoogte, boven- en onderkant lössleem en gemeten waterstanden op 13 en 20 dec. 2007 t.o.v. NAP

Raai/ meters uit sloot	T.o.v. NAP				
	Maaiveld	Bovenkant leem	Onderkant leem	Waterstand 13-dec-07	Waterstand 20-dec-07
Raai 1-2.5	10.608	9.108	7.608	9.808	9.468
5	10.712	9.212	7.912	9.912	9.562
7.5	10.721	9.321	7.721	10.021	9.731
10	10.745	8.545	7.745	9.995	9.785
15	10.816	9.416	7.916	9.916	9.366
20	10.853	9.253	7.953	9.353	8.903
25	10.877	8.677	8.077	9.927	9.677
30	10.916	8.616	7.916	10.016	9.806
35	10.976	8.676	7.976	10.076	9.866
40	11.007	9.607	8.007	10.107	9.857
45	11.053	8.753	8.003	10.073	9.903
50	11.074	8.774	7.774	10.124	9.734
Raai 2-2.5	10.604	9.004	7.804	9.274	8.904
5	10.604	8.904	7.904	9.664	9.434
7.5	10.698	9.598	8.198	9.848	9.568
10	10.749	9.149	8.249	9.999	9.829
15	10.768	9.268	7.868	9.968	9.778
20	10.833	9.033	8.183	9.863	9.533
25	10.887	8.887	7.937	9.487	8.987
30	10.915	8.815	7.815	9.165	8.905
35	10.964	8.664	7.964	9.964	9.724
40	11.012	9.212	8.212	9.642	9.382
45	11.032	8.832	7.632	10.082	9.882
50	11.032	8.832	7.832	10.162	9.992
Raai 3-2.5	10.625	8.725	7.725	9.245	9.015
5	10.723	8.823	8.123	9.203	8.953
7.5	10.736	9.036	7.836	9.936	9.726
10	10.737	9.137	7.787	9.937	9.727
15	10.802	8.902	8.002	10.002	9.802
20	10.897	8.697	7.947	9.897	9.747
25	10.925	9.025	7.725	9.555	9.235
30	10.959	8.859	7.959	9.289	9.039
35	10.983	8.683	7.983	9.223	8.903
40	11.027	8.927	8.427	9.987	9.777
45	11.068	9.068	8.368	10.068	9.908
50	11.075	8.775	8.175	10.125	9.985

Raai/ meters uit sloot	T.o.v. NAP				
	Maaiveld	Bovenkant leem	Onderkant leem	Waterstand 13-dec-07	Waterstand 20-dec-07
Raai 4-2.5	10.612	8.812	8.212	9.462	9.272
5	10.722	8.822	7.822	9.822	9.682
7.5	10.733	8.783	8.333	9.883	9.623
10	10.753	9.253	8.353	9.883	9.663
15	10.808	8.908	8.008	10.028	9.768
20	10.877	9.277	7.877	9.997	9.727
25	10.943	8.943	7.943	9.643	9.223

Bijlage 4 Tijdstijghoogtelijnen in zes raaien in een perceel te Loon op Zand



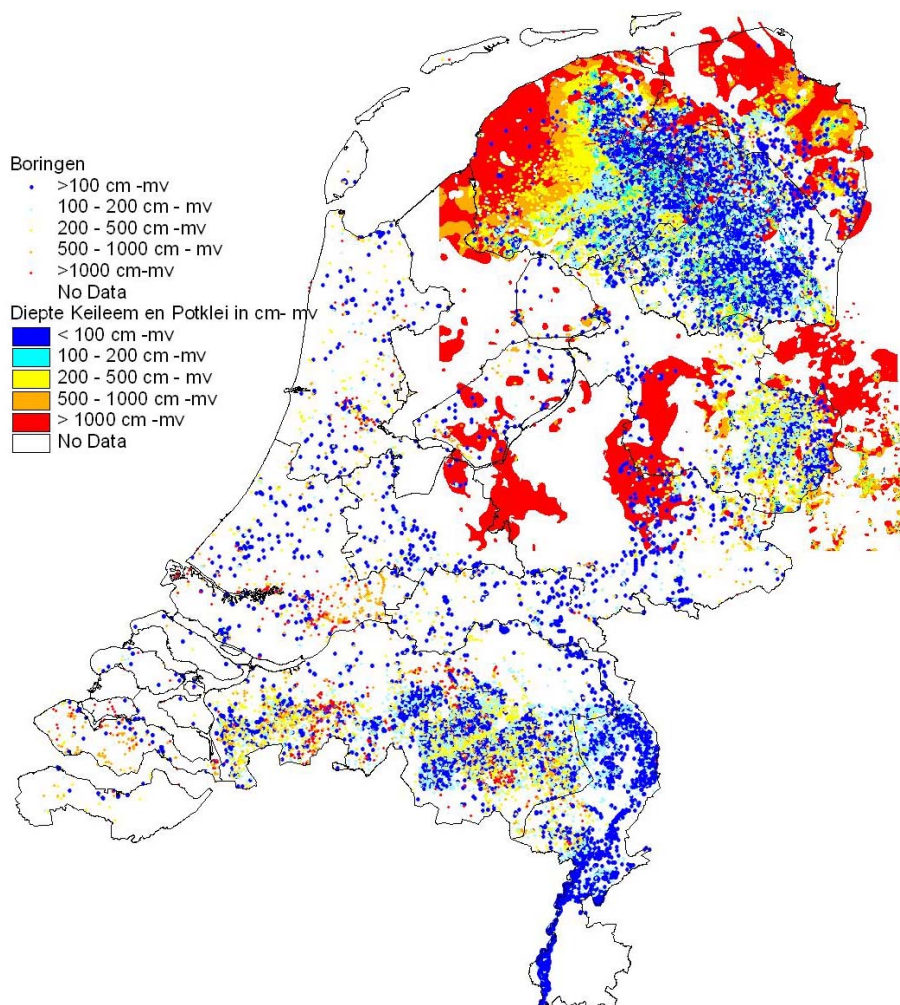
Bijlage 5 Tijdstijghoogtelijnen boven en onder de leemlaag op acht locatie in een perceel te Loon op Zand



