

**Actuele grondwaterinformatie schaal 1 : 10 000 in de
Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep**

**Gebruik van digitale maaiveldhoogten bij de kartering van gemiddelde hoogste,
laagste en voorjaars-grondwaterstand**

**P.A. Finke
D.J. Brus
T. Hoogland
J. Oude Voshaar
F. de Vries
D. Walvoort**

Rapport 633

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1999

USng66719

REFERAAT

Finke, P.A., D.J. Brus, T. Hoogland, J. Oude Voshaar, F. de Vries en D. Walvoort, 1999. *Actuele grondwaterinformatie schaal 1 : 10 000 in de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep; Gebruik van digitale maaiveldhoogten bij de kartering van gemiddelde hoogste, laagste en voorjaars-grondwaterstand*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 633. 80 blz. 8 fig.; 10 tab.; 9 ref.; 1 kaart.

In opdracht van de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep zijn gebiedsdekkende bestanden van de gemiddelde hoogste, voorjaars- en laagste grondwaterstand (GHG, GVG en GLG) en grondwatertrap (Gt) gemaakt. Hierbij zijn verschillende soorten basisinformatie gebruikt: Korte en lange tijdreeksen van grondwaterstanden, incidentele grondwaterstandsmetingen en veldschattingen van GHG en GLG. Door toepassing van technieken uit de tijdreeksanalyse en regressietechnieken is een uniforme set puntschattingen van GHG, GVG en GLG verkregen. Deze gegevens zijn, gewogen naar kwaliteit, gebruikt om relaties met recent verzamelde hoogtecijfers te leggen. Door gebiedsdekkende toepassing van deze relaties zijn hooggedetailleerde bestanden verkregen met een detail van 25*25 m².

Trefwoorden: grondwaterstanden, Gt, kartering, statistiek

ISSN 0927-4499

© 1999 DLO Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.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 DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling	13
1.2 Begrippenkader	13
1.3 Indeling van het rapport	14
2 Werkwijze	15
2.1 Samenvatting werkwijze	15
2.2 Basisgegevens	16
2.3 Gebiedsindeling in strata en bepaling waarnemingslocaties	17
2.4 Vaststellen klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG in OLGA-peilbuizen	18
2.5 Van kortlopende meetreeksen tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG	19
2.6 Van gerichte opnames tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG	20
2.7 Van veldschattingen tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG	21
2.8 Gebruik van digitale hoogtegegevens als hulpinformatie	21
2.9 Van punt naar vlak	22
2.10 Gebiedsdekkend maken van bestanden	23
2.11 Presentatie van resultaten en de kwaliteit	25
3 Resultaten en discussie	27
3.1 Stratificatie	27
3.2 Klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG op puntlocaties	30
3.2.1 OLGA-peilbuizen	30
3.2.2 Korte meetreeksen	31
3.2.3 Gerichte opnames	31
3.2.4 -Veldschattingen	33
3.3 Relaties tussen GHG, GVG, GLG en AHN+	33
3.4 Naar gebiedsdekkende bestanden	33
3.5 Kwaliteit van de GHG-, GVG- en GLG-bestanden	42
4 Conclusies en nabeschuwing	45
Literatuur	47
Aanhangsel	
1 Parameters van transfer-ruismodellen in OLGA-buizen	49
2 Feitelijke en gesimuleerde tijdreeksen in OLGA-buizen	51
3 Aanhangsel 3 GHG, GVG en GLG uit korte meetreeksen	75

Kaart

Grondwatertrappenkaart, schaal 1 : 100 000

Woord vooraf

In opdracht van de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep heeft DLO-Staring Centrum gedetailleerde bestanden en kaarten met actuele grondwaterinformatie gemaakt, met een kleinst ruimtelijk detail van $25 \times 25 \text{ m}^2$. Dit onderzoek is in 1998 uitgevoerd en betreft het gehele beheersgebied van de Waterschappen.

De auteurs zijn dank verschuldigd aan de heren H. Post (projectleider namens de waterschappen), J. Esenkbrink (Wold en Wieden), H. Terhorst (Meppelerdiep) en diverse andere medewerkers voor hun constructieve bijdragen aan dit onderzoek. Naast de auteurs waren de SC-DLO-medewerkers M.F.P. Bierkens, W.J.M. de Groot, M. Knotters, H. van het Loo en R. Visschers betrokken bij het onderzoek door het uitvoeren van veldwerk of leveren van statistische ondersteuning.

Samenvatting

In opdracht van de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep is de actuele grondwatersituatie in 1998 gedetailleerd en gebiedsdekkend in kaart gebracht. De grondwatersituatie wordt in dit onderzoek gekarakteriseerd met vier parameters: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), de Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG) en de uit GHG en GLG af te leiden Grondwatertrap (Gt). Omdat de Waterschappen beschikken over een vrijwel gebiedsdekkend bestand met maaiveldhoogtegegevens (het Algemeen Hoogtebestand Nederland, AHN), en omdat uit eerder onderzoek is gebleken dat grondwaterstanden een relatie vertonen met de maaiveldhoogte, is het AHN gebruikt om hooggedetailleerde kaarten van de GHG, GVG, GLG en Gt te maken, met een kleinste detail van 25*25 m².

Het onderzoek bestond uit twee delen. Eerst zijn gegevens verzameld en geharmoniseerd om ze geschikt te maken voor kaartproductie. Vervolgens zijn de verkregen puntgegevens omgezet in vlakdekkende bestanden en kaarten. Deze stappen worden hieronder nader toegelicht.

Gegevensverzameling en -harmonisatie

Bij de start van het onderzoek waren vier soorten puntgegevens beschikbaar. Uit elk van deze gegevens kan de GHG, GVG, GLG en dus ook Gt worden bepaald. De verschillen tussen deze gegevens hebben betrekking op de nauwkeurigheid waarmee de GHG etc. kunnen worden bepaald, en ook op het aantal van de waarnemingen. Uit de tabel blijkt, dat de nauwkeurigheidsverschillen aanzienlijk zijn, en dat de kwalitatief beste gegevens in kleine aantallen beschikbaar zijn. Om te voorkomen dat minder nauwkeurige waarnemingen door hun grote aantallen de resultaten teveel zouden beïnvloeden, is de nauwkeurigheid van de gegevens bij de verdere verwerking als wegingsfactor meegenomen. Minder nauwkeurige waarnemingen krijgen dan een lager gewicht. Als objectieve gewichtsmaat is de statistische grootheid '1/voorspelvariantie' gebruikt.

Beschikbare puntgegevens	Wijze van omzetting naar GHG, GVG en GLG	Indicatie aantal punten *	Indicatie nauwkeurigheid GHG etc. (cm)
OLGA-stambuizen	Langlopende (> 5 jaar) grondwaterstandsreeksen worden omgezet naar GHG etc.	47	1-5
Peilbuizen waterschappen	Kortlopende (1-3 jaar) grondwaterstandsreeksen worden gecorreleerd met OLGA-stambuizen en omgezet naar GHG etc.	606	5-10
Gerichte opnames	Metingen (2 tijdstippen) van zomer- en wintergrondwaterstanden worden statistisch omgezet naar GHG etc.	1003	15-20
Veldschattingen	In het veld geschatte GHG en GLG-waarden worden statistisch gecorrigeerd voor systematische fouten	2211	30-40

* bij aanvang van het onderzoek

In een deel van het gebied waren geen puntgegevens beschikbaar. Er zijn daarom extra gerichte opnames uitgevoerd. Omdat 1998 werd gekenmerkt door een droge winter en een zeer natte zomer, is de kwaliteit van de gerichte opnames kritisch geanalyseerd. Het bleek, dat door toepassing van de statistische 'stambuis-regressiemethode' goed werd gecorrigeerd voor bovengenoemde weerseffecten. De kwaliteit van de GHG, GVG en GLG-schattingen uit de gerichte opnames in 1998 is zonder meer vergelijkbaar is met die van bestaande opnames uit 1995.

Alle GHG, GVG en GLG-puntwaarnemingen die aldus zijn verkregen zijn klimaatsrepresentatief, dat wil zeggen dat ze gelden voor het neerslag- en verdampingsregime van de afgelopen 30 jaar, onder het huidige peilbeheer en bij de huidige detailontwatering.

Van puntwaarnemingen naar vlakdekkende bestanden

In 87% van het te karteren oppervlak waren actuele maaiveldhoogtegegevens van het AHN beschikbaar. Hier is een relatie gelegd tussen de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP en daarvan afgeleide kenmerken enerzijds en de GHG (etc.) anderzijds op de locaties waarvan zowel de maaiveldhoogte en de GHG (etc.) bekend zijn. Deze relatie is vervolgens toegepast op de andere punten binnen het AHN. Omdat verwacht mag worden dat de relatie tussen de grondwaterstand en het maaiveld verschillend is in gebieden met een ander peilbeheer of een andere bodemopbouw, is het gebied eerst opgedeeld in een aantal deelgebieden. In totaal zijn, in overleg met de opdrachtgever, 42 deelgebieden onderscheiden op basis van de bodemopbouw en een stroomgebiedsindeling.

In het grootste deel van het gebied is de relatie bepaald met statistische regressiemethoden. In het vlakke petgatengebied is echter een directe relatie gelegd tussen de de GHG, GVG en GLG zoals die worden gemeten onder het huidige peilbeheer en de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP. In de randzone bij de Noordoostpolder is voor een afwijkende benadering gekozen. Een recent voor DLG gemaakte 1 : 10 000 Gt-kaart is hier met behulp van het AHN verder gedetailleerd.

In het deelgebied ten zuiden van het Reestdal waar geen AHN beschikbaar was, is op basis van oudere hoogtegegevens van de 1 :10 000 hoogtepuntenkaart een relatie tussen maaiveld en GHG, GVG en GLG vastgesteld. Op tussenliggende punten zijn door interpolatie waarden voor GHG (etc.) verkregen.

Een aantal zeer kleine vlakjes, verspreid over het gehele onderzoeksgebied, waar AHN-gegevens ontbraken zijn ingevuld door de GHG, GVG of GLG te interpoleren. Resultaat van deze werkwijze zijn gebiedsdekkende bestanden met GHG, GVG en GLG-gegevens op het detailniveau van het AHN (25*25 m²). Omdat deze getallen met statistische methoden zijn verkregen, is tevens gebiedsdekkend bekend wat de nauwkeurigheid (in cm) is. Tenslotte wordt voor elke 25*25 m² de Gt afgeleid uit de GHG en de GLG in dat vlak.

Resultaten en conclusies

De belangrijkste resultaten en conclusies uit het onderzoek worden hieronder samengevat:

- Het onderzoek heeft geleid tot een éénduidige aanpak om vier verschillende soorten basisgegevens van wisselende kwaliteit te vertalen naar gebiedsdekkende bestanden van de GHG, GVG, GLG en Gt met een ruimtelijke detail van 25*25 m². Hierbij is de nauwkeurigheid van de GHG, GVG en GLG in cm uitgedrukt en in de bestanden opgenomen.
- Ondanks de droge winter van 1997/'98 en de extreem natte zomer van 1998 is de kwaliteit van de puntschattingen van de GHG, GVG en GLG die in deze periode zijn gemaakt goed. Er zijn geen systematische kwaliteitsverschillen gevonden tussen GHG, GVG en GLG-schattingen gemaakt met gegevens uit 1995 en die uit 1998.
- De onderverdeling van het gebied in 42 deelgebieden op basis van bodemopbouw, moedermateriaal en een stroomgebiedsindeling was succesvol, blijkens de verschillen in kwaliteit van de bestanden tussen de deelgebieden.
- De nauwkeurigheid van de GHG-, GVG- en GLG-bestanden, gebiedsdekkend uitgedrukt met de voorspelfout (in cm) is beter bij 'natte' Gt's dan bij 'droge' en is in het algemeen in overeenstemming met de klassenbreedte van de standaard 1 : 10 000 Gt-legenda, d.w.z. van 10-30 cm bij natte gronden tot meer dan 1 meter bij zeer droge gronden.
- In gebieden met keileem aan of dichtbij het oppervlak kunnen door waterstagnatie tijdelijk ondiepe grondwaterspiegels voorkomen die niet altijd uit de gekarteerde GHG (en soms ook GVG) blijken. Hiervoor zijn de beschikbare gegevens niet toereikend. Daarom zijn deze gebieden in de bestanden gemarkeerd.

Tot slot

Met dit bestand hebben de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep een gedetailleerd en gebiedsdekkend beeld van enkele eigenschappen van het freatisch vlak. Omdat het de eerste keer is, dat op deze schaal gebiedsdekkend is gekarteerd, is het niet goed mogelijk uit deze kaarten een beeld van verdroging af te leiden. Voor een aanzienlijk deel van het gebied is dit overigens reeds gebeurd op schaal 1 : 50 000 door een vergelijking van de Gt-kaarten uit 1975 met geactualiseerde kaarten uit 1995 (Finke et al., 1996).

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Een werkgroep 'kostentoedeling' van de Waterschappen 'Wold en Wieden' en 'Meppelerdiep' heeft besloten de heffingen voor de grondgebruikers binnen het beheersgebied opnieuw vast te stellen op basis van de grondwatertrap (Gt). Uitgangspunt is hierbij, dat het verschil tussen de voor het landgebruik gewenste Gt en de actuele Gt een maat is voor het succes van de door de Waterschappen verrichte inspanningen, en dus voor de kostentoedeling. De kostentoedeling kan slechts worden bepaald als zowel als de actuele als de gewenste Gt gebiedsdekkend bekend zijn. De Gt-kaart is voor een deel van het gebied actueel (op schaal 1 : 50 000), voor een deel niet. Bovendien zijn Gt-kaarten schaal 1 : 10 000 voor een kostentoedeling op perceelsschaal beter geschikt.

De doelstelling van dit onderzoek is het maken van gebiedsdekkende bestanden met actuele grondwaterinformatie met een kleinst ruimtelijk detail van 25*25 m² in het beheersgebied van de Waterschappen. Hierbij kon het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) als hulpinformatie worden gebruikt. Omdat bij aanvang van het onderzoek bekend was, dat er grondwatergegevens van een wisselende kwaliteit beschikbaar waren, was een secundair doel de AHN- en grondwatergegevens optimaal te gebruiken.

1.2 Begrippenkader

In dit rapport zullen een aantal afkortingen worden gebruikt welke hieronder worden gedefinieerd:

Grondwaterstand is de stijghoogte ten opzichte van het maaiveld in een boorgat of een peilbuis met ondiepe filterdiepte (in het algemeen minder dan 5 meter onder het maaiveld);

HW3 respectievelijk *LW3* zijn het gemiddelde van de drie hoogste respectievelijk laagste grondwaterstanden die in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) worden gemeten, uitgaande van een tweewekelijkse meetfrequentie;

VG3 is de gemiddelde grondwaterstand op de meetdata 14 maart, 28 maart en 14 april;

GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) is gedefinieerd als het gemiddelde van de HW3 over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden;

GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) is gedefinieerd als het gemiddelde van de LW3 over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden;

GVG (Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand) is in dit rapport gedefinieerd als het gemiddelde van de VG3 over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden;

GxG staat in dit rapport voor GHG, GVG en GLG samen.

Gt (GrondwaterTrap) is een typische combinatie van GHG- en GLG-klassen welke, als ordinale variabele, op thematische kaarten kan worden weergegeven.

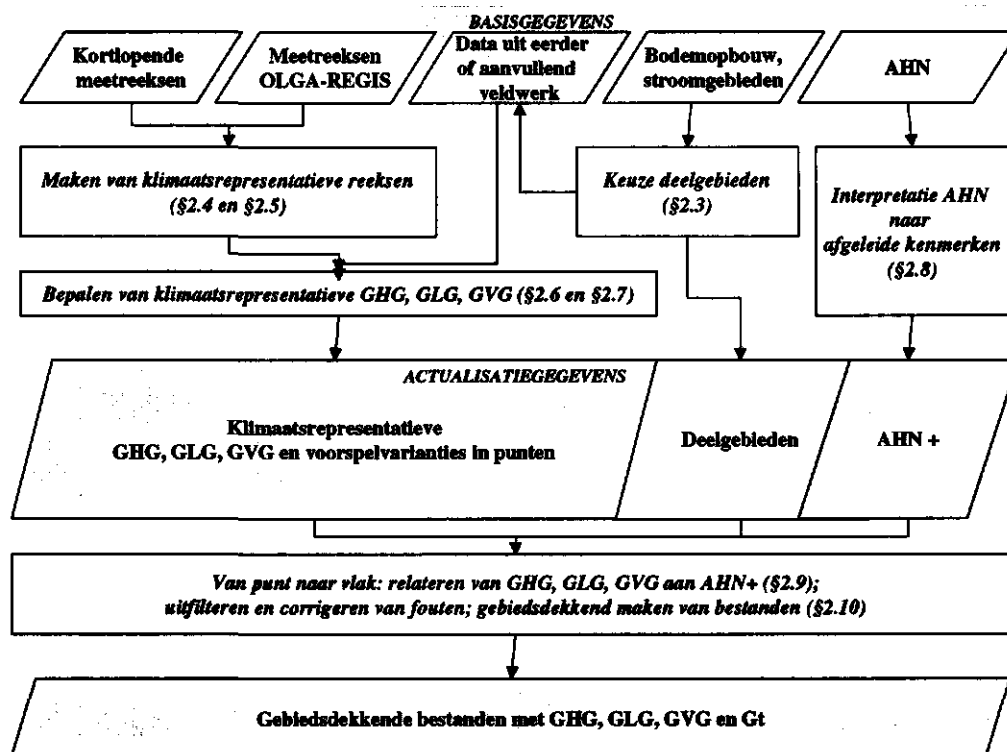
1.3 Indeling van het rapport

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de werkwijze die is gevolgd om te komen tot gebiedsdekkende bestanden van de GHG, GVG, GLG en Gt. De resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Een lezer die dit rapport op hoofdlijnen wil doornemen, kan zich beperken tot het lezen van de samenvatting, sectie 2.1 voor een samenvatting van de werkwijze en hoofdstuk 4 voor een overzicht van de conclusies.

2 Werkwijze

2.1 Samenvatting werkwijze

De werkwijze om te komen tot een hooggedetailleerd gebiedsdekkend bestand met GHG-, GVG-, GLG- en Gt-gegevens is samengevat in figuur 1. De rechthoeken in deze figuur duiden op acties, de ruitvormen op databestanden. Alle acties worden in detail beschreven in de deelhoofdstukken aangegeven in de figuur. De globale werkgang wordt hieronder samengevat. Hierbij wordt figuur 1 van boven naar beneden doorlopen.



Figuur 1 Vertaling van basisgegevens naar gebiedsdekkende GHG-, GVG- en GLG-bestanden

Bij aanvang van het project waren er verschillende gegevens reeds beschikbaar, te weten kortlopende meetreeksen aan grondwaterstanden (verzameld door de beide Waterschappen), langere meetreeksen aan grondwaterstanden (beschikbaar via de OLGA-REGIS-database van NITG-TNO), de bodemopbouw (bodemkaart- en Gt-kaart 1 : 50 000 van SC-DLO), een stroomgebiedsindeling (gemaakt door de beide Waterschappen), het Algemeen Hoogtemodel Nederland AHN (eigendom van de Waterschappen) en grondwaterstandsgegevens verzameld in diverse karterings- en Gt-actualisatieprojecten (door SC-DLO, in opdracht van de Provincie Drenthe en DLG). Om deze gegevens beter gebiedsdekkend te maken, zijn er aanvullende grondwaterstandsgegevens verzameld. Deze databestanden samen worden in het vervolg de *basisgegevens* genoemd.

Deze *basisgegevens* zijn met diverse methoden vertaald naar een éénduidige dataset met GHG-, GVG- en GLG-waarden op punten. Ook is een onderverdeling van het gebied in bodemkundig-hydrologisch homogene deelgebieden gemaakt, en is het AHN geïnterpreteerd naar relatieve maaiveldhoogten. De resulterende databestanden worden in het vervolg samen de *actualisatiegegevens* genoemd.

De *actualisatiegegevens* zijn tenslotte gebruikt om gebiedsdekkende GHG, GVG, GLG en Gt-bestanden te verkrijgen, met een detail van 25*25 m² over het gehele met de Waterschappen overeengekomen gebied.

2.2 Basisgegevens

Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare relevante informatie binnen het beheersgebied van de waterschappen:

- a. Langlopende (5-10 jaar) stijghoogtetijdreeksen van buizen met ondiepe filters uit het archief van NITG-TNO ("OLGA-database").
- b. Kortlopende (1-3 jaar) stijghoogtetijdreeksen van buizen met ondiepe filters die zijn verzameld door de beide Waterschappen zelf.
- c. Kaarten en bestanden met de verspreiding van bodems, peilvakken en stroomgebieden.
- d. In het recente verleden (1990-1997) gemeten grondwaterstanden in boorgaten op enkele tijdstippen ten behoeve van de Gt-actualisatie Drenthe (1994-1995), Gt-actualisatie polder Scheerwolde, Ruilverkavelingskarteringen in de omgeving van Zuidwolde en het Strategisch Groen project Noordwest-Overijssel.
- e. Het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) zoals dat voor het grootste deel van het beheersgebied beschikbaar is (1 hoogtecijfer voor elk vlakje van 25*25 meter).

Bovendien is er waar nodig aanvullend informatie in het veld verzameld. Het criterium voor het verzamelen van extra gegevens was: in elk deelgebied dat is onderscheiden met de bestanden van c moeten een minimaal aantal (20) waarnemingen beschikbaar zijn. Dit resulteert in:

- f. Gemeten zomer- en wintergrondwaterstanden op aanvullende locaties.

Gegevens genoemd bij a, b, d en f zijn dus metingen aan de stijghoogte van het ondiepe grondwater op de puntschaal. Gegevens genoemd bij c en e zijn vlakdekkende gegevens en betreffen niet het grondwater zelf. Tabel 1 geeft de hoeveelheden gegevens.

Tabel 1 Gebruikte bestaande gegevens

Naam	Type gegevens	Aantal		Gebruiksdoel
		punten	hectare	
OLGA-stambuizen	Langlopende stijghoogtetijdreeksen	47		stambuisregressie
Peilbuizen waterschappen	Kortlopende stijghoogtetijdreeksen	606 *		Puntinformatie bewerken en toevoegen aan basisbestand
Bodem- en Gt-kaart 1 : 50 000	Bodem- en Gt-vlakken		147 580	Gebiedsindeling
Stroomgebieden/peilvakken	Omgrenzingen stroomgebieden		147 580	Gebiedsindeling
Gt-actualisatie Drents deel 16 oost en 17 west	GHG- en GLG-puntgegevens	2967	76 762	Puntinformatie bewerken en toevoegen aan basisbestand actualisatie
Gt-actualisatie 'polder Scheerwolde'	GHG- en GLG-puntgegevens	128	4 360	Puntinformatie bewerken en toevoegen aan basisbestand actualisatie
RVK Zuidwolde Noord, Zuidwolde Zuid en Beneden Egge	Gt-vlakkenkaart 1 : 10 000; GHG- en GLG-puntgegevens	99	10 390	Puntinformatie bewerken en toevoegen aan basisbestand actualisatie
SGP NW-Overijssel	- Gt-vlakkenkaart 1 : 10 000; - GHG- en GLG-puntgegevens	20	6 310	Invoegen Gt-kaart
Algemeen Hoogtebestand Nederland	Maaiveldhoogte t.o.v. NAP		144 644	Gebiedsindeling en keuze waarnemingslocaties

* vóór screening

2.3 Gebiedsindeling in strata en bepaling waarnemingslocaties

In dit onderzoek worden maaiveldhoogtegegevens gebruikt om gedetailleerde GxG-kaarten te maken, uitgaande van een statistische relatie tussen GxG enerzijds en maaiveldhoogte en relatieve maaiveldhoogte anderzijds. Het mag worden verwacht, dat deze relatie niet uniform is over het beheersgebied, maar zal afhangen van peilbeheer, grondsoort, relief etc. Daarom is het onderzoeksgebied opgedeeld in ruimtelijke eenheden, van welke wordt verondersteld dat er een unieke relatie bestaat tussen (relatieve) maaiveldhoogte en GxG. De deelgebieden worden alle gekenmerkt door een specifieke natuurlijke of kunstmatige drainagetoestand. In overleg met een vertegenwoordiging van de Waterschappen is een onderverdeling gemaakt in:

- infiltratiegebieden (af te leiden uit maaiveldhoogte, bodemtype en Gt 1 : 50 000), stroomdalen (af te leiden uit maaiveldhoogte, bodemtype en Gt 1 : 50 000 en stroomgebiedenkaart),
- intensief gedraineerde gebieden (af te leiden uit maaiveldhoogte, bodemtype en Gt 1 : 50 000, stroomgebiedenkaart en kennis over de ontginningsgeschiedenis en inpoldering),
- gebieden met ondiepe keileem (af te leiden uit de Bodem- en Gt-kaart 1 : 50 000),
- gebieden met veen (af te leiden uit de Bodem- en Gt-kaart 1 : 50 000).

Per deelgebied moet een relatie tussen GxG en maaiveldhoogten worden geschat. Deze relatie moet voor een betrouwbare schatting tenminste zijn gebaseerd op 20-30 waarnemingen. Per deelgebied is het aantal beschikbare waarnemingen geteld, en is

op basis van de uitkomst besloten al dan niet extra waarnemingen te doen. Hierbij is een uniforme verdeling van de waarnemingen of het maaiveldhoogtebereik binnen elk deelgebied nagestreefd.

2.4 Vaststellen klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG in OLGA-peilbuizen

GHG, GVG en GLG in OLGA-buizen zijn gedefinieerd op basis van meetreeksen van grondwaterstanden welke minimaal 8 jaar bestrijken waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden. In de praktijk is het een probleem om meetreeksen te vinden welke aan deze criteria voldoen, omdat grondwaterstandbuizen worden verplaatst, verwijderd of omdat er hydrologisch in het gebied wordt ingegrepen. Om deze reden worden meetreeksen met een lengte van 5-8 jaar vaak noodgedwongen geaccepteerd. Bovendien kan het voorkomen dat het weer in de afgelopen 5-8 jaar systematisch natter of droger was dan het gemiddelde voor de klimaatsperiode, waardoor bijvoorbeeld een GHG wordt onder- of overschat.

Om aan beide bezwaren tegemoet te komen, is een methode ontworpen (Knotters en Van Walsum, 1994), waarmee met behulp van een meetreeks van 5-8 jaar op een meetlocatie een klimaatsrepresentatieve GHG, GLG en GVG kan worden bepaald. Deze methode gebruikt langjarige (30 jaren en meer) meetreeksen van de neerslag en verdamping, welke landsdekkend beschikbaar zijn, om een relatie tussen tijdreeksen van neerslagoverschotten en gemeten grondwaterstanden te leggen. Die relatie wordt vervolgens toegepast over de gehele tijdreekslengte (30 jaar dus) van neerslagoverschotten om klimaatsrepresentatieve tijdreeksen van grondwaterstanden te genereren, waaruit dan de GHG, GVG en GLG kunnen worden afgeleid.

De relatie tussen neerslagoverschot en grondwaterstand bestaat uit twee gesommeerde componenten: een deterministische component, die het neerslagoverschot koppelt aan de grondwaterstand, en een ruiscomponent. De relatie wordt daarom transfer-ruismodel genoemd. Het gebruik van alleen de deterministische component zou leiden tot onderschatting van de temporele variabiliteit. Het toevoegen van een ruiscomponent voorkomt dit. Dit is nodig, omdat zowel de GHG als de GLG extreme grondwaterstanden voorspellen. Een onderschatting van de temporele variabiliteit zou leiden tot een te diepe GHG en een te ondiepe GLG.

De algemene vorm van het transfer-ruismodel is:

$$\begin{aligned}
 h_{F,t} &= \sum_{i=1}^r \delta_i \cdot h_{F,t-i} + \omega_0 \cdot P_{e,t} - \sum_{j=1}^s \omega_j \cdot P_{e,t-j} \\
 (n_{F,t} - c) &= \sum_{k=1}^p \phi_k (n_{F,t-k} - c) + a_{F,t} - \sum_{l=1}^q \theta_l \cdot a_{F,t-l} \\
 h_{g,t} &= h_{F,t} + n_{F,t}
 \end{aligned}$$

waarbij $h_{F,t}$ de deterministische component is en $(n_{F,t} - c)$ de ruiscomponent. De deterministische component wordt geschat met (i) eerdere grondwaterstandmetingen

uit de tijdreeks, (ii) het neerslagoverschot over de laatste meetperiode en (iii) het neerslagoverschot over voorafgaande perioden. De coëfficiënten δ_i , ω_0 en ω_j zijn de gewichten die aan eerdere grondwaterstandmetingen of neerslagoverschotten worden toegekend, en worden geschat door het fitten van een ARIMA-model door de invoerreeksen van grondwaterstanden en neerslagoverschotten. De ruiscomponent wordt geschat met (i) eerdere waarden uit de tijdreeks, (ii) een witte ruiscomponent $a_{F,t}$ voor de laatste meetperiode en (iii) de ruis uit de voorafgaande perioden. De coëfficiënten ϕ_k en θ_l worden geschat door het fitten van een ARIMA-model met witte ruis met een bekende variantie als invoer. Voor een uitgebreide beschrijving van de methode wordt verwezen naar Knotters en Van Walsum (1994). De coëfficiënten van het transfer-ruismodel zijn gefit met het programma CORRENTE (Knotters, 1997).

De meteorologische invoergegevens zijn voor elke buis afkomstig van het dichtstbijzijnde weerstation. De neerslaggegevens zijn afkomstig van de weerstations Dedemsvaart, Dwingelo, Giethoorn of Zweeloo. De referentie-gewasverdamping is voor alle peilbuizen afkomstig van het weerstation Eelde. Naast een voorspelde GHG etc. wordt ook de kwaliteit van de voorspelling als een voorspelvariantie berekend.

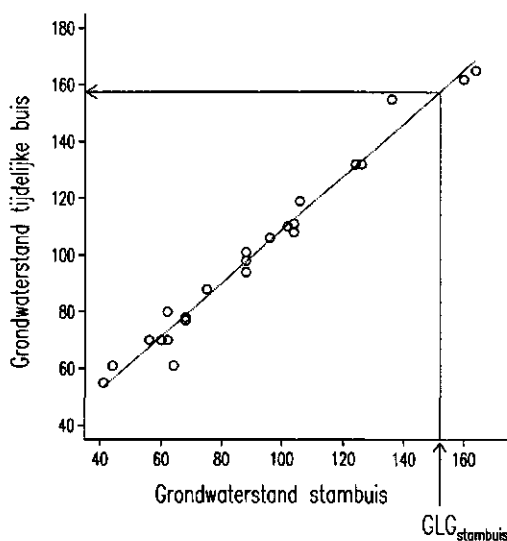
2.5 Van kortlopende meetreeksen tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG

Kortlopende meetreeksen zoals die door de Waterschappen zijn aangeleverd zijn in het algemeen te kort om de GHG, GLG of GVG uit te schatten. Bovendien speelt hier in versterkte mate hetzelfde probleem van het toevallige weer in de laatste jaren als bij de OLGA-buizen.

In dit onderzoek worden de kortlopende meetreeksen eerst op kwaliteit getest. De drie gehanteerde kwaliteitscriteria zijn:

- (i) komen er zowel diepe als ondiepe grondwaterstanden voor;
- (ii) zit er enige logica in de getallen (zelfde ordegraad);
- (iii) zijn de meetdata gelijk aan die in de OLGA-buizen (14e en 28e van de maand).

Verwacht wordt dat de grondwaterstand in naburige OLGA-buizen gelijktijdig zal op- en neergaan. Daarom zal er een duidelijke relatie bestaan tussen de grondwaterstanden in een tijdelijke buis en die van een naburige OLGA-buis. De relatie zal sterker zijn naarmate het hydrologisch regime van beide buizen meer op elkaar lijkt. Deze relatie kan men schatten via regressie waarbij de grondwaterstand van de OLGA-buis (stambuis) als x-variabele fungeert en de grondwaterstand van de tijdelijke buis als y-variabele (zie figuur 2). Door in de gevonden relatie de (klimaatgecorrigeerde) GxG van de stambuis in te vullen, vindt men een schatting van de (klimaatgecorrigeerde) GxG van de tijdelijke buis. Ook wordt de onzekerheid van deze schatting berekend, rekening houdend met zowel de onzekerheid van de ingevulde GxG als die van de geschatte relatie. De onzekerheid wordt, gekwantificeerd als voorspelvariantie, als gewicht gebruikt bij de verdere verwerking tot vlakdekkende GxG.



Figuur 2 Voorbeeld van schatting GLG in een tijdelijke buis

De regressierelatie hoeft niet per se lineair te zijn, maar kan ook een curve zijn. Als een exponentiële curve of een spline functie duidelijk (significant) beter past bij de waarnemingen dan wordt deze relatie gebruikt.

De methode werkt goed als de regressie-relatie voldoende sterk is ($R^2_{\text{adj}} > 60\%$) en als er een positief verband bestaat tussen de grondwaterstanden in tijdelijke en OLGA-buizen. Zo niet, dan wordt de gevonden GxG als onbetrouwbaar beschouwd en niet gebruikt.

Vaak zijn er bij een tijdelijke buis meerdere naburige stambuizen. Indien meerdere stambuizen een betrouwbare GxG-schatting leveren, dan worden deze schattingen gecombineerd door het gewogen gemiddelde ervan te berekenen. Voor de schatting van GxG in tijdelijke buizen wordt het GENSTAT-programma GTKORTEREKES (Oude Voshaar en Stolp, 1997) gebruikt.

2.6 Van gerichte opnames tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG

De grondwaterstand die wordt gemeten in een boorgat (5 cm diameter, geboord met een grondboor) kan worden vertaald in een GxG indien aan een paar voorwaarden wordt voldaan:

- Op de meetdatum wordt zowel in het boorgat als in een grote set OLGA-peilbuizen de grondwaterstand gemeten.
- Op de meetdatum bestaat er in de OLGA-peilbuizen een goede statistische relatie tussen de meting en de GxG.

De meetdatum is in dit onderzoek geselecteerd door de kwaliteit van de statistische relatie te bepalen gedurende een aantal korte periodes. Op een moment met een goede relatie (op basis van wekelijkse grondwaterstandmetingen door de Waterschappen in

een aantal OLGA-buizen) en gunstige weersvooruitzichten is besloten tot het uitvoeren van een gerichte opname. De gemeten grondwaterstanden in OLGA-buizen en de bekende GxG-waarden in die buizen zijn vervolgens gebruikt om een relatie te leggen van meting naar GxG. Hierbij is geanalyseerd of OLGA-buizen in infiltratiegebieden, beekdalen en het vlakke zuidwesten een statistisch significant verschillende relatie vertoonden. Met deze statistische relatie is de meting in de locaties van de gerichte opname in een GHG, GLG of GVG omgezet (Te Riele en Brus, 1991). De kwaliteit van de regressierelatie is als voorspelfout voor alle locaties van de gerichte opname berekend, en bepaalt het gewicht van de aldus verkregen GxG in de verwerking tot vlakdekkende GxG.

Voor een betrouwbare voorspelling van GHG, GVG en GLG is slechts een goede statistische relatie tussen de grondwaterstanden op een bepaald moment en de GHG, GVG en GLG van belang. *Zonder* het gebruik van de statistische relatie kan alleen aan het eind van een normale zomer en aan het eind van een normale winter een GHG of GLG worden geschat. In 1998 had dan geen GHG of GLG kunnen worden bepaald vanwege de droge winter en natte zomer. *Met* het gebruik van de statistische relatie kan worden gecorrigeerd voor het effect van een droge winter of natte zomer op de grondwaterstand. Bovendien wordt bij gebruik van een statistische relatie de nauwkeurigheid van de schatting berekend.

2.7 Van veldschattingen tot puntschattingen van GHG, GVG en GLG

In 1994 en 1995 zijn in opdracht van de Provincie Drenthe op 2967 locaties de GHG en GLG geschat in het veld. Op 756 van deze locaties is bovendien door een gerichte opname een nauwkeuriger schatting van GHG en GLG (en ook GVG) verkregen. Hiermee werd het mogelijk, de veldschattingen op de overige locaties te corrigeren voor systematische verschillen ten opzichte van de gerichte opname, en de GVG te schatten. Ondanks deze correctie, is de nauwkeurigheid van deze GHG, GVG en GLG-schattingen minder hoog dan die uit een gerichte opname. De gecorrigeerde veldschattingen op $(2267-756=)$ 2211 locaties krijgen dan ook een lager gewicht bij het maken van gebiedsdekkende bestanden. Ook bij deze gegevens wordt de kwaliteit uitgedrukt als een voorspelfout, welke als gewicht wordt meegenomen bij de omzetting naar vlakdekkende GHG etc.

2.8 Gebruik van digitale hoogtegegevens als hulpinformatie

Uit onderzoek (Te Riele et al., 1995) is gebleken, dat grondwaterstanden een verband vertonen met de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP, en dat er ook een verband kan bestaan met de relatieve maaiveldhoogte en de geografische locatie (X en Y). Met relatieve maaiveldhoogte wordt bedoeld het verschil tussen de hoogte in een punt en de gemiddelde hoogte in een gebied binnen een bepaalde straal rond dat punt. Deze kennis wordt toegepast in het huidige onderzoek. Voor elk punt in het AHN is voor zoekstralen van 100, 200, 300, 400 en 500 meter de relatieve maaiveldhoogte bepaald. Deze getallen worden opgeslagen, en samen met het AHN levert dit een bestand 'AHN+' op (figuur 1). Voor alle locaties waar een GHG, GVG en GLG is

bepaald (zie secties 2.4, 2.5, 2.6 en 2.7) worden de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP en bovengenoemde relatieve maaiveldhoogten eveneens bepaald en aan de bestanden toegevoegd.

2.9 Van punt naar vlak

Bij het omzetten van puntinformatie naar vlakinformatie wordt uitgegaan van het *actualisatiebestand*, bestaande uit (i) GxG puntinformatie op de locaties van kortlopende meetreeksen van de Waterschappen, van gerichte opnames en van veldschattingen. Al deze gegevens gaan vergezeld van een voorspelfout als kwaliteitsindicator; (ii) een onderverdeling in deelgebieden; (iii) het AHN+.

De GxG op de locaties van OLGA-buizen zijn bij de omzetting van punt naar vlak bewust niet gebruikt. De reden hiervoor is, dat deze buizen een onrealistisch grote invloed uitoefenden op deze relaties door het extreem grote gewicht dat aan de GxG werd toegekend (het zijn zeer nauwkeurige getallen). Bovendien staan de OLGA-buizen vaak op niet-representatieve locaties in een stratum, namelijk in de drogere gebieden bij wateronttrekkingen. Het gevolg van wel gebruiken van OLGA-buizen zou zijn, dat enkele buizen de relatie tussen maaiveld en GxG volledig zouden domineren, terwijl deze buizen vrijwel uitsluitend in de drogere delen van een stratum liggen. Door deze beslissing neemt het aantal gebruiken puntgegevens overigens nauwelijks af.

Voor elk punt met een GHG, GVG of GLG wordt achtereenvolgens het volgende gedaan:

- a. Door regressie-analyse wordt bepaald welke van de parameters uit het AHN+ een statistisch verband hebben met bijvoorbeeld de GHG. Hiertoe wordt de routine RSELECT uit het pakket GENSTAT (Goedhart en Thissen, 1992) gebruikt.
- b. Met de parameters die dan overblijven wordt de statistische relatie bepaald waarmee de GHG op andere locaties van het AHN kan worden geschat. Bij bepalen van de regressievergelijkingen krijgen nauwkeurige waarnemingen (lage voorspelfouten) een groter gewicht dan onnauwkeurige waarnemingen.

Stap b en c worden herhaald voor de GVG en de GLG, en voor alle deelgebieden die aan het begin van het onderzoek zijn onderscheiden met behulp van de bodemkaart, peilgebieden- en stroomgebiedenkaart.

- c. Met de statistische relaties worden op bijnaal alle locaties van het AHN de GHG, GLG en GVG berekend. De betrouwbaarheid (in centimeter) van de GHG, GLG en GVG wordt eveneens op elke locatie van het AHN berekend. De betrouwbaarheid (standaardfout) van de GHG (GVG, GLG) schattingen wordt in elke cel van het AHN berekend met de volgende matrixvergelijking:

$$\sqrt{MS_{res} \cdot (1 + x_0' \cdot (X' \cdot W \cdot X)^{-1} \cdot x_0)}$$

waar MS_{res} is de restvariantie van het regressiemodel waarmee GHG wordt voorspeld; x₀ is de (k+1) vector met de k verklarende variabelen van het

¹ In dit stadium niet op de locaties in het AHN die buiten het bereik van de regressierelatie vallen, in het algemeen zijn dit locaties die hoger liggen dan het hoogst gelegen meetpunt.

gebruikte regressiemodel op een nieuwe locatie; X is de $(n \times (k+1))$ matrix met de $(k+1)$ verklarende variabelen als kolommen en de n waarnemingen waarop de relatie is bepaald als rijen; W is de $(n \times n)$ matrix met de gewichten die aan elke waarneming wordt toegekend. Deze gewichten volgen uit de voorspelvariantiesfouten bij de afzonderlijke puntwaarnemingen.

- d. Voor de locaties buiten het bereik van de regressierelatie is alsnog een $G \times G$ geschat als de voorspelfout niet groter werd dan een maximale waarde. De mate van extrapolatie in een stratum hangt daarbij af van de grootte van MS_{res} : bij een gunstiger MS_{res} mag meer worden geëxtrapoleerd.

2.10 Gebiedsdekkend maken van bestanden

Tenslotte worden de bestanden gebiedsdekkend gemaakt. Hiertoe moeten een aantal problemen worden opgelost:

- (i) lokaal zijn er 'lege plekken' in het AHN (met name bij Meppel en ten zuiden van het Reestdal, maar ook elders zijn er kleine gebiedjes zonder hoogtegegevens);
- (ii) lokaal bestaat geen duidelijke relatie tussen maaiveld en $G \times G$;
- (iii) in sommige deelgebieden zijn er onvoldoende puntgegevens met waarden van $G \times G$;
- (iv) de overgangen tussen deelgebieden zijn scherper op de kaart dan in werkelijkheid;

Hiertoe worden de volgende acties uitgevoerd:

ad (i)

- In kleine deelgebiedjes (in het algemeen maximaal enkele hectares groot, behalve een groter gebiedje bij Meppel) zonder AHN-gegevens worden GHG, GVG en GLG-waarden ingevuld door interpolatie met inverse afstand gewogen middeling.
- In het gebied tussen Staphorst en het Reestdal is geen AHN beschikbaar. Hier is daarom een andere aanpak gevolgd. Uitgaande van de beschikbare hoogtegegevens (gem. 1 punt per hectare) is een statistische relatie tussen maaiveldhoogte en GHG, GVG en GLG gelegd. Deze relatie is toegepast op de locaties van de beschikbare hoogtegegevens, zodat GHG, GVG en GLG schattingen met een dichtheid van gem. 1 per hectare beschikbaar kwamen. Vervolgens is met de interpolatiemethode 'Regressie-kriging' (Stolp et al., 1994; Knotters et al., 1995) in dit deelgebied de GHG, GVG en GLG dekkend beschreven.

ad (ii)

- In zeer vlakke deelgebieden (het Petgatengebied vlakbij de Wieden) is er geen duidelijke relatie tussen maaiveld en GHG, GVG en GLG omdat de meetnauwkeurigheid dezelfde ordegrrootte heeft als de verschillen in maaiveldhoogte. Hier is daarom gekozen, om het effect van het verschil tussen het peilbeheer in de boezem, blijkend uit gemeten grondwaterstanden in een aantal kortlopende meetreeksen, ten opzichte van maaiveld in kaart te brengen. Er zijn hiervoor meetreeksen van vijf tijdelijke grondwaterstandsbuizen in het petgatengebied geïnterpreteerd naar GHG, GVG en GLG ten opzichte van NAP.

Voor elke cel van het AHN wordt vervolgens het verschil ($GxGNAP - NAP$) berekend.

- In een deelgebied ten oosten van de polder Scheerwolde (een hoogwaterzone) is de GxG ten opzichte van maaiveld op verzoek van de opdrachtgever rechtstreeks berekend uit het oppervlaktewaterpeil ten opzichte van NAP.

ad (iii)

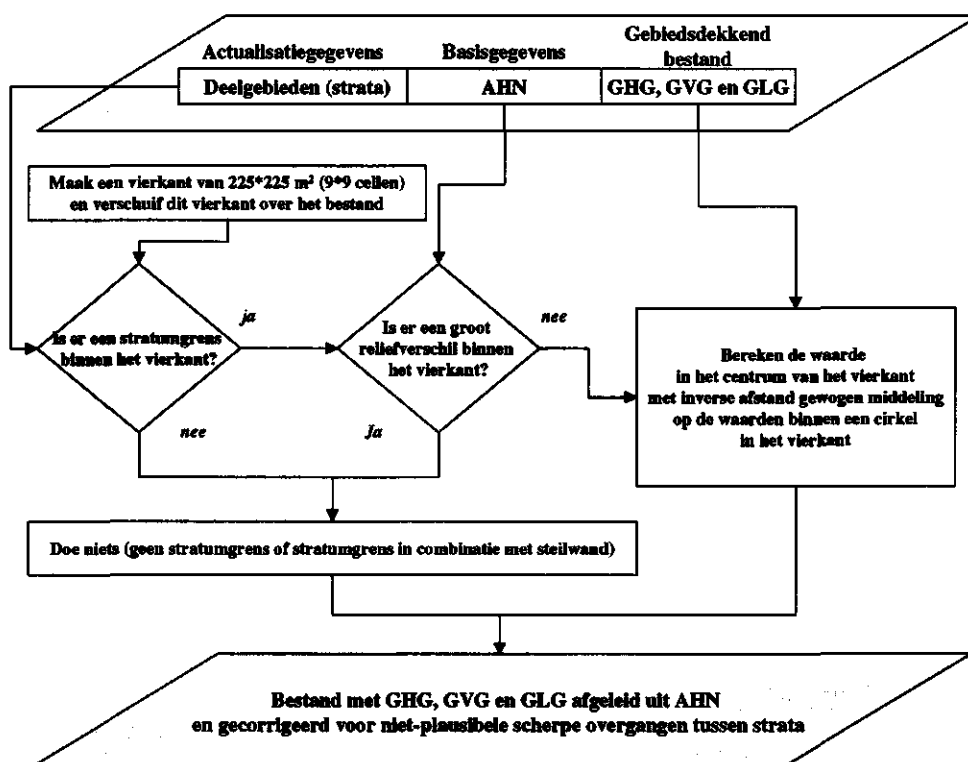
- Aan de rand van de Noordoostpolder is wel een recente Gt-kaart beschikbaar (uit de 1 : 10 000 kartering ten behoeve van het Strategisch Groen Project Noordwest Overijssel), maar zijn weinig puntgegevens verzameld. Daarom is van dit deelgebied de Gt-kaart rechtstreeks toegevoegd aan het bestand. De GxG wordt gedetailleerder in kaart gebracht door een rechtstreeks verband per Gt-kaartvlak tussen de GxG en de maaiveldhoogte te veronderstellen. Per kaartvlak wordt per AHN-gridcel die daar binnen ligt de GxG als volgt berekend:

$$GxG = \min GxG + \left(\frac{NAP - \min NAP}{\max NAP - \min NAP} \right) * (\max GxG - \min GxG)$$

waarbij $\min GxG$ en $\max GxG$ zijn de ondiepste resp. diepste GxG die volgens de Gt-klasse zou kunnen voorkomen in dat vlak, $\min NAP$ en $\max NAP$ de gemiddelde maaiveldhoogte ± 2 *de standaardafwijking die volgens het AHN voorkomen in dat vlak, en NAP is de maaiveldhoogte in de gridcel.

ad (iv)

- De deelgebieden zijn omgrensd door (o.a.) gebruik te maken van de kaartgrenzen van de 1 : 50 000 Bodem- en Gt-kaart van het gebied. Omdat de te maken bestanden veel gedetailleerder zijn, is het mogelijk dat deze grenzen niet precies genoeg zijn gelokaliseerd. Ook is de overgang tussen deelgebieden in de praktijk vaak minder scherp dan uit de bestanden zou blijken. Om te voorkomen dat dit zou leiden tot niet-plausibele overgangen zijn verschillen die optreden aan de grenzen tussen deelgebieden 'smoothed' over een overgangszone indien daartoe aanleiding was. Echter, indien er steilwanden zijn in het AHN dienen deze zichtbaar te blijven in de GHG, GVG en GLG-bestanden. Hiertoe wordt binnen een vierkant in het AHN gekeken hoe groot de maaiveldhoogteverschillen zijn. De gevolgde werkwijze is samengevat in figuur 3.



Figuur 3 Werkwijze om niet-plausibele scherpe overgangen tussen strata uit te filteren

2.11 Presentatie van resultaten en de kwaliteit

De gebiedsdekkende resultaten worden in ARC-VIEW-gridbestanden weggeschreven en tevens op 1:10 000 kaarten geplote. Tabel 2 geeft een overzicht van de geproduceerde bestanden. De voorspelfout beschrijft de nauwkeurigheid (in cm) van de gemiddelde GHG (GVG, GLG) binnen elk vlakje van 25*25 m².

Tabel 2 Informatielagen in ARCVIEW-bestanden

Naam en type bestand		Variabele en eenheid	Resolutie
GHG3 (grid)		GHG in cm - maaiveld	25*25 m ²
SdGHG3 (grid)		voorspelfout GHG in cm	25*25 m ²
GVG3 (grid)		GVG in cm - maaiveld	25*25 m ²
SdGVG3 (grid)		voorspelfout GVG in cm	25*25 m ²
GLG3 (grid)		GLG in cm - maaiveld	25*25 m ²
SdGLG3 (grid)		voorspelfout GLG in cm	25*25 m ²
Gt (grid)		<i>klassen</i>	25*25 m ²
	<i>Gt</i>	<i>GHG</i>	<i>GLG</i>
	Ia	< 25	< 50
	Ic	> 25	< 50
	IIa	< 25	50-80
	IIb	25-40	50-80
	IIc	> 40	50-80
	IIIa	< 25	80-120
	IIIb	25-40	80-120
	IVu	40-80	80-120

Naam en type bestand	Variabele en eenheid	Resolutie
IVc	> 80 80-120	
Vao	< 25 120-180	
Vad	< 25 > 180	
Vbo	25-40 120-180	
Vbd	25-40 > 180	
Vlo	40-80 120-180	
Vld	40-80 > 180	
Vllo	80-140 120-180	
Vlld	80-140 > 180	
Vlllo	> 140 120-160	
Vllld	> 140 > 180	
GHG250 (grid)	GHG dieper dan 250 cm	25*25 m ²
GVG250 (grid)	GVG dieper dan 250 cm	25*25 m ²
GLG250 (grid)	GLG dieper dan 250 cm	25*25 m ²
TOP10 (grid)	Wegen, water, bebouwing en gebouwen	25*25 m ²
SMOOTH (grid)	Gridcellen waar is gesmoothed	25*25 m ²
STRATA (polygonen)	Polygonen met stratuminformatie (o.a. voorkomen van keileem)	Variabel

3 Resultaten en discussie

3.1 Stratificatie

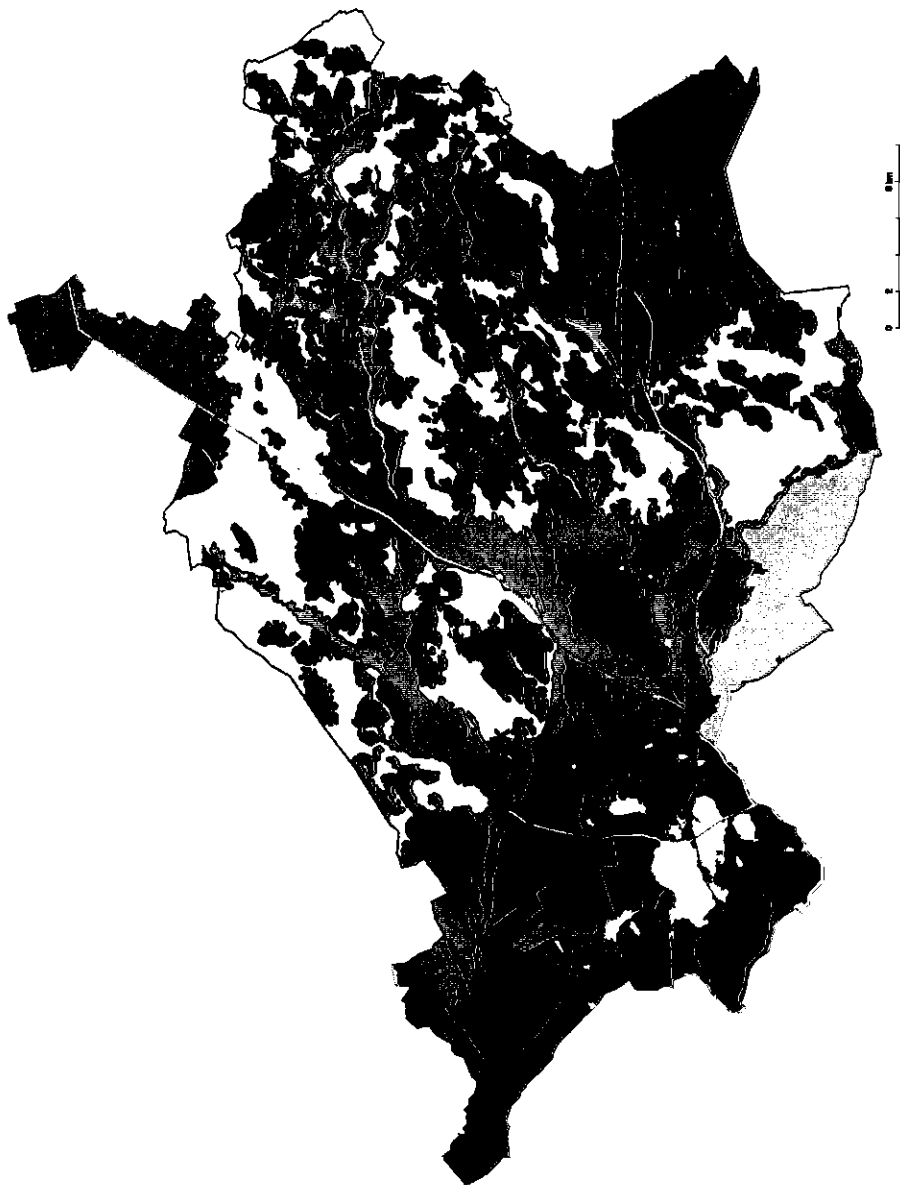
In overleg met de Waterschappen is tot de gebiedsindeling gekomen in figuur 4. In totaal zijn er 42 strata onderscheiden (tabel 3). In eerste instantie is het gebied onderverdeeld in infiltratiegebieden, stroomdalen, intermediaire gebieden, vlakten en veenkoloniale gebieden. De veenkoloniale gebieden en infiltratiegebieden zijn vervolgens opgesplitst in deelgebieden met en zonder stagnatie ten gevolge van het voorkomen van keileem. Tevens is er een apart stratum met zeer ondiepe keileem onderscheiden. De hieruit resulterende deelgebieden zijn tenslotte in een aantal gevallen opgedeeld op basis van stroomgebieden of beheerseenheden zoals polders. In de meeste aldus gedefinieerde strata zijn waarnemingen gedaan in het gehele maaiveldhoogtebereik dat binnen dat stratum voorkomt. Bij het stratum met ondiepe keileem is ervoor gekozen, binnen elk vlakje van dat stratum minimaal 1 waarneming te doen, omdat het stratum verspreid voorkomt.