Bijlage 6 Geohydrologische eigenschappen van ondiepe ondergrond

De locatie Loon op Zand is gekozen als representant voor het geohydrologische hoofdtype e (bijlage 1). De situatie te Loon op Zand wordt gekenmerkt door een dun freatisch watervoerend pakket, vervolgens een leemlaag met daaronder een watervoerend pakket. Verder is de situatie te Loon op Zand een duidelijke wegzijgingssituatie. In figuur B6.1 is de bovenkant van de keileem, potklei of leem t.o.v. maaiveld weer-gegeven. De gegevens zijn ontleend aan twee bronnen, nl.:

- Boorarchief van NITG (Van der Linden, 2001, 2002a en 2002b), dit betreft puntgegevens;
- MIPWA (Snepvangers, J. en W. Berendrecht, 2007), dit betreft een kaart voor Noord-Oost-Nederland.

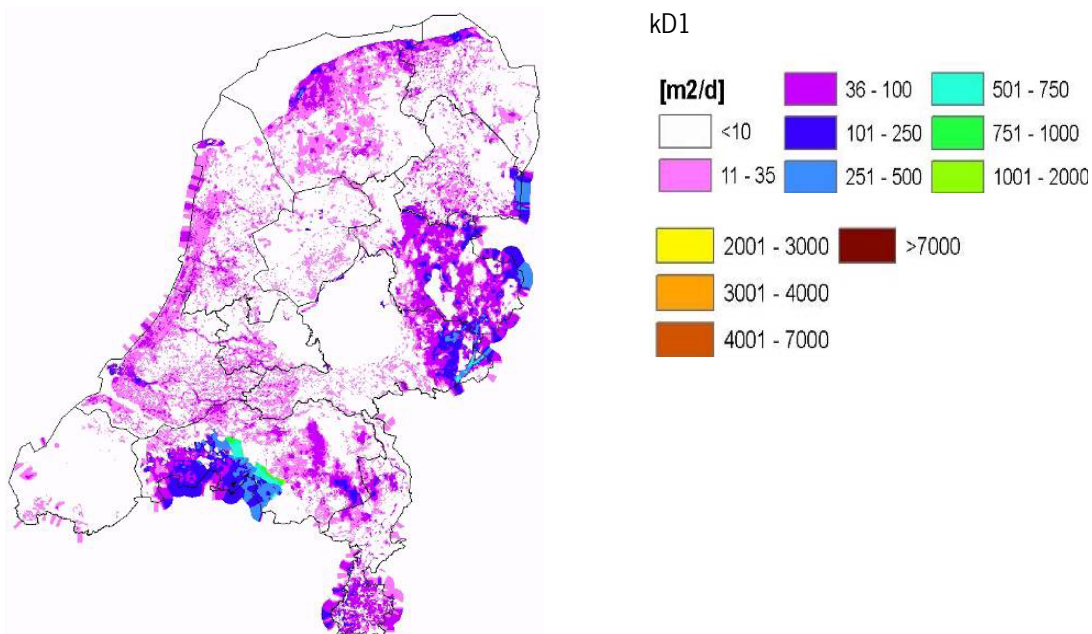


Figuur B6.1

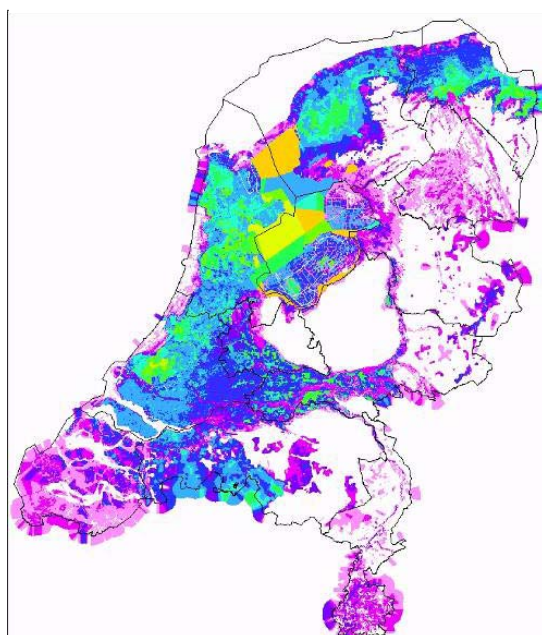
Diepte van bovenkant keileem, potklei of leem t.o.v. maaiveld in cm.