Tabel 3 Strata onderscheiden in het onderzoeksgebied

Code	nr	Oppervlakte (ha)	Beschrijving
infx	1	2805,5	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 0 en 40 cm; verspreid voorkomend
infx1	2	3624,4	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Steenwijkerwold
infx2	3	1551,2	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Vledder
infx3	4	260,4	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Boswachterij Appelscha
infx4	5	3419,0	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Diever
infx5	6	3019,5	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Havelte
infx6	7	3668,7	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Beilen
infx7	8	3382,2	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Westerbork
infx8	9	10582,7	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Wijster
infx9	10	2428,5	Infiltratiegebied: stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Zuidwolde
infl	11	3930,8	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Steenwijkerwold
infl0	12	1641,4	Infiltratiegebied; geen stagnatie; ten NO van Hoogeveen
infl1	13	6040,8	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Zuidwolde
inf2	14	4247,3	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Boswachterij Appelscha
inf3	15	2997,9	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Hoogersmilde
inf4	16	1842,8	Infiltratiegebied; geen stagnatie; ten O. van Vledder
inf5	17	1466,3	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Havelte
inf6	18	948,6	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Beilen
inf7	19	4143,0	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Westerbork
inf8	20	4560,4	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Wijster
inf9	21	3286,7	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Zuidwolde
interm	22	6006,2	Intermediair gebied; Ruinerwold
reest	23	805,4	Stroomdal; Reest
staph	24	5701,7	Infiltratiegebied; geen stagnatie; Staphorst
strmd1	25	2955,8	Stroomdal; Steenwijk

Code	nr	Oppervlakte (ha)	Beschrijving
strmd2	26	673,7	Stroomdal: Vledder
strmd3	27	3879,7	Stroomdal: Dwingelerstroom/Drentse hoofdvaart
strmd4	28	2942,3	Stroomdal: Beilerstroom
strmd5	29	948,1	Stroomdal: Oude Diep Noord
strmd6	30	1518,5	Stroomdal: Oude Diep zuid
strmd7	31	648,7	Stroomdal: Ruiner Aa
strmd8	32	4939,5	Stroomdal; Confluentie Ruiner Aa, Oude Diep; Drentse Hoofdvaart
veenid	33	703,1	Veenkoloniaal gebied; geen stagnatie; Dedemsvaart
veenix1	34	1389,7	Veenkoloniaal gebied; stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Smilde
veenix2	36	4615,3	Veenkoloniaal gebied; stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Hoogeveen
veeni1	37	3325,7	Veenkoloniaal gebied; geen stagnatie; Smilde
veeni2	38	9149,8	Veenkoloniaal gebied; geen stagnatie; Hoogeveen
vlktn	39	10831,0	Vlakten: Giethoorn
vlktsch	40	3465,3	Vlakten: Polder Scheerwolde
infx10	41a	1542,5	Infiltratiegebied; stagnatie op keileem tussen 40-120 cm; Vollenhove
vlktrak	41b	4859,8	Vlakten; Randzone Noordoostpolder
petgat	42	6828,8	Petgatengebied

Infiltratiegebieden
 Zonder stagnatie
 Plateau's
 11 gebieden (nr.)
 Staphorst e.o.
 Met stagnatie
 Steenwijkerwold e.o.
 Vledder e.o.
 Appelscha e.o.
 Diever e.o.
 Havelte e.o.
 Bellen e.o.
 Westerbork e.o.
 Wijster e.o.
 Zuidvold e.o.
 Vollenhove e.o.
 Met sterke stagnatie
 Zeer ondiepe kalleem
Intermediaire gebieden
 Ruinerwold e.o.
Veenkoloniale gebieden
 Zonder stagnatie
 Smilde e.o.
 Hoogeveen e.o.
 Deldenwaart e.o.
 Met stagnatie
 Smilde e.o.
 Hoogeveen e.o.
Stroomdalen
 8 gebieden (ernst.)
 Reestdal
Vlaaten
 Gielthorn e.o.
 Scherwoude e.o.
 Randgebied
 Pelgaten



Figuur 4 Gebiedsindeling

3.2 Klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG op puntlocaties

3.2.1 OLGA-peilbuizen

De parameters van de tijdreeksmodellen zijn gegeven in aanhangsel 1, en een grafische weergave van de tijdreeksen in aanhangsel 2. De klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG zijn met deze tijdreeksmodellen berekend in 47 OLGA-buizen, en zijn gegeven in tabel 4. De kwaliteit van de schattingen van GHG, GVG en GLG is zeer hoog, want de standaardfout (*se*) bedraagt hooguit enkele centimeters.

Tabel 4 Klimaatsrepresentatieve GHG, GVG en GLG in OLGA-buizen

Buis	GHG	Kwaliteit (se, cm)	GVG	Kwaliteit (se, cm)	GLG	Kwaliteit (se, cm)
11HL0019	74.003	2,584	98,642	2,715	191.100	2,142
11HP0034	242.259	3,874	261.085	3,559	336.005	3,550
12DP0192	126.640	1,935	144.892	2,225	208.349	1,731
16DL0010	138.879	2,470	158,581	2,641	231.815	2,327
16DL0014	92.263	0,609	104,539	0,766	116.627	0,518
16DL0016	115.729	0,570	129,674	0,682	143.657	0,379
16DL0070	86.108	0,929	103,533	0,679	122.788	0,377
16EL0052	112.500	1,907	144,462	2,216	215.409	1,761
16FL0013	122.897	1,978	141,863	2,118	219,945	2,128
16FL0041	226,780	4,485	247,427	4,256	325,095	4,092
16GL0096	153,954	0,778	160,969	0,721	171,631	0,398
16GL0097	74,081	0,883	93,868	1,352	117,676	0,933
16HL0002	87,215	0,966	116,880	1,517	161,486	1,071
16HL0004	26,284	1,062	50,450	1,351	81,716	0,964
16HP0049	77,329	1,306	113,509	1,860	171,081	1,487
17AL0012	131,155	1,638	154,700	2,033	199,211	1,388
17AP0026	109,083	1,022	125,905	1,310	156,573	0,912
17AP0031	173,483	1,084	194,554	1,446	233,540	1,246
17BL0019	163,785	1,555	187,491	1,560	238,928	1,427
17BL0026	88,372	1,844	117,264	2,255	190,775	1,737
17BP0038	104,796	1,615	131,417	2,206	191,843	1,388
17CP0096	85,607	1,495	108,503	2,038	169,215	1,620
17CP0099	170,969	3,840	193,626	3,508	270,001	2,394
17DP0039	148,645	1,907	169,262	2,113	233,479	1,939
17EL0014	137,350	2,538	162,263	2,957	242,987	2,688
17EP0016	150,659	2,545	164,174	2,426	214,819	1,893
21EL0001	38,967	0,986	63,415	1,576	105,205	1,068
21EL0002	140,409	1,223	159,585	1,169	178,539	0,904
21EL0013	84,683	0,855	103,594	1,122	115,874	0,675
21FL0002	78,579	1,368	109,017	2,067	159,783	1,373
21FL0003	92,512	1,551	129,781	1,861	183,031	1,761
21FL0008	47,396	2,081	77,540	2,181	148,097	1,700
21FL0009	224,696	1,594	246,637	1,810	305,687	1,378
21FL0012	95,057	2,245	120,378	2,493	200,412	2,034
21FL0021	74,578	2,067	103,261	2,548	182,928	2,029
21FL0032	57,280	1,269	89,754	1,636	124,622	1,258
21FP0040	66,650	1,282	92,397	1,398	137,931	1,187
21FP0043	64,218	1,524	94,799	2,314	149,791	1,476

Buis	GHG	Kwaliteit (se, cm)	GVG	Kwaliteit (se, cm)	GLG	Kwaliteit (se, cm)
21FP0044	96.788	1.057	121.859	1.275	176.092	1.003
21FP0045	147.998	1.729	177.832	2.175	223.262	1.626
21FP0061	117.638	0.884	144.970	1.316	177.205	0.878
22AL0032	73.770	2.519	97.369	3.044	173.164	2.265
22AL0034	97.843	1.211	116.944	1.535	154.205	1.231
22AP0022	121.734	1.046	141.492	1.116	160.707	0.774
22AP0093	78.996	1.634	92.190	1.932	126.444	1.503
22BL0005	46.201	1.522	67.109	2.067	117.495	1.781
22EL0004	76.738	1.804	102.426	1.965	153.110	1.622

3.2.2 Korte meetreeksen

De 606 door de Waterschappen aangeleverde korte meetreeksen zijn eerst getoetst op kwaliteit door te de grootte-orde van de getallen te bekijken. Vervolgens zijn de overblijvende meetreeksen equidistant gemaakt, dat wil zeggen dat er getallen voor de 14^e en 28^e van elke maand zijn geselecteerd om een vergelijking met metingen in OLGA-buizen mogelijk te maken. In sommige gevallen betekende dit, dat tussen twee meetdata een grondwaterstandwaarde moest worden geschat. Na dit stadium waren er nog 424 meetreeksen over (aanhangsel 3). Tenslotte zijn deze meetreeksen met behulp van de in sectie 2.5 geschetste methode vergeleken met OLGA-buizen. Hierbij zijn alleen de meetreeksen met een betrouwbare correlatie met OLGA-meetreeksen overgebleven. Na deze analyse bleven 209 meetreeksen over met een betrouwbare schatting van GHG, GVG en GLG. Deze zijn, met een voorspelfout, opgenomen in het actualisatiebestand. De GHG, GVG en GLG van deze 209 korte meetreeksen zijn opgenomen in aanhangsel 3.

3.2.3 Gerichte opnames

De grondwaterstandmetingen welke zijn gedaan in 1995 ten behoeve van de Gt-actualisatie Drenthe (Finke et al., 1996) en in 1998 voor het huidige project zijn door middel van regressie omgezet naar GHG, GVG en GLG. De hierbij toegepaste regressievergelijkingen en de kwaliteit van de regressie zijn gegeven in tabel 5. Op elke locatie is telkens de regressievergelijking toegepast die past bij de meetdata op die locatie, en die de beste voorspelfout oplevert. Het valt op, dat de kwaliteit van de regressies met gegevens van 1995 en die met gegevens van 1998 goed vergelijkbaar is. Dit wil zeggen, dat ondanks de natte zomer en droge winter in 1998 toch goede schattingen van GHG, GVG en GLG konden worden verkregen.

De grondwaterstandmetingen welke zijn gedaan ten behoeve van de Gt-actualisatie Scheerwolde en bij de 1 : 10 000 kartering bij Zuidwolde konden niet door regressie worden omgezet naar GHG etc, omdat op de meettijdstippen in onvoldoende OLGA-buizen waarnemingen zijn gedaan om een regressievergelijking te kunnen bepalen. Deze waarnemingen zijn daarom gecorrigeerd met het gemiddelde verschil op het meettijdstip tussen GHG (of GLG) en de meting in een klein aantal OLGA-buizen. De GVG is vervolgens geschat uit GHG en GLG door een regressievergelijking die is

opgesteld uit alle GHG, GVG en GLG-waarden die elders in het gebied zijn verzameld. De kwaliteit van de schattingen van GHG, GVG en GLG in Scheerwolde en Zuidwolde is ten gevolge van de methode van schatting niet exact bekend, en is derhalve arbitrair gelijk gesteld aan de gemiddelde kwaliteit van de regressies die elders zijn uitgevoerd.

Tabel 5 Toegepaste regressievergelijkingen om grondwaterstandmetingen om te zetten naar GHG, GVG en GLG.

Van meting (datum)	Naar			Model				Kwaliteit	
	GHG	GVG	GLG	b0	b1	b2	b3	se (cm)	R ²
1-Mar-95				6,85	0,9695	0	0	17,8	79,4
2-Mar-95				6,79	0,9688	0	0	17,8	77,3
3-Mar-95				12,34	0,8469	0	0,1358	17,4	78,3
4-Jul-95				-23,1	0,919	0	0	19,7	69,3
6-Jul-95				-25,1	0,928	0	0	19,7	69,1
24-Feb-98				-19,4	0,8371	0	0	20,2	77,5
26-Feb-98				-17,6	0,8274	0	0	19,7	78,6
25-Mar-98				8,1	0,7679	0	0	23,7	69,1
5-Aug-98				-17,4	0,8523	0	0	22,2	75,5
7-Aug-98				-17,4	0,8523	0	0	22,2	72,7
12-Aug-98				-20,2	0,8281	0	0	22,9	71
1-Mar-95				39,3	0,8799	0	0	19,8	69,5
2-Mar-95				38,9	0,8827	0	0	19,8	69,4
3-Mar-95				44,1	0,763	0	0,1393	19,1	71,5
4-Jul-95				-1,1	0,9312	0	0	15,8	78,4
6-Jul-95				-3	0,9391	0	0	15,9	78,2
24-Feb-98				8,8	0,8054	0	0	19,4	77,6
26-Feb-98				10,6	0,7957	0	0	18,9	78,6
25-Mar-98				37,3	0,723	0	0	23,8	66,2
5-Aug-98				8,1	0,8586	0	0	18,8	79
7-Aug-98				6,7	0,8505	0	0	19,4	77,6
12-Aug-98				2,9	0,8328	0	0	19,7	77,1
1-Mar-95				107,1	0,514	0	0,321	30,1	52
2-Mar-95				107,1	0,507	0	0,338	30,1	52,1
3-Mar-95				107,9	0,492	0	0,356	30,2	51,8
4-Jul-95				38,3	0,917	0	0,1572	17,4	82,1
6-Jul-95				36,3	0,926	0	0,1547	17,6	81,6
26-Feb-98				35,9	0,9452	0	0	22,8	78,1
25-Mar-98				82,4	0,63	31,5	0	31,3	58,9
5-Aug-98				52,1	0,803	0	0,1624	21	81,7
7-Aug-98				48,7	0,808	0	0,1613	20,5	82,5
12-Aug-98				41,1	0,8238	0	0,1436	19,4	84,3
14-Aug-98				38,5	0,8337	0	0,1336	18,5	85,8

Model = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meting} + b_2 \cdot i + b_3 \cdot \text{Meting} \cdot i$, waar

$i=1$ indien veldschatting in infiltratiestratum ligt $i=0$ in alle andere gevallen

3.2.4 -Veldschattingen

De in 1995 (Finke et al., 1996) in het veld geschatte GHG en GLG zijn omgezet naar GHG, GVG en GLG zoals die uit een gerichte opname zouden zijn verkregen met de vergelijkingen in tabel 6. Wat opvalt is dat de kwaliteit van deze schattingen aanmerkelijk slechter is dan die uit een gerichte opname. Deze conclusie was ook reeds getrokken in Finke et al. (1996). Dit resulteert in een aanmerkelijk lager gewicht van deze getallen in het vervolg van het onderzoek. Door het grote aantal van deze gecorrigeerde veldschattingen vormen deze getallen toch een nuttige bijdrage aan de actualisatiegegevens.

Tabel 6 Toegepaste regressievergelijkingen om veldschattingen om te zetten naar GHG, GVG en GLG

Van veldschatting		Naar			Model							Kwaliteit	
GHG	GLG	GHG	GVG	GLG	b0	b1	b2	b3	b4	b5	B6	se (cm)	R ²
					8,46	0,8200	0,0906	0,1106				37,7	55,9
					29,97	0,6889	0,1591	0,1873	0,333			36,1	62,8
					44,92	0,548	0,3968			0,330	30,85	48,2	62,6

Model = $b_0 + b_1 \cdot \text{GHG}_{\text{veld}} + b_2 \cdot \text{GLG}_{\text{veld}} + b_3 \cdot \text{GLG}_{\text{veld}} \cdot i + b_4 \cdot \text{GHG}_{\text{veld}} \cdot v + b_5 \cdot \text{GHG}_{\text{veld}} \cdot i + b_6 \cdot i$, waar

$v=1$ indien veldschatting in veenstratum ligt en $v=0$ in alle andere gevallen

$i=1$ indien veldschatting in infiltratiestratum ligt $i=0$ in alle andere gevallen

3.3 Relaties tussen GHG, GVG, GLG en AHN+

In totaal zijn voor 38 van de 42 strata modellen gefit (niet voor Staphorst vanwege ontbreken AHN, voor de randzone Noordoostpolder en het gebied rond Vollenhove vanwege de beschikbaarheid van een Gt-kaart 1 : 10 000 en voor het petgatengebied vanwege het ontbreken van een goede relatie met maaiveld omdat het gebied erg vlak is). De modellen hebben voor GxG de algemene vorm:

$$\begin{aligned} & \text{Constante} + A \cdot \text{rmv100} + B \cdot \text{rmv200} + C \cdot \text{rmv300} + D \cdot \text{rmv400} + E \cdot \text{rmv500} + \\ & \text{GxG} = F \cdot \text{NAP} + G \cdot \text{NAP} \cdot \text{rmv200} + H \cdot \text{NAP} \cdot \text{rmv200} + I \cdot \text{NAP} \cdot \text{rmv300} + \\ & J \cdot \text{NAP} \cdot \text{rmv400} + K \cdot \text{NAP} \cdot \text{rmv500} \end{aligned}$$

waar rmv100 = relatieve maaiveldhoogte bij een zoekstraal van 100 meter, NAP is de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP en Constante, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J en K zijn de gefitte parameters. Deze parameters zijn gegeven in tabellen 7a, 7b en 7c voor GHG, GVG en GLG respectievelijk.

3.4 Naar gebiedsdekkende bestanden

De relaties vermeld in tabellen 7a, b en c zijn toegepast op alle locaties binnen het AHN die binnen de strata 1-23 en 25-40 liggen. Hiermee is 87% van het gebiedoppervlak beschreven. Vervolgens zijn de in sectie 2.10 vermeldde problemen op de daar beschreven wijze behandeld. De resultaten van deze acties daarbij worden hier kort samengevat. De figuren 5, 6, 7 en 8 geven een voorbeeld op schaal 1 : 10 000 van kaarten van de GHG, GVG, GLG en Gt. De kaartbijlage bij dit rapport geeft een verkleind overzicht van de Gt-kaart van het gehele gebied.

Tabel 7a Toegepaste regressievergelijkingen om AHN+gegevens om te zetten naar GHG. Voor uitleg over stratumnummers zie tabel 3

Stratum	Constante	rmv100	rmv200	rmv300	rmv400	rmv500	NAP	rmv100*NAP	rmv200*NAP	rmv300*NAP	rmv400*NAP	rmv500*NAP
1	100,18	0	0	0	0	0	0	2,15	0	0	0	0
2	78,18	213,91	0	0	0	0	0	-19,81	0	0	0	0
3	61,28	0	0	0	0	16,05	5,99	0	0	0	0	0
4	134,05	-719,12	0	0	0	0	0	78,86	0	0	0	0
5	96,18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,97
6	117,28	-61,31	0	0	0	0	0	12,46	0	0	0	0
7	79,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,19	0
8	-83,97	-949,08	0	0	0	0	10,14	51,49	0	0	0	0
9	59,37	0	0	0	0	35,69	3,31	0	0	0	0	0
10	90,24	0	0	0	0	27,7	0	0	0	0	0	0
11	85,63	0	0	0	0	-92,65	0	0	0	0	0	14,49
12	97,23	0	0	0	0	62,17	0	0	0	0	0	0
13	42	0	0	0	0	39,73	7,98	0	0	0	0	0
14	-26,53	0	0	0	49,48	0	11,79	0	0	0	0	0
15	-18,97	0	0	0	0	0	9,75	-2,97	0	0	0	0
16	58,95	0	0	0	0	0	11,77	17,81	0	0	0	0
17	23,14	0	0	0	0	-18,95	14,16	0	0	0	0	0
18	-268,91	-831,01	0	0	0	0	25,74	55,31	0	0	0	0
19	-308,46	0	-592,06	0	0	0	25,8	0	37,55	0	0	0
20	117	0	0	0	0	-76,71	0	0	0	0	0	8,49
21	102,08	0	0	0	0	124,69	0	0	0	0	0	-8,61
22	63,22	0	0	0	0	0	-2,43	0	0	0	17,75	0
23	10,76	0	0	0	0	0	6,59	0	0	0	13,21	0
25	28,85	0	0	0	0	-39,58	8,25	0	0	0	0	16,95
26	60,31	0	0	169,28	0	0	0	0	0	-23,34	0	0
27	107,92	0	0	0	0	0	-4,67	0	0	0	0	3,73
28	72,32	0	0	0	0	56,05	0	0	0	0	0	0
29	32,14	-214,47	0	0	0	0	0	19,16	0	0	0	0
30	63,66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,21
31	77,41	0	0	107,39	0	0	-5,34	0	0	-11,05	0	0
32	53,41	0	0	23,78	0	0	0	0	0	8,94	0	0
33	-161,02	0	0	0	0	0	37,76	0	0	0	0	0
34	-26,23	0	0	0	0	0	9,57	0	0	0	0	0
36	-47,11	0	-348,04	0	0	0	7,53	0	26,53	0	0	0
37	71,32	0	0	0	0	158,86	0	0	0	0	0	-7,57
38	109,88	0	0	0	0	0	-2,44	3,82	0	0	0	0
39	50,33	0	0	0	0	-12,01	23,6	0	0	0	0	0
40	105,31	0	0	0	58,72	0	30,92	0	0	0	0	0

Tabel 7b Toegepaste regressievergelijkingen om AHN+gegevens om te zetten naar GVG. Voor uitleg over stratumnummers zie tabel 3

Stratum	Constante	rmv100	rmv200	rmv300	rmv400	rmv500	NAP	rmv100*NAP	rmv200*NAP	rmv300*NAP	rmv400*NAP	rmv500*NAP
1	142,53	0	0	111,3	0	0	0	0	0	-8,94	0	0
2	104,17	231,6	0	0	0	0	0	-21,54	0	0	0	0
3	88,09	0	0	0	0	21,41	7,73	0	0	0	0	0
4	170,04	-601,72	0	0	0	0	0	67,91	0	0	0	0
5	139,81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3
6	133,26	0	0	0	0	0	4,88	0	0	0	0	0
7	19,84	0	0	0	0	-235,32	6	0	0	0	0	18,91
8	113,98	0	0	0	0	565,95	0	0	0	0	0	-29,94
9	72,11	0	0	0	0	32,84	3,88	0	0	0	0	0
10	130,27	0	0	0	0	27,24	0	0	0	0	0	0
11	126,77	0	0	0	0	-88,96	0	0	0	0	0	18,02
12	136,88	0	0	0	0	58,75	0	0	0	0	0	0
13	50,46	0	0	0	0	0	10,22	0	0	0	0	0
14	10,49	0	0	0	0	45,3	12,37	0	0	0	0	0
15	-31,8	0	0	0	0	0	12,82	-3,72	0	0	0	0
16	89,29	0	0	0	0	0	14,65	12,8	0	0	0	0
17	51,1	0	0	0	0	-19,92	15,71	0	0	0	0	0
18	-194,54	0	0	0	0	0	24,13	0	0	0	0	0
19	-155,42	0	0	0	0	0	18,92	0	0	0	0	1,97
20	138,27	0	0	0	0	-65,23	0	0	0	0	0	7,11
21	105,19	0	0	0	0	97,49	3,62	0	0	0	0	-7,67
22	80,85	0	0	0	0	28,35	2,33	0	0	0	0	7,53
23	72,54	0	0	0	0	45,76	0	0	0	0	0	0
25	44,61	0	0	0	0	-50,53	10,17	0	0	0	0	18,22
26	85,9	0	0	155,79	0	0	0	0	0	-21,47	0	0
27	114,11	0	0	0	0	0	-2,99	0	0	0	0	4,64
28	94,88	0	0	0	0	-96,99	0	0	0	0	0	12,83
29	53,16	0	0	0	0	0	0	4,99	0	0	0	0
30	88,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,21
31	71,75	0	0	35,28	0	0	0	0	0	0	0	0
32	72,54	0	0	0	0	0	0	0	20,49	0	0	0
33	-126,23	0	0	0	0	0	36,28	0	0	0	0	0
34	13,84	0	0	0	0	0	8,46	0	0	0	0	0
36	-3,46	-362,73	0	0	0	0	7,57	27,9	0	0	0	0
37	106,07	0	0	0	0	45,02	0	0	0	0	0	0
38	103,61	0	0	0	0	0	0	3,82	0	0	0	0
39	73,11	0	0	0	0	-10,42	18,2	0	0	0	0	0
40	103,57	0	0	0	0	53,86	21,74	0	0	0	0	0

Tabel 7c Toegepaste regressievergelijkingen om AHN+gegevens om te zetten naar GLG. Voor uitleg over stratumnummers zie tabel 3

Stratum	Constante	rmv100	rmv200	rmv300	rmv400	rmv500	NAP	rmv100*NAP	rmv200*NAP	rmv300*NAP	rmv400*NAP	rmv500*NAP
1	205,81	0	0	167,45	0	0	0	0	0	-13,39	0	0
2	160,14	279,29	0	0	0	0	0	-26,18	0	0	0	0
3	141,07	0	0	0	0	27,06	9,35	0	0	0	0	0
4	234,56	-677,43	0	0	0	0	0	76,5	0	0	0	0
5	202,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,03
6	189,01	0	0	0	0	0	7,71	0	0	0	0	0
7	24,96	0	0	-529,34	0	0	9,24	0	0	40,17	0	0
8	-46,96	0	0	0	895,58	0	13,51	0	0	0	-50,88	0
9	108,19	0	0	0	0	45,77	6,61	0	0	0	0	0
10	201,66	0	0	0	0	166,53	0	0	0	0	0	-15,48
11	233,1	0	0	0	0	-86,99	-6,57	0	0	0	0	19,26
12	197,18	0	0	0	0	72,19	0	0	0	0	0	0
13	60,23	0	0	0	0	0	14,64	0	0	0	0	0
14	49,93	0	0	0	0	54,71	14,5	0	0	0	0	0
15	-39,72	-45,21	0	0	0	0	18,86	0	0	0	0	0
16	133,98	0	0	0	0	0	21,1	0	0	0	0	0
17	91,87	0	0	0	0	-27,17	20,49	0	0	0	0	0
18	-193,06	0	0	0	0	0	28,32	0	0	0	0	0
19	-136,06	0	0	0	0	0	21,55	0	0	0	0	2,54
20	114,78	0	0	0	0	0	8,26	0	0	0	0	0
21	165,2	0	0	0	0	137,65	3,89	0	0	0	0	-11,09
22	117,91	0	0	0	0	34,75	2,96	0	0	0	0	7,95
23	117,47	0	0	0	0	49,54	-3,42	0	0	0	0	0
25	68,57	0	0	0	0	-77,85	13,76	0	0	0	0	25,12
26	125,78	0	0	156,04	0	0	0	0	0	-20,61	0	0
27	138,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,63
28	89,5	0	0	0	-318,16	0	3,8	0	0	0	31,51	0
29	104,81	0	0	0	0	0	0	4,9	0	0	0	0
30	123,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,24
31	109,88	0	0	38,97	0	0	0	0	0	0	0	0
32	109,13	0	0	0	0	0	0	0	23,43	0	0	0
33	-14,15	0	0	0	0	0	22,64	0	6,77	0	0	0
34	63,43	0	0	0	0	0	7,57	0	0	0	0	0
36	39,42	0	-311,17	0	0	0	7,73	0	24,77	0	0	0
37	144,48	0	0	0	0	48,11	0	0	0	0	0	0
38	173,66	0	0	0	216,27	0	0	0	0	0	-14,69	0
39	108,03	0	0	0	0	-11,58	22	0	0	0	0	0
40	104,94	0	0	0	0	115,88	15,22	0	0	0	0	43,92



Figuur 5 Fragment van de GHG-kaart 1 : 10 000 in de omgeving van Steenwijk



Figuur 6 Fragment van de GVG-kaart 1 : 10 000 in de omgeving van Steenwijk



Figuur 7 Fragment van de GLG-kaart 1 : 10 000 in de omgeving van Steenwijk



Figuur 8 Fragment van de Gt-kaart 1 : 10 000 in de omgeving van Steenwijk

ad (i) Lokaal zijn er 'lege plekken' in het AHN (met name bij Meppel en ten zuiden van het Reestdal, maar ook elders zijn er kleine gebiedjes zonder hoogtegegevens);

- Het ontbreken van AHN-gegevens in het stratum 'Staphorst' (5 702 ha) is opgelost door met hoogtegegevens van de Meetkundige Dienst als hulpinformatie regressiekriging uit te voeren naar een grid van 25*25 m². Hierbij zijn de variogrammodellen in tabel 8 toegepast. Deze modellen zijn gefit op meetdata in het stratum 'Staphorst'. De resultaten zijn ingepast in de bestanden die met AHN-gegevens waren verkregen.
- De lokaal ontbrekende AHN-gegevens zijn ingevuld door vanuit de directe omgeving de GxG-gegevens te interpoleren met Inverse Afstand Gewogen Middeling.

Tabel 8 Variogrammodellen en parameters binnen stratum 'Staphorst'

Variabele	Model	nugget (cm ²)	sill (cm ²)	Range (m)
GHG	Sferisch	0	2860	1540
GVG	Sferisch	0	2280	1640
GLG	Sferisch	0	3020	1660

ad (ii) Lokaal bestaat geen duidelijke relatie tussen maaiveld en GxG;

- Het Petgatengebied (6 828 ha). Alhoewel het verschil tussen zomer- en winterpeil in de boezem van het Petgatengebied vlakbij de Wieden slechts 10 cm is (Winterpeil -70 cm NAP; zomerpeil -80 cm NAP) zijn de verschillen tussen GHG, GVG en GLG groter. Uit meetgegevens (Van Wirdum en Joosten, 1997) van vijf buizen met ondiepe filters blijkt het gemiddelde verschil tussen GHG en GLG ten opzichte van NAP 32 cm te bedragen (tabel 9). De GxG ten opzichte van maaiveld is bepaald door in elke cel van het AHN binnen het Petgatengebied de gemiddelde GxG-waarden in tabel 9 af te trekken van de maaiveldhoogte ten opzichte van NAP.
- In de hoogwaterzone ten oosten van Scheerwolde is rechtstreeks het verschil tussen NAP en het oppervlaktewaterpeil gekarteerd.

Tabel 9 Schattingen van GHG, GVG en GLG ten opzichte van NAP uit 5 kortlopende meetreeksen (Bron: Van Wirdum en Joosten, 1997)

Peilbuis	X	Y	GHG (cm -NAP)	GVG (cm -NAP)	GLG (cm -NAP)
wgF1	191340	534881	74	82	123
wgF2	191172	534693	70	81	101
wgF3	191142	534637	57	73	92
wgF4	190807	534408	63	72	89
wgF6	190936	534452	76	86	95
Gemiddeld			68	79	100

ad (iii) In sommige deelgebieden zijn er onvoldoende puntgegevens met waarden van GxG;

Het gebied aan de rand van de Noordoostpolder (strata Vollenhove en Randzone Noordoostpolder, samen 6 402 ha) is om deze reden ingevuld met de Gt-kaart 1 : 10 000 die recent is aangemaakt. Per Gt-klasse is het GxG-

traject gedefinieerd. Met de in sectie 2.10 vermeldde methode is, gebruikmakend van het AHN, het kaartbeeld verder gedetailleerd voor de GHG, GVG en GLG.

ad (iv) De overgangen tussen deelgebieden zijn scherper op de kaart dan in werkelijkheid;

Hiertoe is het in sectie 2.10 beschreven 'smoothing' algoritme toegepast. In totaal is op deze wijze in 32 490 ha de GxG iets aangepast.

3.5 Kwaliteit van de GHG-, GVG- en GLG-bestanden

De waarden voor GHG, GVG en GLG die optreden in de verschillende deelgebieden, evenals de daarbij behorende voorspelfouten zijn gegeven in tabel 10. Deze fouten worden veroorzaakt door de volgende factoren:

- (i) De GxG wordt op de locaties van de OLGA-buizen, de peilbuizen van de waterschappen, de gerichte opname en de veldschattingen niet perfect geschat.
- (ii) De relatie tussen de GxG in de locaties uit (i) en het AHN is niet perfect.

De voorspelfouten in de strata 41a, 41b en 42 zijn schattingen op basis van expertkennis, omdat geen statistische relatie is gebruikt bij het karteren. De voorspelfout in stratum 24 (Staphorst) is gelijk gesteld aan de vierkantswortel uit de krigingvariantie, omdat deze interpolatiemethode is gebruikt bij het karteren. De voorspelfouten in de overige strata zijn berekend volgens de beschrijving in hoofdstuk 2.9. De kwaliteit per stratum kan worden gekwantificeerd met de mediaan-voorspelfout, die de voorspelfout aangeeft die in 50% van het oppervlak binnen een stratum niet wordt overschreden. De mediaan-voorspelfout varieert over alle strata tussen 10 en 83 cm (GHG); 10 en 85 cm (GVG) en 10 en 96 cm (GLG), waarbij de grotere voorspelfouten corresponderen met strata waar de GHG, GVG en GLG dieper zijn. Diepe GxG zijn onnauwkeuriger omdat er in het veld geen metingen dieper dan 250 cm zijn gedaan, en hierdoor de regressierelatie tussen het Algemeen Hoogtebestand Nederland en de GxG onnauwkeurig wordt bij diepere GxG.

Conclusies uit tabel 10 en de achterliggende data zijn:

- (i) De GHG wordt in het algemeen iets nauwkeuriger geschat dan de GVG en GLG.
- (ii) Diepe GxG worden onnauwkeuriger geschat dan ondiepe GxG.
- (iii) De nauwkeurigheid van GxG voorspellingen is in het algemeen vergelijkbaar met de klassenbreedte van de 1 : 10 000 Gt-kaart (tabel 2).

Tabel 10 Beschrijving van de GxG en de kwaliteit (voorspelfout) per stratum. Alle getallen zijn in cm. Stratumnummers verwijzen naar tabel 3

Stratum	GHG minimum	GHG maximum	GHG (mediaan)	GHG voorspelfout (mediaan)	GVG minimum	GVG maximum	GVG (mediaan)	GVG voorspelfout (mediaan)	GLG minimum	GLG maximum	GLG (mediaan)	GLG voorspelfout (mediaan)
1	48	160	99	45	84	200	140	48	120	290	201	56
2	24	120	78	29	45	150	100	31	89	228	160	36
3	47	160	92	33	69	210	130	37	118	290	190	45
4	0	320	140	83	23	350	170	85	68	440	240	96
5	39	170	96	41	76	220	140	39	117	310	200	47
6	0	240	120	70	77	240	166	73	112	340	240	90
7	39	152	80	27	42	202	101	26	74	300	159	29
8	26	180	90	29	51	203	112	32	73	279	181	29
9	11	240	100	50	37	260	120	53	68	400	190	64
10	35	131	92	67	77	160	130	54	120	280	200	56
11	2	210	87	48	13	270	130	45	29	350	200	57
12	0	280	100	48	8	310	140	43	38	410	200	59
13	19	160	87	37	53	180	110	34	82	240	150	44
14	0	240	91	34	11	280	131	37	47	360	194	44
15	19	210	100	42	30	270	128	39	53	340	190	38
16	8	230	93	51	64	270	130	48	104	320	200	60
17	44	190	110	56	72	230	149	56	115	330	217	71
18	43	240	120	41	78	240	170	36	124	321	230	45
19	14	260	130	57	59	260	170	53	86	340	240	66
20	52	170	120	52	76	180	140	50	107	250	210	49
21	0	206	100	41	36	230	140	39	64	356	205	47
22	0	320	59	19	28	320	84	16	51	390	120	16
23	0	112	24	21	11	141	59	15	46	203	91	13
24	23	217	82	45	50	240	116	40	84	299	171	51
25	0	200	46	23	0	220	68	20	0	300	100	22
26	11	116	59	23	41	146	86	21	79	199	128	30
27	0	200	77	22	0	260	92	22	38	350	130	28
28	0	180	59	19	0	240	80	21	0	360	128	29
29	0	100	36	15	0	120	57	20	36	202	110	30
30	0	120	57	22	27	138	83	19	77	211	120	28
31	0	96	38	12	24	130	68	14	50	185	110	16
32	0	260	52	17	0	350	72	14	0	420	110	16
33	8	144	58	14	36	174	84	12	44	270	120	10
34	49	120	96	38	92	152	120	41	130	221	160	43
36	0	140	53	22	28	190	96	27	80	240	140	36
37	0	190	71	31	27	210	110	28	60	264	140	27
38	0	160	80	23	27	180	100	25	78	260	170	29

Stratum	GHG minimum	GHG maximum	GHG (mediaan)	GHG voorspelfout (mediaan)	GVG minimum	GVG maximum	GVG (mediaan)	GVG voorspelfout (mediaan)	GLG minimum	GLG maximum	GLG (mediaan)	GLG voorspelfout (mediaan)
39	-11	170	43	17	-3	170	67	14	0	220	100	16
40	0	150	59	15	7	150	69	13	40	200	79	14
41ab	0	192	15	10	0	206	49	10	0	290	98	10
42	0	378	22	10	0	389	34	10	0	410	55	10

4 Conclusies en nabeschuwing

Uit de kartering kunnen een aantal conclusies getrokken worden. Deze hebben betrekking op de gevolgde methodiek en op de resulterende bestanden.

Methodiek:

- Het is goed mogelijk gebleken om het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) te gebruiken om de GHG, GVG, GLG en Gt in detail te karteren. Het is hierbij essentieel gebleken andere gebiedskennis in de vorm van bodemkaarten en stroomgebiedindelingen te betrekken. De essentie is, dat de relatie van het AHN met de GHG, GVG en GLG tussen de deelgebieden sterk varieert. Dit geldt ook voor de kwaliteit van deze relatie.
- Omdat zoveel verschillende gegevensbronnen met een sterk wisselende kwaliteit worden toegepast bleek het noodzakelijk elk van de gegevens op zijn waarde te schatten. Hierbij is een systematische en reproduceerbare aanpak ontwikkeld, waarbij de onzekerheid verbonden aan een schatting, uitgedrukt als voorspelfout, gedurende de kartering als gewichtsfactor is gebruikt. Dit geldt met name voor de puntgegevens met GHG, GVG en GLG-schattingen. Deze schattingen zijn afgeleid uit 4 gegevensbronnen. In afnemende volgorde van nauwkeurigheid zijn dit: (i) langjarige meetreeksen van grondwaterstanden uit het OLGA-grondwaterstandarchief, (ii) kortlopende meetreeksen van grondwaterstanden uit meetprogramma's van de waterschappen, (iii) incidentele grondwaterstandmetingen in verschillende jaren en seizoenen en (iv) in het veld gemaakte schattingen.
- Ondanks de droge winter van 1997-1998 en de extreem natte zomer van 1998 is de kwaliteit van de puntschattingen van de GHG, GVG en GLG toch goed. Er zijn geen systematische kwaliteitsverschillen gevonden tussen eerdere schattingen uit 1995 en die uit 1998.
- De gehanteerde statistische methodiek heeft niet alleen geresulteerd in bestanden en kaarten met GHG, GVG, GLG en Gt, maar ook in bestanden waar per gridcel uit het AHN de nauwkeurigheid van de GHG etc. is aangegeven.

Bestanden:

- De 42 deelgebieden laten een verschillende relatie zien tussen het AHN enerzijds en grondwaterkarakteristieken anderzijds. In 38 deelgebieden (87% van het oppervlak) is een statistische relatie in dit onderzoek bepaald en toegepast. In drie deelgebieden (het petgatengebied en een hoogwaterzone, de randzone bij de Noordoostpolder en het gebied bij Vollenhove) is een relatie met AHN opgelegd omdat hetzij gegevens ontbraken of minder geschikt waren, hetzij geen statistische relatie kon worden gevonden. In één deelgebied (Staphorst) is vanwege het ontbreken van het AHN op een andere wijze (regressiekriging met oudere hoogtegegevens van de Meetkundige Dienst) de grondwatersituatie gedetailleerd in kaart gebracht.
- In gebieden met keileem aan of dichtbij het oppervlak kunnen door waterstagnatie tijdelijke, ondiepe schijngrondwaterspiegels voorkomen die niet altijd uit de GHG (en soms ook de GVG) blijken. Om deze schijnspiegels goed in kaart te kunnen

brengen zijn de beschikbare gegevens niet toereikend. Daarom zijn deze gebieden in de bestanden gemarkeerd.

- De kwaliteit van de bestanden, uitgedrukt in de voorspelfout, is in het algemeen vergelijkbaar met de klassenbreedte van de standaardlegenda van de 1 : 10 000 Gt-kaart. Deze legenda is daarom een bruikbare manier om de GxG-waarden te klassificeren, en geeft geen pseudo-nauwkeurigheid.

Tot slot

Met dit bestand hebben de Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep een gedetailleerd en gebiedsdekkend beeld van enkele eigenschappen van het freatisch vlak. Omdat het de eerste keer is dat op deze schaal gebiedsdekkend is gekarteerd, is het niet goed mogelijk uit deze kaarten een beeld van verdroging af te leiden. Voor een aanzienlijk deel van het gebied is dit overigens reeds gebeurd op schaal 1 : 50 000 door een vergelijking van de Gt-kaarten uit 1975 met geactualiseerde kaarten uit 1995 (Finke et al., 1996).

Literatuur

Finke, P.A., D.J. Groot Obbink, H. Rosing en F. de Vries, 1996. *Actualisatie Gt-kaarten 1 : 50 000 Drents deel kaartbladen 16 Oost (Steenwijk) en 17 West (Emmen)*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 439.

Goedhart, P.W. en J.T.N.M. Thissen (eds), 1992. *Genstat Procedure Library manual & GLW Procedure Library Manual. Release 2[3]*. Rapport LWA-92-15, DLO Groep Landbouwwiskunde, Wageningen

Knotters, M. en P.E.V. van Walsum, 1994. *Uitschakeling van weersinvloeden bij de karakterisering van het grondwaterstandsverloop*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 350.

Knotters, M., 1997. *User's guide for Corrente. A procedure to estimate Mean Highest and Mean Lowest Watertables*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Technisch Document 47.

Knotters, M., D.J. Brus en J.H. Oude Voshaar, 1995. *A comparison of kriging, co-kriging and kriging combined with regression for spatial interpolation of horizon depth with censored data*. Geoderma 67: 227-246.

Oude Voshaar, J. en J. Stolp, 1997. *Schatting van GHG en GLG van tijdelijke peilbuizen met korte meetreeksen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Technisch Document 30.

Riele, W.J.M. te en D.J. Brus, 1991. *Methoden van gerichte grondwaterstandsmetingen voor het schatten van de GHG*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 158.

Stolp, J., M. Knotters en G. Pleijter, 1994. *Geostatistische interpolatie van de gemiddeld laagste grondwaterstand met behulp van hoogtepunten in een deel van het ruilverkavelingsgebied Aardenburg*. DLO-Staring Centrum, Wageningen, Rapport 344.

Wirdum, G. van en V. Joosten, 1997. *De proef 'Grondwater als waterbron' in De Weerribben. Basisrapport over de periode 1989-1995*. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Rapport 298.

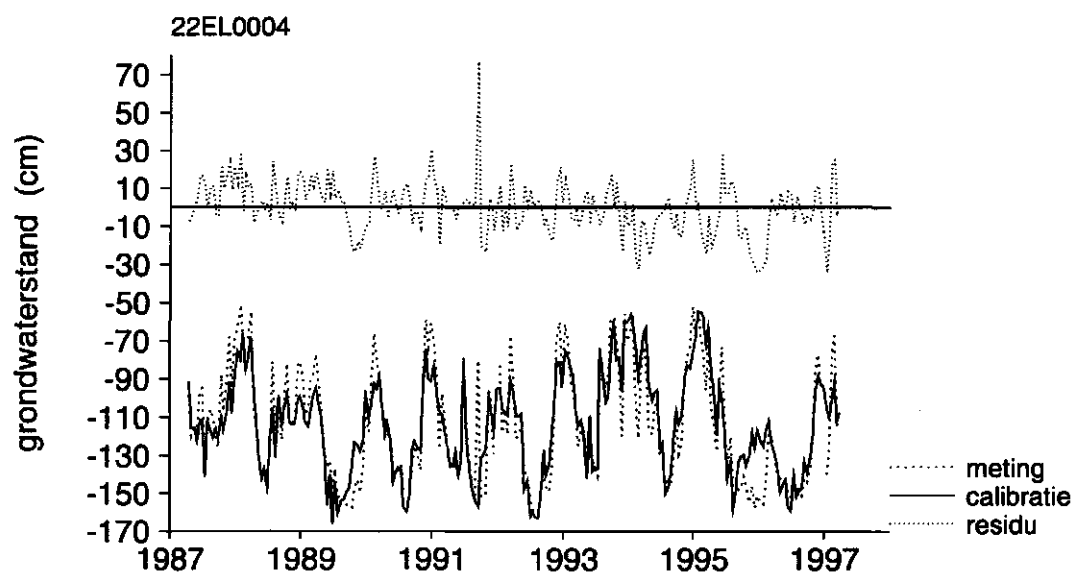
Aanhangsel 1 Parameters van transfer-ruismodellen in OLGA-buizen

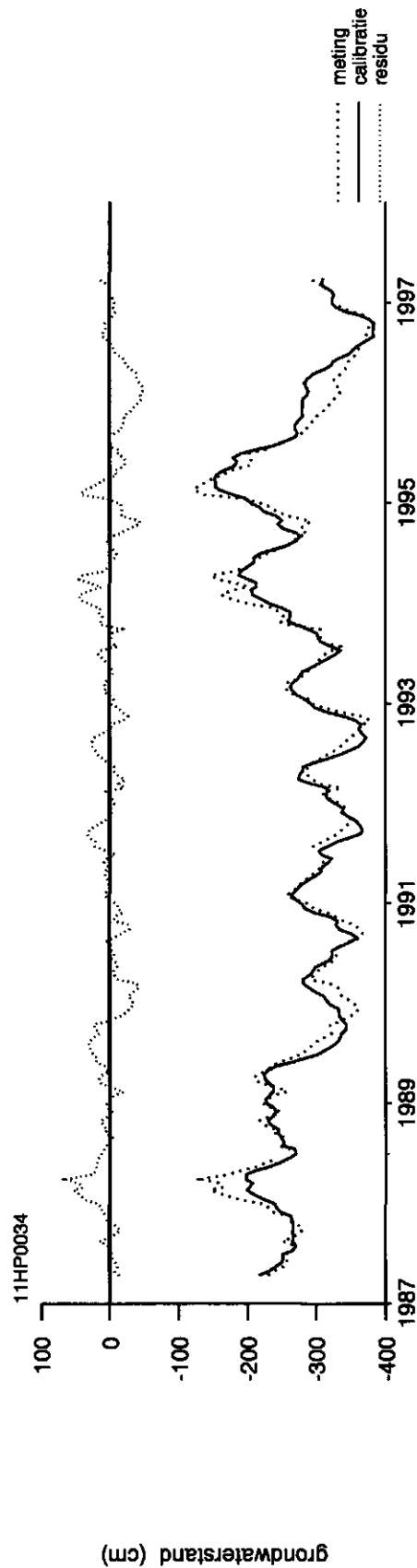
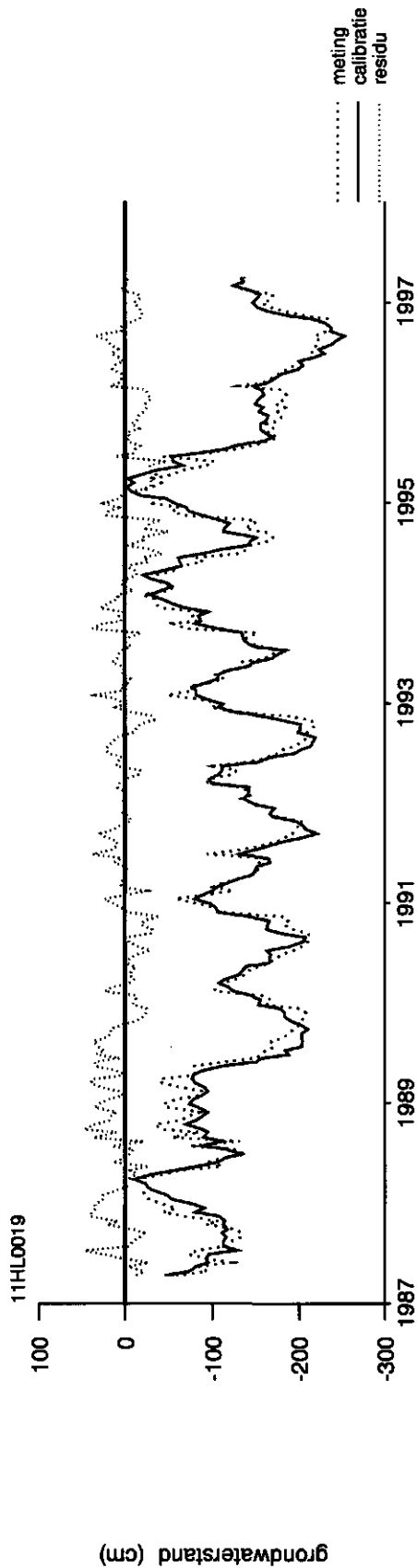
Buis	P-station	E _m -station	Calibratie periode	ARIMA-parameters uit calibratie #					
				δ_1	δ_2	ω_0	ω_1	ϕ_1	c
11HL0019	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,9173		6,9435		0,6293	-133,7311
11HP0034	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,9586		3,0484	-2,3662	0,8790	-293,4020
12DP0192	Dwingeloo	Eelde	14/09/87 28/01/94	0,8882		4,9634		0,6940	-167,7759
16DL0010	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,9156		5,7884		0,7841	-185,2450
16DL0014	Giethoorn	Eelde	15/04/87 31/03/97	1,1783	-0,1888	2,6945	2,6565	0,4336	-104,8801
16DL0016	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,2745	-0,2869	2,9464	2,8824	0,1755	-130,1681
16DL0070	Giethoorn	Eelde	7/07/93 31/03/97	0,6980		4,2838	2,2637	-0,0199	-105,2165
16EL0052	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,3477	-0,3993	9,4519	6,9550	0,4493	-163,8395
16FL0013	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,9252		5,9086		0,6827	-172,4887
16FL0041	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,2087	0,7098	4,6475	-4,9425	0,8795	-279,8855
16GL0096	Giethoorn	Eelde	14/08/87 14/09/92	0,9720		0,4933		0,4139	-164,0001
16GL0097	Giethoorn	Eelde	14/04/87 28/03/94	0,5820		2,9924		0,1811	-96,1617
16HL0002	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,2312	-0,3184	8,0045	6,4086	0,4405	-122,7964
16HL0004	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,3131	-0,3316	6,1347	5,7650	0,3948	-53,7951
16HP0049	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,7107		9,8865	3,2938	0,3702	-123,2633
17AL0012	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8933		7,1344	4,4087	0,4956	-165,7080
17AP0026	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8995		5,1731	3,3490	0,4446	-133,0457
17AP0031	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,1629	-0,2133	6,5840	5,0918	0,4516	-203,3678
17BL0019	Dwingeloo	Eelde	13/04/87 31/03/97	1,1546	-0,2354	7,4667	4,9009	0,4981	-201,2088
17BL0026	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8786		9,5915	4,0188	0,4741	-139,5486
17BP0038	Dwingeloo	Eelde	15/01/90 31/03/97	0,8454		8,0217	3,0462	0,4747	-147,9101
17CP0096	Dwingeloo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8144		5,7595		0,5742	-126,7688
17CP0099	Dwingeloo	Eelde	15/04/87 31/03/97	0,9067		4,4871	-1,2268	0,7608	-222,4882
17DP0039	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8646		6,5028	0,9343	0,6885	-190,5672
17EL0014	Zweelo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8615		6,9481		0,7622	-188,1202
17EP0016	Zweelo	Eelde	14/04/87 02/01/96	0,9526		2,5876	-1,0366	0,8315	-181,0914
21EL0001	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,2409	-0,3164	7,1708	5,4900	0,4375	-71,1659

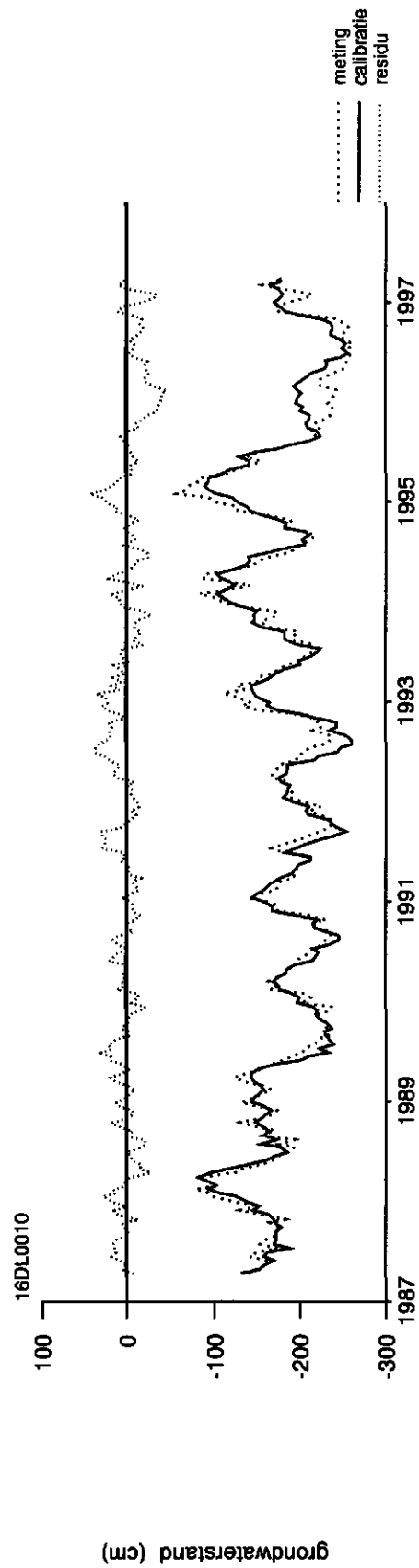
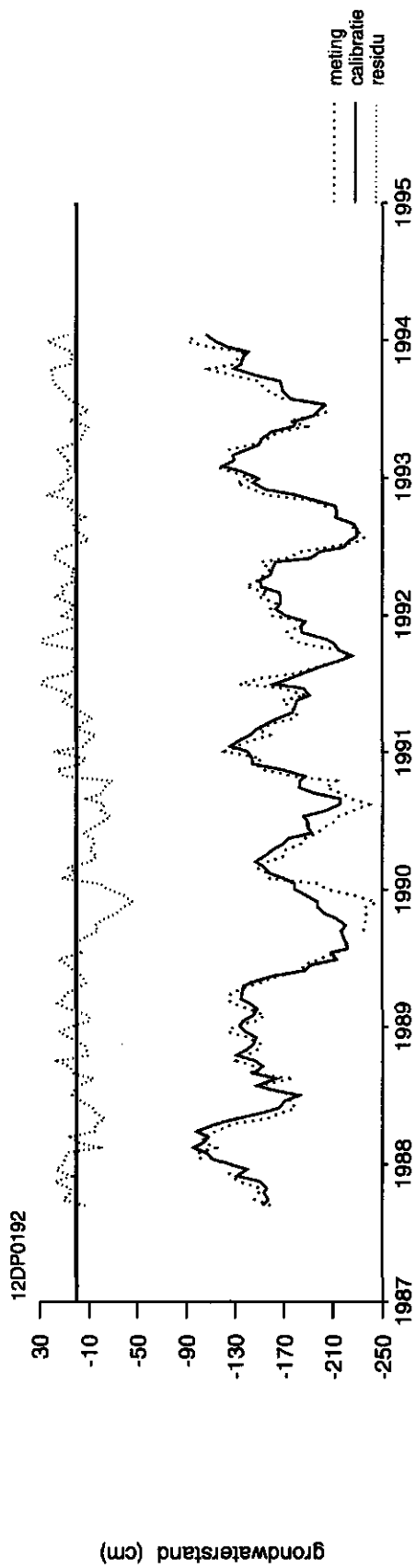
Buis	P-station	E _m -station	Calibratie periode	ARIMA-parameters uit calibratie [#]					
				δ_1	δ_2	ω_0	ω_1	ϕ_1	c
21EL0002	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,3645		3,1755		0,3097	-160,4322
21EL0013	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,7656		2,6375	2,7983	0,3310	-101,5983
21FL0002	Giethoorn	Eelde	04/01/88 31/03/97	1,1205	-0,1711	9,8899	7,9083	0,4583	-118,8265
21FL0003	Dedems- vaart	Eelde	14/10/88 31/03/97	0,5783		8,8027		0,5778	-137,5450
21FL0008	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 27/12/96	0,7987		8,5887	1,4558	0,4903	-96,9905
21FL0009	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8172		5,8579		0,5760	-264,5296
21FL0012	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8504		7,4198		0,6914	-146,7523
21FL0021	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8131		8,1085		0,7320	-127,6150
21FL0032	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,3158		7,2549		0,2410	-90,9691
21FP0040	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,7551		6,9539	1,9659	0,5035	-101,5156
21FP0043	Giethoorn	Eelde	14/08/91 31/03/97	0,8592		9,4962	5,4684	0,5425	-106,9061
21FP0044	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,2243	-0,3098	8,0720	5,3784	0,4625	-134,9975
21FP0045	Giethoorn	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,5051	-0,5086	7,6779	7,3148	0,7030	-184,5257
21FP0061	Dedems- vaart	Eelde	28/07/93 31/03/97	0,8547		7,7267	5,9979	0,1792	-148,4384
22AL0032	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,8767		6,3623		0,7297	-123,2641
22AL0034	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 31/03/97	1,3875	-0,4376	4,7754	3,6049	0,4461	-125,8087
22AP0022	Dedems- vaart	Eelde	15/08/89 28/02/97	0,9503		3,7860	3,4123	0,1807	-142,9490
22AP0093	Dedems- vaart	Eelde	29/05/89 31/03/97	0,9193		3,5798	1,2911	0,7411	-102,5666
22BL0005	Dedems- vaart	Eelde	14/04/87 29/01/96	0,8534		6,0954	2,0313	0,6349	-81,3109
22EL0004	Zweelo	Eelde	14/04/87 31/03/97	0,7815		7,0873	2,2018	0,4620	-113,8378

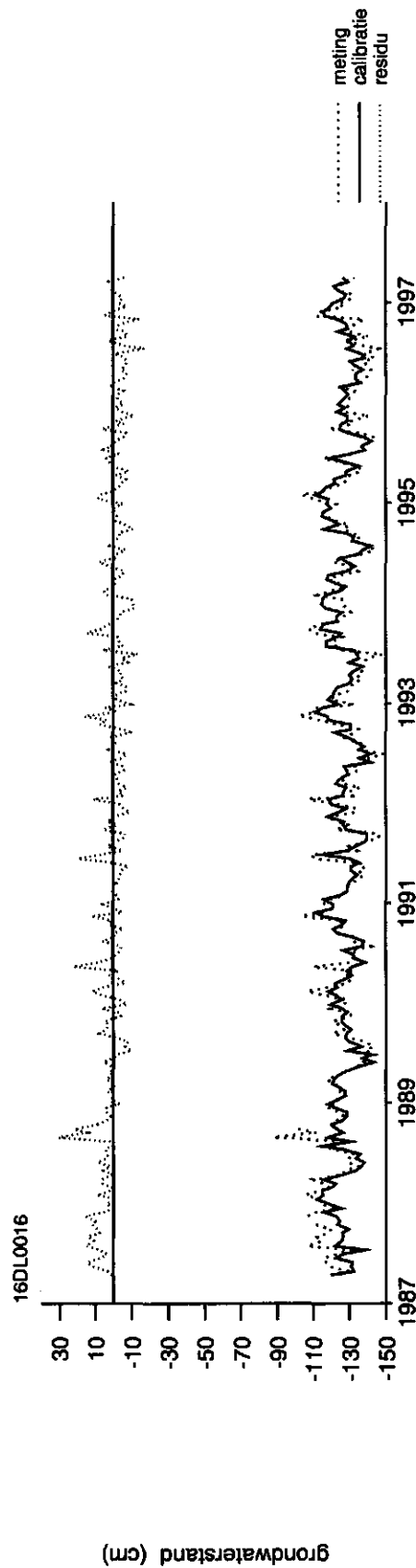
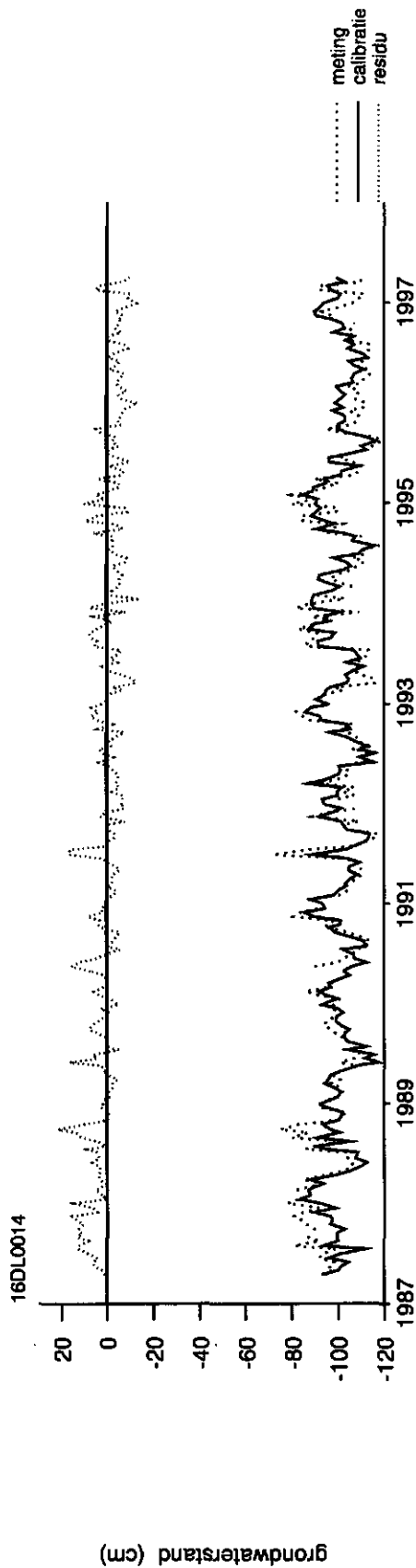
[#] betekenis parameters in sectie 2.4

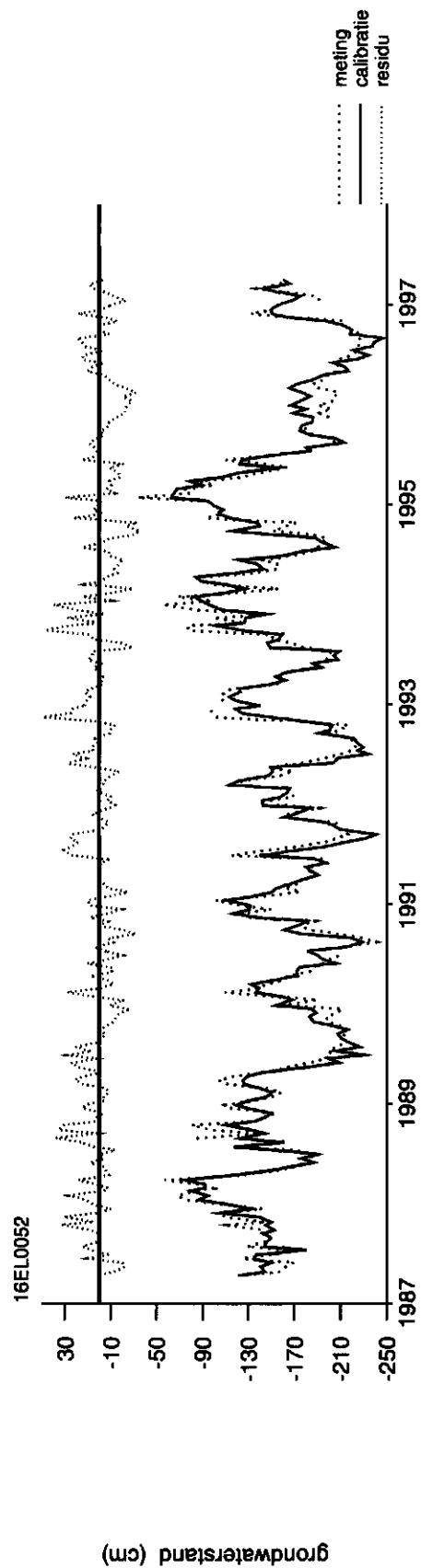
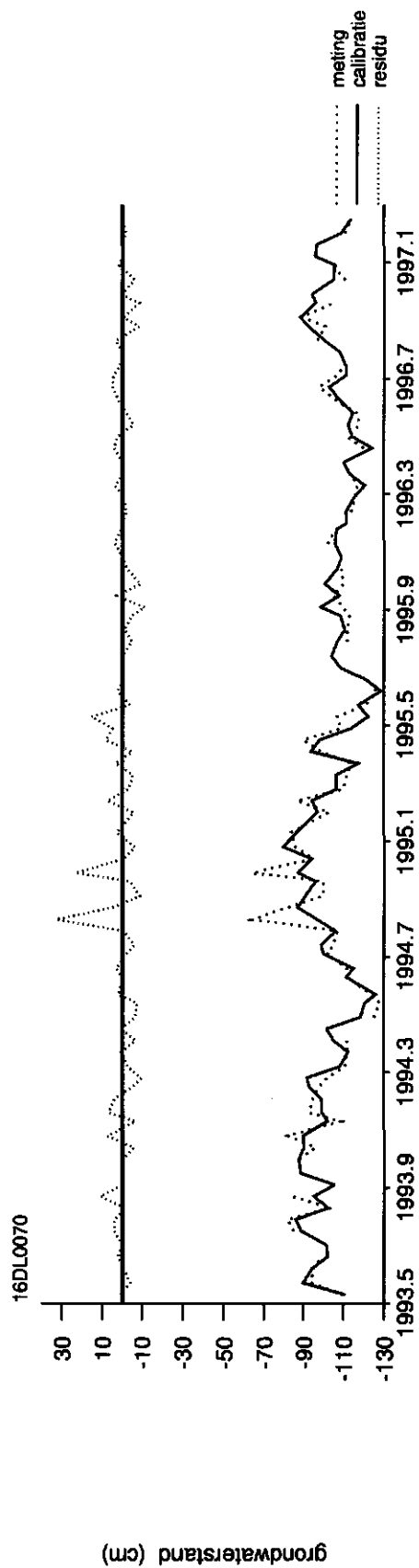
Aanhangsel 2 Feitelijke en gesimuleerde tijdreeksen in OLGA-buizen

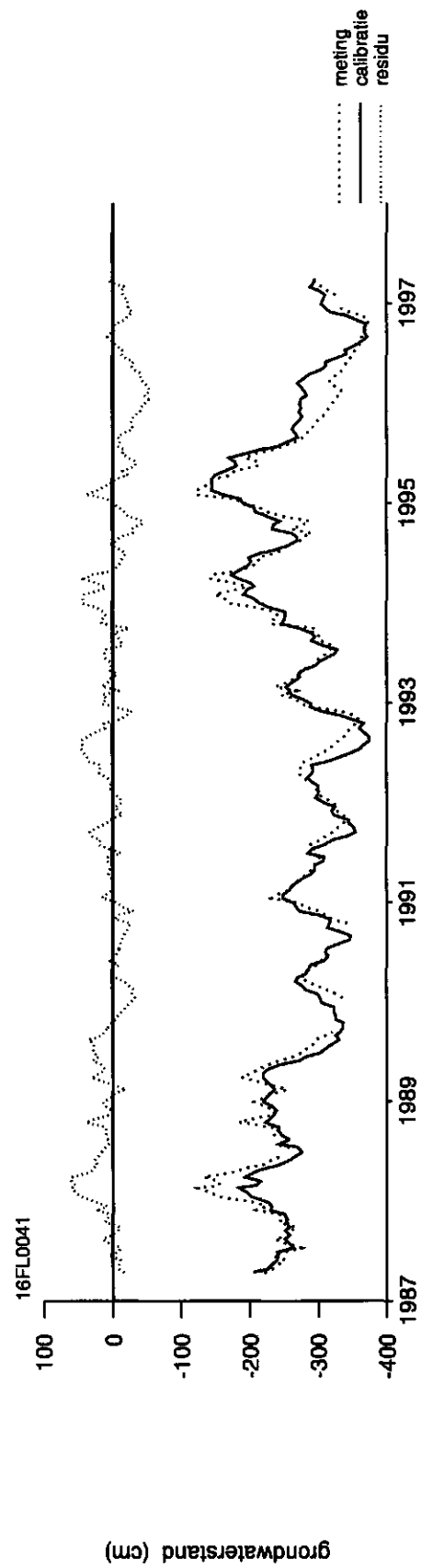
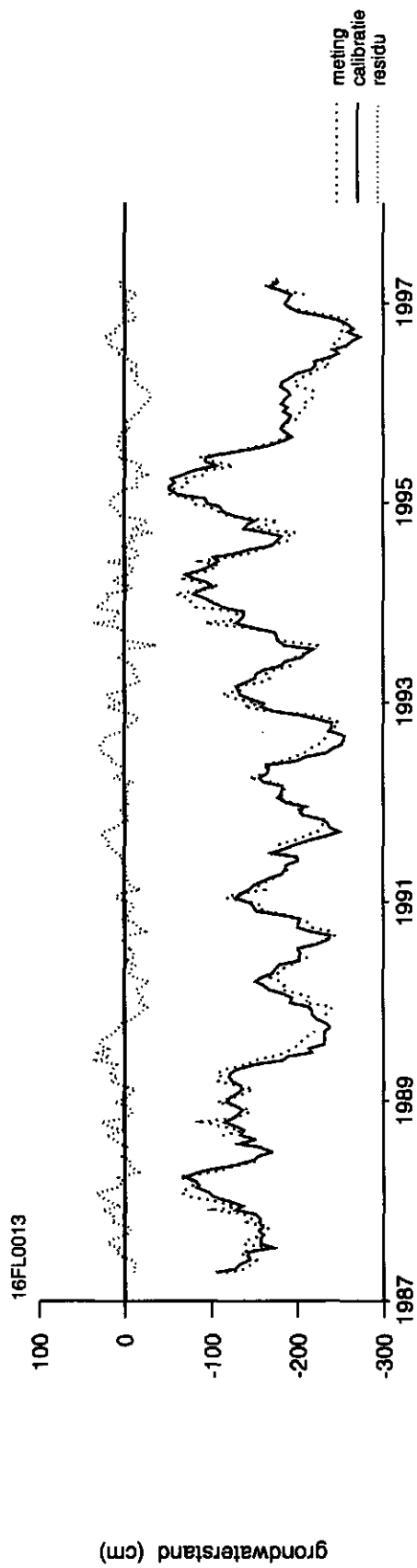


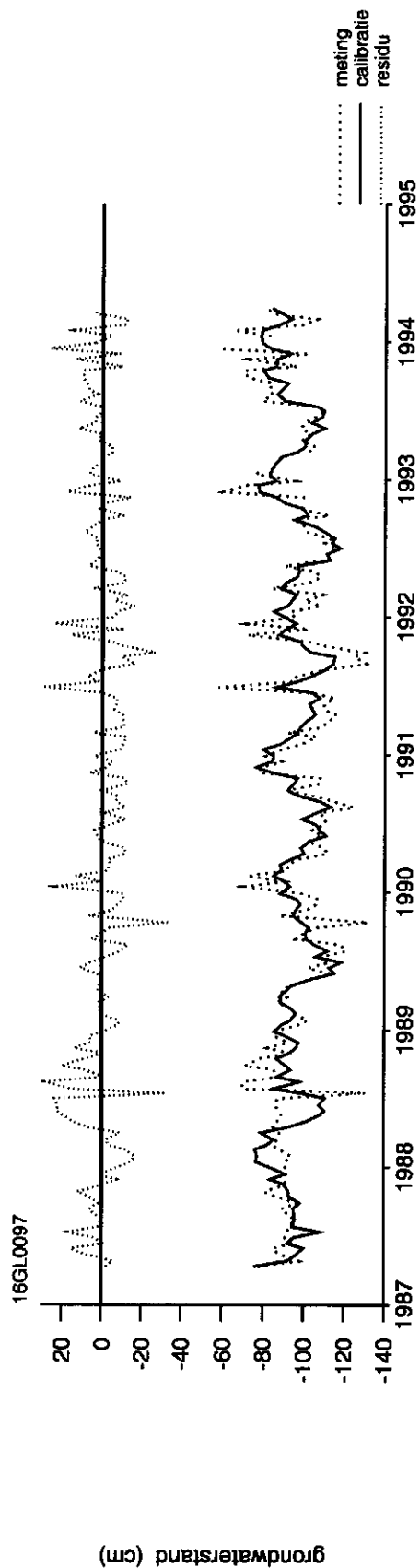
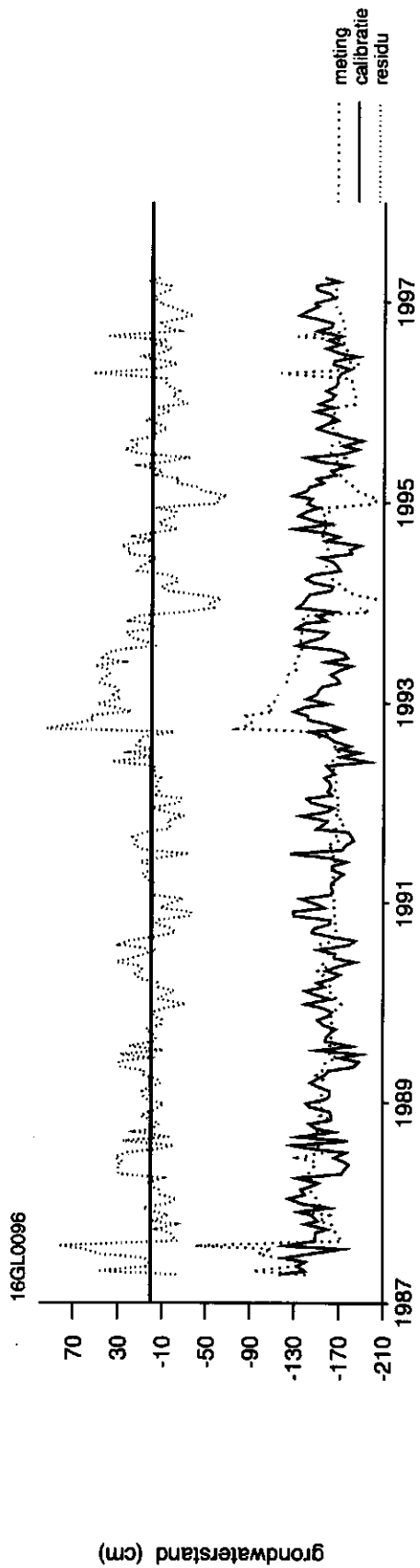


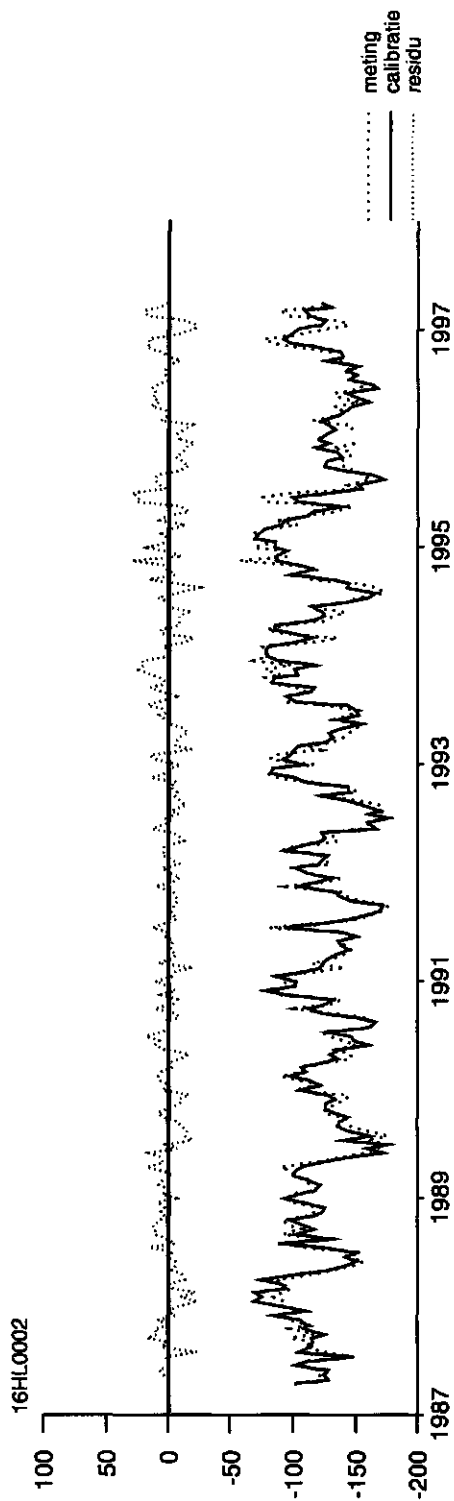




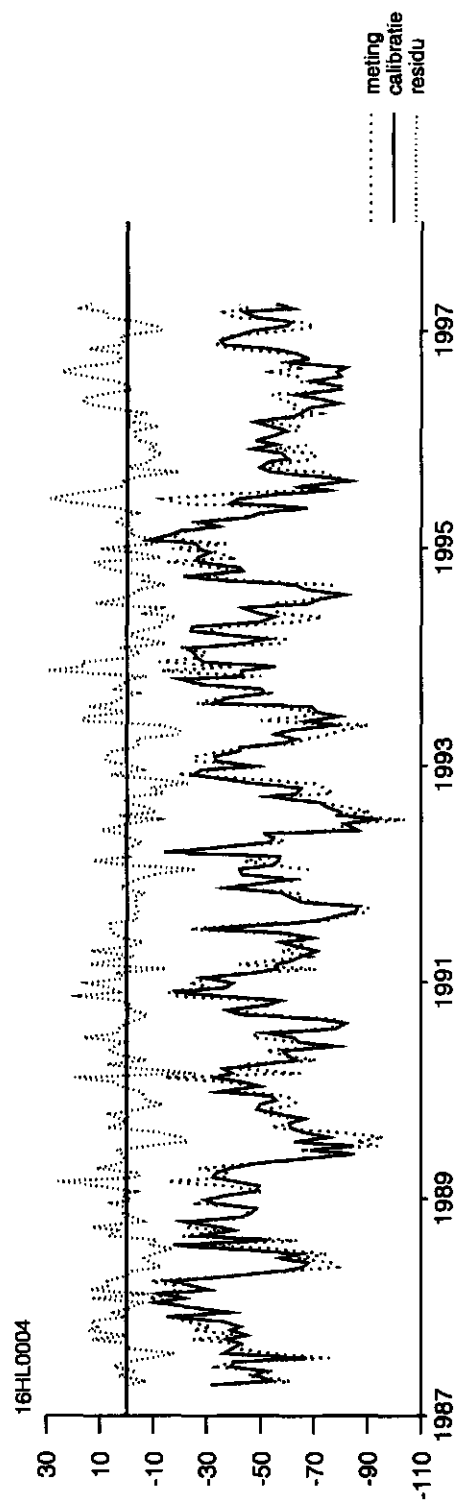




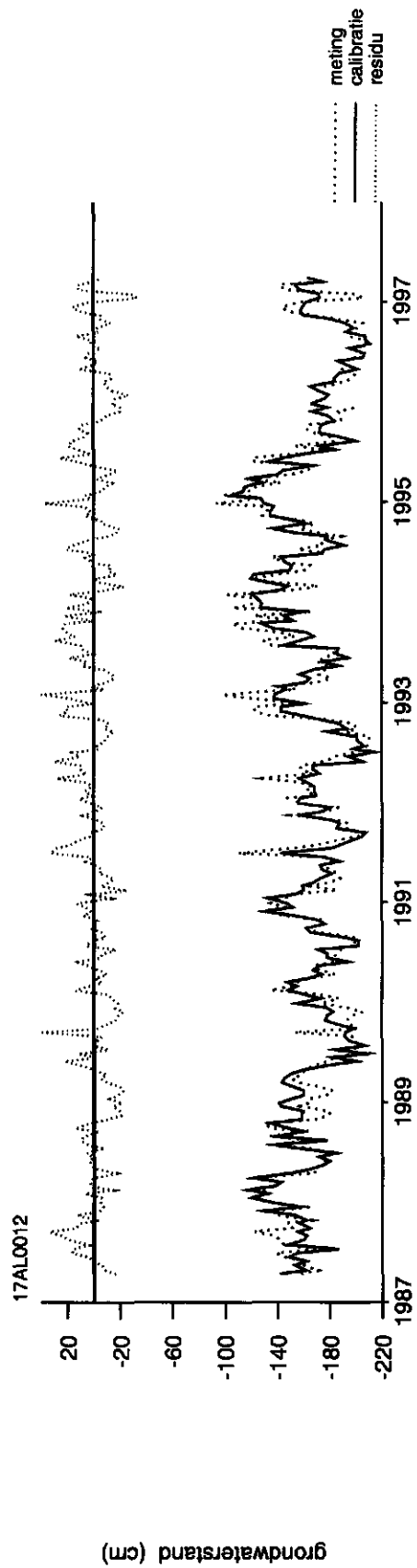
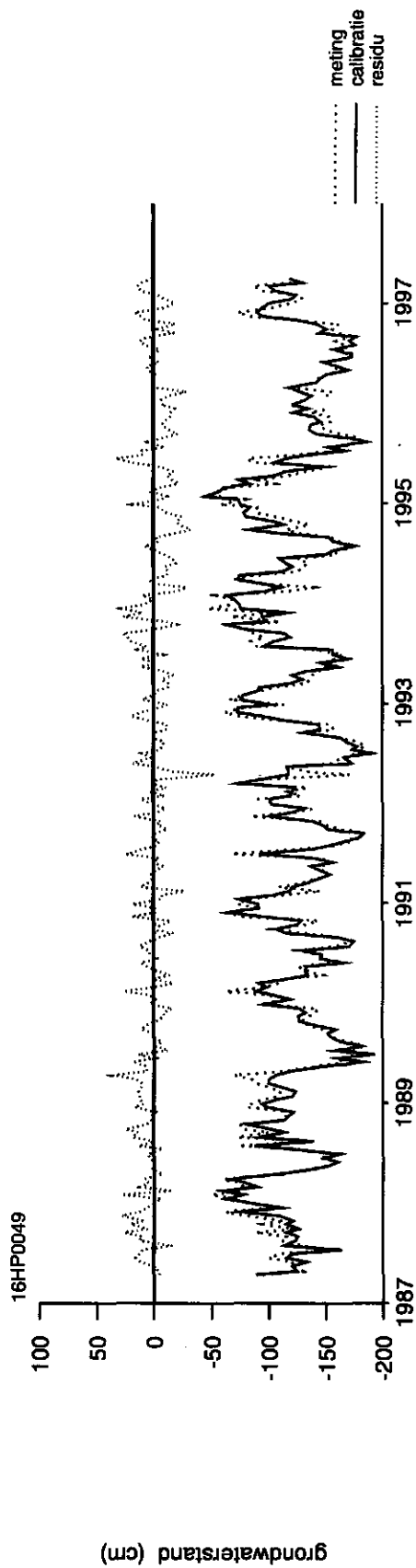


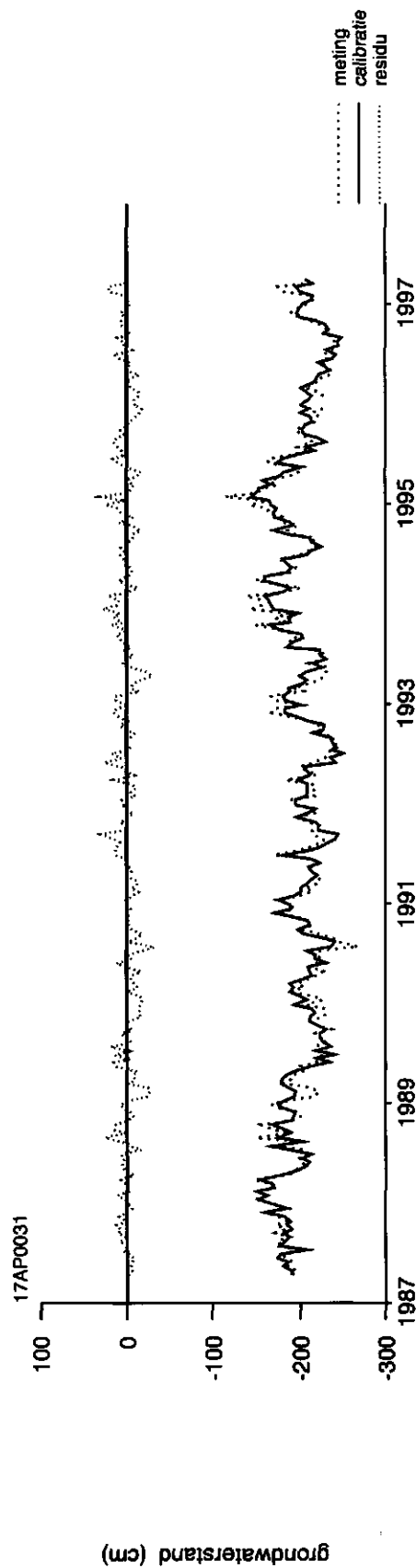
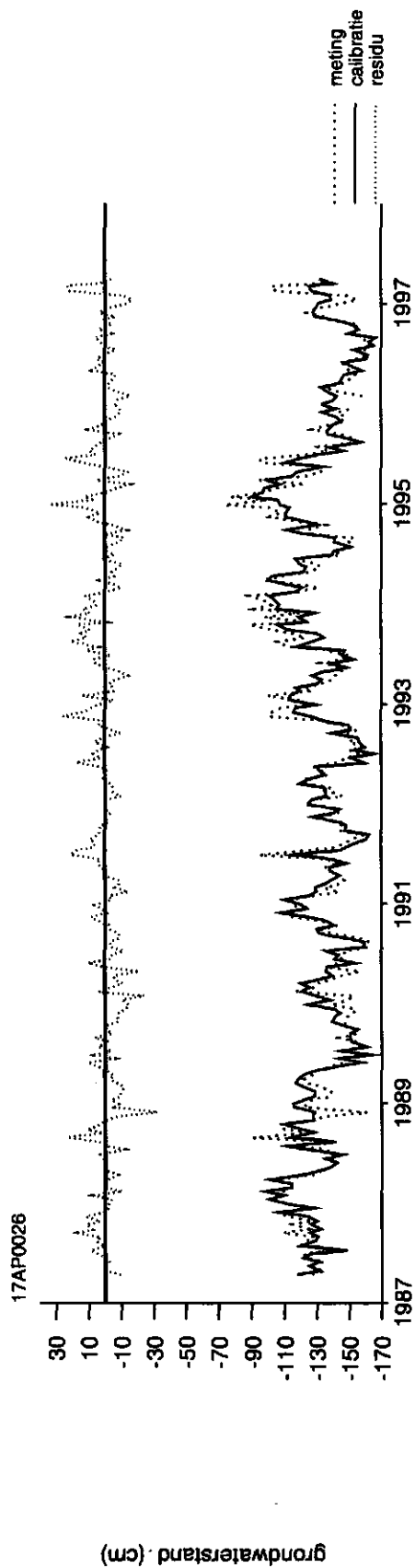


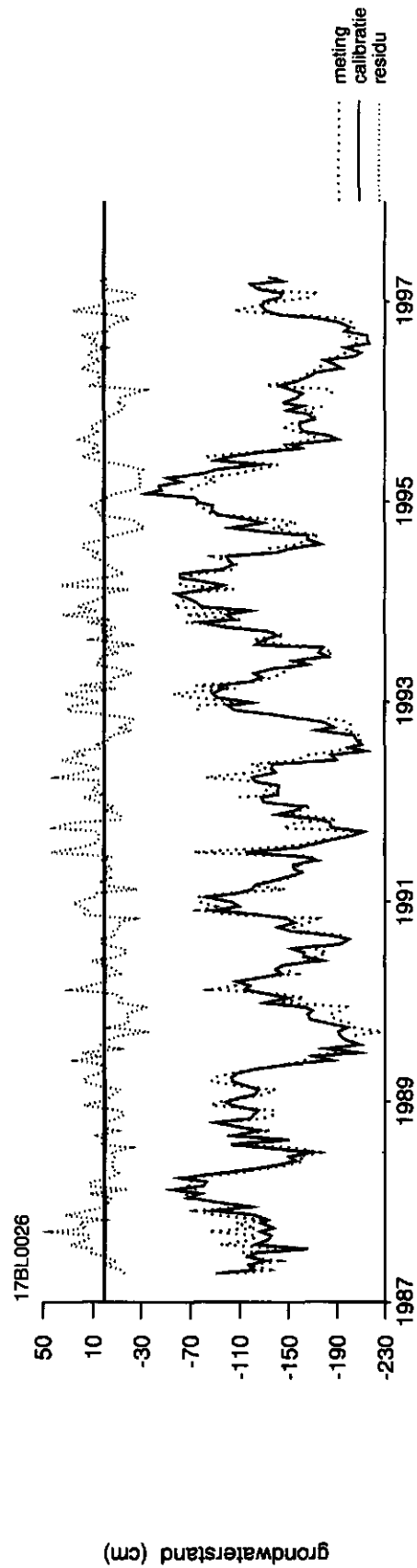
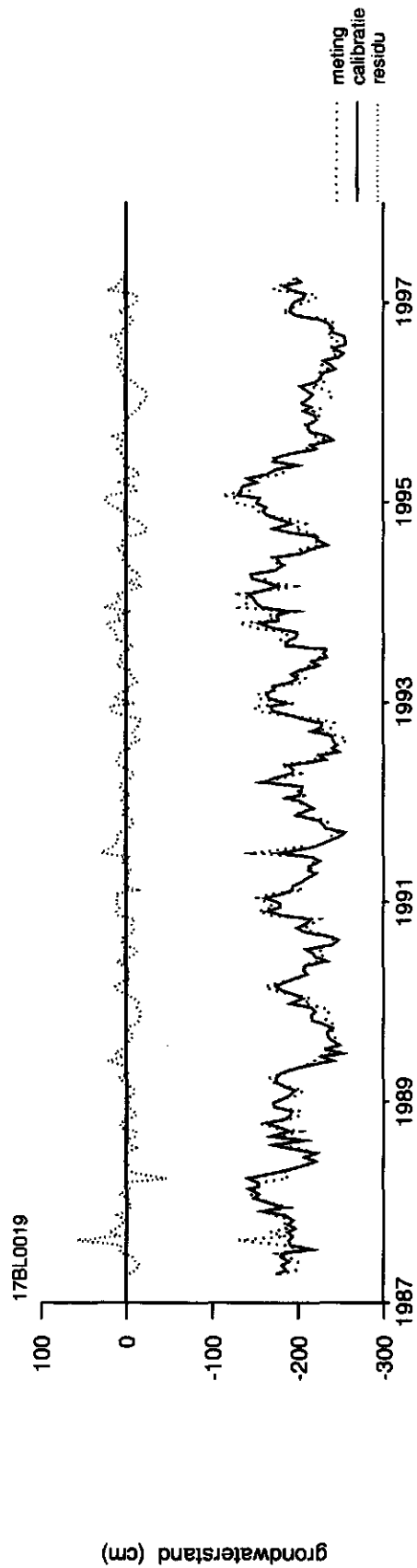
grondwaterstand (cm)

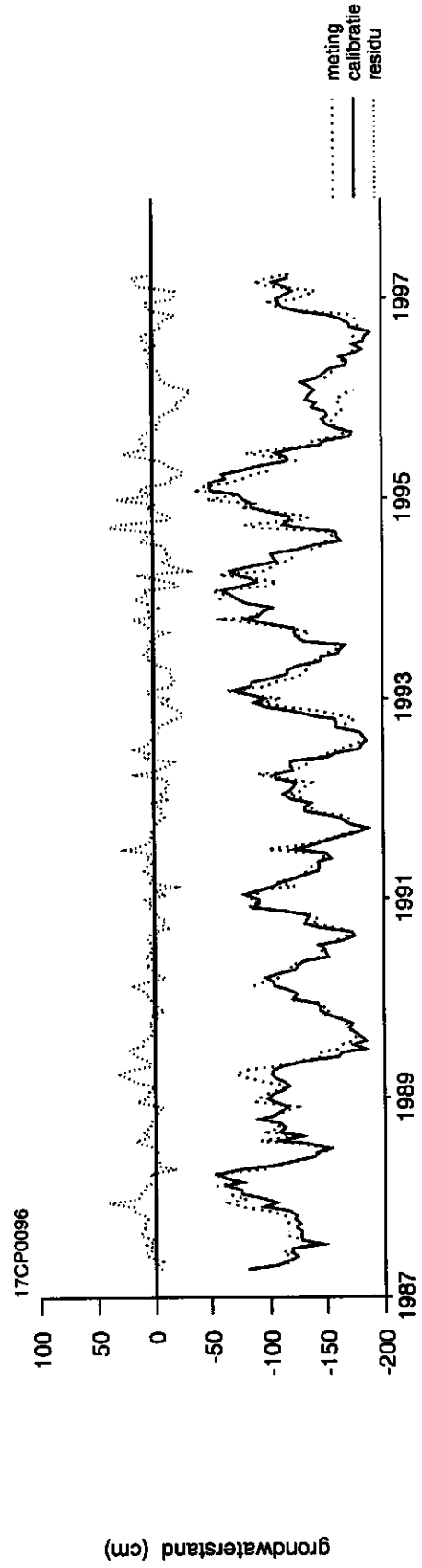
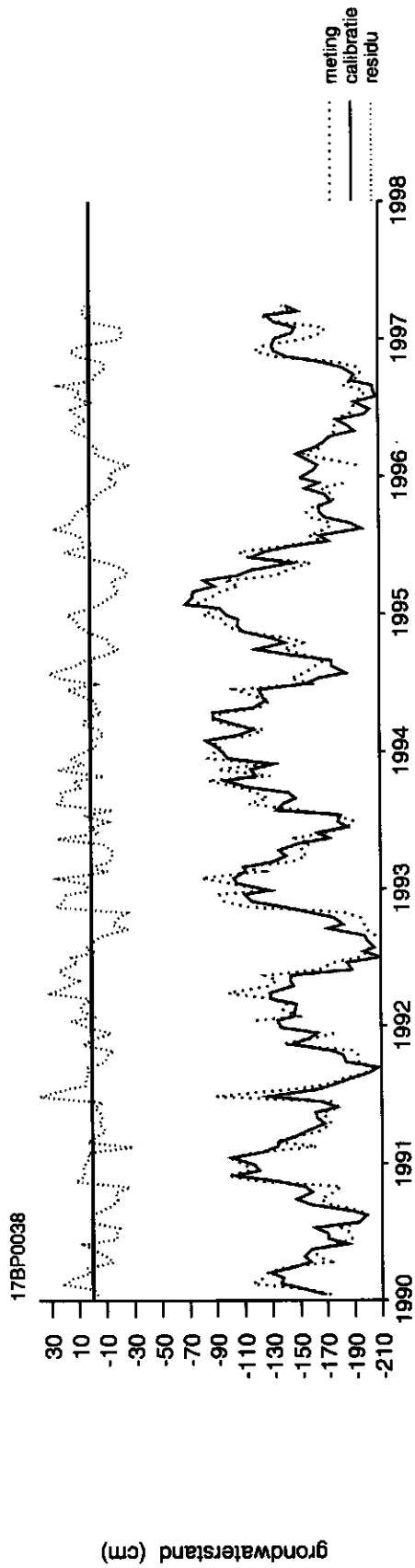


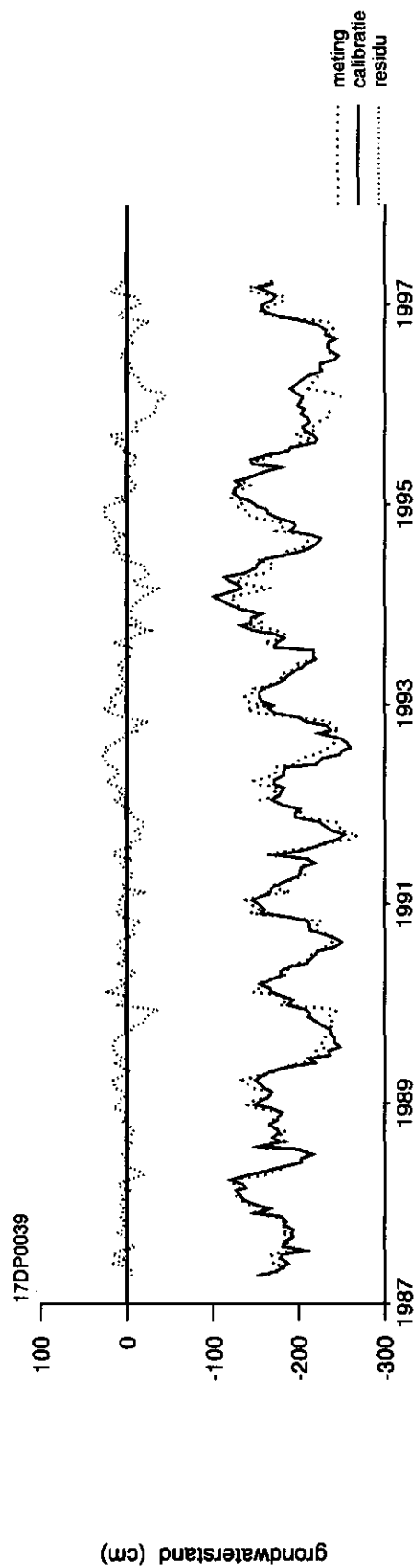
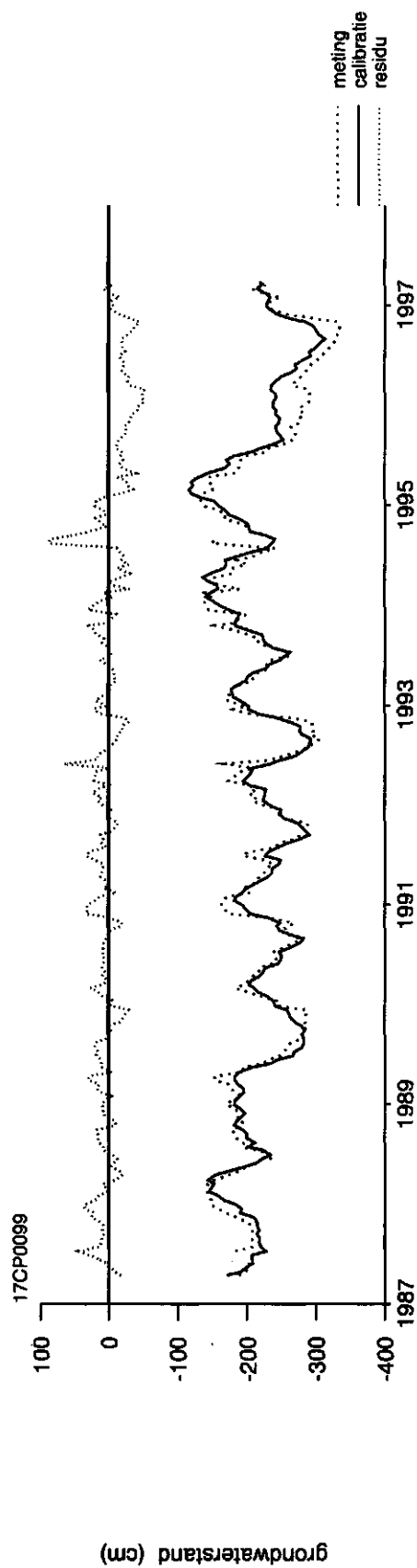
grondwaterstand (cm)

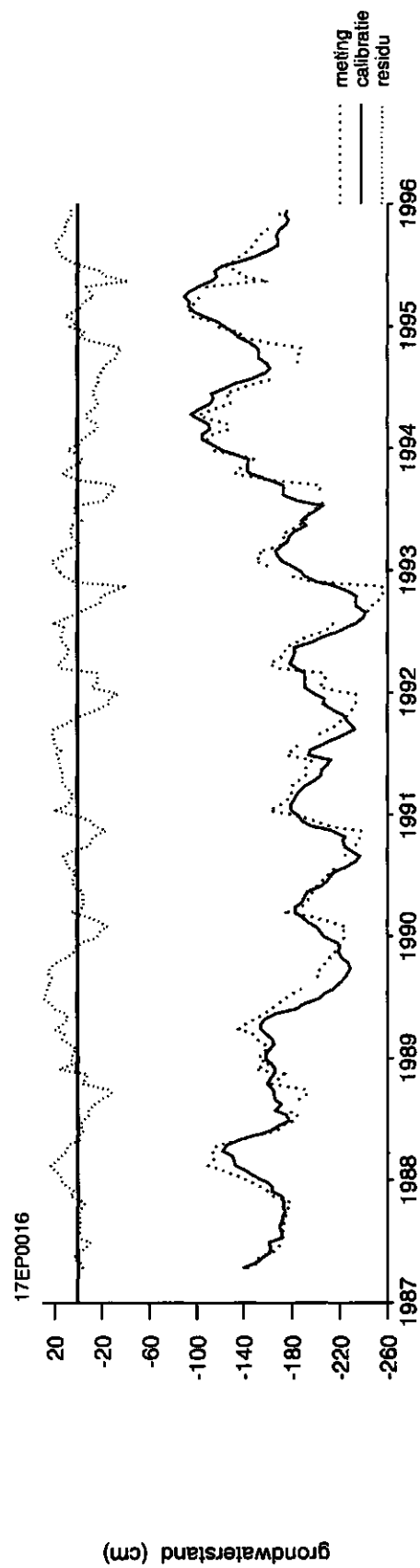
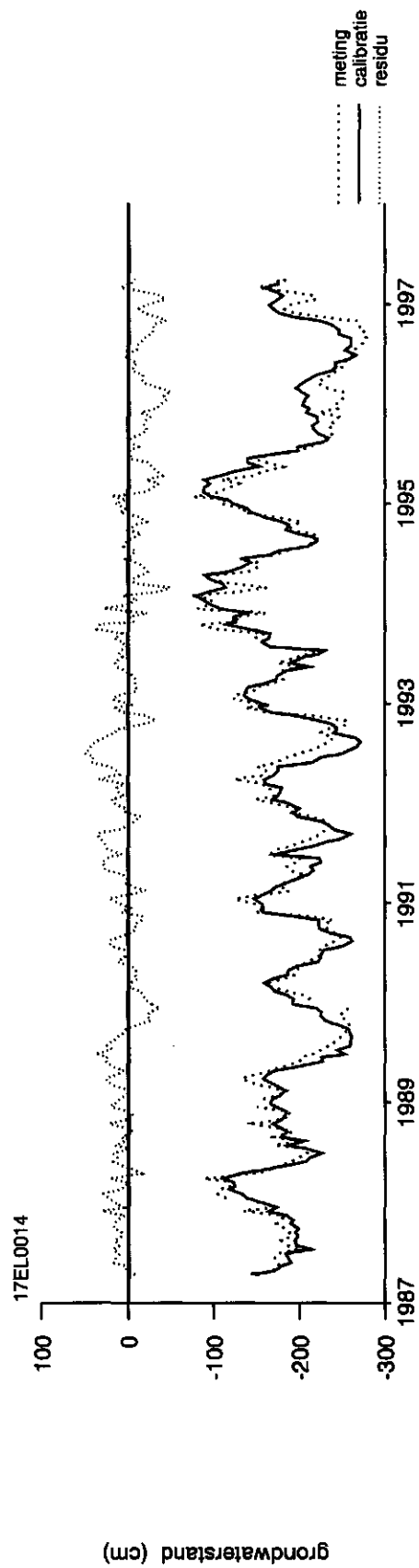


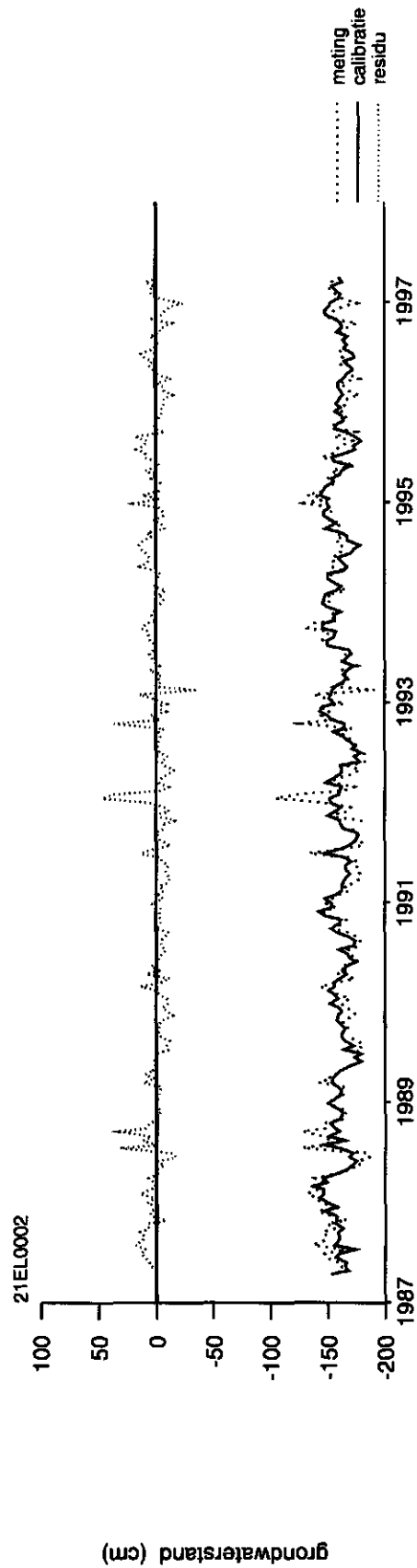
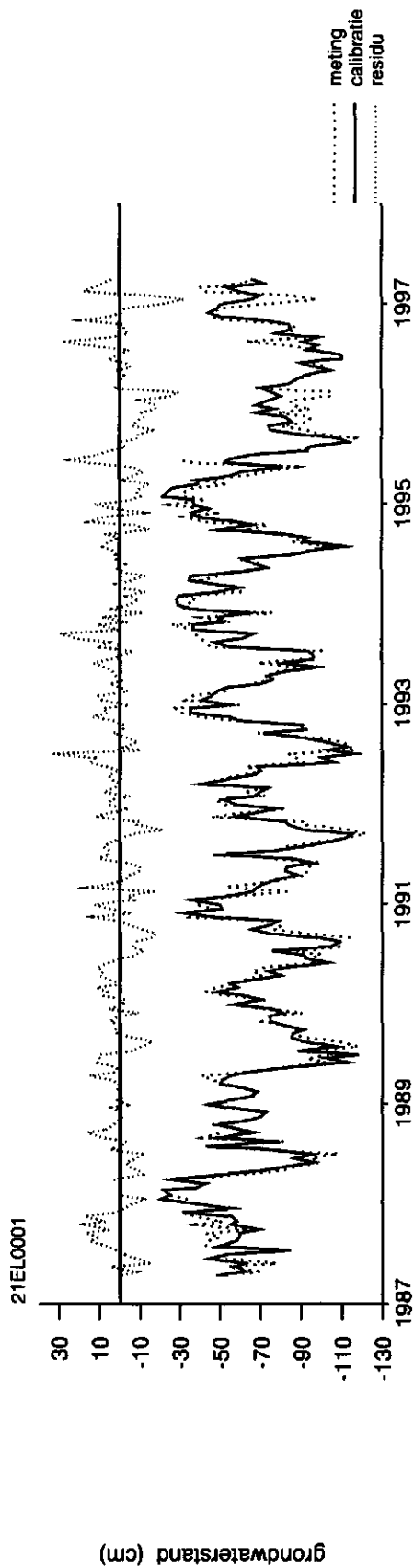


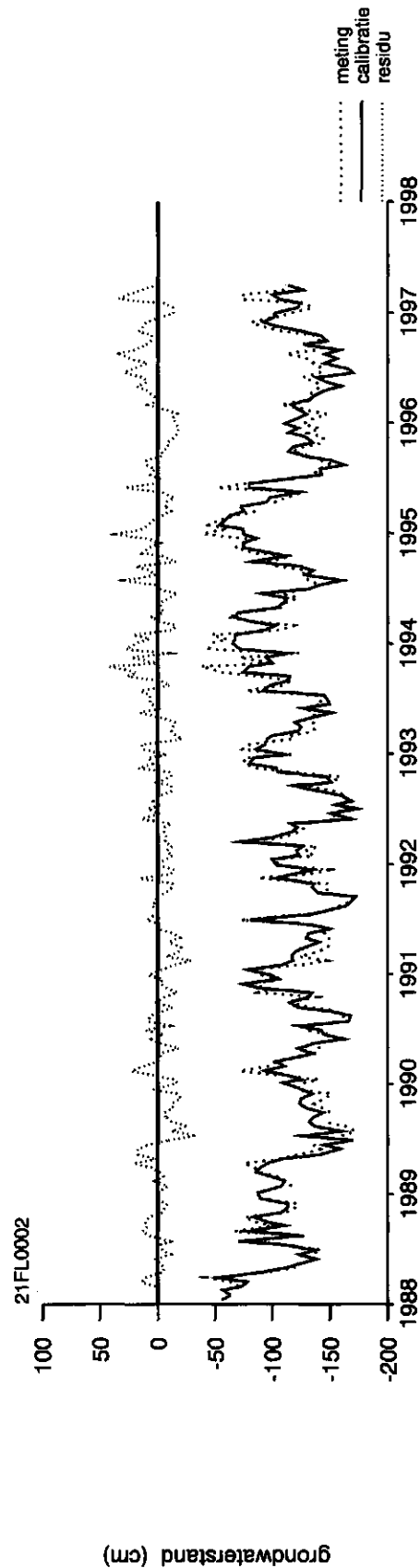
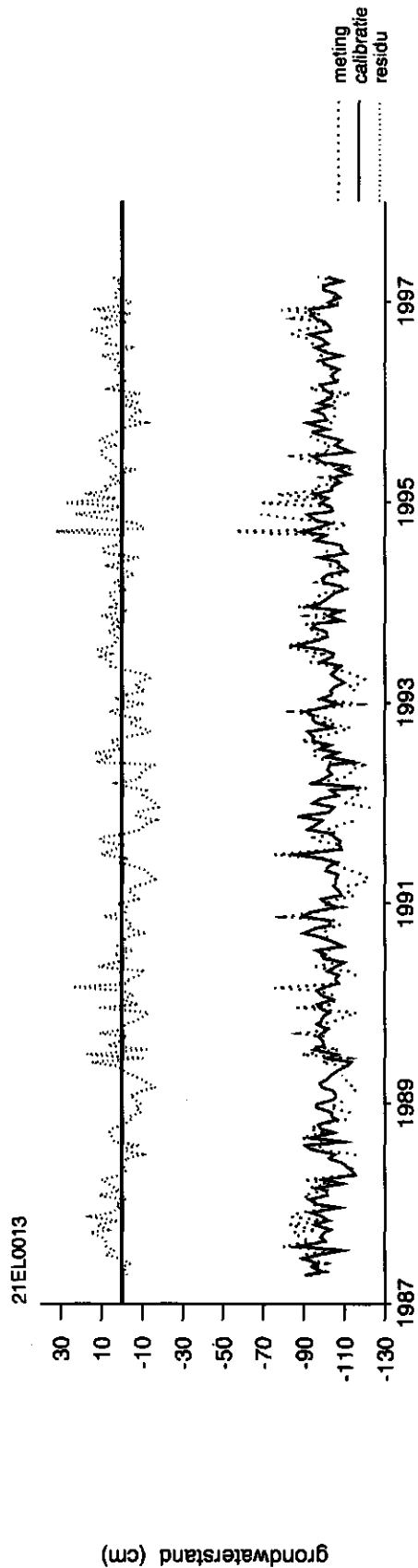


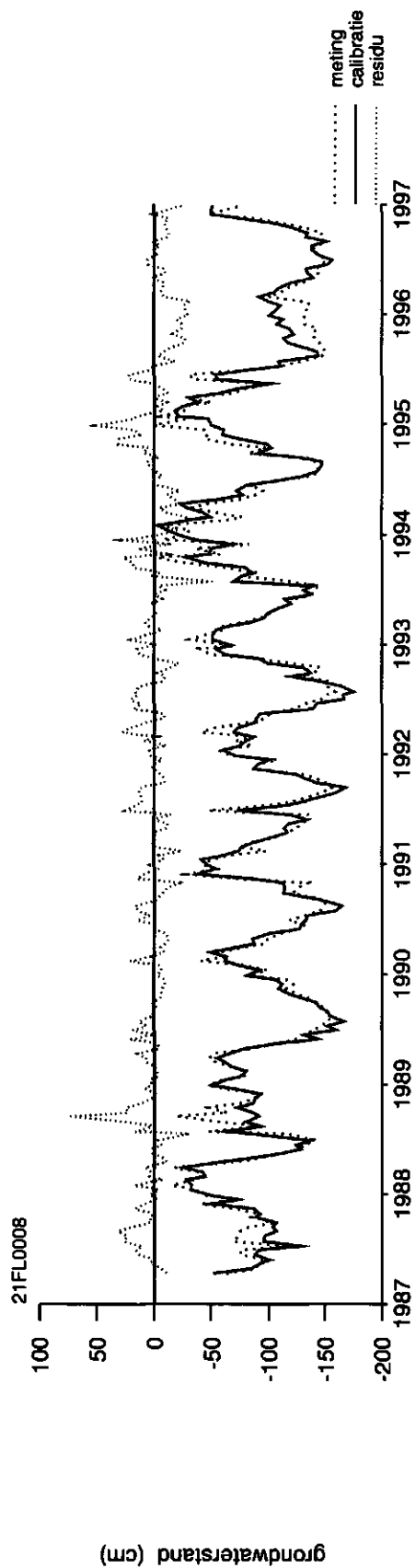
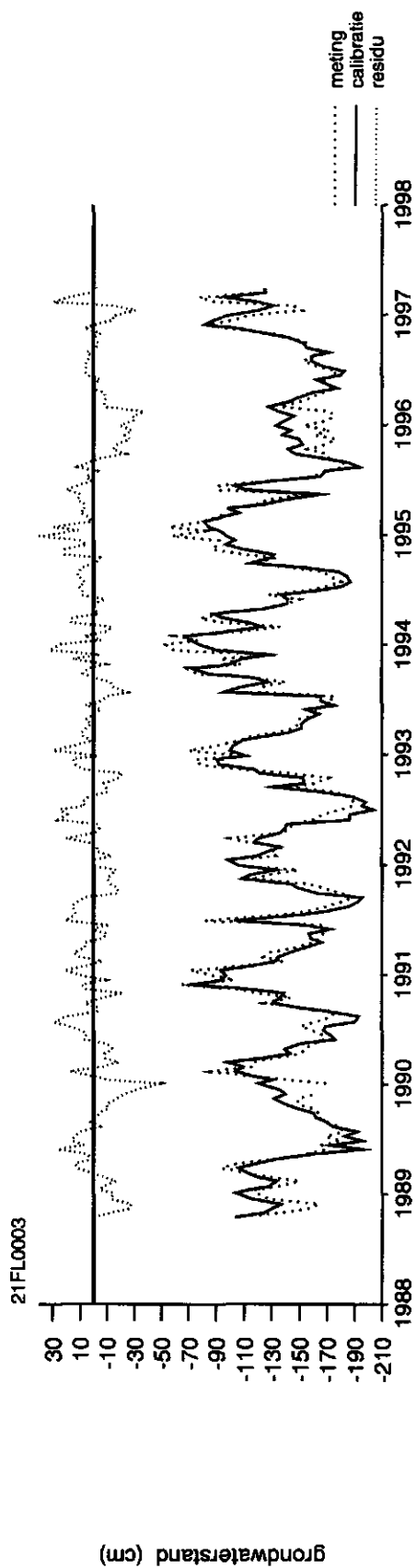


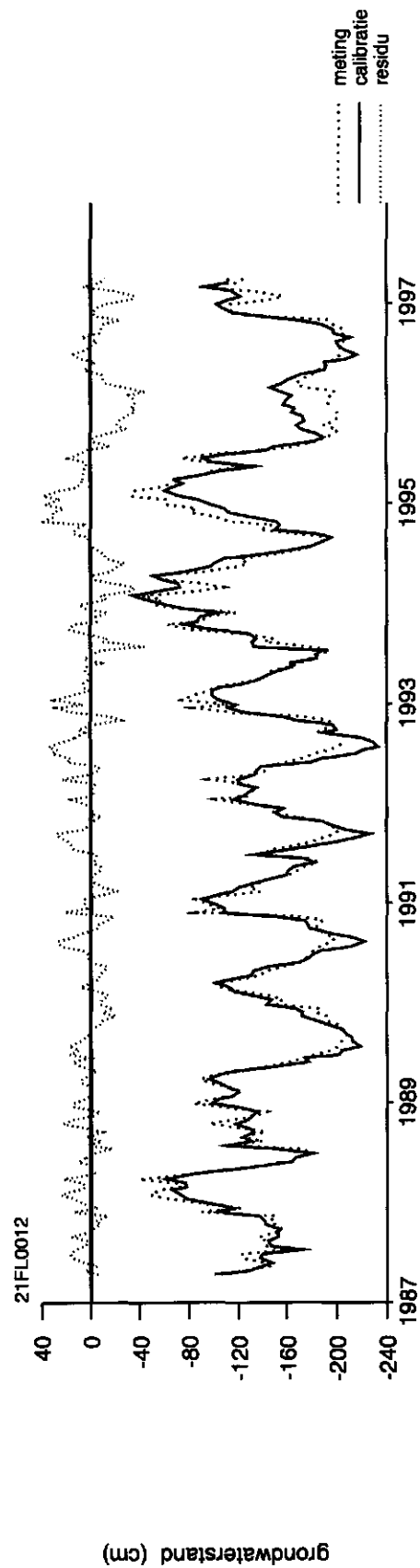
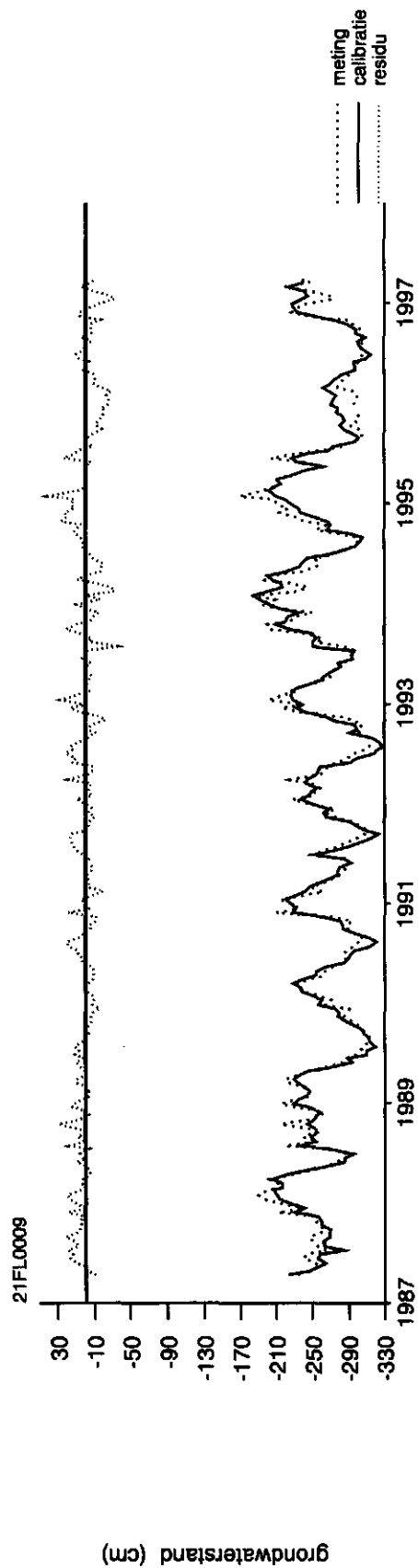


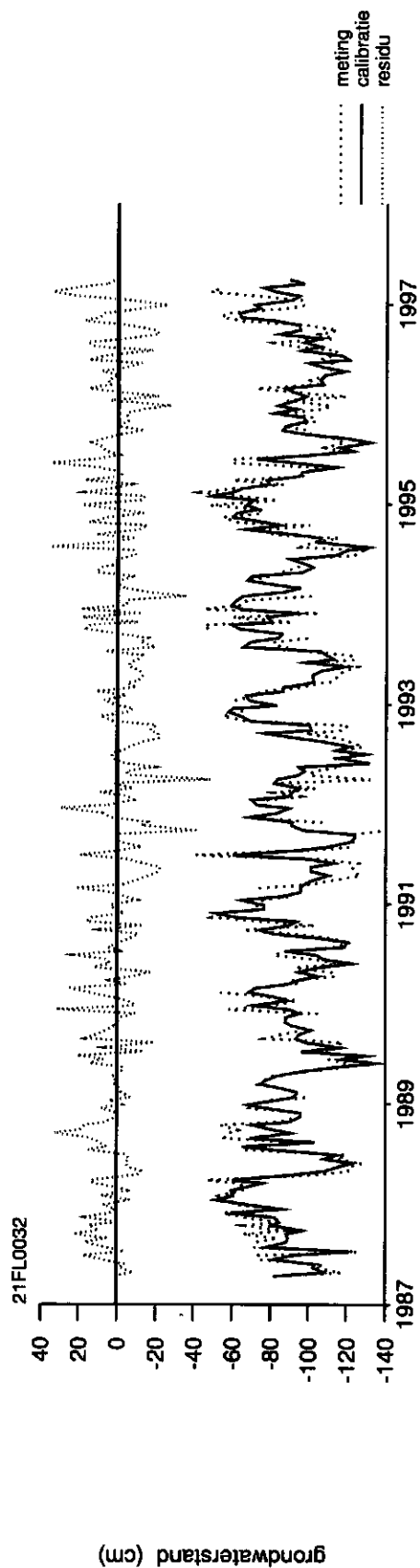
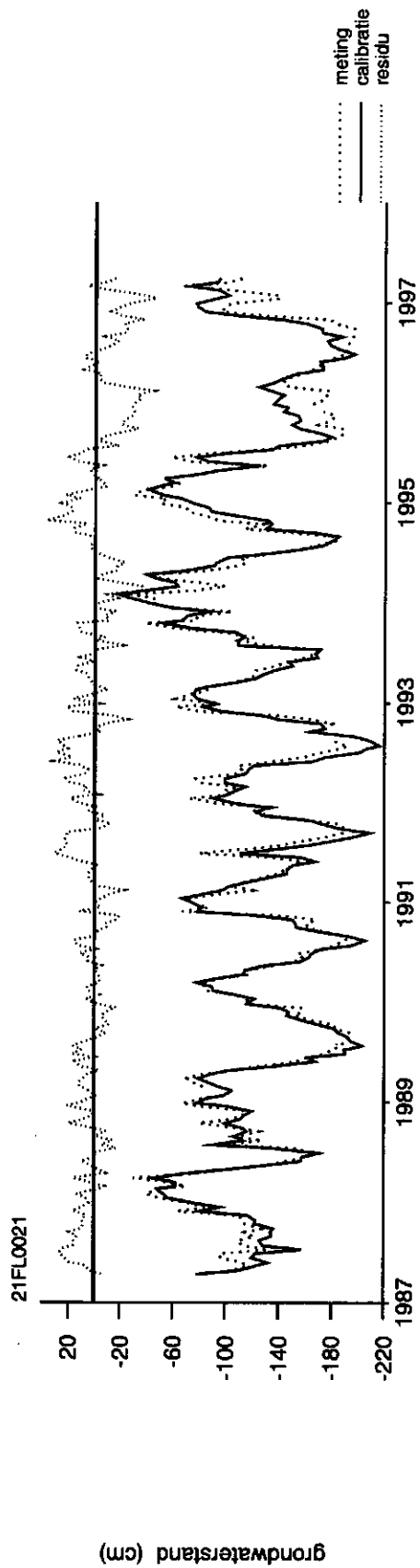


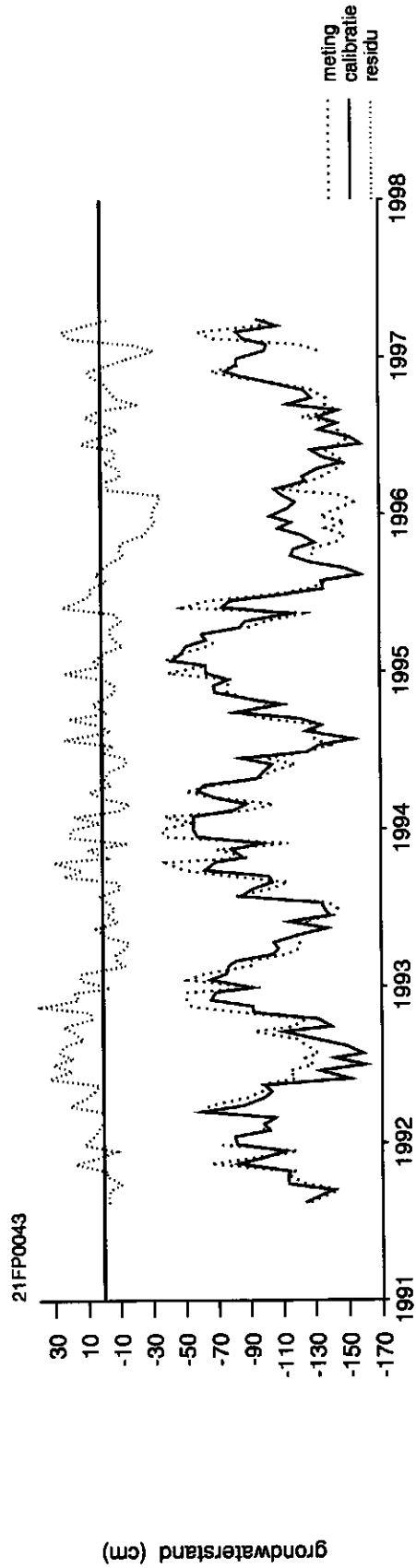
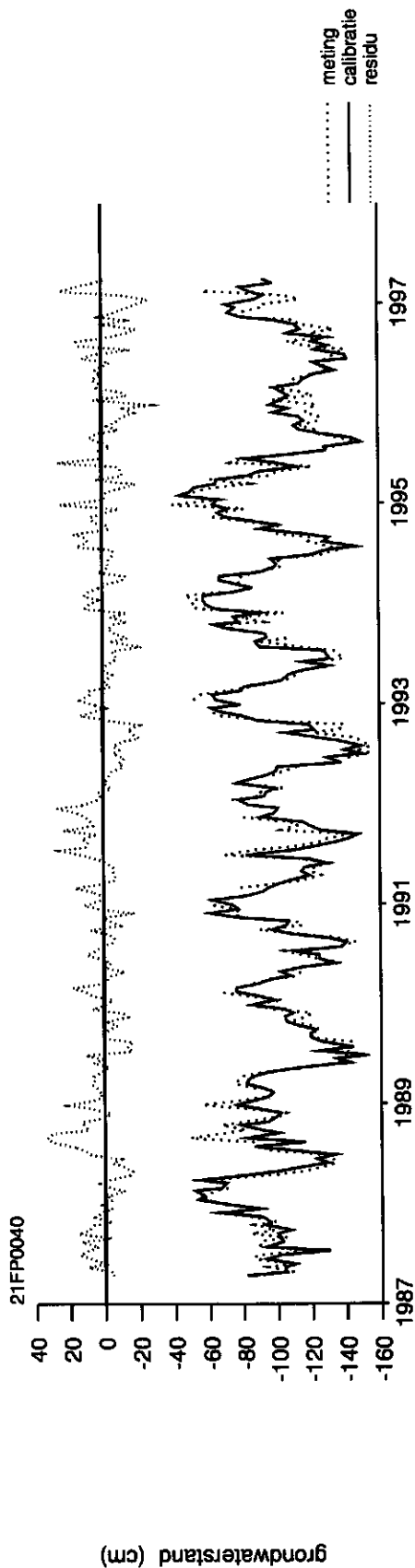


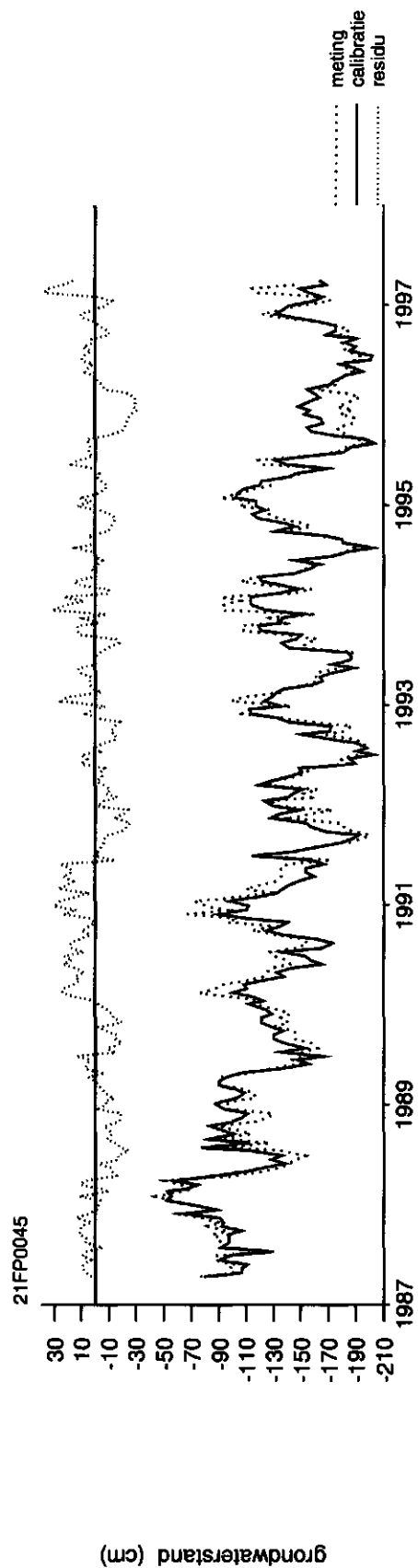
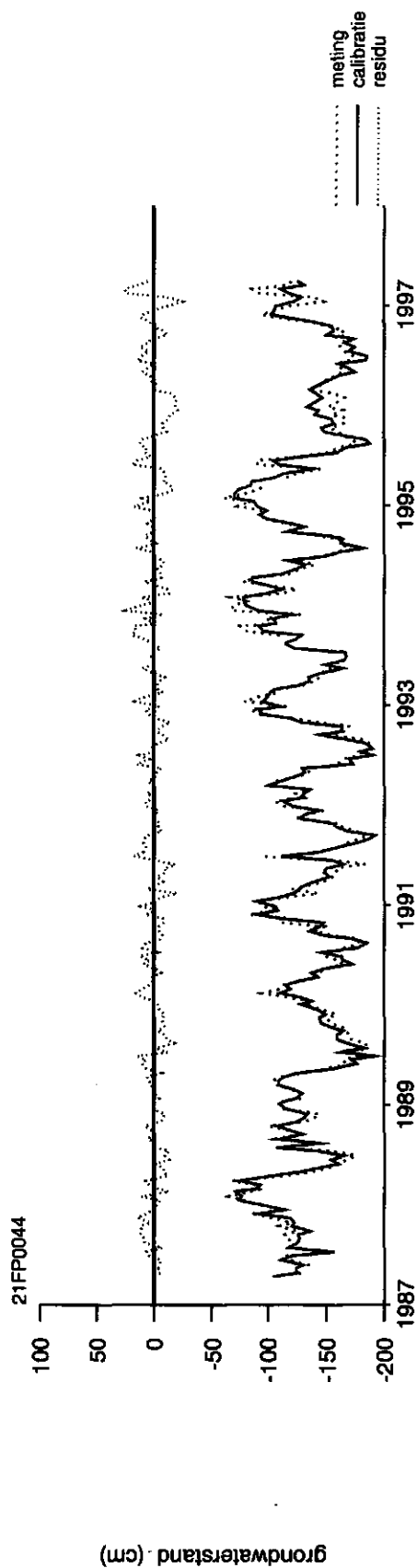


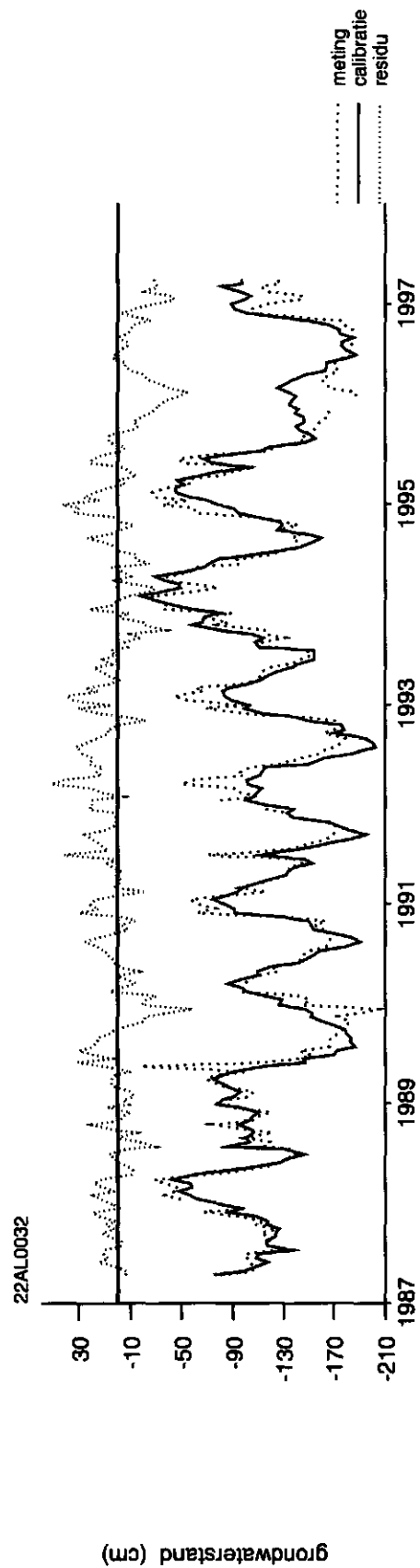
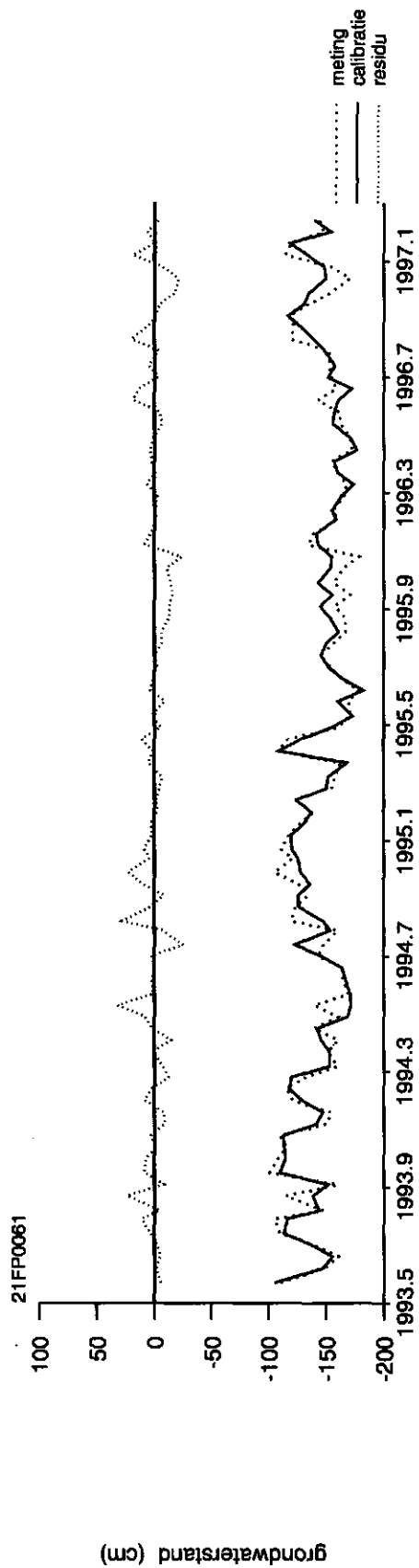


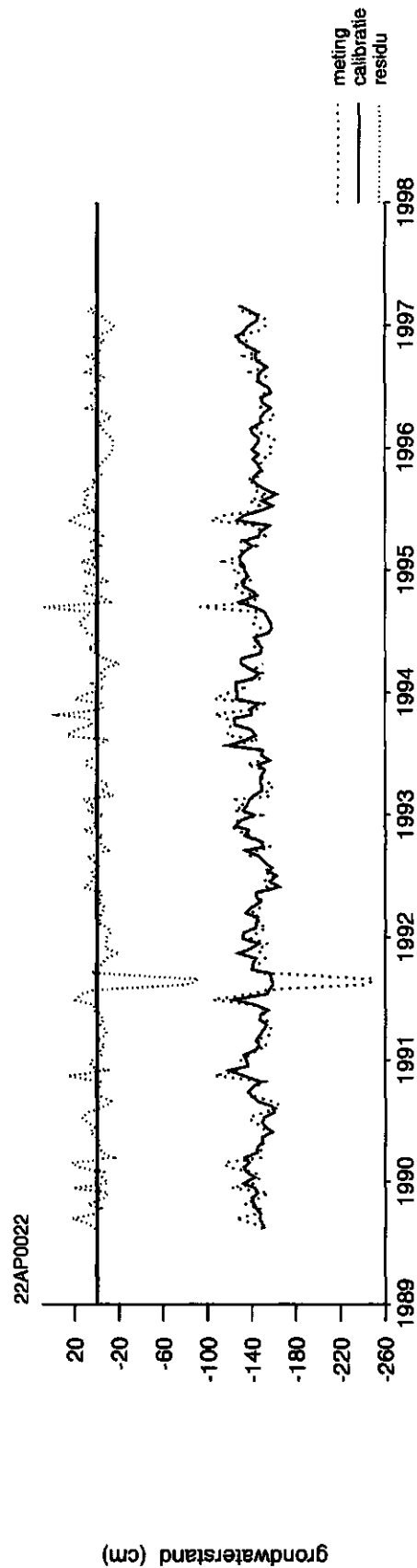
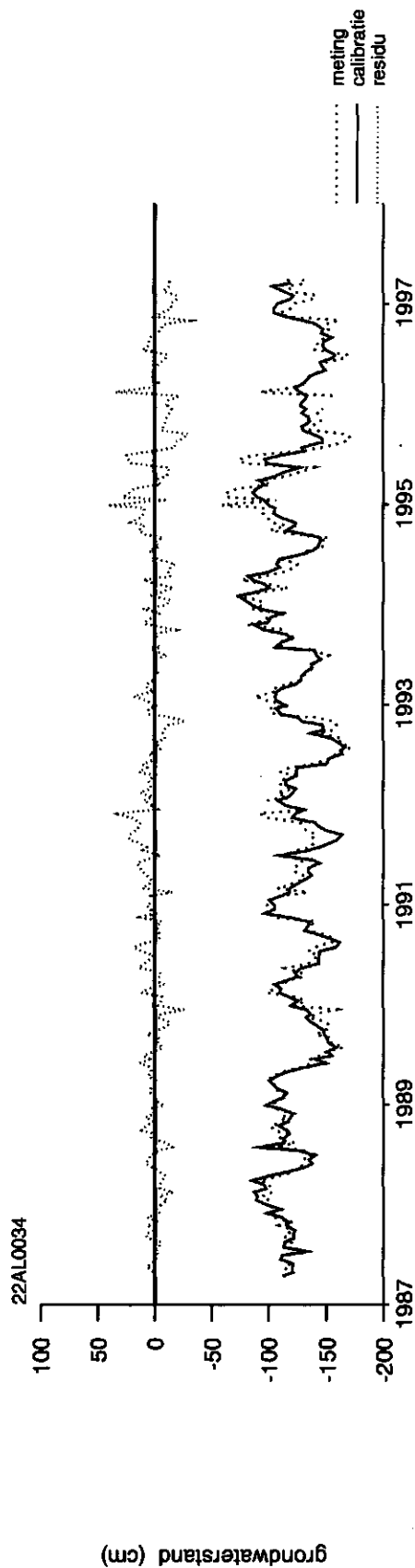




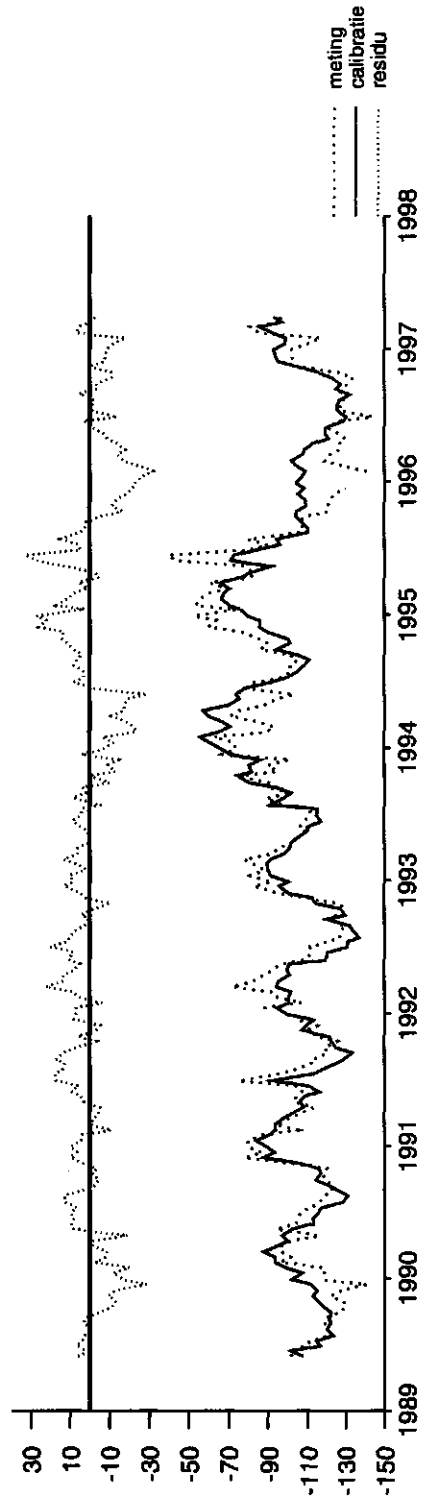






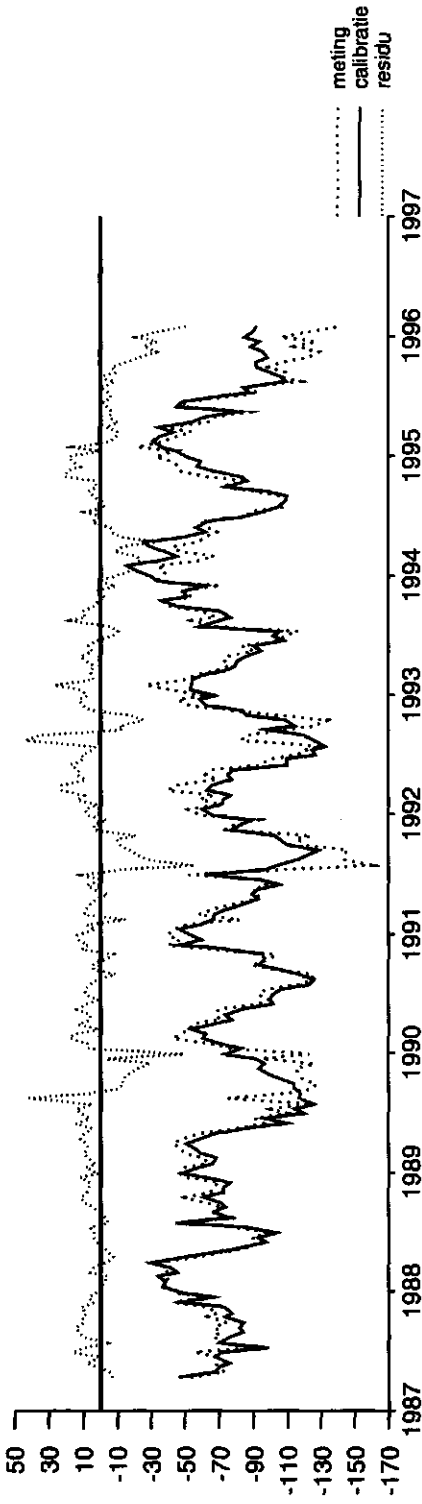


22AP0093



grondwaterstand (cm)

22BL0005



grondwaterstand (cm)

Aanhangsel 3 GHG, GVG en GLG uit korte meetreeksen

* Meetreeks heeft onvoldoende goede relatie met OLGA-buizen

buis	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
16CL850401	*	*	*	*	*	*
16CL850501	*	*	*	*	*	*
16CL850601	*	*	*	*	*	*
16CL850701	*	*	*	*	*	*
16CL850801	*	*	*	*	*	*
16CL850901	*	*	*	*	*	*
16CL851101	*	*	*	*	*	*
16CL851201	*	*	*	*	*	*
16CL851301	*	*	*	*	*	*
16CL851501	*	*	*	*	*	*
16CL851601	*	*	*	*	*	*
16DL850201	*	*	*	*	*	*
16DL850801	*	*	*	*	*	*
16DL851301	*	*	*	*	*	*
16GL850101	*	*	*	*	*	*
16GL850201	*	*	*	*	*	*
16GL850301	*	*	*	*	*	*
16GL850701	*	*	*	*	*	*
16GL851201	*	*	*	*	*	*
16GL851301	*	*	*	*	*	*
16GL851401	*	*	*	*	*	*
16GL851501	*	*	*	*	*	*
16GL851701	*	*	*	*	*	*
16GL852001	*	*	*	*	*	*
16GL852101	9	15,1	145	12,6	42	9,6
16GL852501	73	2,9	115	2,3	96	2,2
21EL850401	*	*	*	*	*	*
MV000,010	74	6,4	197	5,7	123	5,0
MV000,020	227	2,7	335	4,0	251	3,1
MV000,030	59	3,6	122	3,1	79	2,8
MV000,051	30	3,6	98	4,7	43	2,9
MV000,080	*	*	*	*	*	*
MV000,081	*	*	*	*	*	*
MV000,090	*	*	*	*	*	*
MV000,101	30	2,7	100	2,8	52	2,4
MV000,102	*	*	*	*	*	*
MV000,103	59	2,2	129	4,3	74	2,3
MV000,121	68	3,8	181	4,3	92	3,6
MV000,122	59	1,7	135	2,3	77	2,1
MV000,131	*	*	*	*	*	*
MV000,132	*	*	*	*	*	*
MV000,133	34	1,7	97	2,5	49	1,9
MV000,161	111	3,2	196	3,4	129	2,9
MV000,162	133	2,6	218	3,2	151	2,8
MV000,170	17	3,0	93	3,0	31	2,5
MV000,171	17	2,6	74	3,3	31	2,2
MV000,180	21	3,2	90	3,7	32	2,3
MV000,190	36	3,1	97	3,9	43	2,2
MV000,210	*	*	*	*	*	*
MV000,230	*	*	*	*	*	*
MV000,260	74	4,6	184	3,9	101	4,0
MV000,271	76	4,8	188	4,2	103	4,1
MV000,272	75	4,6	187	4,1	102	4,0
MV000,290	134	5,2	242	6,2	162	4,7
MV000,300	105	4,7	279	10,8	137	5,2
MV000,310	118	5,6	213	8,2	144	5,3
MV000,321	12	17,1	167	11,0	46	13,2
MV000,322	120	22,3	183	15,7	171	19,1
MV000,521	17	2,6	77	2,1	38	2,2
MV000,522	13	2,6	81	2,9	33	2,2
MV001,000	85	3,8	179	3,4	107	4,0
MV001,002	110	3,7	193	3,1	127	3,8
MV002,001	*	*	*	*	*	*
MV050,050	61	4,8	177	5,3	96	4,2
MV050,051	64	4,4	173	4,9	97	3,9
MV052,052	*	*	*	*	*	*
MV080,080	77	7,0	196	3,9	113	5,2
MV080,081	65	3,3	126	2,7	77	3,5
MV082,082	*	*	*	*	*	*
MV084,084	*	*	*	*	*	*

buis	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
MV092,092	*	*	*	*	*	*
MV094,094	*	*	*	*	*	*
MV094,095	43	2,0	106	2,1	65	2,0
MV100,100	*	*	*	*	*	*
OV001,012	*	*	*	*	*	*
OV001,015	*	*	*	*	*	*
OV001,016	71	4,0	122	3,2	83	2,7
OV001,017	89	4,8	166	3,7	112	3,4
OV001,018	*	*	*	*	*	*
OV001,021	*	*	*	*	*	*
OV001,029	26	3,5	82	2,5	46	2,5
OV001,030	*	*	*	*	*	*
OV001,031	43	5,8	131	4,6	67	4,1
OV001,032	60	4,9	125	3,9	83	3,3
OV001,033	*	*	*	*	*	*
OV001,034	*	*	*	*	*	*
OV001,036	38	7,2	154	4,5	66	5,6
OV001,037	*	*	*	*	*	*
OV001,038	95	4,0	150	2,8	112	2,8
OV001,039	51	8,8	218	6,2	99	6,7
OV001,045	*	*	*	*	*	*
OV001,046	*	*	*	*	*	*
OV002,206	99	10,4	200	6,7	109	8,6
OV003,001	*	*	*	*	*	*
OV003,002	105	22,2	247	16,4	111	17,6
OV003,003	*	*	*	*	*	*
OV003,004	25	4,2	113	2,4	52	3,3
OV003,005	44	3,9	107	2,3	62	2,6
OV003,006	28	9,3	111	5,8	24	6,1
OV003,007	65	3,6	130	2,1	78	2,8
OV003,008	*	*	*	*	*	*
OV003,009	23	10,7	155	6,9	52	7,1
OV003,010	140	5,6	212	3,7	155	4,0
OV003,011	85	2,5	114	1,6	91	1,7
OV003,012	32	11,1	170	6,2	58	7,9
OV003,013	75	19,4	232	13,9	68	13,6
OV003,015	*	*	*	*	*	*
OV003,016	59	6,8	126	4,3	85	4,5
OV003,017	*	*	*	*	*	*
OV003,018	*	*	*	*	*	*
OV003,019	61	3,6	119	2,3	79	2,6
OV003,026	70	10,9	182	7,6	79	7,1
OV003,030	128	7,8	223	7,0	151	5,5
OV003,031	144	8,8	250	6,2	158	7,2
OV003,033	126	6,7	214	4,8	143	5,7
OV004,202	*	*	*	*	*	*
OV004,203	*	*	*	*	*	*
OV004,204	39	6,3	196	3,8	87	5,3
OV006,200	17	3,9	79	2,1	36	2,8
OV068,222	*	*	*	*	*	*
OV070,224	94	3,2	141	2,3	106	2,2
OV076,226	194	2,4	256	1,8	212	2,2
OV076,228	55	6,4	187	4,4	84	5,3
OV080,208	*	*	*	*	*	*
OV080,210	*	*	*	*	*	*
OV082,230	37	3,5	113	2,2	60	2,8
OV084,232	69	5,2	138	3,3	84	4,4
OV086,234	102	3,0	153	2,0	122	2,2
OV092,236	*	*	*	*	*	*
OV092,238	60	4,7	124	3,4	81	3,3
OV092,240	*	*	*	*	*	*
OV096,242	*	*	*	*	*	*
OV098,244	63	5,1	152	2,5	94	4,0
OV100,212	111	5,1	201	3,6	138	4,4
OV100,214	122	6,4	228	4,0	151	4,8
OV104,246	87	8,8	218	5,5	123	6,6
OV106,248	157	5,3	243	4,2	177	4,8
OV108,250	129	5,3	207	4,6	150	4,6
OV110,251	88	4,7	170	2,4	114	3,5
OV110,252	35	3,6	85	2,9	52	2,5
OV112,254	*	*	*	*	*	*
OV112,256	218	3,8	278	2,8	231	3,3
OV114,258	*	*	*	*	*	*
OV116,260	62	3,5	104	2,4	76	2,4

buis	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
OV118,262	*	*	*	*	*	*
OV120,216	*	*	*	*	*	*
OV122,264	*	*	*	*	*	*
OV124,266	64	2,6	93	2,5	69	1,6
OV124,268	*	*	*	*	*	*
OV126,272	*	*	*	*	*	*
OV126,278	113	7,1	176	3,3	128	5,4
OV128,270	*	*	*	*	*	*
OV130,274	*	*	*	*	*	*
OV132,276	*	*	*	*	*	*
OV135,350	59	4,7	121	2,5	76	3,5
OV136,280	*	*	*	*	*	*
OV138,282	*	*	*	*	*	*
OV138,294	*	*	*	*	*	*
OV142,284	63	3,5	110	1,8	78	2,4
OV144,352	*	*	*	*	*	*
OV150,286	*	*	*	*	*	*
OV152,288	96	4,8	162	3,0	114	3,8
OV154,290	95	3,1	140	2,1	106	2,0
OV156,314	*	*	*	*	*	*
OV158,296	*	*	*	*	*	*
OV160,220	*	*	*	*	*	*
OV162,308	205	4,9	281	3,3	225	3,8
OV164,310	132	7,8	133	3,1	132	4,9
OV166,306	113	4,1	157	2,4	124	3,0
OV168,312	*	*	*	*	*	*
OV170,316	*	*	*	*	*	*
OV172,332	109	6,1	174	4,1	124	3,8
OV174,318	86	4,0	134	2,3	101	2,8
OV174,320	*	*	*	*	*	*
OV174,322	53	4,5	92	5,2	74	2,6
OV178,326	*	*	*	*	*	*
OV180,328	*	*	*	*	*	*
OV190,340	*	*	*	*	*	*
OV194,344	*	*	*	*	*	*
OV300,500	75	3,1	159	2,8	96	3,2
OV300,502	52	5,4	136	3,5	75	4,6
OV300,504	83	4,4	163	3,1	106	3,7
OV300,506	45	5,6	125	5,5	54	4,1
OV300,508	84	2,7	169	2,5	102	2,6
OV302,510	71	5,0	150	3,3	93	3,9
OV302,514	137	6,2	213	4,0	154	5,2
OV304,516	112	5,6	187	3,1	134	4,2
OV308,518	-6	3,3	36	1,7	7	2,3
OV310,512	91	3,4	167	3,3	107	3,0
OV314,524	137	6,2	233	2,8	159	5,2
OV316,526	131	7,1	214	3,2	150	5,9
OV318,528	112	9,6	197	3,6	127	7,7
OV320,530	64	8,4	171	5,0	97	6,0
OV322,534	47	8,6	143	4,1	72	6,2
OV324,536	-37	11,5	40	3,5	-15	8,0
OV326,538	94	9,1	200	4,1	124	7,4
OV328,540	137	3,7	243	2,9	164	3,6
OV330,542	3	5,5	64	3,0	22	3,8
OV334,546	28	9,0	132	4,3	59	6,1
OV336,548	80	8,7	178	5,5	110	6,0
OV338,554	128	8,6	225	5,2	158	5,9
OV346,562	116	4,3	192	2,9	140	3,1
OV348,564	40	3,4	108	2,3	63	2,5
OV348,566	45	5,6	105	4,0	88	3,8
OV350,568	*	*	*	*	*	*
OV352,570	*	*	*	*	*	*
OV352,572	35	3,0	73	2,0	50	1,9
OV354,574	92	5,3	166	3,3	117	3,6
OV356,576	50	4,1	118	2,5	69	3,2
OV358,580	39	3,0	60	2,0	52	2,1
OV360,582	116	3,6	203	2,6	139	3,1
OV362,584	235	3,7	325	2,6	258	3,2
OV364,586	131	6,5	223	3,9	161	4,5
OV366,588	160	7,2	237	4,0	181	5,5
OV368,590	61	4,6	125	2,8	81	3,1
OV370,592	87	5,4	174	3,4	115	3,8
OV372,594	19	4,8	76	2,9	39	3,0
OV374,596	76	2,5	134	1,7	95	1,9

buis	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
OV376,598	*	*	*	*	*	*
OV378,600	72	4,1	149	2,6	96	3,2
OV380,602	4	9,1	139	6,5	49	6,2
OV382,604	42	4,9	112	3,0	66	3,3
OV382,606	93	7,2	193	4,2	122	4,8
OV384,608	142	3,3	220	2,4	163	2,8
OV392,616	107	11,0	216	4,8	136	9,0
OV394,618	96	7,7	189	3,5	122	6,4
OV398,624	62	5,2	148	3,4	90	3,7
OV398,626	*	*	*	*	*	*
RM000,016	91	3,4	167	2,6	109	2,9
RM000,508	*	*	*	*	*	*
RM000,568	*	*	*	*	*	*
RM000,569	*	*	*	*	*	*
RM000,800	63	6,9	155	6,2	79	4,3
RM002,002	68	5,3	156	3,8	90	4,2
RM002,004	*	*	*	*	*	*
RM002,006	74	6,0	173	4,5	98	4,7
RM002,008	*	*	*	*	*	*
RM002,010	*	*	*	*	*	*
RM002,600	*	*	*	*	*	*
RM004,700	*	*	*	*	*	*
RM006,014	*	*	*	*	*	*
RM007,007	5	8,3	186	5,2	54	6,9
RM008,016	141	5,2	237	4,0	164	4,2
RM008,018	107	4,0	195	3,1	128	3,3
RM008,020	44	4,8	115	7,3	47	3,8
RM008,022	77	13,2	248	6,8	140	8,9
RM008,026	*	*	*	*	*	*
RM008,561	*	*	*	*	*	*
RM009,009	101	7,0	193	5,2	123	5,4
RM010,028	48	5,6	126	4,2	74	3,8
RM012,021	*	*	*	*	*	*
RM012,023	*	*	*	*	*	*
RM012,024	*	*	*	*	*	*
RM014,025	*	*	*	*	*	*
RM014,026	-165	96,3	132	3,4	81	8,9
RM014,030	93	4,7	179	2,8	116	3,7
RM020,028	*	*	*	*	*	*
RM020,029	*	*	*	*	*	*
RM028,032	*	*	*	*	*	*
RM032,034	*	*	*	*	*	*
RM036,521	*	*	*	*	*	*
RM102,523	*	*	*	*	*	*
RM104,522	*	*	*	*	*	*
RM114,517	*	*	*	*	*	*
RM200,030	90	6,5	180	3,2	139	4,3
RM232,232	*	*	*	*	*	*
RM232,233	77	4,9	132	4,1	82	3,5
RM236,236	93	3,6	156	2,5	108	2,9
RM236,237	76	5,7	160	3,9	97	4,4
RM240,240	*	*	*	*	*	*
RM400,036	63	3,6	148	3,5	93	3,3
RM999,120	*	*	*	*	*	*
SM002,002	*	*	*	*	*	*
SM002,018	*	*	*	*	*	*
SM002,022	*	*	*	*	*	*
SM006,009	*	*	*	*	*	*
SM006,024	*	*	*	*	*	*
SM006,026	*	*	*	*	*	*
SM006,032	74	3,3	115	2,1	84	2,5
SM007,034	*	*	*	*	*	*
SM008,028	*	*	*	*	*	*
SM008,030	*	*	*	*	*	*
SM010,004	57	4,9	131	4,2	75	3,9
SM010,064	*	*	*	*	*	*
SM012,014	*	*	*	*	*	*
SM014,062	*	*	*	*	*	*
SM014,102	*	*	*	*	*	*
SM016,006	115	2,2	162	1,9	126	1,8
SM016,008	*	*	*	*	*	*
SM016,036	*	*	*	*	*	*
SM016,042	85	10,8	255	6,5	130	8,1
SM018,016	*	*	*	*	*	*

buis	GHG	se (GHG)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
SM020,038	150	3,0	220	2,0	167	2,7
SM022,040	180	5,3	265	3,0	202	4,0
SM028,046	41	6,5	113	3,3	61	4,8
SM030,050	91	8,1	179	3,5	115	5,8
SM030,052	115	4,1	222	3,0	142	3,9
SM032,054	115	3,8	205	2,3	138	3,2
SM034,060	109	7,3	215	4,2	136	5,5
SM034,062	*	*	*	*	*	*
SM038,068	*	*	*	*	*	*
SM040,070	*	*	*	*	*	*
SM040,098	127	5,8	247	4,1	162	5,1
SM040,100	*	*	*	*	*	*
SM042,072	73	4,2	156	2,3	95	3,4
SM044,074	*	*	*	*	*	*
SM046,076	37	4,7	100	2,4	57	3,3
SM050,080	107	3,8	168	1,9	126	2,7
SM050,094	125	4,9	197	2,5	147	3,5
SM052,082	86	5,4	159	2,7	109	3,8
SM054,084	43	3,6	79	2,8	50	2,1
SM056,086	87	6,1	185	3,2	117	4,5
SM062,092	*	*	*	*	*	*
SM070,012	*	*	*	*	*	*
SM072,010	38	7,5	165	3,8	72	5,8
SM072,056	105	8,5	217	3,8	130	6,7
SM072,058	*	*	*	*	*	*
WA022,002	*	*	*	*	*	*
WA022,004	*	*	*	*	*	*
WA024,006	*	*	*	*	*	*
WA026,008	*	*	*	*	*	*
WA036,010	*	*	*	*	*	*
WA040,012	*	*	*	*	*	*
WA042,014	*	*	*	*	*	*
WA044,016	61	2,0	122	2,4	83	1,7
WA048,018	*	*	*	*	*	*
WA048,118	*	*	*	*	*	*
WA048,218	*	*	*	*	*	*
WA050,020	*	*	*	*	*	*
WA052,022	*	*	*	*	*	*
WA054,024	56	1,9	81	1,7	71	1,3
WA054,026	*	*	*	*	*	*
WA060,015	*	*	*	*	*	*
WA066,030	*	*	*	*	*	*
WA068,034	*	*	*	*	*	*
WA070,036	*	*	*	*	*	*
WA070,038	*	*	*	*	*	*
WA072,040	*	*	*	*	*	*
WA078,042	*	*	*	*	*	*
WA080,044	*	*	*	*	*	*
WA084,046	*	*	*	*	*	*
WA088,048	*	*	*	*	*	*
WA096,050	*	*	*	*	*	*
WA102,052	*	*	*	*	*	*
WA102,100	23	2,7	69	2,2	44	1,5
WA108,054	*	*	*	*	*	*
WA108,055	*	*	*	*	*	*
WA110,056	*	*	*	*	*	*
WA112,060	*	*	*	*	*	*
WA114,058	*	*	*	*	*	*
WA118,062	*	*	*	*	*	*
WA122,112	*	*	*	*	*	*
WA124,064	*	*	*	*	*	*
WA124,066	*	*	*	*	*	*
WA124,068	*	*	*	*	*	*
WA124,106	*	*	*	*	*	*
WA124,107	*	*	*	*	*	*
WA126,070	*	*	*	*	*	*
WA132,216	*	*	*	*	*	*
WA136,152	*	*	*	*	*	*
WA138,076	*	*	*	*	*	*
WA142,108	*	*	*	*	*	*
WA142,109	*	*	*	*	*	*
WA142,110	*	*	*	*	*	*
WA142,111	*	*	*	*	*	*
WA150,081	*	*	*	*	*	*

buis	GHC	se (GHC)	GLG	se (GLG)	GVG	se (GVG)
WA156,084	82	2,8	159	3,5	114	2,8
WA158,086	104	3,2	166	4,1	127	2,8
WA158,087	*	*	*	*	*	*
WA160,082	*	*	*	*	*	*
WA164,088	*	*	*	*	*	*
WA166,090	*	*	*	*	*	*
WA166,092	*	*	*	*	*	*
WA170,094	*	*	*	*	*	*
WA172,096	48	1,4	84	1,7	63	1,3
WA176,098	*	*	*	*	*	*
WA190,104	58	4,1	135	3,7	80	3,0
WA194,102	98	2,9	175	3,1	117	3,0
WA218,114	*	*	*	*	*	*
WA218,116	*	*	*	*	*	*
WA218,118	*	*	*	*	*	*
WA220,220	38	2,3	96	2,3	57	2,1
WA220,224	86	1,9	138	2,1	99	2,1
WA236,122	52	1,6	97	1,8	64	1,5
WA238,126	*	*	*	*	*	*
WA240,124	50	1,7	97	1,9	63	1,6
WA242,120	86	1,8	139	2,0	102	1,7
WA250,132	105	3,4	192	4,6	127	3,1
WA258,206	*	*	*	*	*	*
WA260,164	54	4,8	177	5,2	92	4,1
WA260,166	142	7,2	244	6,1	166	6,2
WA264,168	26	4,9	128	2,7	53	4,2
WA266,210	227	4,8	330	2,9	253	4,3
WA268,194	90	5,0	200	4,2	115	4,4
WA268,198	76	6,1	201	4,9	103	5,3
WA268,200	34	3,6	76	2,5	41	2,9
WA268,204	108	7,7	214	4,7	134	6,6
WA270,196	*	*	*	*	*	*
WA270,202	17	6,2	86	5,3	29	4,3
WA274,172	71	3,5	152	4,1	86	3,6
WA274,176	134	7,5	230	13,6	153	7,4
WA274,178	54	4,6	153	3,5	76	4,4
WA274,180	100	4,0	185	5,3	120	3,7
WA274,181	124	3,3	227	3,3	148	3,5
WA276,182	56	3,0	138	3,3	81	2,8
WA276,184	*	*	*	*	*	*
WA276,185	83	3,4	169	2,8	105	3,3
WA278,128	*	*	*	*	*	*
WA278,186	*	*	*	*	*	*
WA280,130	*	*	*	*	*	*
WA282,134	*	*	*	*	*	*
WA284,136	56	3,8	154	4,2	79	4,0
WA284,190	102	10,3	324	12,7	153	9,3
WA284,191	297	4,7	396	4,5	317	4,8
WA296,142	61	3,6	170	4,6	86	3,6
WA304,144	*	*	*	*	*	*
WA306,156	*	*	*	*	*	*
WA308,158	*	*	*	*	*	*
WA308,160	*	*	*	*	*	*
WA308,162	68	4,1	163	6,2	92	3,8
WA310,154	25	7,9	172	7,2	70	6,1
WA312,152	55	5,6	147	5,0	62	4,7
WA314,146	66	4,4	151	4,9	86	3,8
WA314,148	*	*	*	*	*	*

Rapport 633

Gt-kaart schaal 1 : 100 000

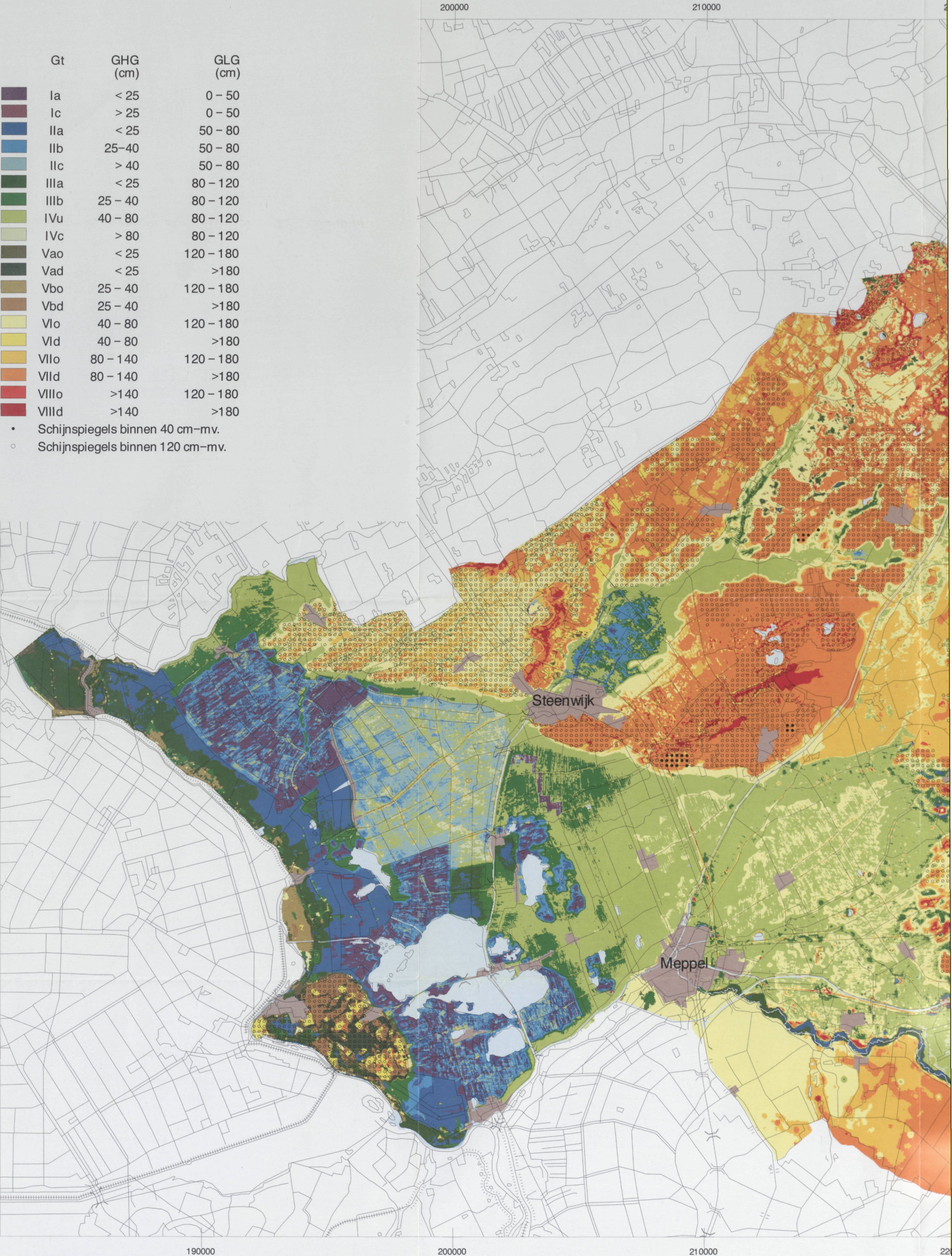
Gt	GHG (cm)	GLG (cm)
Ia	< 25	0 - 50
Ic	> 25	0 - 50
IIa	< 25	50 - 80
IIb	25-40	50 - 80
IIc	> 40	50 - 80
IIIa	< 25	80 - 120
IIIb	25 - 40	80 - 120
IVu	40 - 80	80 - 120
IVc	> 80	80 - 120
Vao	< 25	120 - 180
Vad	< 25	>180
Vbo	25 - 40	120 - 180
Vbd	25 - 40	>180
Vlo	40 - 80	120 - 180
Vld	40 - 80	>180
VIIo	80 - 140	120 - 180
VIIId	80 - 140	>180
VIIIo	>140	120 - 180
VIIIId	>140	>180

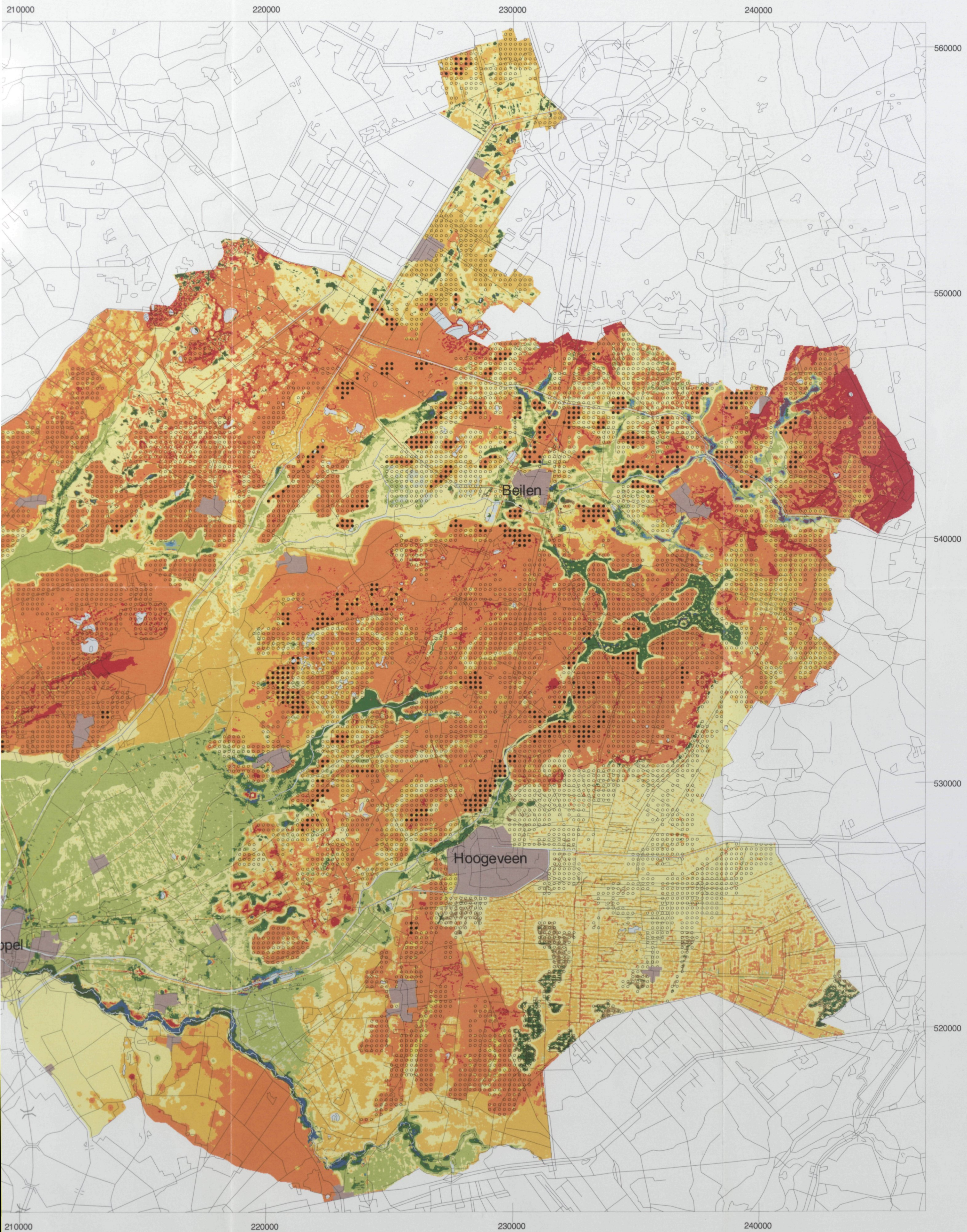
•

Schijnspiegels binnen 40 cm-mv.

○

Schijnspiegels binnen 120 cm-mv.





0 1 4 km



DLO - STARING CENTRUM
Postbus 125, 6700 AC WAGENINGEN
Opdrachtgever: Waterschappen Wold en Wieden en Meppelerdiep
Realisatie: T. Hoogland en F. de Vries
Bestand: gwt_grd en top250 Project 7718
februari 1999