In figuur B6.1 is goed te zien dat in Drenthe en Oost-Brabant, maar ook in Twente (dit betreffen waarschijnlijk afzettingen uit het Tertiair) de situatie met een ondiepe leemlaag kan voorkomen. Ook is te zien dat de keilemlagen in de richting van Friesland dieper wegduiken dan in Drenthe. In Brabant in de Centrale Slenk kunnen ook locaties voorkomen waar de leemlagen op grotere diepte voorkomen of ontbreken.

Momenteel wordt gewerkt aan het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) (Goes et al., 2008). In het kader van dit project is de ondergrond geschematiseerd in vier watervoerende pakketten en drie scheidende lagen en vervolgens geparametriseerd. In het Pleistocene deel van Nederland heeft de eerste scheidende laag betrekking op de keilemlagen in Drenthe en leemlagen in Brabant. In figuur B6.2 zijn doorlaatvermogens van de watervoerende pakketten boven en onder de leemlaag gegeven alsmede de weerstand van de eerste scheidende laag.

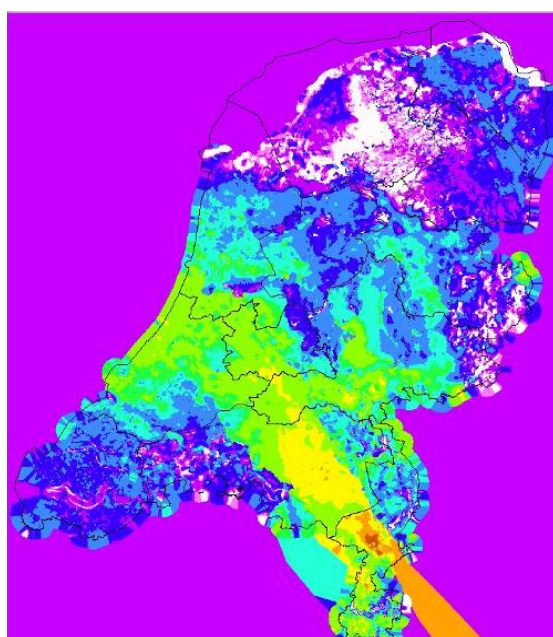
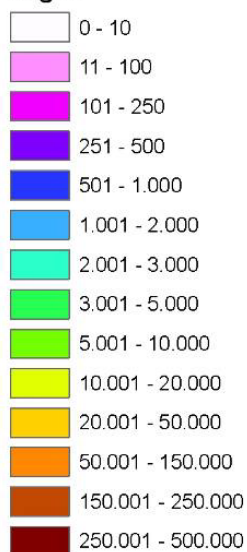


Weerstand laag 1 (C1, deklaag)

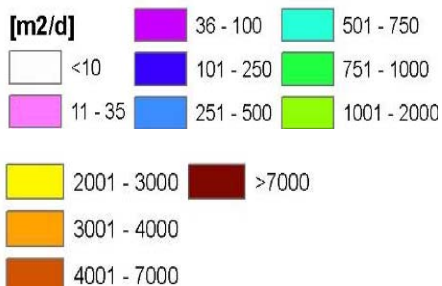


C1

dagen



kD2



Figuur B6.2

Doorlaatvermogen freatisch en 2^e watervoerende pakket en weerstand eerste scheidende laag volgens NHI (Goes et al., 2008).

Uit figuur B6.2 blijkt dat vergelijkbare situaties met Loon op Zand van dunne freatische watervoerende pakketten met geringe kD-waarden met daaronder (kei)leemlagen vooral voorkomen in Drenthe en het oosten van Noord-Brabant.

De in het NHI gebruikte waarden voor de locaties Loon op Zand en Donderen voor kD1, c en kD2 zijn weergegeven in tabel B6.1. Dit zijn waarden voor gridcellen van 250*250 m2.

Tabel B6.1

Doorlaatvermogen 1^e en 2^e watervoerend pakketten en scheidende laag te Loon op Zand en Donderen uit het NHI.

	Loon op Zand	Donderen
kD1 (m ² /d)	5,4-12	5-7
c (d)	224-278	10-160
kD2 (m ² /d)	1.180-1.235	60-80

De kD1 voor Loon op Zand zoals gebruikt in het NHI is aanmerkelijk hoger dan de waarde die op grond van boorgatmetingen en boringen is gevonden. De c-waarde is lager dan de afgeleide c-waarde. Als minimum kD voor het freatisch watervoerend pakket is 5 m²/d aangehouden in het NHI.



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl