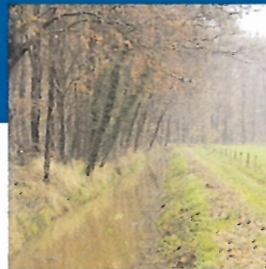


Monitoring De Wildenborch

Verslag over de periode oktober 1995 - december 2000

H.Th.L. Massop
P.C. Jansen
J.G. te Beest
R. Kemmers
J.W.J. van der Gaast



Alterra-rapport 414, ISSN 1566-7197

Monitoring De Wildenborch

Monitoring De Wildenborch

Verslag over de periode oktober 1995 - december 2000

H.Th.L. Massop

P.C. Jansen

J.G. te Beest

R. Kemmers

J.W.J. van der Gaast

Alterra-Rapport 414

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

Massop H.Th.L., P.C. Jansen, J.G. te Beest, R. Kemmers en J.W.J. van der Gaast, 2001. *Monitoring De Wildenborch; Verslag over de periode oktober 1995- december 2000*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 414. 128 blz. 35 fig.; 20 tab.; 16 ref.

Om de verdroging op het landgoed "De Wildenborch" te bestrijden zijn enkele nieuwe stuwen geplaatst in de waterlopen in de omgeving van het landgoed. Het plaatsen van deze stuwen en het gevoerde stuwbeheer heeft tot doel om de drainerende werking van deze waterlopen te verminderen, waardoor de diepe kwelstroom de wortelzone op het landgoed kan bereiken. Om de effecten van deze ingrepen voor de landbouw en voor de natuur op het landgoed te bepalen zijn metingen verricht naar de grond- oppervlaktewaterstanden, afvoeren, waterkwaliteit en humusprofiel. Met modelberekeningen zijn de effecten van de ingrepen voor de landbouw op de draagkracht, start groeiseizoen en opbrengst, geëvalueerd. De effecten voor de natuur zijn bepaald aan de hand van veranderingen in de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater en het humusprofiel.

Trefwoorden: grondwaterstand, kwel, stuwbeheer, waterkwaliteit, humusprofiel

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 34,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 414. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

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

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Probleemschets	11
1.2 Methode	11
1.3 Leeswijzer	12
2 Algemeen gebiedsbeschrijving	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Geologie	14
2.3 Bodem	14
2.4 Grondwatertrappen	15
2.5 Waterhuishouding	16
3 Hydrologie van bodem en grondwater	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Hydrologische gegevens	21
3.2.1 Meteo-gegevens	21
3.2.2 Grondwaterstanden	27
3.2.3 Oppervlaktewaterstanden	33
3.2.4 Afvoermetingen	37
3.2.5 Draagkracht	39
3.3 Modelberekeningen	42
3.3.1 Inleiding	42
3.3.2 Modelling met model SWAP	43
3.3.2.1 Uitgangspunten voor berekening gemeten grondwaterstandsverloop	43
3.3.2.2 Berekening bij autonome ontwikkeling	45
3.3.2.3 Effecten peil aanpassing	47
3.4 Conclusies	50
4 Kwaliteit van bodem en grondwater	53
4.1 Inleiding	53
4.2 Werkwijze	54
4.2.1 Bemonstering van humusprofielen	54
4.2.2 Bemonstering van grond- en oppervlaktewater	55
4.3 Resultaten	57
4.3.1 Humusprofielen	57
4.3.2 Waterkwaliteit	60
4.4 Conclusies	64
5 Evaluatie resultaten monitoring anti-verdrogingsmaatregelen	67
Literatuur	69

Woord vooraf

In opdracht van het waterschap van de Berkel, per 1 januari 1997 waterschap Rijn en IJssel, is onderzoek uitgevoerd naar de effecten van peilmaatregelen in de omgeving van de Wildenborch.

Het project is aanvankelijk begeleid door ing. A.H.C. te Pas en sinds 1 januari 1997 door ing. H. Witteveen. De resultaten van het onderzoek zijn jaarlijks gerapporteerd aan de Watercommissie waarin zitting hadden:

Ing. A.H.C. te Pas, secretaris tot 1 januari 1997,
Ing. H. Witteveen, secretaris vanaf 1 januari 1997,
G. Arendsen Raedt,
Th.J. Blanckenborg,
G.H. Dinkelman,
H. van Ditshuizen.

Door het waterschap zijn ten behoeve van het onderzoek, waarnemingen verricht aan grond- en oppervlaktewaterstanden, alsmede zijn watermonsters genomen voor het vaststellen van de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

De auteurs danken de leden van de Watercommissie en de verschillende medewerkers van het waterschap die betrokken zijn bij dit project voor de prettige samenwerking tijdens de uitvoering van dit project.

Samenvatting

Om de verdroging op het landgoed "De Wildenborch" te bestrijden is een aantal maatregelen genomen. De belangrijkste maatregel is het plaatsen van enkele nieuwe stuwen in waterlopen in de omgeving van het landgoed. Het plaatsen van de stuwen heeft tot doel om de drainerende werking van deze waterlopen te verminderen, waardoor de diepe kwelstroom de wortelzone op het landgoed kan bereiken.

Vanuit de landbouw werd vooral in het voorjaar nadeel van deze maatregelen verwacht. Daarom is in overleg tussen een aantal agrariërs en het waterschap besloten de maatregelen op hun effecten te monitoren. In het najaar van 1995 is begonnen met de monitoringperiode, deze is beëindigd eind 2000. Het eerste meetjaar heeft betrekking op de oude situatie, zonder stuwen. Vanaf het najaar 1996 wordt er door het waterschap een stuwbeheer gevoerd.

Het eerste meetjaar 1996 was een bijzonder droog jaar, terwijl de laatste 4 jaren van de monitoringperiode twee bijzonder natte jaren bevat, nl. 1998 en 2000.

Om de effecten van de ingreep te kwantificeren zijn modelberekeningen uitgevoerd op Wg-02. Voor dit meetpunt beschikken we over een lange reeks met dagelijkse waarnemingen, van zowel de grond- als de oppervlaktewaterstand. Met het model is allereerst de onderrand gekalibreerd, deze geeft de relatie met de omgeving weer. Vervolgens is voor de periode zonder stuwen een $Q(h)$ -relatie bepaald voor de waterloop. Met deze relatie is het grondwaterstandverloop berekend, indien de oorspronkelijke situatie, zonder stuwen, was gehandhaafd.

De rekenresultaten geven geen meetbaar effect op de draagkracht (werkbaar dagen), opbrengst en start groeiseizoen.

Uit verdere analyse blijkt dat het drainageniveau in de Afwatering van Groenouwe zich op ca 11,30 m +NAP (85 cm- mv.) bevindt, dit is ca 20 cm hoger dan de bodem. Verder is het verhang in de oppervlaktewaterstand voor de Afwatering van Groenouwe duidelijk groter dan in bijv de Waterleiding in Barchem.

Hoewel op basis van het hydrologisch onderzoek geen duidelijk effect van de maatregelen voor de landbouw wordt berekend, duiden de resultaten van het onderzoek naar de humusprofielen op positieve ontwikkelingen in het humusdek. De veranderingen in de kwaliteit van het bovenste grondwater zijn minder expliciet. Positieve tendensen worden regelmatig tenietgedaan door wisselende weersinvloeden. Voorwaarde voor een stabiele tendens is een kwelflux die tot in de wortelzone kan doordringen. De uitgevoerde maatregelen zijn onvoldoende om aan deze voorwaarde te voldoen.

Omdat de processen in de humusprofielen relatief langzaam verlopen wordt voorgesteld om dit onderzoek met een interval van ongeveer 5 jaar te herhalen. Het

waterkwaliteitsonderzoek kan beperkt worden tot bemonstering in het voorjaar van de meetpunten die in dit rapport besproken zijn. Het hydrologisch onderzoek is te beperken door het blijven waarnemen van de oppervlaktewatermeetpunten en een beperkt aantal grondwaterstandbuizen.

1 Inleiding

1.1 Probleemschets

Om de mogelijkheid van verdrogingbestrijding op het landgoed 'De Wildenborch', gelegen in Oost Gelderland nabij Lochem, te verkennen, zijn 2 onderzoeken uitgevoerd, nl. een eco-hydrologisch en een hydrologisch onderzoek. Als resultaat van het eco-hydrologisch onderzoek zijn een aantal beheersmaatregelen voorgesteld (P.C. Jansen et al, 1994). In het hydrologisch onderzoek (H. Th. L. Massop et al, 1994) zijn de effecten van deze beheersmaatregelen voor natuur en landbouw verder uitgewerkt.

Als resultaat van het hydrologisch onderzoek zijn een aantal concrete beheersmaatregelen vastgesteld die een bijdrage leveren aan de bestrijding van de verdroging op het landgoed.

De maatregelen betreffen verhoging van de drainagebasis door het plaatsen van nieuwe stuwen en verhoging van het stuwpeil bij bestaande stuwen. Verder is de detailontwatering op het landgoed verbeterd en zijn extra sloten gegraven, om het neerslagwater versneld af te voeren. Deze maatregelen zullen naar verwachting een positieve bijdrage leveren aan de gestelde doelen.

De verwachting op basis van het hydrologisch onderzoek is, dat de effecten van deze maatregelen voor de landbouw gering zullen zijn. Vanuit de landbouw bestaat echter een zekere weerstand tegen de voorgestelde maatregelen. Om tegemoet te komen aan de vragen vanuit de landbouw en tevens om vast te stellen of de maatregelen het bewuste effect sorteren heeft het waterschap Rijn en IJssel opdracht gegeven aan DLO-Staring Centrum om een monitoringprogramma uit te voeren.

1.2 Methode

Het monitoringprogramma is uitgevoerd in de periode oktober 1995 - december 2000 en heeft betrekking op het meten/vaststellen van grondwaterstanden, oppervlaktewaterstanden (afvoer), waterkwaliteit en de draagkracht. Aan het eind van de monitoringperiode zijn nieuwe metingen aan humusprofielen uitgevoerd.

Voorafgaand aan de instelling van het nieuwe peilbeheer op 1 november 1996 is gedurende één jaar de oorspronkelijke toestand door metingen van grond- en oppervlaktewaterstanden vastgelegd.

Om de effecten van de ingrepen vast te stellen dient het grondwaterstandverloop zonder en met peilaanpassing bekend te zijn. In werkelijkheid wordt slechts één situatie gemeten. In deze notitie wordt verslag gedaan van het grondwaterstandverloop over de periode oktober 1995 – december 2000. Vanaf 1 november

1996 is het nieuwe peilbeheer van kracht en is daarmee een nieuwe situatie ontstaan. Voor locatie Wg-02 zijn gegevens beschikbaar vanaf 1993, van deze gegevens is voor deze studie gebruik gemaakt.

Om een indruk te krijgen van de effecten van de ingrepen wordt gebruik gemaakt van modelberekeningen. Met een model worden de hydrologische processen in het profiel beschreven. Deze processen betreffen o.a. neerslag, verdamping, afvoer naar de sloten en kwel/wegzijging. Als resultante wordt de grondwaterstand berekend. De berekende grondwaterstand wordt vergeleken met de gemeten grondwaterstand. Het model wordt zo ingesteld dat de gemeten en berekende grondwaterstand zo goed mogelijk overeenkomen. De berekende grondwaterstand moet zowel in de situatie met als zonder peilverhoging goed overeenkomen met de gemeten grondwaterstand. Het model houdt rekening met de peilen van het oppervlaktewater. Door de ingrepen verandert het oppervlaktewaterpeil en daarmee de drainagebasis. Met de drainagebasis wordt bedoeld de grondwaterstand die wordt bereikt na een droge periode, deze stand komt bij benadering overeen met de bodem van de waterlopen op het moment dat deze droogvallen. Door rekening te houden met deze verandering is voor twee situaties een modelberekening uit te voeren. De verschillen in de berekende grondwaterstand geven een indicatie van het effect van de ingreep. De effecten van de maatregelen voor het landgoed worden door middel van metingen van de waterkwaliteit en het humusprofiel vastgesteld.

Doel van het monitoringprogramma in de omgeving van het landgoed 'De Wildenborch' is het vaststellen van de effecten voor de landbouw en de natuur van de verhoging van de drainagebasis.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt allereerst een beschrijving gegeven van de omgeving van het gebied "De Wildenborch", op basis van de beschikbare literatuur, ook worden de waterhuishoudkundige ingrepen besproken.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de verzameling van hydrologische gegevens en wordt aan de hand van modelberekeningen de effecten van de ingrepen gekwantificeerd.

In hoofdstuk 4 worden de effecten voor het landgoed beschreven, aan de hand van gegevens over waterkwaliteit en humusprofiel.

Tot slot worden in hoofdstuk 5 de resultaten van hoofdstuk 3 en 4 geïntegreerd.

2 Algemeen gebiedsbeschrijving

2.1 Inleiding

In de algemene gebiedsbeschrijving wordt achtereenvolgens de geologische en bodemkundige opbouw van het gebied beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op de grond- en oppervlaktewatersituatie. Voor zover van belang zijn enkele historische feiten vermeld. In fig. 2.1 is de ligging van het onderzoeksgebied weergegeven.

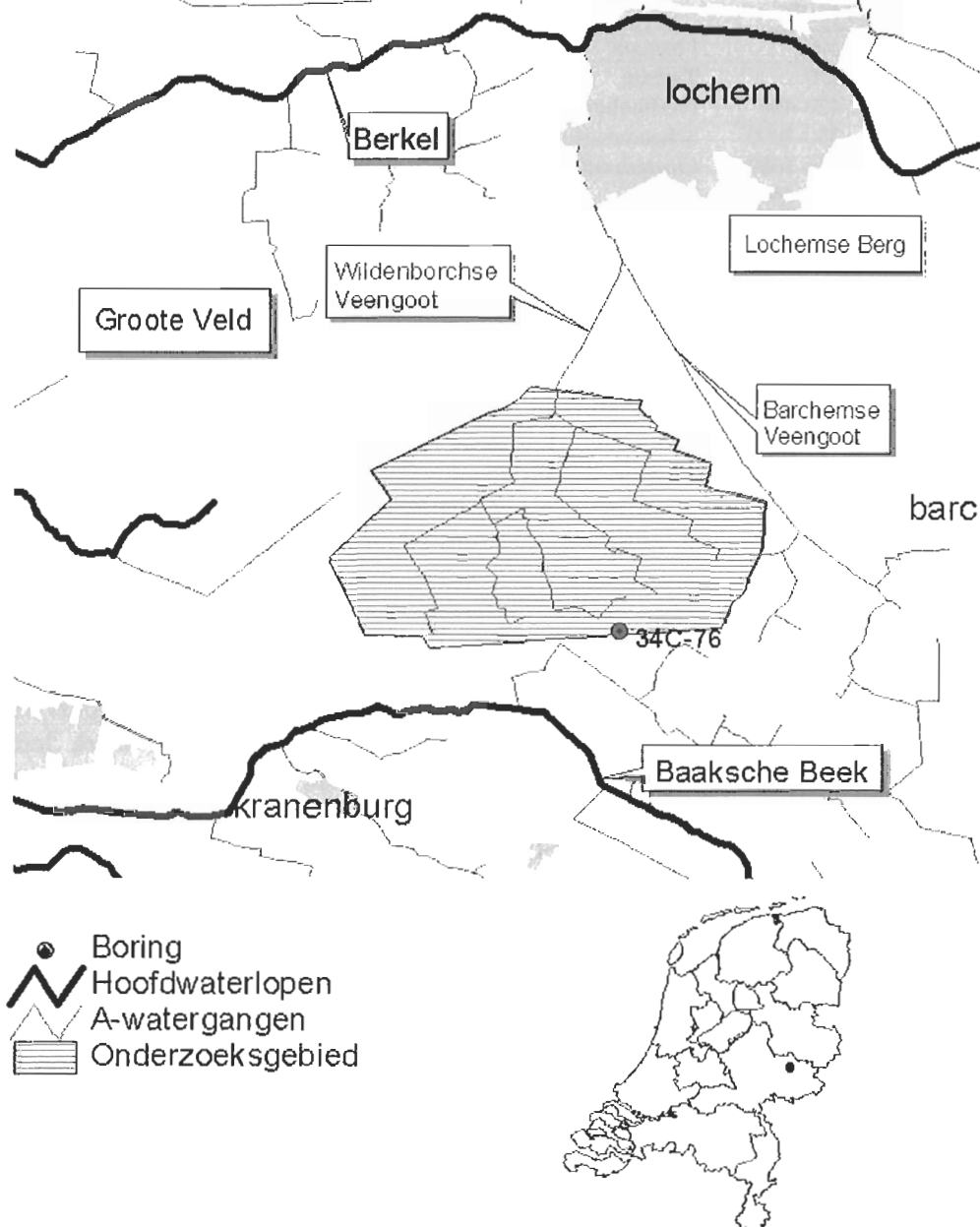


Fig. 2.1 Ligging van het onderzoeksgebied.

2.2 Geologie

Het hydrologische pakket, dat is het complex van lagen van waaruit een wisselwerking met de situatie aan het aardoppervlak mogelijk is, wordt aan de onderzijde begrensd door de hydrologische basis. De hydrologische basis wordt gevormd door afzettingen behorende tot de Formatie van Breda, de top van deze Formatie bestaat uit leemafzettingen. Boven de hydrologische basis komen, ter plaatse van boring 34C-76 (coördinaten 224200-458980, fig. 2.1), de volgende afzettingen voor (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Boring 34C-76

Diepte m-mv	M63	Formatie
0-2	170	Twente
2-24	420-450	Kreftenheye
24-49	350-1000	Scheemda/Oosterhout (gestuwd)
49-97	150-1000	Oosterhout
>97	200-250	Breda

Tussen 24-49 m-mv. komt gestuwd materiaal voor. Boven de gestuwde afzettingen liggen grove zanden behorende tot de Formatie van Kreftenheye. Deze afzettingen worden afgedekt door fijnzandige afzettingen behorende tot de Formatie van Twente. Deze afzettingen zijn gevormd tijdens het Weichselien en kunnen bestaan uit het zogenaamde oude dekzand en het jonge dekzand. Het oude dekzand is lemiger, gelaagd en heeft een vlakkere ligging dan het jonge dekzand. De overgang tussen het dekzand en het onderliggende watervoerende pakket (o.a. Kreftenheye) ligt tussen 2 (tabel 2.1) en 7 m-mv. De doorlaatfactor van de dekzanden bedraagt ca 0,75 m/d tegen meer dan 50 m/d voor het onderliggende watervoerende pakket.

2.3 Bodem

In het stroomgebied van de Wildenborchse Veengoot zijn dus oppervlakkig dekzanden afgezet. Binnen deze dekzanden komen sterk tot zeer sterk lemige gooreerdgronden (pZn23) voor. Op een landschappelijk hoger gelegen rug komen laarpodzolgronden voor (cHn23). Het hele gebied wordt aan de westzijde begrensd door Het Grootte Veld, een hoger gelegen dekzandgebied met leemarme en zwak lemige veld- en haarpodzolgronden (Hd21, Hn21). Op de grens van de twee gebieden komt plaatselijk stuifzand voor. In het noordoosten wordt het gebied begrensd door de stuwwal van de Lochemerberg. Hier komen grofzandige holtpodzolgronden voor (Y30). Ten zuidwesten van de stuwwal liggen gordeldekzanden en stuifzanden met daarin zwak en sterk lemige laarpodzolgronden (cHn23) en duinvaaggronden (Zd21). Ten oosten en zuidoosten van het stroomgebied van de Wildenborchse Veengoot ligt een uitgestrekt laaggelegen gebied met daarin enkele dekzandgebieden. Dit is het stroomgebied van de Baaksche Beek. Er komen sterk en zeer sterk lemige beekerdgronden voor (pZg23). Op veel plaatsen hebben de beekerdgronden een dun zavel- of kleidek (kpZg23). In deze gronden heeft veel verrijking van ijzer plaatsgevonden (fkpZg23). In de ondergrond zijn deze gronden kalkhoudend. Ten zuiden van het landgoed komen kleigronden

voor (fRn62C), poldervaaggronden met een 40 tot 50 cm dik zavel- of kleidek. In de dekzandruggen komen veld- en laarpodzolgronden (Hn23, cHn23) voor.

2.4 Grondwatertrappen

Het grondwaterregime wordt veelal gekarakteriseerd door de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG). Dit is het gemiddelde over een periode van acht jaar van de drie hoogste (HG3) resp. de drie laagste (LG3) grondwaterstanden.

Verskil in maaiveldligging, hydrologische omstandigheden en bodemgesteldheid veroorzaken van plaats tot plaats verschillen in GHG en GLG. Bij de weergave van de fluctuatie van grondwaterstanden van kaartvlakken worden GHG's en GLG's tot klassen samengevoegd, de zogenaamde grondwatertrappen (tabel 2.2 en fig. 2.2).

Tabel 2.2 Grondwatertrappen

Grondwatertrap	GHG	GLG
I	-	<50
II	-	50-80
II*	>25	50-80
III	<40	80-120
III*	25-40	80-120
IV	>40	80-120
V	<40	>120
V*	25-40	>120
VI	40-80	>120
VII	>80	>120

Grondwatertrappen

	III
====	V*, Vb
■	VI
⊙⊙⊙⊙	VII

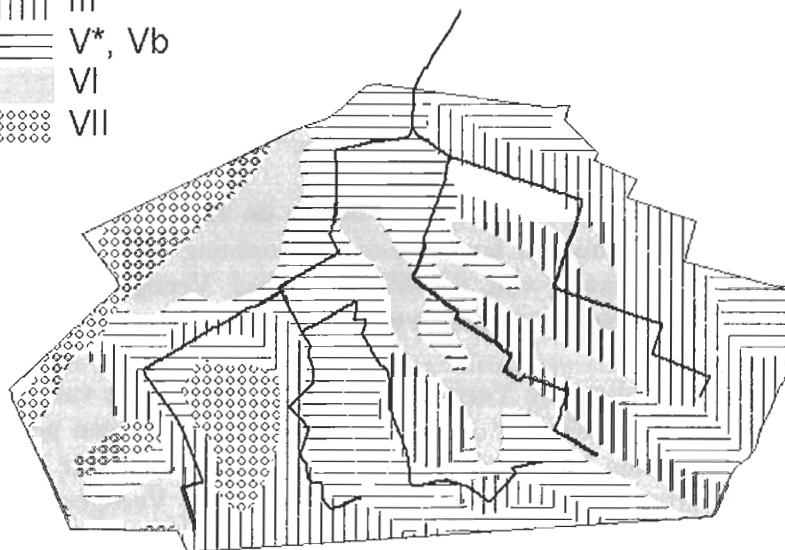


Fig. 2.2 Grondwatertrappen volgens de bodemkaart 1 : 50 000

De gebieden met de diepste grondwaterstand (GT VII) liggen in het westen. Verder lopen er enkele ruggen door het gebied met GT VI. De overige gebieden hebben een Gt III of V* waarbij de GHG ondieper is dan 40 cm-mv.

In de jaren vijftig is door Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN) een kaart vervaardigd van de grondwaterstand in de winter (wintertoestand) en een kaart voor de zomer (zomertoestand). Deze kaarten geven voor de wintersituatie overwegend een grondwaterstand tussen 20-40 cm-mv, twee plekken zijn natter en in de noordwesthoek is een plek droger. Ten opzichte van de Gt-kaart is de natte plek in het westen droger geworden namelijk naar een GT VI en V*, dit duidt op drogere omstandigheden in de winter. Op de natte plek in het zuidoosten zijn de huidige Gt's III, V* en VI, dit duidt voor V* en VI op drogere omstandigheden in de winter. In de zomer waren de grondwaterstanden overwegend tussen de 100 -140 cm, in westelijke richting zakte de grondwaterstand in de zomer dieper weg.

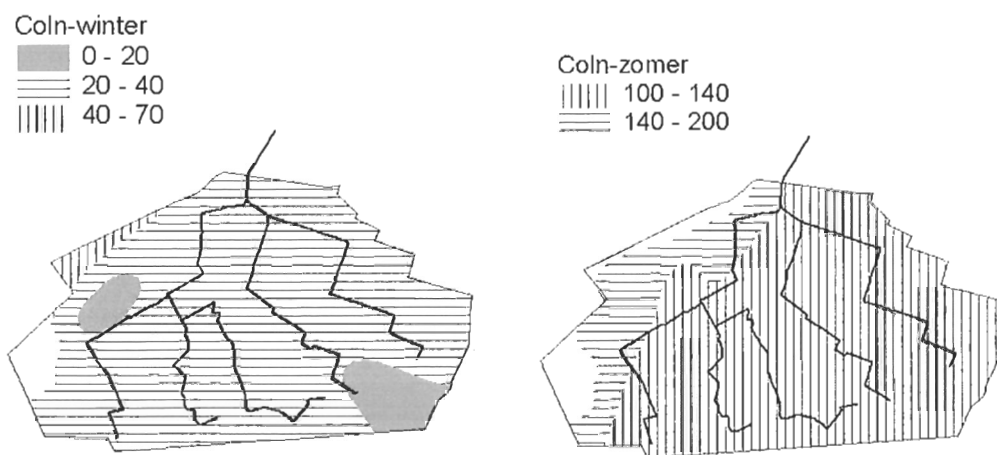


Fig. 2.3 Grondwaterstanden in winter en zomer

2.5 Waterhuishouding

Oorspronkelijk, tot 1801, heeft het lage gebied tussen de Lochemerberg en het Grootte Veld, waarin De Wildenborch ligt, in zuidelijke richting afgewaterd op de Baaksche Beek. Door het graven van de Wildenborchse Veengoot werd een aansluiting, in noordelijke richting, op de Berkel verkregen.

Het stroomgebied van Wildenborchse Veengoot heeft een oppervlakte van 680 ha. In 1958 is op 1 km voor de aansluiting op de Barchemse Veengoot een gemaaltje geplaatst, dat bij hoge afvoeren het peil handhaaft. De afvoer kan onder normale omstandigheden plaatsvinden via vrije lozing naar de Barchemse Veengoot tot een niveau van 11,00 m +NAP. Zodra het peil stijgt tot boven de 11,15 m +NAP, treedt het gemaaltje in werking. Dit gemaaltje heeft een capaciteit van 10 mm/d.

De laatste beïnvloeding van de waterhuishouding, voorafgaand aan de recente ingrepen uit de negentiger jaren, dateert uit 1960, toen is een gedeelte van de Afwatering van Groenouwe gegraven en zijn de meeste waterlopen in het stroomgebied opnieuw geprofileerd en 50 cm verdiept (Jansen et al., 1994).

De lengte alsmede de dichtheid aan waterlopen in het afwateringsgebied bovenstreams het gemaal is ontleend aan de Top10vector-bestanden van de Meetkundige Dienst. In dit bestand worden 4 klassen aan waterlopen onderscheiden, waarvan voor het bemalingsgebied de totale lengte en de slootafstand is bepaald nl.:

- Greppels en droogvallende waterlopen, lengte 37895 m, slootafstand 169 m;
- Waterlopen smaller dan 3 m, lengte 17369 m, slootafstand 389 m;
- Waterlopen breder dan 3 m, lengte 1330 m, slootafstand 5083 m;
- Waterlopen breder dan 6 m/Oeverlijn, lengte 4035 m, slootafstand 1675 m.

De totale lengte aan waterlopen bedraagt 62628 m, de bijbehorende slootafstand bedraagt 108 m.

Via inlaat Lochem kan water worden ingelaten vanuit de Berkel op de Barchemse Veengoot en vervolgens worden opgemalen tot het aansluitende pand van de Barchemse Veengoot door het gemaal Barchemse Veengoot (maalpeil 10,95 m+ NAP). Het inlaatgebied beslaat o.a. het noordelijke deel van het landgoed. In zeer droge tijden kan het water uit de Berkel worden aangevuld met water uit het Twenthekanaal.

In de omgeving liggen twee grondwaterwinningen ten behoeve van de winning van drinkwater, nl. bij Lochem en Vorden. De winplaats Lochem is gesitueerd op de Lochemerberg, op 4 km ten noordoosten van het landgoed. De gewonnen hoeveelheid bedraagt ongeveer 2,4 miljoen m³ per jaar. De winplaats Dennenwater bij Vorden ligt op 3 km ten westen van het landgoed.

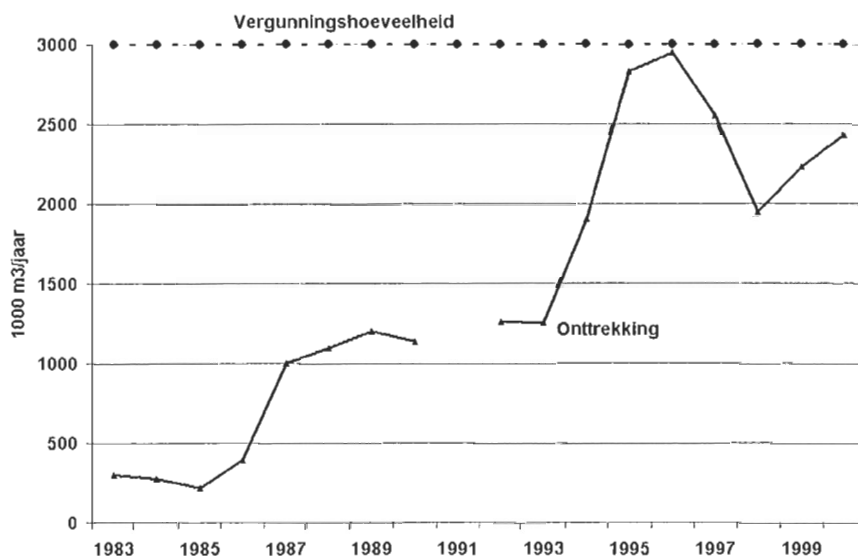


Fig. 2.4 Toename onttrokken hoeveelheden pompstation Vorden.

De onttrekking voor pompstation Vorden is in de loop van de jaren negentig toegenomen (fig. 2.4). Het effect van beide winningen op de grondwaterstand is berekend met een regionaal model (Poelman et al., 1995). De effecten zijn het grootst in de zomer en het geringst in de winter. Door toename winning zal de kwelflux afnemen.

Tijdens de monitoringsperiode van het verdrogingsbestrijdingsproject op De Wildenborch is in het gebied ten zuiden van De Wildenborch het een en ander veranderd in de waterhuishouding. Dit is eveneens met het oog op verdrogingsbestrijding gebeurd.

In de Baakse Beek zelf zijn, na automatisering in de loop van 1999, de oppervlaktewaterpeilen structureel verhoogd, in een ordegruotte van 10 tot 20 cm ter hoogte van de Wildenborch. Op de landgoederen 't Medler en De Wiersse worden sinds het voorjaar van 2000 de peilen in A-watergangen en aangrenzende kavelsloten en rabatbossen, opgezet. Hierbij zijn actuele grondwaterstand en weersvoorspelling richtinggevend. De peilverhogingen variëren van 10 tot 50 cm. In de winterperiode wordt hier niet gestuwd.

In het kader van de verdrogingsbestrijding ten behoeve van het landgoed De Wildenborch zijn nieuwe stuwen geplaatst in de Afwatering van Groenouwe (klepstuw) en de Afwatering van het Kranengoor (schotbalkstuw). De waterlopen, buiten het landgoed, waarin het stuwpeil is verhoogd (fig. 2.5), zijn:

- Afwatering van Groenouwe;
- Waterleiding in Barchem;
- Afwatering van het Kranengoor;
- Afwatering van Groenouwe II (bovenloop).

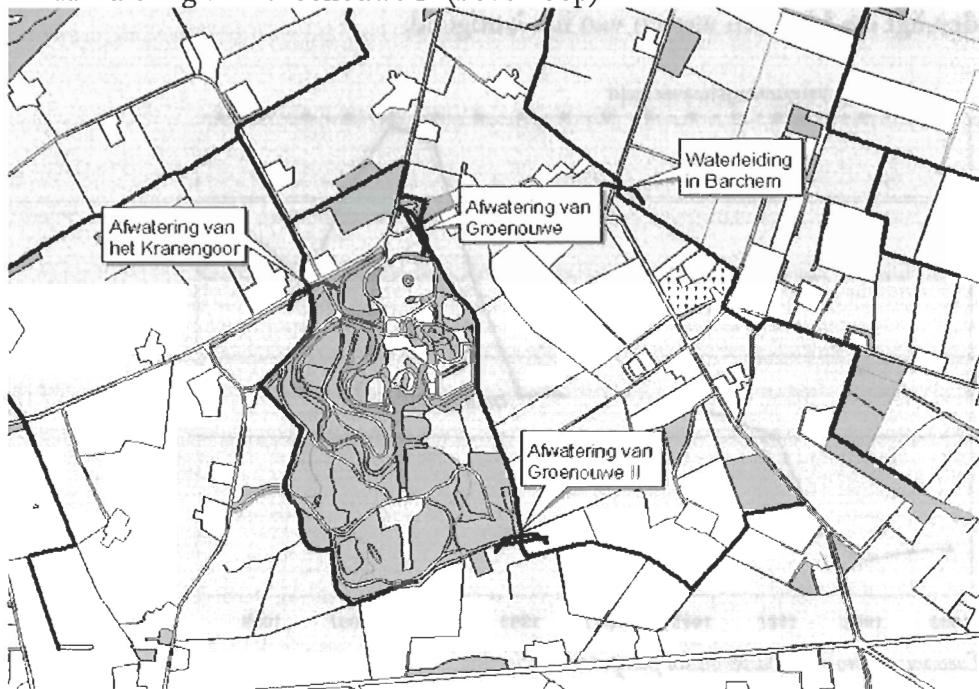


Fig. 2.5 Locatie stuwen buiten het landgoed

Het stuwbeheer in de Afwatering van Groenouwe en de Waterleiding in Barchem heeft een flexibel karakter. Het stuwbeheer vanaf 1 april 1996 is als volgt:

- 1 april-1 november, schakelpunt voor de stuw ligt bij een grondwaterstand bij Wg-02 0,80 - 0,90 m – mv. (11,45-11,35 m+ NAP);
- 1 november - 1 februari, vaste hoge stuwpeilen (nagestreefde oppervlakte-waterpeilen 11,50 m +NAP in Afwatering van Groenouwe en Kranengoor, en 11,80 m+ NAP in Waterleiding in Barchem), dit resulteert in drempelhoogten van 11,35 en 11,70 m+ NAP;
- 1 februari-1 april, nieuwe voorjaarsregeling op basis grondwaterstand bij continue meetpunt (Wg-02), schakelpunt voor de stuw ligt bij grondwaterstand ter plaatse van Wg-02 van 0,33 - 0,43 m – mv. (11,72 m+ en 11,82 m+ NAP).

Indien de grondwaterstand boven het schakelpunt komt, dan worden de stuwen in de Afwatering van Groenouwe en de Afwatering in Barchem in stappen van 10 cm bijgesteld.

In de Afwatering van het Kranengoor en de Afwatering van Groenouwe II worden vaste peilen gehanteerd, schotbalken op resp. 11,34 en 11,78 m+ NAP (oorspronkelijk peil was 11,68 m+ NAP).

Op het landgoed "De Wildenborch" zijn in 1995 door Staatsbosbeheer gedeelten van sloten uitgediept tot NAP +11,30 m (fig. 2.6), verder zijn enkele duikers geplaatst (diameter 400 mm) om de doorstroming te garanderen. Vanaf 4 februari 1998 zijn vier stuwen afgeregeld naar de volgende hoogten:

- stuw 1: 11,53 m+ NAP;
- stuw 2: 11,47 m+ NAP;
- stuw 3: 11,59 m+ NAP;
- stuw 4: 11,32 m+ NAP.

In het noordelijke deel van het landgoed liggen nog twee stuwen, deze worden beheerd door de eigenaar de heer Staring:

- stuw 5: 11,82 m+ NAP (Zuidoost Staring),
- stuw 6: 11,46 m+ NAP (Noordoost Staring).

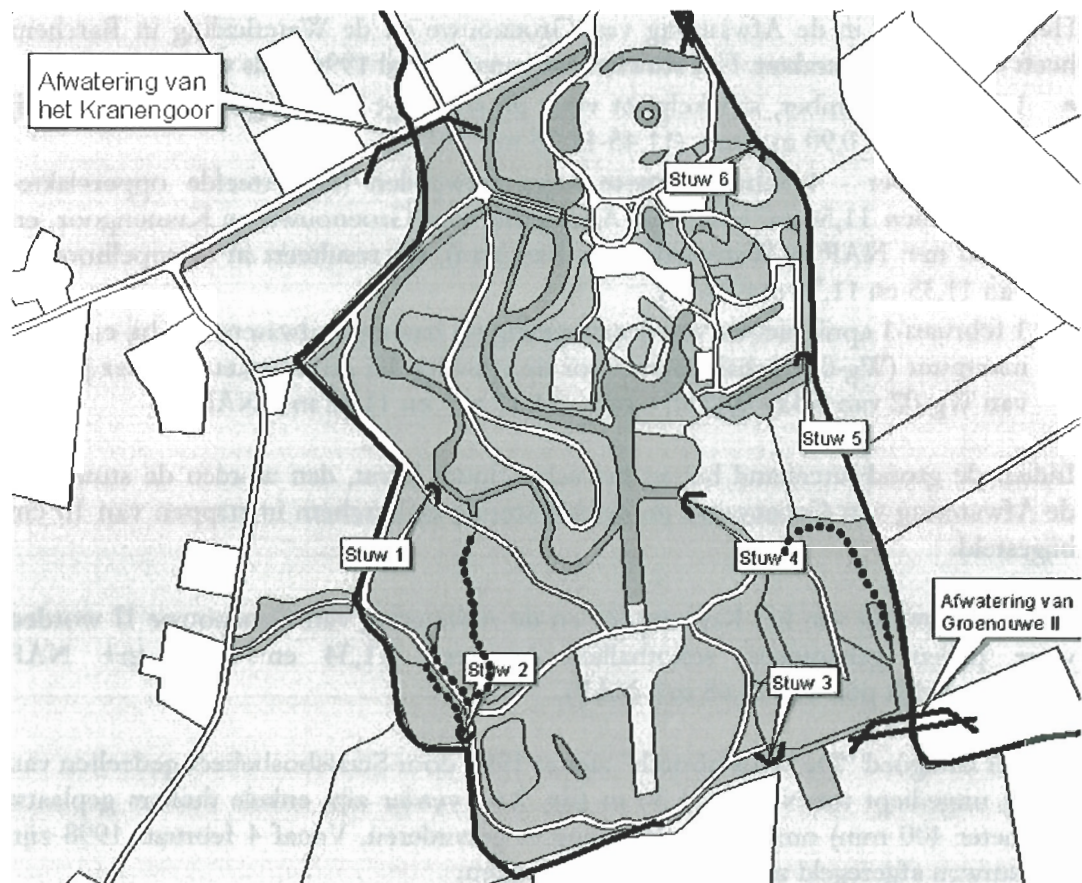


Fig. 2.6 Locatie stuwen SBB en uitgediepte sloottrajecten(.....)

3 Hydrologie van bodem en grondwater

3.1 Inleiding

Vanaf 1 april 1996 wordt het nieuwe stuwbeheer gevoerd. Om de effecten van de ingrepen te kwantificeren is een monitoringprogramma uitgevoerd. Dit programma bestaat uit het verzamelen van meetgegevens en het vervolgens kwantificeren van de effecten door middel van modelberekeningen. Gedurende het onderzoek op de Wildenborch is een ander project, genaamd "Omgaan met vernatting" uitgevoerd in de omgeving van landgoederen "De Wildenborch" en "De Wiersse", voor zover mogelijk is gebruik gemaakt van gegevens uit dit project. In dit hoofdstuk wordt vooral ingegaan op de landbouwkundige effecten, de effecten van de ingrepen op het landgoed worden beschreven in hoofdstuk 4.

3.2 Hydrologische gegevens

Voor de beschrijving van de hydrologie van het gebied zijn de volgende gegevens verzameld:

- meteorologische gegevens;
- grondwaterstanden;
- oppervlaktewaterstanden;
- afvoeren;
- draagkracht.

Deze hydrologische gegevens worden in de volgende paragrafen besproken.

3.2.1 Meteo-gegevens

De grond- en oppervlaktewaterstanden in de omgeving van "De Wildenborch" worden mede bepaald door de meteorologische omstandigheden, daarom wordt allereerst het gedrag van de neerslag en de verdamping gedurende de monitoringperiode besproken.

De maandelijkse totalen voor de neerslaghoeveelheid van station Almen, en de referentie -gewasverdamping voor station Hupsel zijn weergegeven in aanhangsel 5.

In fig. 3.1 is voor het tijdvak september 1995 - december 2000 de maandelijkse neerslaghoeveelheid en de normaalwaarde weergegeven. In tabel 3.1 staan de natste (> 120 mm) en de droogste (< 20 mm) maanden weergegeven.

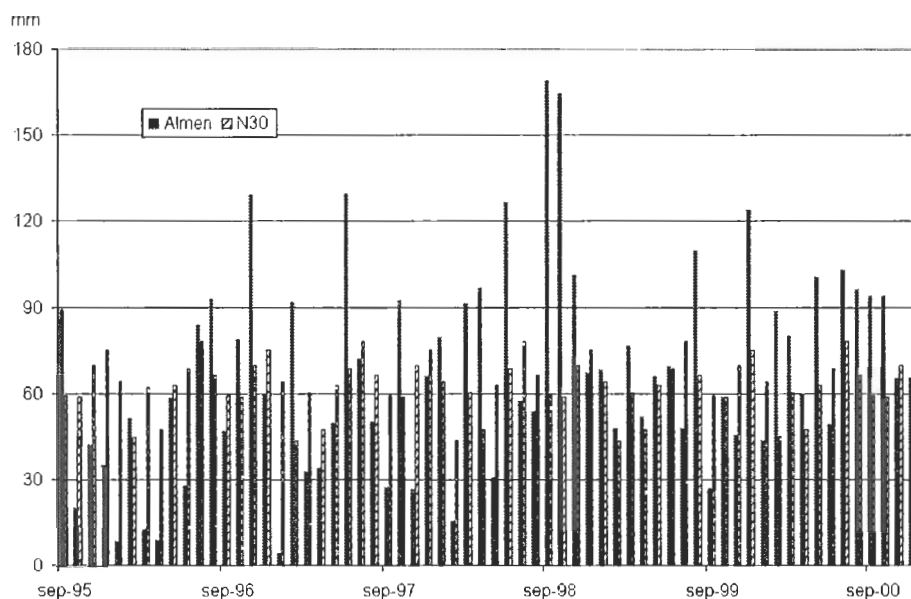


Fig. 3.1 Maandelijkse neerslag en Normaalwaarde voor station Almen

Tabel 3.1 Natte en droge maanden

Natte maanden > 120 mm	Droge maanden < 20 mm
November 1996	Januari 1996;
Juni 1997	Maart 1996
Juni 1998	April 1996;
September 1998	Januari 1997.
Oktober 1998;	
December 1999.	

Het jaar 1998 is vertegenwoordigd met 3 natte maanden. Droge maanden, dwz minder dan 20 mm neerslag, komen vooral voor in 1996:

De Normaalwaarde (N30) voor de jaarlijkse hoeveelheid neerslag voor Almen bedraagt 753,6 mm. De normaalwaarde (N30) voor de maandelijkse neerslag van de maand januari is de gemiddelde neerslaghoeveelheid van alle januari-maanden in het tijdvak 1961-1990.

Binnen een maand kan de neerslag aanzienlijk variëren. De dagen met de grootste neerslaghoeveelheid staan weergegeven in tabel 3.2. In de beschouwde monitoringperiode komen in totaal 23 dagen voor met een hogere neerslagintensiteit dan 20 mm/d.

Tabel 3.2 Dagen met hoge neerslagintensiteiten in de periode 1 oktober 1995- 31 oktober 2000

Datum	Neerslag (mm)	Datum	Neerslag (mm)
15-sep-98	43,7	3-mei-00	24,5
28-okt-98	39,9	23-apr-00	23,6
30-jun-97	35,0	7-jun-98	22,6
24-jul-96	32,9	14-sep-98	22,4
2-aug-00	32,6	25-feb-00	22,3
17-sep-98	31,5	17-mei-00	22,2
29-aug-96	29,6	20-aug-00	21,9
21-sep-00	29,4	1-okt-96	21,5
07-mrt-98	29,0	1-okt-99	21,2
17-aug-99	28,9	1-nov-98	20,9
6-jul-97	28,0	25-okt-98	20,2
5-jul-99	25,2		

De natste dag in de beschouwde periode was 15 september 1998 met 43,7 mm.

Grote neerslaghoeveelheden zijn van invloed op het oppervlaktewaterpeil. Of het peilgebied het waterbezwaar kan afvoeren is afhankelijk van de neerslaghoeveelheid, verdamping, bergingscapaciteit van bodem en waterlopen en de afvoermogelijkheden bij het gemaal "De Wildenborch". In Fig. 3.2 is de overschrijdingskans weergegeven voor k-daagse neerslagsommen. Een k-daagse neerslagsom voor k=3 is de som van de neerslag voor een periode van 3 aaneengesloten dagen.

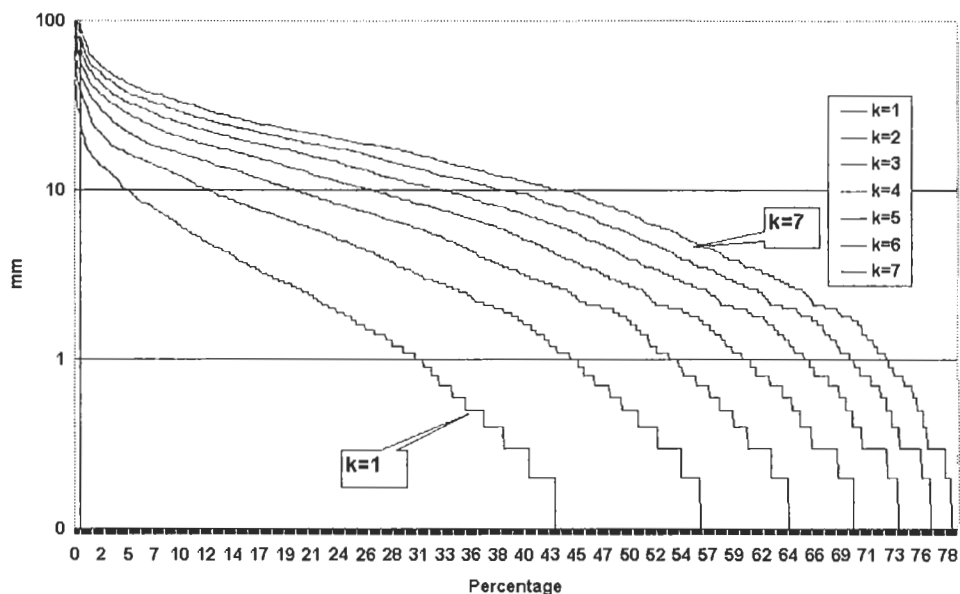


Fig. 3.2 Overschrijdingskans voor k-daagse neerslagsommen (station Almen periode 1995-2000)

De hoogste waarden voor de k-daagse neerslagsommen met de periode is weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3. K-daagse neerslagsommen en periode

lengte periode	Periode	Neerslag (mm)
k=1	15 sept 1998	43,7
k=2	14-15 sept 1998	66,1
k=3	15-17 sept 1998	80,7
k=4	14-17 sept 1998	103,1
k=5	13-17 sept 1998	111,5
k=6	12-17 sept 1998	115,5
k=7	11-17 sept 1998	120,6

Uit tabel 3.3 blijkt dat de periode voorafgaande aan 17 september 1998 de natste periode is geweest binnen de monitoringperiode.

De verdamping vertoont een jaarlijkse gang. Over de periode januari -december varieert de referentiegewasverdamping tussen minimaal 508,5 mm (1998) en maximaal 601,6 mm (1999).

De aanvulling van het grondwater wordt bepaald door het verschil in neerslag en werkelijke verdamping (neerslagoverschot) en bodemberging.

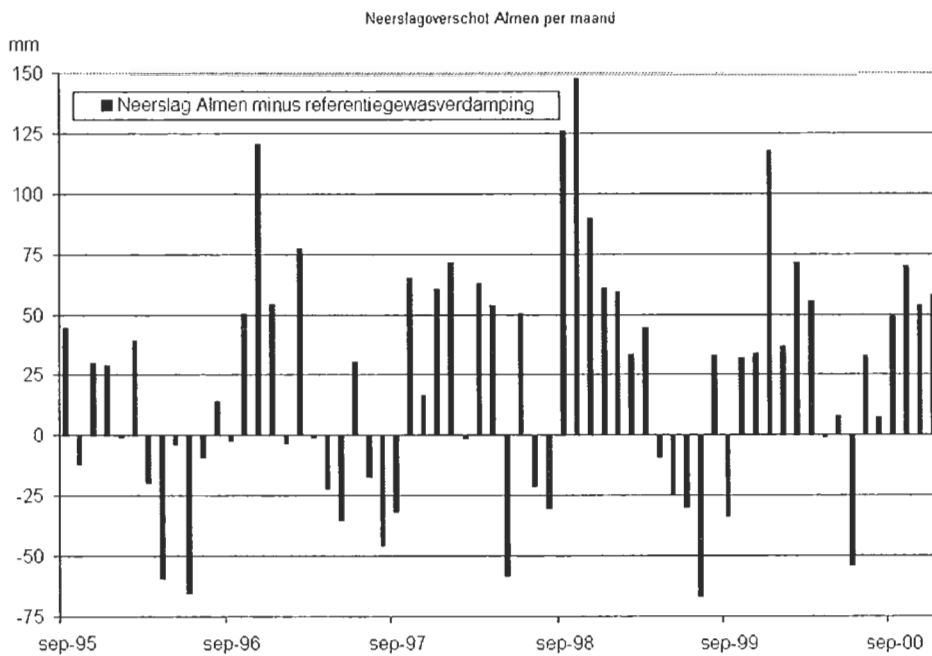


Fig.3.3 Neerslag (Almen) - referentiegewasverdamping voor station Hupsel

De maandelijkse waarde voor het neerslagoverschot, neerslag – referentiegewasverdamping (E_{ref}), staat weergegeven in figuur 3.3. Overwegend is er in de winter een neerslagoverschot en in de zomer een tekort.

In tabel 3.4 zijn de neerslagoverschotten voor de winter- en zomerperiode weergegeven.

Tabel 3.4 Neerslagoverschot in de winter en zomerperiode

Neerslagoverschot					
Winterperiode oktober-april			Zomerperiode april-oktober		
	N-E _{ref} mm	N30-E _{ref} mm		N-E _{ref} mm	N30-E _{ref} mm
'95-'96	65.7	271.6	1996	-125.0	-61.2
'96-'97	298.9	274.5	1997	-121.1	-101.1
'97-'98	274.4	274.4	1998	120.1	-31.8
'98-'99	435.8	282.4	1999	-131.1	-120.7
'99-'00	348.0	280.3	2000	42.5	-78.2

Uit tabel 3.4 volgt dat winter '95-'96 droog is geweest (neerslagoverschot is slechts 65,7 mm) terwijl de winters van '96-'97 en '97-'98 relatief normaal waren, de winter van '99-'00 was nat en de winter '98-'99 was extreem nat (neerslagoverschot 435,8 mm). Voor de zomerperiode geldt dat de zomer van 1996, 1997 en 1999 relatief normaal zijn geweest en de zomer van 2000 was nat en 1998 was extreem nat (neerslagoverschot van 120,1 mm).

Tabel 3.5 Neerslagoverschot voor verschillende tijdvakken

	Neerslag Mm	Verdamping mm	Neerslagover- schot mm	Percentage droogjaar
Periode januari-december				
1996	657,8	538,8	119	20
1997	675,2	580,9	94,3	20
1998	1053,3	508,5	544,8	90
1999	792,3	601,6	190,7	30
2000	939,6	551,4	388,2	80
Periode april-september				
1996	318,3	443,3	-125	30
1997	362,1	483,2	-121,1	30
1998	534	413,9	120,1	80
1999	371,7	502,8	-131,1	20
2000	502,8	460,3	42,5	70
Periode januari-april				
1996	80,6	120,8	-40,2	<3
1997	162,2	110,8	51,4	10
1998	283,2	97	186,2	80
1999	244,4	115,4	129,0	55
2000	271,8	108,8	163,0	75

Het jaarlijkse neerslagoverschot over de periode januari 1996 - december 2000 varieert tussen 94,3 mm (1997) en 544,8 mm (1998) en is gemiddeld 197,4 mm (N30-referentiegewasverdamping (N30=753,6 mm, E_{ref}=556,2 mm). In tabel 3.5 is voor de perioden januari - april, april - september en januari - december het neerslagoverschot, gebaseerd op de meteostations Almen en Hupsel, vergeleken met de verdeling van het neerslagoverschot over de periode 1959-1988, gebaseerd op meteorologische gegevens van weerstation Twente (Massop et al, 1994). Door deze vergelijking is een benadering te geven van de droogtegraad. Het jaar 1996, met een neerslagoverschot van 119 mm, is bij benadering een 20 % droogjaar (80% van de

jaren met een groter neerslagoverschot). Ook het jaar 1997 is bij benadering een 20% droog jaar, terwijl 1998 en 2000 bij benadering uitkomen op een 90% en 80% droog jaar en 1999 weer een 30% droogjaar is.

Uit tabel 3.5 blijkt hoe droog het voorjaar van 1996 is geweest, met een neerslagtekort van ca 40 mm tegen een overschot van ca 120 mm voor een normaal jaar. De jaren 1998 en 2000 lijken qua natheid enigszins op elkaar, waarbij 1998 enigszins natter was dan het jaar 2000.

De maandelijkse verschillen tussen de gemeten neerslag en het langjarig gemiddelde (N30) kunnen groot zijn. De referentiegewasverdamping vertoont een jaarlijkse gang, maar de verschillen tussen de jaren onderling zijn minder groot. Uit figuur 3.4 blijkt dat het cumulatief neerslagoverschot het eerste meetjaar achterblijft bij het langjarig gemiddelde (droge periode), vervolgens blijft het verschil relatief constant, terwijl in 1998 het verschil wordt tenietgedaan, in 1999 en 2000 neemt het verschil weer toe.

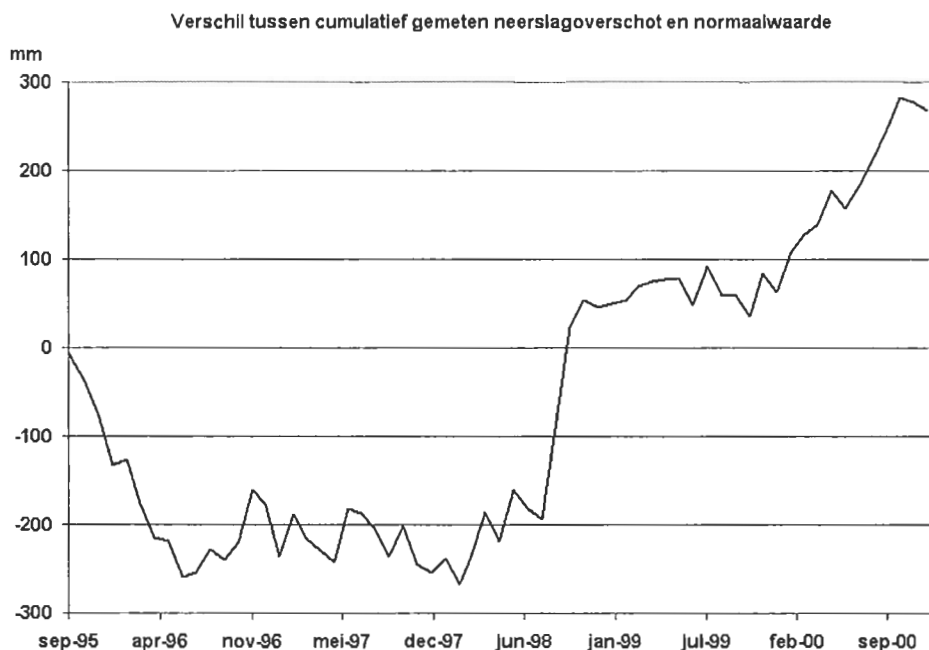


Fig. 3.4 *Verskil tussen gemeten cumulatief neerslagoverschot en langjarig gemiddelde.*

Het verschil in neerslagoverschot tussen de normaalwaarde (periode 1961-1990) en de monitoringperiode is ca 270 mm. Dit betekent dat de beschouwde monitoringperiode natter is geweest dan normaal, dit wordt voornamelijk bepaald door de jaren 1998 en 2000.

Concluderend kunnen we stellen dat de monitoringperiode wordt gekenmerkt door grote verschillen tussen de weerjaren, het voorjaar van 1996 was extreem droog en de jaren 1998 en 2000 waren extreem nat. Verder komen in de beschouwde periode enkele korte perioden voor met hoge neerslagintensiteiten.

3.2.2 Grondwaterstanden

Om het effect van de uitgevoerde maatregelen, het verhogen van de drainagebasis, vast te stellen, is in overleg met de betrokken agrariërs het bestaande meetnet uitgebreid met een meetraai van grondwaterstandbuizen. De extra locaties zijn vooral gesitueerd op de lage plekken. Op 22 locaties worden grondwaterstanden gemeten. De metingen worden elke 14 dagen, op de 14^e en de 28^e van de maand, uitgevoerd door het waterschap. Op aanhangsel 1 staan de locaties van de meetpunten weergegeven. Op enkele locaties worden dagelijks grondwaterstanden geregistreerd.

In aanhangsel 2 en figuur 3.5 is het grondwaterstandverloop weergegeven voor meetpunt Wg-02. Op deze locatie wordt sinds 1993 door het waterschap dagelijks de grondwaterstand geregistreerd. Uit de tijdstijghoogtelijn voor dit meetpunt is af te leiden dat de grondwaterstand zich gedurende de winterperioden veelal in of nabij het maaiveld bevindt. Een uitzondering is de winter van '95/'96.

In de overige jaren duren de perioden met hoge grondwaterstanden veelal voort tot in april met uitschieters tot juni, alleen 1996 vormt hierop een uitzondering en in mindere mate 1997.

De grondwaterstand kan sterk reageren op een neerslaggebeurtenis. Enkele tijdstippen waarop bijv. de grondwaterstand in de periode januari 1999 –december 1999, als gevolg van neerslag in korte tijd snel stijgt zijn:

- Op 4 april 1999 valt 7,4 mm neerslag, de grondwaterstand stijgt tussen 3-4 april van 0,43 naar 0,22 m-mv, het tijdsverschil kan worden verklaard doordat de neerslag 's morgens wordt afgelezen en genoteerd op de dag van aflezing, terwijl de neerslag mogelijk de vorige dag is gevallen;
- Tussen 11-14 april valt 18,8 mm neerslag, als gevolg daarvan stijgt de grondwaterstand in deze periode van 0,42 naar 0,17 m- mv;
- Op 6 mei valt 17,4 mm, de grondwaterstand stijgt tussen 5 -6 mei van 0,66 -0,44 m-mv;
- In de periode 30-31 mei valt 14,9 mm neerslag; de grondwaterstand stijgt in deze periode 0,74-0,47 m-mv;
- Tussen 3-8 juli valt 34,9 mm neerslag, de grondwaterstand stijgt als gevolg hiervan tussen 4 en 5 juli van 0,86 - 0,31 m-mv;
- Op 12-14 december valt 35,5 mm neerslag, de grondwaterstand stijgt in deze periode 0,69- 0,15 m-mv.

Snel stijgende grondwaterstanden volgen meestal op korte perioden met hoge neerslagintensiteiten.

In hetzelfde tijdvak zijn 4 perioden te onderscheiden waarin de grondwaterstand gedurende langere tijd uitzaakt als gevolg van drogere perioden:

- Periode 23 april- 5 mei waarbij de grondwaterstand uitzaakt van 0,15 naar 0,66 m-mv, in deze periode valt slechts 2,6 mm neerslag;
- Periode 12 mei – 29 mei, uitzakking van 0,22 m- mv naar 0,74 m- mv, bij een neerslag van 18,2 mm;

- Periode 6 juni – 19 juli uitzakking van 0,27 m- mv naar 0,80 m- mv, de neerslag over deze periode bedraagt 4,3 mm;
- Periode 5 juli – 4 november uitzakking van 0,37 m- mv naar 1,26 m- mv, in deze periode valt een hoeveelheid neerslag van 244,7 mm.

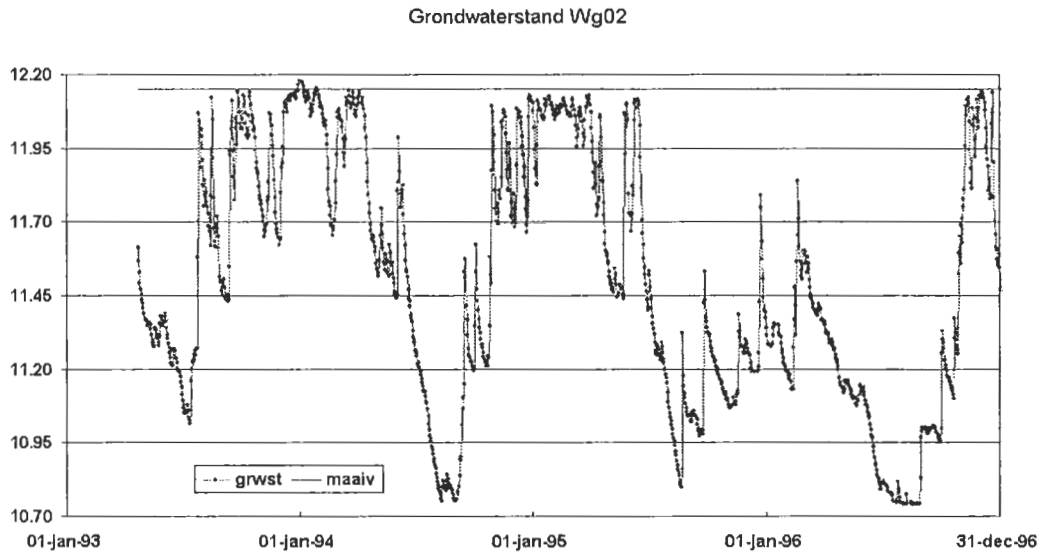


Fig. 3.5a Grondwaterstanden ter plaatse van Wg-02(maaiveld 12.15 m+ NAP) over de periode 1993-1996

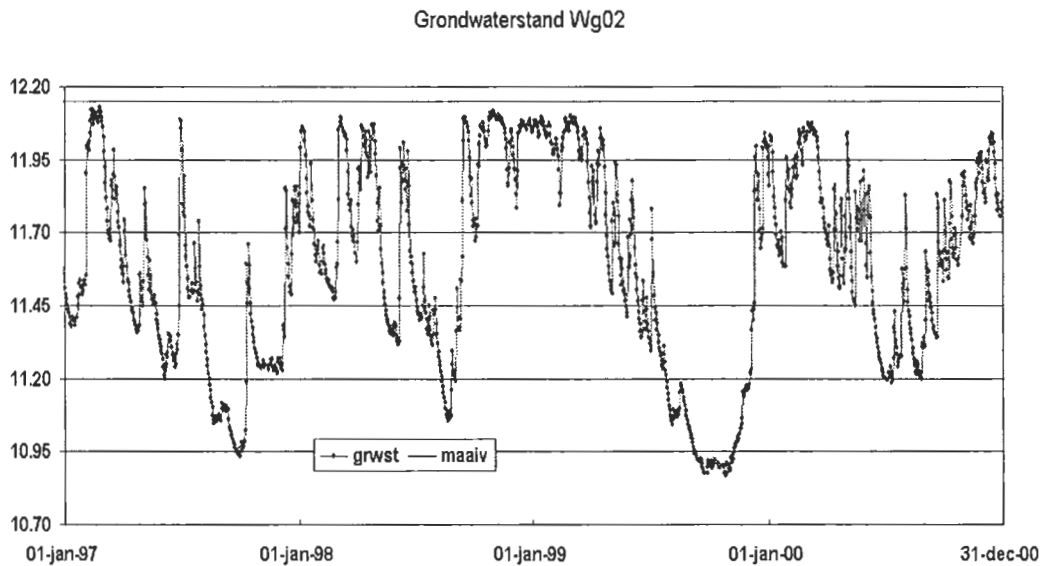


Fig. 3.5b Grondwaterstanden ter plaatse van Wg-02(maaiveld 12.15 m+ NAP) over de periode 1997-2000

In figuur 3.6a en 3.6b zijn de grondwaterstanden voor 1993 - 1996 en 1997 - 2000 over elkaar geprojecteerd. Duidelijk is te zien dat in de periode januari tot april veelal zeer hoge grondwaterstanden voorkomen. Het jaar 1998 heeft vanaf september zeer

hogere grondwaterstanden. Deze hoge grondwaterstanden zijn duidelijk gerelateerd aan de nattere omstandigheden in 1998.

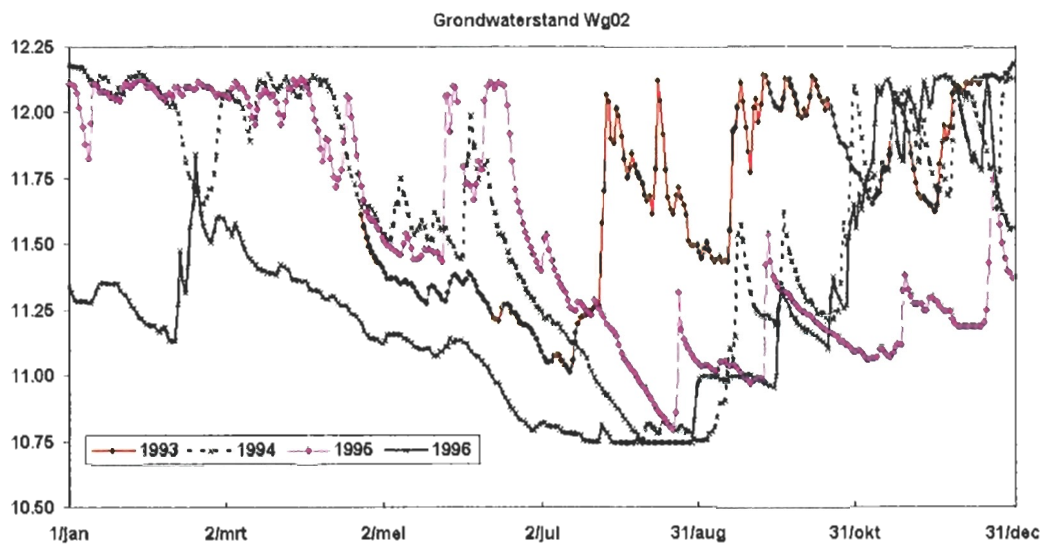


Fig. 3.6a Grondwaterstanden in 1993 , 1994, 1995 en 1996

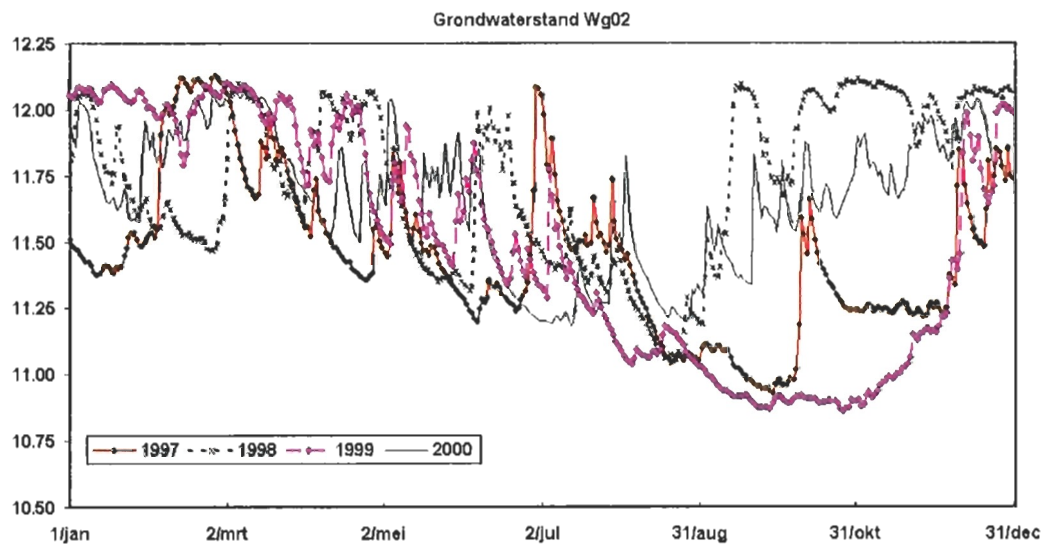


Fig. 3.6b Grondwaterstanden in 1997, 1998, 1999 en 2000

In figuur 3.6 is te zien in welke periode hoge grondwaterstanden voorkomen, de mate waarin hoge grondwaterstanden voorkomen is inzichtelijk gemaakt door per jaar een procentuele verdeling te maken van de diepte van de grondwaterstanden (figuur 3.7).

Van de 7 beschouwde jaren heeft 1998 dus de hoogste grondwaterstanden en 1996 de laagste. Verder bevindt de grondwaterstand zich gedurende een groot aantal dagen in het jaar dicht onder het maaiveld. Als we kijken naar het aantal dagen dat de grondwaterstand bijna in maaiveld staat, hiervoor is het niveau van 10 cm-mv aangehouden, dan is dit in de jaren 1994, 1995 en 1998 gedurende ca 25 % van de meetdagen het geval, terwijl dit in 1999 ca. 12 % en in 2000 slechts 3 % van het aantal meetdagen betreft.

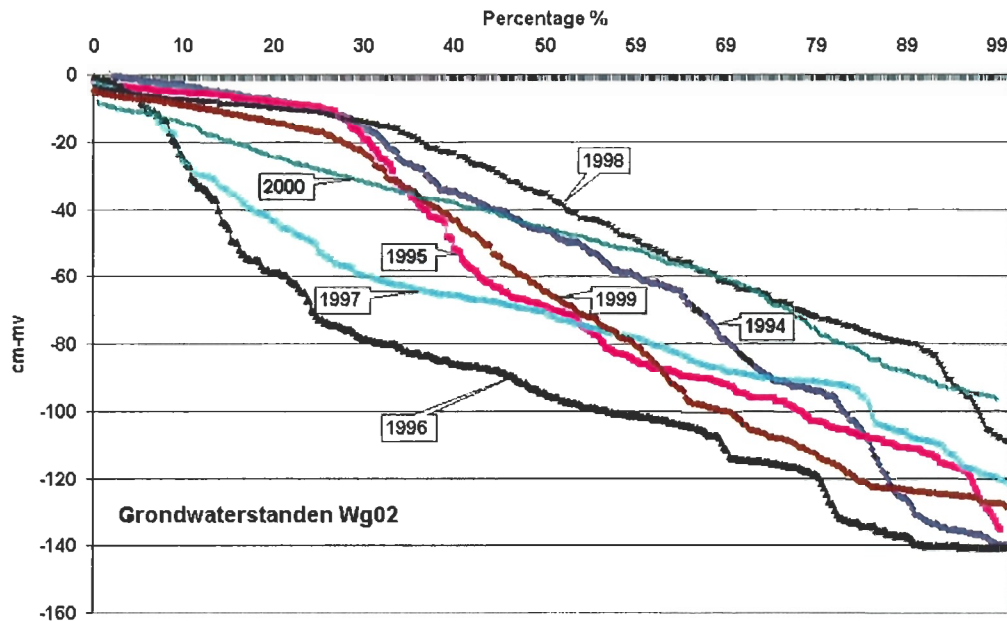


Fig. 3.7 Relatieve cumulatieve frequentieverdeling voor de jaren 1994-2000 voor meetpunt Wg02.

Van de 7 beschikbare meetjaren voor WG-02 hebben de jaren 1994, 1995 en 1996 betrekking op de periode zonder stuwbeheer, en de jaren 1997, 1998, 1999 en 2000 op de periode met stuwbeheer. De hoge grondwaterstanden voor 1998 zijn verklaarbaar door natte meteorologische omstandigheden. In 1997 en 1999 komen minder extreem hoge grondwaterstanden voor dan in de jaren 1994, 1995 en 1998, wel zakt de grondwaterstand in 1997 en 1999 minder diep uit dan in de periode 1994-1996.

In tabel 3.6 is het aantal dagen weergegeven dat de grondwaterstand ondieper is dan 30 cm-mv. Tabel 3.6 en figuur 3.6 geven aan dat in het voorjaar veelal hoge grondwaterstanden voorkomen, zowel in de situatie met als zonder stuwen.

Tabel 3.6 Aantal dagen per maand met grondwaterstand ondieper dan 30 cm-mv

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
jan	31	30	0	0	12	31	11
febr	15	28	0	24	0	25	24
maart	31	30	0	13	15	30	23
april	17	15	0	0	26	17	1
mei	0	6	0	1	3	2	7
juni	2	11	0	1	11	1	1
juli	0	0	0	4	0	0	0
augustus	0	0	0	0	0	0	0
september	0	0	0	0	13	0	0
oktober	2	0	0	0	24	0	2
november	17	0	21	0	30	0	14
december	19	0	18	3	29	11	18
Totaal	134	120	39	46	163	117	101

Het grondwaterstandverloop in de overige grondwaterstandbuizen is weergegeven in aanhangsel 3. Voor enkele locaties zijn continue reeksen beschikbaar, voor andere locaties zijn continue reeksen berekend op basis van lineaire relaties tussen grondwaterstandbuizen. In aanhangsel 4 is voor de overige grondwaterstandbuizen het 14-daagse verloop van de grondwaterstand weergegeven. Het berekende grondwaterstandsverloop en de gemeten grondwaterstanden voor WG-04 (Aanhangsel 3) voor de winter 1999-2000 vertonen verschillen. Met de lineaire relaties (Aanhangsel 3) worden o.a. grondwaterstanden boven maaiveld berekend, omdat de relatie geen maaiveld "ziet".

Het grondwaterstandverloop in de verschillende grondwaterstandbuizen in de omgeving van de Wildenborch komt sterk overeen met het grondwaterstandsverloop in Wg-02, al is het niveau t.o.v. maaiveld verschillend.

Voor de periode 1993 -2000 was voor meetpunt Wg-02 de GHG 10 cm-maaiveld en de GLG 112 cm-mv. Deze GHG en GLG komt overeen met een Gt III. In tabel 3.7 is het meetpunt vergeleken met de COLN-kaart en de bodemkaart.

Tabel 3.7 Grondwaterfluctuatie ter plaatse van Wg-02 volgens de bodemkaart en de COLN-kaart

	Gt	GHG (cm-mv)	GLG (cm-mv)
COLN	-	20-40	100-140
Bodemkaart	III/V*	0-40/25-40	40-80/ >80
Wg-02	III	10	112

Uit het onderzoek van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (COLN), (Reuter en Kouwe, 1958) uitgevoerd in de periode 1952-1955, is af te leiden dat in het gebied een wintergrondwaterstand van 20-40 cm -maaiveld en een zomergrondwaterstand van 100-140 cm-maaiveld voorkwam.

De wintergrondwaterstand volgens COLN is lager dan de GHG ter plaatse van Wg-02, de GLG valt in het traject van de zomergrondwaterstand. Bij deze vergelijking moeten we bedenken dat het een puntwaarneming betreft, en dat de COLN-kaart niet is gemaakt op basis van de huidige definitie van de Gt. Volgens de bodemkaart 1 : 50 000 ligt meetpunt Wg-02 op de grens van GT III en Gt V*.

In het najaar van 1999 zijn tijdelijk een aantal extra grondwaterstandsbuizen geplaatst in een raai, tussen WG-08 en de kruising van de Wildenborchse weg met de Breede Graven. Deze buizen zijn geplaatst om informatie te verzamelen over intreeverstanden. De extra buizen zijn vooral gesitueerd nabij en in de sloot.

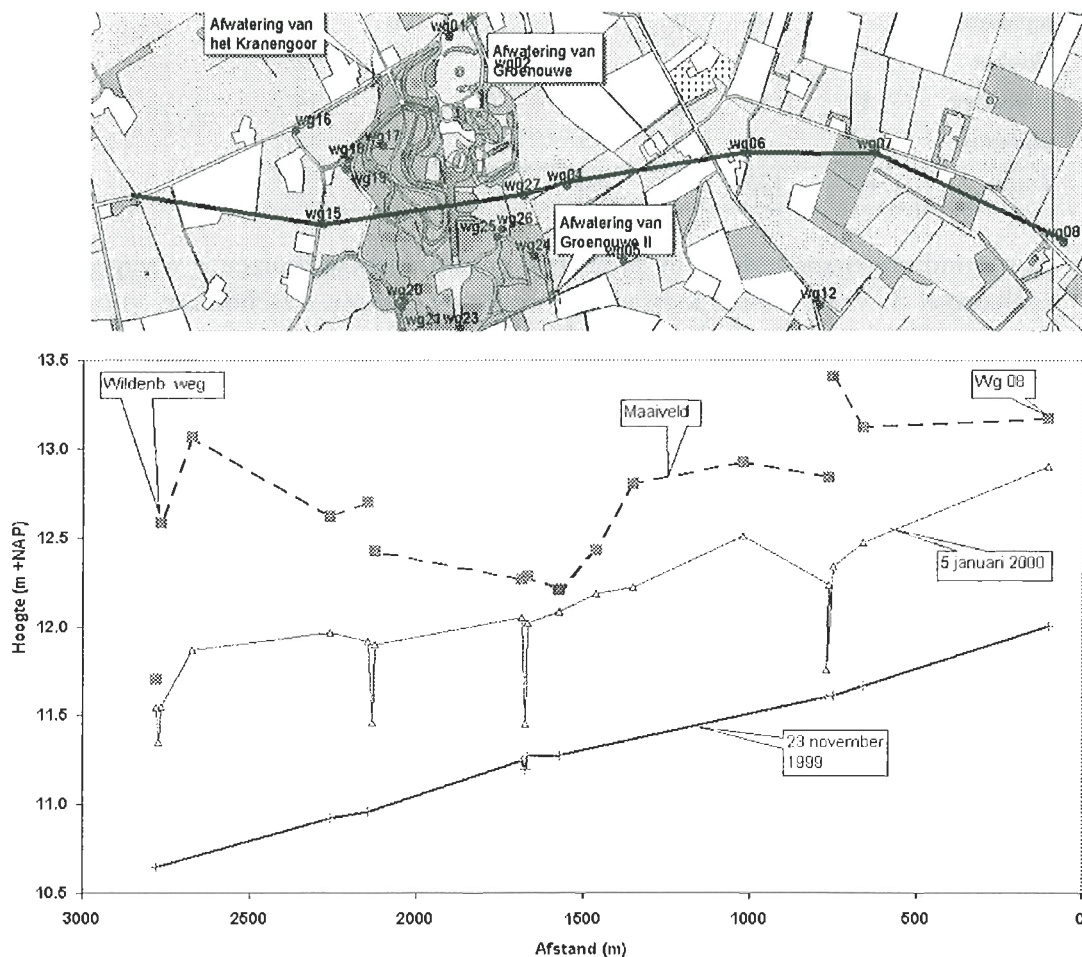


Fig. 3.8 Grondwaterstandverloop op 23 november 1999 en 5 januari 2000 in een raai tussen Wg-08 en de kruising van de Wildenborchse weg met de Breede Graven.

In figuur 3.8 is voor 2 data het grondwaterstandsverloop in een raai tussen Wg-08 en de kruising van de Wildenborchse weg met de Breede Graven weergegeven. De eerste meting is aan het eind van een droge periode op 23 november 1999, op dat moment staan de sloten nog droog. Het grondwater heeft in de raai een verhang van 12,01 naar 10,65 m+NAP over 2680 m. Na 23 november stijgt de grondwaterstand. Als eerste gaat de Afwatering in Barchem afvoeren, de afvoer begint op 6 december. Op 12 december voeren ook de Afwatering van Groenouwe en het Kranengoor af.

De tweede meting, die is weergegeven, is in een afvoersituatie op 5 januari 2000. In figuur 3.8 zijn van rechts naar links, achtereenvolgens de waterlopen, Afwatering in Barchem, Afwatering van Groenouwe, Afwatering van het Kranengoor en de Breede Graven te herkennen. Uit de figuur blijkt verder dat de drainageweerstand vooral is geconcentreerd nabij de waterloop, de weerstand wordt dus voornamelijk bepaald door de radiale en/of intreeweerstand van de waterloop.

3.2.3 Oppervlaktewaterstanden

In figuur 3.9 en aanhangsel 4 en 6 is het verloop van het oppervlaktewater in de Afwatering van Groenouwe weergegeven. Het streefpeil varieert van 11,30 - 11,50 m+ NAP. Uit het verloop van het oppervlaktewaterpeil bij Wg-02 zijn een aantal conclusies te trekken, nl.;

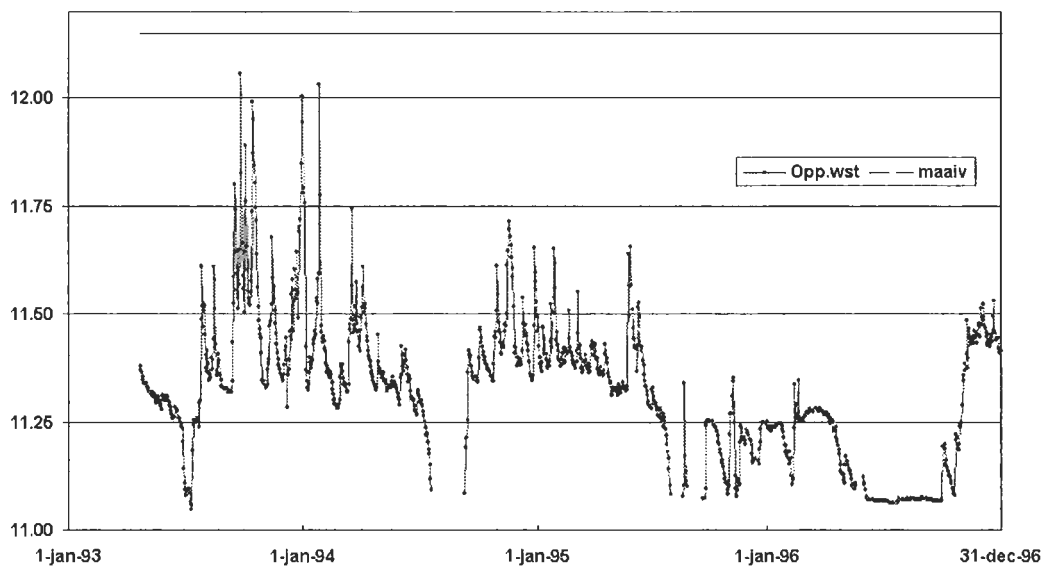


Fig. 3.9a Oppervlaktewaterstand in de Afwatering van Groenouwe, periode 1993-1996

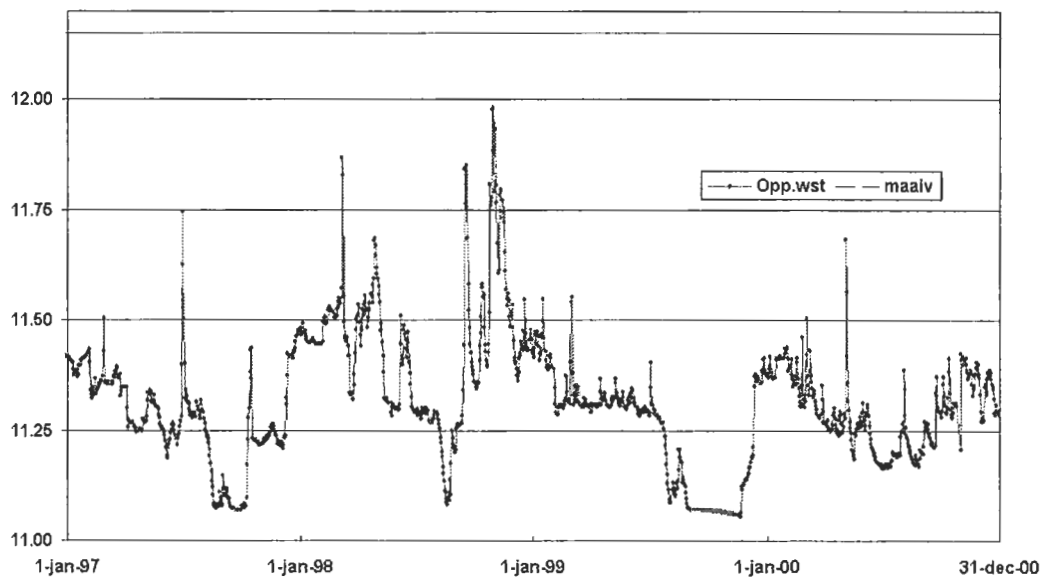


Fig. 3.9b Oppervlaktewaterstand in de Afwatering van Groenouwe, periode 1997-2000

- Sinds de peilmaatregelen is het aantal dagen, gedurende het jaar, waarin de oppervlaktewaterstand boven 11,50 m+NAP stijgt 3 dagen, met uitzondering van het natte jaar 1998.
- In 1998 was het aantal dagen met een oppervlaktewaterpeil boven 11,50 m+NAP 108 dagen.
- In de periode voorafgaande aan de peilmaatregelen was het aantal dagen met een met een peil hoger dan 11,50 m+NAP voor de jaren 1993-1996 resp. 66, 41, 16 en 3 dagen.
- Op 30 juni 1997 stijgt de oppervlaktewaterstand van 11,40 naar 11,74 m+NAP na een neerslag van 35 mm, een bui van 28 mm op 6 juli heeft slechts een beperkte stijging van 11,32 naar 11,34 m+NAP tot gevolg;
- Tussen 1 en 3 maart 1999 stijgt de oppervlaktewaterstand van 11,40 naar 11,54 en 11,55 m+NAP na een neerslag van 29,5 mm op 2 en 3 mei;
- Op 3 mei 2000 stijgt de oppervlaktewaterstand van 11,28 naar 11,68 m+NAP na een bui van 24,5 mm, een bui op 23 april van 23,6 mm heeft nauwelijks effect op de oppervlaktewaterstand;
- Veelal valt gedurende de zomer de waterloop gedurende kortere of langere tijd droog, het tijdstip waarop dit gebeurt verschilt per jaar, alleen in 2000 is de waterloop niet drooggevallen.
- De snelheid van uitzakken in de situatie zonder stuwen:
 - 28 juni 1993- 2 juli 1993 van 11,23 - 11,09 m+NAP (grondwater 11,17-11,09 m+NAP);
 - 17 juli 1994- 21 juli 1994 van 11,19 - 11,09 m+NAP (grondwater 11,09-11,02 m+NAP);
 - 27 juli 1995 - 2 augustus 1995 van 11,20 - 11,08 m+NAP (grondwater 11,20-11,09 m+NAP).

De gemiddelde daalsnelheid bedraagt 3,5; 2,5 en 2 cm/d

- De snelheid van uitzakken in de situatie met stuwen:
 - 12 augustus 1997- 18 augustus 1997 van 11,21 - 11,10 m+NAP(grondwater 11,22-11,10 m+NAP);
 - 8 augustus 1998- 16 augustus 1998 van 11,26 - 11,11 m+NAP(grondwater 11,24-11,10 m+NAP);
 - 25 juli 1999 - 2 augustus 1999 van 11,27 - 11,12 m+NAP(grondwater 11,26-11,09 m+NAP).
 De gemiddelde daalsnelheid bedraagt 1,8; 1,9 en 1,9 cm/d.
- Het sneller uitzakken van de oppervlaktewaterstand in 1993 en 1994 wordt veroorzaakt door diepere grondwaterstanden, terwijl voor 1995, 1997, 1998 en 1999 dezelfde zakkingsnelheden worden gevonden.

De tijdelijk optredende hoge oppervlaktewaterstanden zijn verklaarbaar als gevolg van de hoge neerslagintensiteiten gedurende korte perioden, en de beperkte maalcapaciteit van het gemaal 'De Wildenborch' nl. 10 mm/d. Hierdoor kan bij een hoge neerslagintensiteit gedurende korte tijd het oppervlaktewaterpeil stijgen tot boven het streefpeil. Alleen voor de periode 19 april – 5 mei 1998 is de hoge oppervlaktewaterstand niet verklaarbaar vanuit de neerslag. Mogelijke oorzaken zijn gemaalstoring en begroeiing in de waterloop.

In tabel 3.8 zijn de gemiddelde en maximale grond- en oppervlaktewaterstand weergegeven voor meetpunt WG-02. De gemiddelde oppervlaktewaterstand over winterperiode is in de winter '96/'97 en '97/'98 praktisch gelijk, en ligt voor de winterperiode '98-'99 hoger dan de voorgaande 2 jaren. Voor de winterperiode '99-'00 is het gemiddelde lager dan de voorgaande drie winters. De gemiddelde standen zijn met uitzondering van de winter '98/'99 duidelijk lager dan voor de winterperiode '93/'94 en '94/'95. Wel komen pieken voor boven het niveau van 11,50 m+NAP.

In 1999 staan de sloten droog tot eind november 1999, terwijl de Afwatering van Groenouwe in 2000 niet is droog gevallen.

Tabel 3.8 Gemiddelde en maximale grond- en oppervlaktewaterstand voor Wg-02

Periode	Grondwaterstand		Oppervlaktewaterstand	
	Gemiddeld	Maximum	Gemiddeld	Maximum
'93/'94	11,99	12,18	11,48	12,03
'94/'95	11,85	12,13	11,42	11,72
'95/'96	11,31	11,84	11,22	11,35
'96/'97	11,73	12,14	11,36	11,53
'97/'98	11,56	12,10	11,37	11,87
'98/'99	12,02	12,12	11,45	11,98
'99/'00	11,55	12,08	11,26	11,51
'00/'12/00	11,80	12,04	11,34	11,42

Voor de Waterleiding in Barchem zijn de oppervlaktewaterstanden in tabel 3.9 weergegeven. De gemiddelde oppervlaktewaterstanden zijn ten opzichte van de winter '96/'97 enigszins gedaald. De oppervlaktewaterpeilen in de winter van '98/'99 zijn niet hoger dan de voorgaande jaren, zoals wel bij Wg-02 is gemeten. Bij deze

stuw wordt alerter gestuwd op basis van afspraken omdat hier de landbouwkundige belangen groter zijn, verder heeft een kleine herprofilering van de waterloop plaatsgevonden. De lage gronden bij Wg-02 zijn in het kader van de relatienota verkocht of er is een beheersovereenkomst gesloten.

Tabel 3.9 Gemiddelde en maximale oppervlaktewaterstand voor Waterleiding in Barchem

Periode 1 okt-1 april	Oppervlaktewaterstand	
	Gemiddeld	Maximum
'96/'97	11,66	11,75
'97/'98	11,63	11,82
'98/'99	11,59	11,87
'99/'00	11,57	11,77

Tabel 3.10 Overige gemiddelde oppervlaktewaterpeilen

Meetpunt	Peil (m +NAP)						Waterloop
	'95/'96	'96/'97	'97/'98	'98/'99	'99/'00	'00/dec '00	
Wo-01	11,05	-	-	-	-	-	Afwatering van Groenouwe
Wo-02	11,53	11,67	11,71	11,72	11,70	11,71	Waterleiding in Barchem
Wo-03	11,70	11,85	11,68	11,70	11,70	11,80	Afwatering Van Ten Bokkel
Wo-04	11,05	11,13	11,08	11,23	11,20	11,16	Brede Graven
Wo-05	11,07	-	-	-	-	-	Afwatering v. h. Kranengoer
Wo-07	11,29	11,48	11,57	11,92	11,73	11,73	Afwatering v. h. Kranengoer
Wo-08ben	11,31	11,43	11,42	11,58	11,41	11,52	Afwatering van Groenouwe
Wo-08bov	11,67	11,71	11,56	11,81	11,78	11,82	Afwatering van Groenouwe

De overige oppervlaktewaterstanden (tabel 3.10) zijn in de winter van 1998-1999 veelal hoger dan het gemiddelde in de voorgaande winterperiodes. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de natte weersomstandigheden. De gegevens voor de winter '00-dec '00 hebben betrekking op metingen over de maand oktober-december.

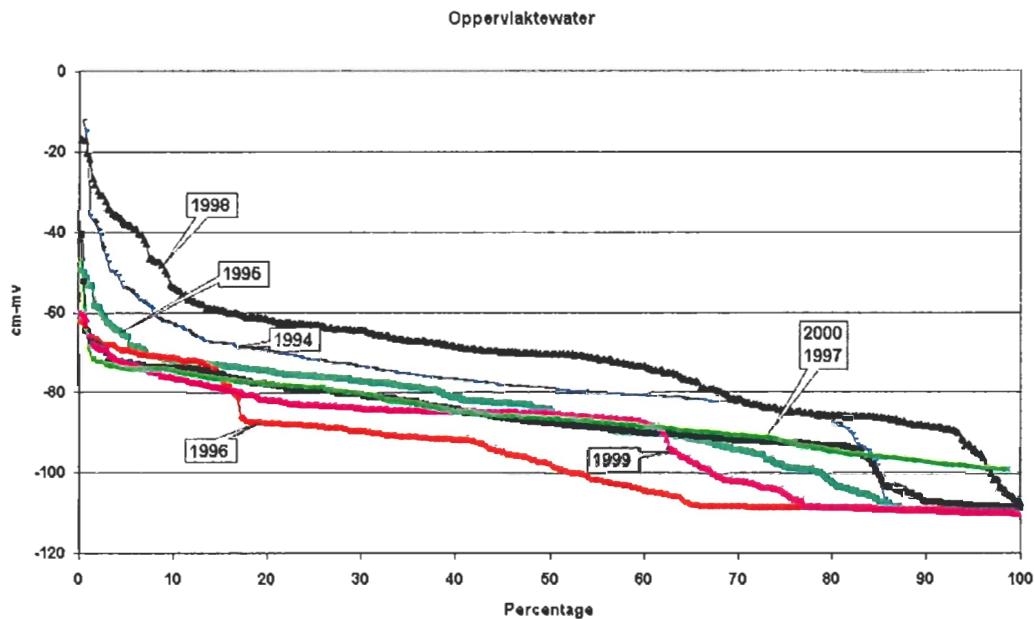


Fig. 3.10 Frequentieverdeling van oppervlaktewaterstanden.

In figuur 3.10 zijn de duurlijnen voor het oppervlaktewater (Wg-02) weergegeven. In het jaar 1998 komen de hoogste oppervlaktewaterstanden, voor gevolgd door 1994 en 1995.

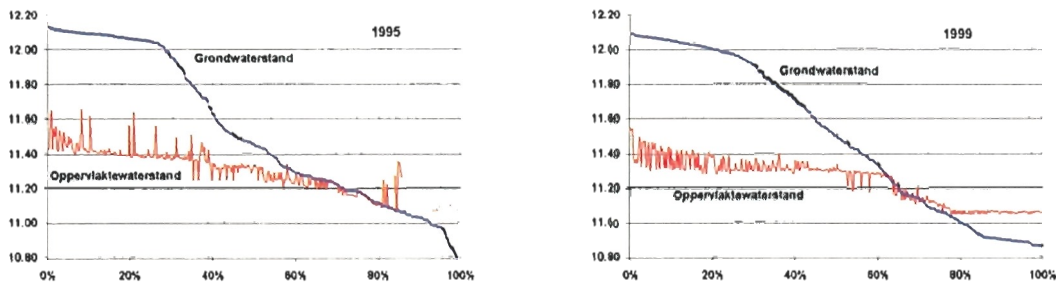


Fig. 3.11 Duurlijn voor grondwaterstand met bijbehorende oppervlaktewaterstand (Afwatering van Groenouwe voor 1995 en 1999.)

In figuur 3.11 zijn de duurlijnen voor de grondwaterstand voor de jaren 1995 (zonder stuwbeheer) en 1999 (met stuwbeheer) uitgezet met de bijbehorende oppervlaktewaterstand. De lijnen benaderen elkaar in 1999 op het niveau van 11,30 m+NAP, dit is 85 cm- mv. De waterloop valt droog vanaf ca 107 cm-mv (11,18 m+NAP), vanaf dit niveau lopen de lijnen niet meer parallel. In 1995 is er nog een verschil tussen grond- en oppervlaktewaterstand in het traject tussen 11,20-11,30 m+NAP, dus de waterloop draineert nog in dit traject hoewel het drukverschil maar klein is. Voor de jaren 1995 - 2000 komen de duurlijnen eveneens samen op het niveau van 85-95 cm-mv. Dit betekent dat de waterloop beneden het niveau van 11,20-11,30 m+NAP nauwelijks draineert. Voor de periode met stuwbeheer ligt het drainageniveau ter plaatse van Wg-02 (1998 en 1999) enkele centimeters hoger dan voor de periode zonder stuwbeheer (1995).

3.2.4 Afvoermetingen

Op 3 locaties, bij de nieuwe geplaatste stuwen in de Afwatering van het Kranengoor, Afwatering van Groenouwe en bij de bestaande stuw in de Afwatering in Barchem, worden continue de oppervlaktewaterpeilen gemeten. De klepstand verandert echter onder invloed van het flexibel peilbeheer. De hoogte van de klepstand wordt door het waterschap geregistreerd. In aanhangsel 6 zijn de geregistreerde hoogten van het oppervlaktewater met de klepstanden volgens het waterschap weergegeven.

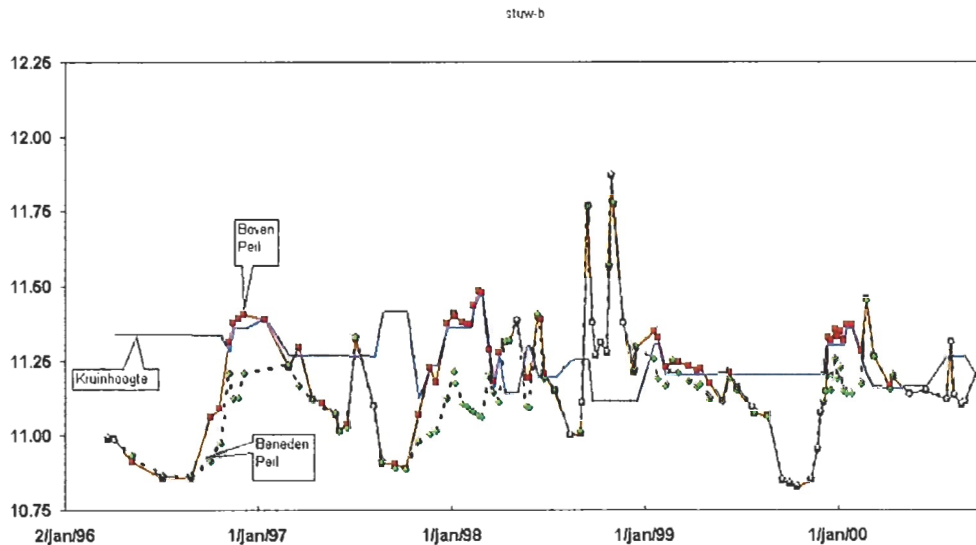


Fig. 3.12 Klepstand en oppervlaktewaterstand boven en beneden de stuw in de Afwatering van Groenouwe

In figuur 3.12 zijn de metingen ter plaatse van stuw in de Afwatering van Groenouwe weergegeven. De kruinhoogte is de bovenkant van de stuwklep, deze is gedurende de meetperiode diverse malen aangepast volgens afspraak. Het bovenpeil is het peil bovenstrooms de stuw, als dit boven de kruinhoogte uitkomt treedt er afvoer op. Het benedenpeil is het peil beneden de stuw, dit peil behoort lager te zijn dan de kruinhoogte. Als het benedenpeil boven de kruinhoogte uitkomt is de stuw verdrongen, deze situatie doet zich verscheidene malen voor, vooral in najaar 1998. Voor deze situatie is de afvoer niet te berekenen uit de overstorthoogte. In de praktijk blijkt dat het de stuwstand regelmatig aangepast wordt vanwege hoge grondwaterstanden (voorjaarregeling) of verdrongen stuwen, hierdoor zijn de perioden dat effectief wordt gestuwd kort, zie fig. 3.12.

Uit fig. 3.12 blijkt dat de momenten waarop de oppervlaktewaterstand boven de 11.25 m+NAP stijgt van korte duur zijn, bovendien lijkt de maximale stuwstand enigszins te zijn verlaagd in de loop der tijd.

Aanvang 2000 zijn op enkele meetdagen, op meerdere punten in de waterloop, oppervlaktewaterstanden gemeten. In fig. 3.13 is het verhang weergegeven vanaf de stuw (Afstand 0 m).

In de Afwatering van Groenouwe is het verhang in de orde van 10-20 cm over 500 m., dit is groter dan bij de waterleiding in Barchem. Het theoretisch verhang in de Afwatering van Groenouwe is volgens opgave van het waterschap 0,29 m/km dit komt overeen met de gevonden waarden. In de waterleiding in Barchem is het verhang veelal enkele centimeters en neemt toe naar 15 cm over 880 m (25 februari, verdrongen bij de stuw).

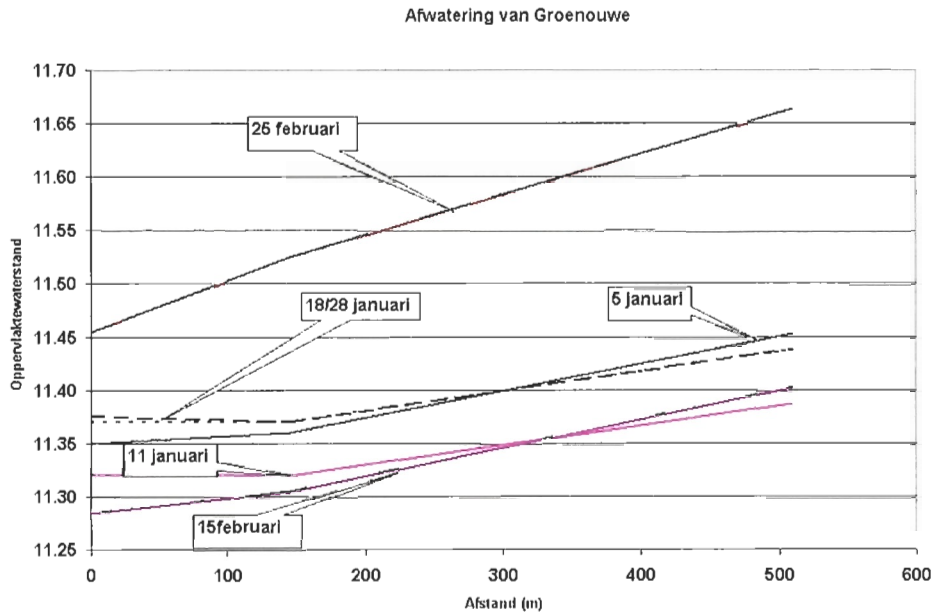


Fig. 3.13 Verband in oppervlaktewater Afwatering van Groenouwe

Stuw A (vaste stuw in Afwatering van het Kranengoor) heeft een kruinhoogte van 11,43 m+NAP. De overstort is in de winterperiode overwegend enkele cm's. Eind oktober –begin november 1998 is de stuw korte tijd verdronken. Stuw C (beweegbare klepstuw in Afwatering in Barchem) is evenals stuw B regelmatig verdronken in de natte winter van 1998-1999. Uit de figuren (Aanhangsel 6) blijkt dat de klepstand voor de stuwen in de Afwatering in Barchem en de Afwatering van het Groenouwe verschillende keren is aangepast als gevolg van hoge grondwaterstanden en/of afvoeren.

3.2.5 Draagkracht

De draagkracht bepaalt of landbouwkundige werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd op het veld. Als de draagkracht voldoende is spreken we van een werkbare dag.

De draagkracht wordt in sterke mate bepaald door de volgende factoren:

- zuigspanning;
- organisch stofgehalte;
- leemgehalte.

De zuigspanning is de absolute waarde van de relatieve waterdruk, dit is de druk van het water ten opzichte van de atmosferische druk, indien deze druk een negatieve waarde heeft. Deze term wordt alleen in de onverzadigde zone gebruikt.

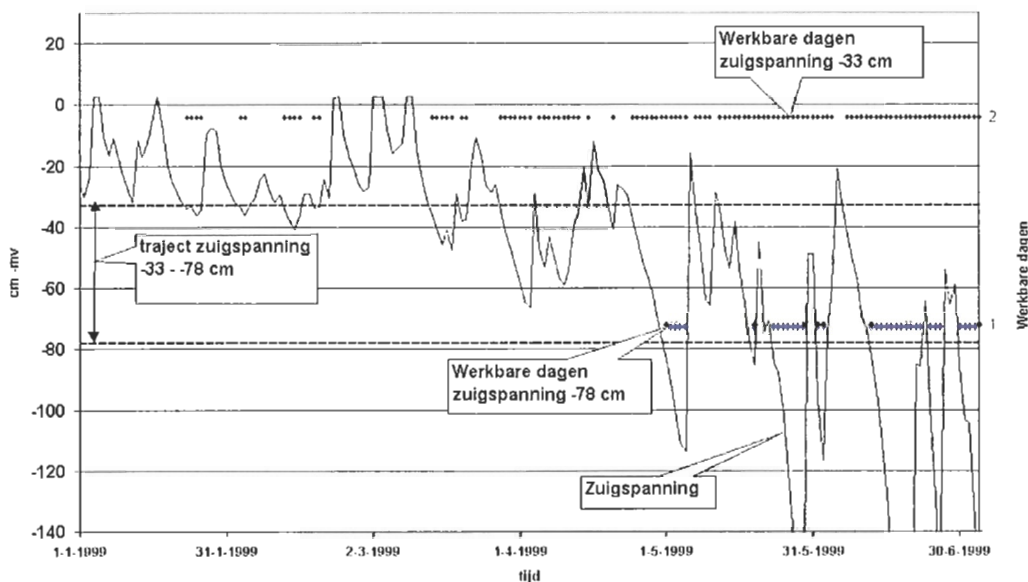


Fig. 3.14 Zuigspanning op 2,5 cm-mv ter plaatse van Wg02 berekend met model SWAP voor 1999.

De zuigspanning in het traject tussen 0-5 cm -mv. is sterk bepalend voor de draagkracht.

In het algemeen is bij een indringingsweerstand (I_w) van $< 0,5$ MPa de draagkracht onvoldoende en bij $I_w > 0,7$ MPa is de draagkracht goed. Voor grasland wordt als norm een I_w -waarde 0,6 MPa aangehouden (Schothorst, 1965 en Cultuurtechnische Vereniging, 1988). Er wordt dus vanuit gegaan dat bij een draagkracht kleiner dan 0,6 MPa het veld niet meer betreedbaar of berijdbaar is. In figuur 3.14 is de berekende waarde voor de zuigspanning voor de eerste helft van 1999 weergegeven. Verder zijn aangegeven de werkbare dagen op basis van het criteria van respectievelijk -78 cm en -33 cm en de niveaus -33 en -78 cm (Massop et al, 1994). Welk niveau moet worden gehanteerd is afhankelijk van de bodemeigenschappen, voor gronden met gunstige draagkrachteigenschappen ligt dit niveau bij ca -33 cm en bij ongunstige draagkrachteigenschappen bij -78 cm (Projectgroep Waterlood, 1998). Uit figuur 3.14 blijkt dat de hoogte van de zuigspanning waarbij de draagkracht onvoldoende wordt (bijv -33 of -78 cm), sterk bepalend is voor het aantal werkbare dagen. In het voorjaar tot 1 april is het aantal werkbare dagen minimaal. Als de kritische grens kleiner dan -33 cm wordt genomen worden wel enkele werkbare dagen berekend. De zuigspanning op 2,5 cm- mv wordt zowel bepaald door de diepte van de grondwaterstand alsook door de meteorologische omstandigheden. Dus zowel de combinatie van diepe grondwaterstand en veel neerslag als ondiepe grondwaterstanden zijn oorzaak dat de draagkracht onvoldoende is.

Onder natte omstandigheden is grasland (op kleigrond) gevoelig voor verkneding en versmering van de zode, ten oosten van de Wildenborch komen kleigronden voor.

Door PR-Lelystad is gedurende 1997-1999, in het kader van het project 'Omgaan met vernatting' aandacht besteed aan de draagkracht op de percelen van Van Ditshuizen, hiertoe zijn de percelen enkele malen bezocht (aanhangsel 1). Enkele bevindingen met betrekking tot de percelen van Van Ditshuizen zijn overgenomen uit de werkrapporten van het project 'Omgaan met vernatting'.

In winter en voorjaar 1998 is het bedrijf bezocht in een periode met veel wateroverlast (begin januari en begin maart). Op veel percelen was sprake van plasvorming. Oorzaken hiervan lagen op het vlak van niet goed onderhouden ontwateringsmiddelen (perceelssloten, greppels en buizen) en soms slechte oppervlakkige waterafvoer. Door eenvoudige ingrepen is een deel van de problemen te voorkomen. Ook begin mei 1998 treedt nog natschade op door vertrapping en insporing. Opvallend is dat ook op het hoge gedeelte van perceel 5 schade ontstaat, terwijl de grondwaterstand hier al laag is. Kennelijk heeft de natschade niet met de ontwateringssituatie, maar met de samenstelling van de bovengrond te maken (of met een storende laag in de ondergrond). De laatste metingen zijn in 1999 uitgevoerd, op twee data is op de percelen van Van Ditshuizen de draagkracht gemeten. Op 22 april was de draagkracht onvoldoende op alle percelen terwijl op 2 april op enkele percelen de draagkracht voldoende was. In 3.11 is voor Wg-02 de berekende zuigspanning met SWAP, voor beide data, nl. -67 en -33 cm weergegeven. De gemeten draagkracht op verschillende percelen was op dat moment onvoldoende, dit vormt dus geen aanleiding om het criterium van -78 cm aan te passen.

Tabel 3.11 Draagkracht in Mpa op enkele percelen van Van Ditshuizen en de berekende zuigspanning met SWAP207 voor Wg-02 in cm (kritische waarde -78 cm)

Locatie	2-Apr-1999	22-Apr-1999
4 kop	0,67	0,5
4 laag	0,40	0,3
5 nat	0,35	0,3
5 kop	0,79	0,5
5 rest	0,49	0,5
7c hoog	0,53	0,4
7c laag	0,30	0,3
9a	0,35	0,2
12b	0,39	0,3
Wg-02	-67	-33

Uit fig. 3.14 en tabel 3.11 blijkt dat de draagkracht in 1999 op verschillende momenten onvoldoende was, zeker in het voorjaar.

PR-Lelystad wijt de natschade niet allen aan de ontwateringssituatie maar ook aan de samenstelling en eigenschappen van de bovengrond.

3.3 Modelberekeningen

3.3.1 Inleiding

De getroffen beheersmaatregelen, op en in de omgeving van het landgoed 'De Wildenborch', hebben hydrologische consequenties, nl:

- verhoging van de ontwateringbasis, hierdoor wordt water geconserveerd, waardoor de grondwaterstanden langer op een hoger peil kunnen worden gehandhaafd;
- verandering van de relatie met de omgeving.

Daarnaast is de detailontwatering op het landgoed verbeterd.

De te beantwoorden vraag is: In welke mate werken de getroffen beheersmaatregelen door in de grondwaterstand, en wat zijn de consequenties voor natuur en landbouw(draagkracht, temperatuur en productie).

Om de effecten van de ingrepen te monitoren zijn in overleg met de agrariërs (grondwaterstands)locaties geselecteerd. Op deze locaties staan grondwaterstandbuizen, waar de grondwaterstand wordt gemeten.

Om de effecten te bepalen kan gebruik worden gemaakt van modelberekeningen, met bijv. een tijdreeksmodel of een hydrologisch model zoals SWAP207d. SWAP207d is een één-dimensionaal verticaal hydrologisch model, met de mogelijkheid van een koppeling naar het oppervlaktewater.

Om de effecten van ingrepen te beschrijven is het van belang de uitgangssituatie goed vast te leggen. Het eerste meetjaar heeft als doel de oorspronkelijke situatie vast te leggen. Vanaf 1 april 1996 zijn de stuwen in de Afwatering van het Kranengoor, Afwatering van Groenouwe en de Waterleiding in Barchem opgezet. Vanaf 1 februari 1997 is het nieuwe (flexibele) stuwbeheer (voor Afwatering van Groenouwe en de Waterleiding in Barchem) ingegaan, gestuurd op de grondwaterstand bij Wg-02.

Met de beschikbare gegevens zijn modelberekeningen uitgevoerd om de grondwaterstand te simuleren. Voor de berekeningen zijn waarden toegekend aan een aantal parameters. Parameters zijn constanten die mede de toestand van het systeem bepalen en zelf niet worden bepaald door de toestand van het systeem. Voorbeelden zijn o.a. de bodemfysische parameters. Een aantal parameters wordt gekalibreerd, o.a. drainageweerstand, andere worden niet gekalibreerd.

De te kalibreren parameters worden dusdanig gekalibreerd, dat een zo goed mogelijke overeenkomst wordt verkregen tussen de berekende en de gemeten grondwaterstand. De te kalibreren parameters betreffen de onderrandvoorwaarde (kwel/wegzijing) en de drainageweerstand. De overige parameters, o.a. de bodemfysische parameters t.b.v. het fysische model zijn bepaald aan monsters uit het onderzoeksgebied, deze zijn niet gekalibreerd.

De veranderingen, als gevolg van de hydrologische maatregelen, kunnen in het model worden meegenomen. Door twee simulaties uit te voeren, resp. met en zonder beheersmaatregelen, is een inschatting te maken van de doorwerking van de ingrepen op de grondwaterstand. De onbekende bij deze modellering is het gedrag van het oppervlaktewater in de huidige situatie ingeval er geen stuwen zouden zijn geweest (autonoom beheer).

In de periode september 1995 tot april 1996 is nog geen sprake van peilbeheer in de Afwatering van Groenouwe (stuw ligt plat). Slechts een geringe conservering (stuwen opgezet bij uitzakkende grondwaterstand) heeft plaatsgevonden, deze periode diende als referentiesituatie.

3.3.2 Modelling met model SWAP

3.3.2.1 Uitgangspunten voor berekening gemeten grondwaterstandsverloop

De bodemfysische eigenschappen van het bodemprofiel zijn vastgesteld aan de hand van boorgegevens/bodemkaart en bodemfysische metingen uitgevoerd aan monsters uit de omgeving van 'De Wildenborch'.

De meteo-gegevens zijn afkomstig van de stations Almen (neerslag) en Hupsel (referentiegewasverdamming). Omdat de referentieperiode erg kort en bovendien erg droog is, is de reeks aangevuld voor de jaren 1993, 1994 en 1995.

Als onderrandvoorwaarde is aanvankelijk een kwel/wegzijgingflux ingevoerd. Massop(1994) geeft voor het gebied kwelwaarden variërend van 0,52-0,16 mm/d, deze verschillen gelden voor voorjaar resp. zomer en gelden als gebiedsgemiddelde. Dit duidt erop dat er bij hogere grondwaterstanden een kwelsituatie optreedt. Lokaal is het mogelijk dat er naast kwelgebieden (lage delen) wegzijgingsgebieden (hoge delen voorkomen). De modellering zoals weergegeven in de tussenrapportage over 1998 gaf geen bevredigende resultaten voor 1999, daarom is geëxperimenteerd met een andere onderrandvoorwaarde. Als onderrandvoorwaarde is een sinusvormig verloop van de diepe stijghoogte bepaald.

Het onderzoeksgebied is gelegen tussen de Barchemse Veengoot en de Baakse Beek. De Barchemse Veengoot wordt tot stuw 2 gedurende de zomer op peil gehouden door middel van wateraanvoer (peil ca. 11,00 m+ NAP), de wateraanvoer reikt tot voorbij het gemaal 'De Wildenborch'. Het peil in Barchemse Veengoot was op 27 november 1996 11,90 m+NAP (bovenstrooms stuw 3). Daarnaast komen in het gebied een aantal grotere waterlopen voor die gedurende een deel van het jaar watervoerend zijn, o.a. Waterleiding in Barchem, Afwatering van Groenouwe en Afwatering van het Kranengoer. Gedurende de periode dat er niet is gestuwd, is de bodem van deze waterloop de ontwateringsbasis, ingeval van stuwing ligt de ontwateringsbasis op het niveau van het stuwpeil. Daarnaast is er nog een systeem van ondiepe greppels en kavelsloten te onderscheiden. Dit systeem is niet beheersbaar.

Bij de modellering zijn twee klassen van waterlopen onderscheiden nl. een diep systeem met o.a. de Waterleiding in Barchem, Afwatering van het Kranengoor en Afwatering van Groenouwe, en een ondiep systeem, voor de overige waterlopen in het gebied. De bodemdiepte van de gedeeltelijk beheersbare klasse, het diepe systeem, is ontleend aan profielmetingen van het waterschap. Voor het ondiepe systeem is een bodemdiepte van 40 cm-mv aangehouden, ontleend aan opnamen van het waterschap.

Oppervlaktewaterpeilen zijn gemeten in de Afwatering van Groenouwe(Wg-02), de waarnemingen beginnen op 24 april 1993.

Door de verhoging van de waterpeilen is de drainagebasis verhoogd, en mede hierdoor zal de relatie met de omgeving veranderen. Als onderrandvoorwaarde is een diepe stijghoogte, met een sinusvormig verloop bepaald, de kwel/wegzijinging wordt bepaald door de diepe stijghoogte, de grondwaterstand en de weerstand daartussen.

Verder zijn twee ontwateringssystemen onderscheiden, de drainageweerstand van de beide ontwateringssystemen zijn drainageweerstand systeem 1 en 2.

In de rapportage over 1998 is gerekend met een $q(h)$ -relatie als onderrand. De resultaten bleken voor 1999 onbevredigend te zijn. Met een $q(h)$ -relatie is alleen een kwel of een wegzijgingssituatie te modelleren. Vervolgens is besloten om te rekenen met flux afhankelijk van een diepe en ondiepe grondwaterstand. De diepe stijghoogte heeft een sinusvormig verloop.

Met het parameter-optimalisatiepakket PEST (Doherty et al., 1994) in combinatie met SWAP207d zijn de parameterwaarden geoptimaliseerd, de bijbehorende correlatiecoëfficiënt bedraagt 0,86.

De resultaten van de optimalisatie zijn weergegeven in tabel 3.12 en figuur 3.15.

Tabel 3.12 Resultaten parameteroptimalisatie met behulp van Pest

Parameter	Geschatte waarde	95% percent betrouwbaarheidsinterval	
		ondergrens	bovengrens
Weerstand (d)	1805,91	1584,38	2027,43
Stijghoogte (cm-mv)	-39,5539	-44,8253	-34,2825
Amplitude (cm)	96,4543	87,2546	105,654
Dag max. kwel	110,927	105,696	116,157
Drainageweerstand syst .1	460,996	418,94	503,052
Drainageweerstand syst .2	296,38	245,922	346,838

Door verlenging van de meetreeks met de natte jaren 1994 en 1995 en een deel van 1993 is een betere fit verkregen dan de fit die in de voorgaande rapportage is gepresenteerd. Alleen voor diepere grondwaterstanden (zomer 1996) is de fit niet altijd optimaal, maar voor deze studie gaat de aandacht vooral uit naar ondiepe grondwaterstanden.

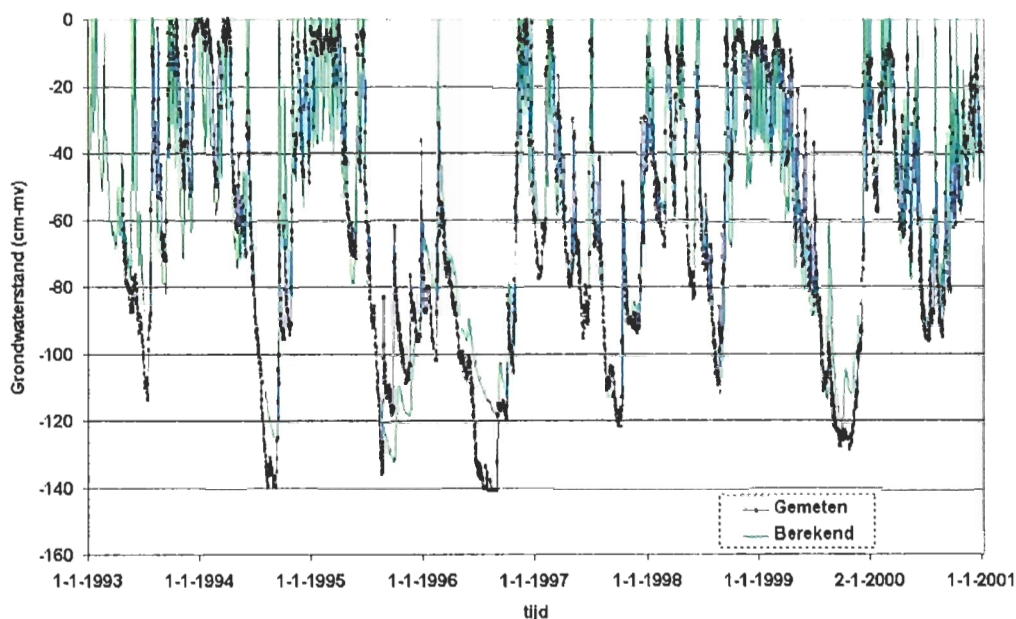


Fig. 3.15 Gemeten en berekende grondwaterstanden voor WC-02

3.3.2.2 Berekening bij autonome ontwikkeling

Op 1 november 1996 is het nieuwe peilbeheer ingegaan. De gemeten grondwaterstanden en oppervlaktewaterstanden behoren bij de nieuwe 'beheerste' situatie. Om het verloop van de grondwaterstand te schatten bij een autonome ontwikkeling is de relatie tussen het oppervlaktewaterpeil en de afvoer geoptimaliseerd met PEST. De modelberekeningen met SWAP geven naast gesimuleerde grondwaterstanden tevens de gesimuleerde afvoer naar het oppervlaktewater.

In fig. 3.16 is de relatie van het gemeten en berekende oppervlaktewaterpeil met de berekende afvoer weergegeven.

De berekende fluxen (model) uitgezet tegen de gemeten oppervlaktewaterpeilen geven een grote spreiding (calibratie onderrand) te zien bij ondiepe peilen. Als mogelijke oorzaak van de spreiding is te noemen; stagnering van de afvoer bij oplopend waterpeil (verdrinking van de stuw). Door topografische verschillen, gebiedsgradiënt en verschillen in grondwatertrap, reageren gebieden onderling verschillend, dit leidt eveneens tot een zekere spreiding in de relatie tussen peil en afvoer. Hoge afvoeren, hoger dan 5 mm/d, wordt voor 4,2% van de tijd berekend. Voor de periode voorafgaande aan het stuwbeheer, is de relatie berekend tussen peil en afvoer. Deze is gebruikt voor de berekening van effecten ingeval er geen stuwen waren geplaatst (Q(h)-relatie). De spreiding in de punten wordt veroorzaakt door bergingsveranderingen in de waterloop. De berekende afvoer vakt sterk af boven het niveau van 70 cm-mv (11,45 m +NAP).

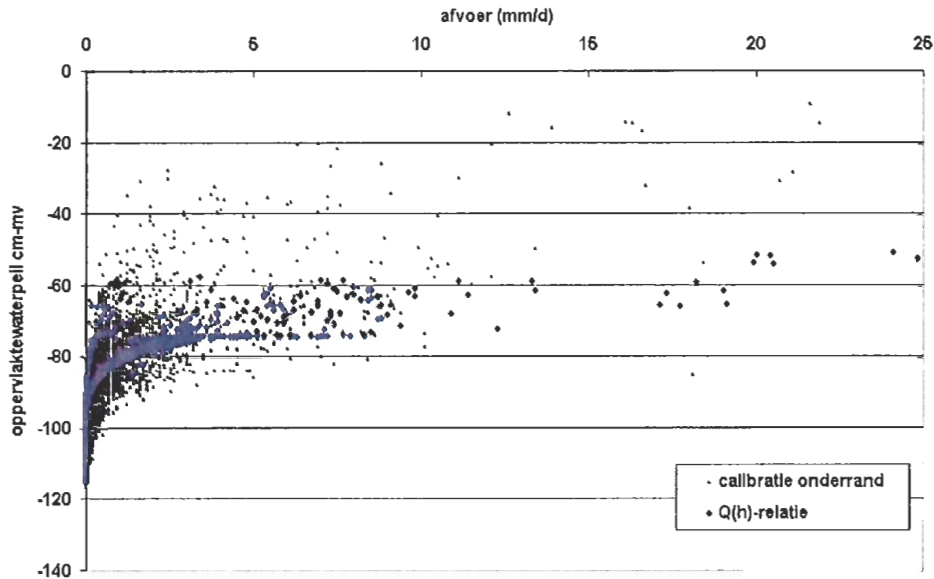


Fig. 3.16 Relatie tussen afvoer en oppervlaktewaterstand

In fig. 3.17 is het verband weergegeven tussen gemeten afvoer en gemeten peil bij de gestuwde situatie sinds november 1996. De afvoeren zijn opgesplitst naar verdronken en niet verdronken afvoersituaties. Het blijkt dat de stuw bij natte situaties regelmatig verdronken is (de berekende afvoeren bij verdronken stuw kloppen dus niet met de werkelijke afvoeren). Verdronken situaties (dwz benedenpeil bij de stuw is bovenpeil) komen zowel bij diepe (stuw plat) als ondiepe waterstanden voor. In de situatie waarin wel een afvoer kan worden gemeten is de spreiding eveneens groot als gevolg van verschillende klepstanden.

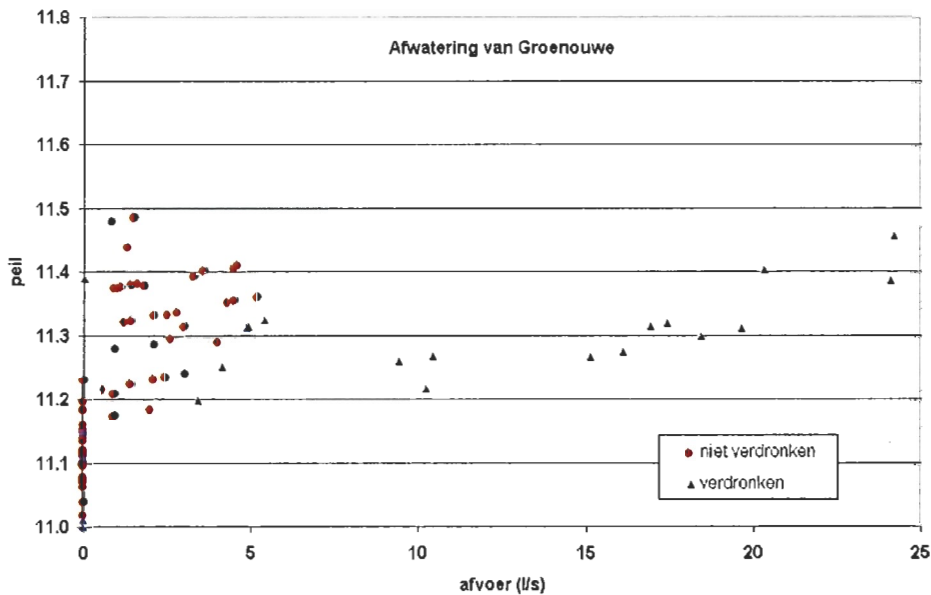


Fig. 3.17 Relatie tussen gemeten peil en afvoer bij de stuw in Afwatering van Groenouwe

De relatie in fig. 3.16 is gebruikt voor berekening van het grondwaterstandsverloop bij autonome ontwikkeling. In fig. 3.18 is de berekende grondwaterstand bij autonome ontwikkeling vergeleken met het berekende grondwaterstandsverloop in figuur 3.15.

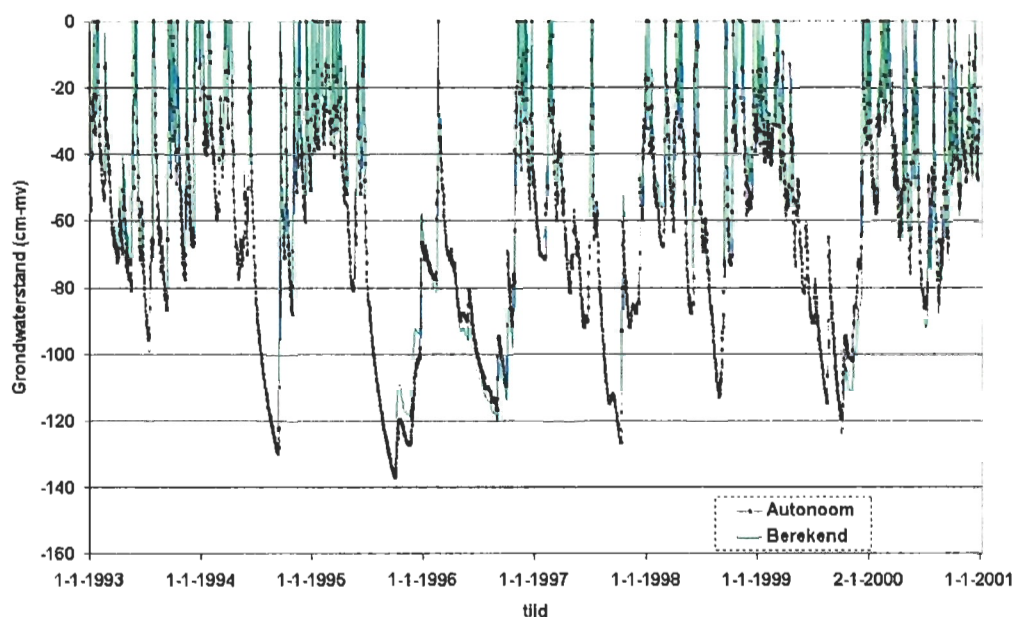


Fig. 3.18 Berekende grondwaterstandsverlopen bij autonome ontwikkeling en bij gecalibreerde onderrand

De beide berekende grondwaterstandverlopen komen sterk overeen, bij diepere grondwaterstanden zijn verschillen te zien.

3.3.2.3 Effecten peilaanpassing

Om het effect van de peilmaatregelen op de grondwaterstand te kwantificeren zijn duurlijnen gemaakt voor het berekende grondwaterstandsverloop zonder en met peilmaatregelen en de gemeten grondwaterstanden (fig. 3.19) over de periode 1 november 1996 – 1 januari 2001.

Van 0-10 cm- mv berekent het model hogere grondwaterstanden, tussen 10-50 cm- mv berekend het model lager grondwaterstanden, beneden dit niveau zijn de verschillen gering.

De berekende effecten van peilverhoging op de grondwaterstand zijn gering (fig. 3.19), in de orde van enkele centimeters.

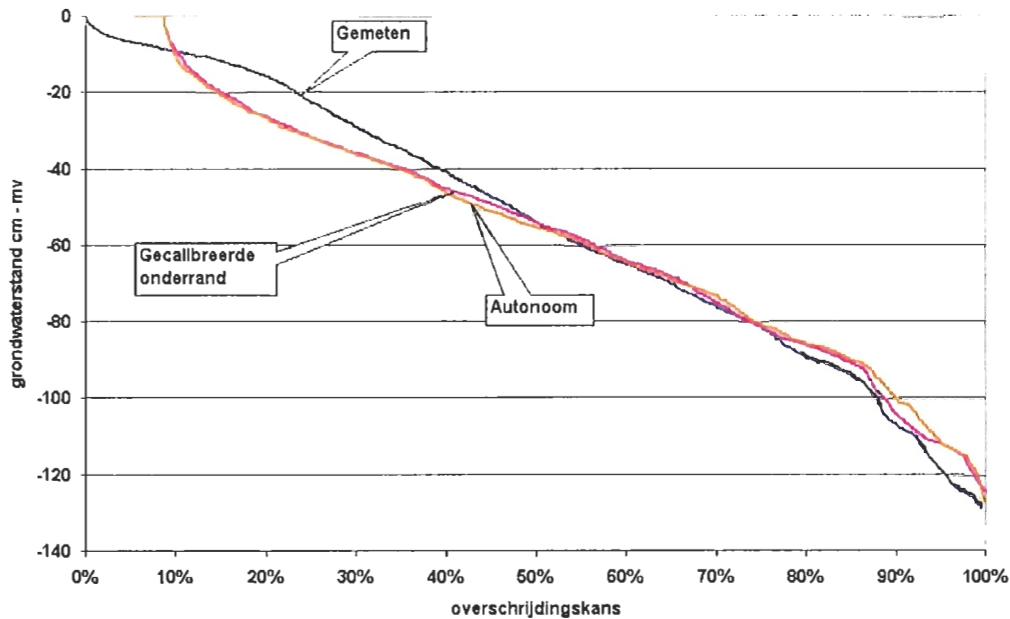


Fig. 3.19 Doorlijnen van gemeten en berekende grondwaterstanden

Draagkracht

De draagkracht wordt voor een belangrijk deel bepaald door de zuigspanning direct onder maaiveld. Als maat wordt de zuigspanning op 2,5 cm-mv genomen. Voor WG02 is een zuigspanning van -78 cm als kritische waarde gebruikt (Massop et al, 1994). Uit de rekenresultaten met het model SWAP is het aantal niet werkbare dagen afgeleid voor de voorjaars situatie, uitgaande van een kritische zuigspanning van -78 en -33 cm en in tabel 3.13 weergegeven. De waarde van -33 cm is toegevoegd om aan te geven wat het effect is bij gronden die minder kritisch zijn.

Uit tabel 3.13 blijkt dat het totale aantal werkbare dagen in het voorjaar gering is bij een criterium van -78 cm. Als het criterium bij -33 cm wordt gelegd neemt het aantal werkbare dagen duidelijk toe ten opzichte van het criterium van -78 cm, maar het aantal niet werkbare blijft hoog. In de situatie met peilverhoging blijft voor gronden waarvoor het criterium van -78 cm geldt het aantal niet werkbare even hoog. Voor de situatie waarvoor het criterium -33 cm geldt, blijft het aantal niet werkbare dagen ook praktisch gelijk.

Tabel 3.13 Aantal niet merkbare dagen ter plaatse van Wg-02 voor de maanden januari tot en met april bij grenswaarde voor de zuigspanning van resp. -78 en -33 cm

Jaar	Maand	Autonoom		Jaar	Maand	Autonoom		Peilverhoging	
		-78	-33			-78	-33	-78	-33
1993	1	31	25	1997	1	31	0	31	0
	2	28	10		2	28	18	28	18
	3	28	2		3	31	9	31	10
	4	22	3		4	14	2	14	2
1994	1	31	26	1998	1	31	21	31	23
	2	28	7		2	28	0	28	1
	3	31	27		3	31	14	31	16
	4	26	13		4	30	25	30	27
1995	1	31	28	1999	1	31	26	31	27
	2	28	27		2	28	22	28	20
	3	31	28		3	31	21	31	20
	4	30	10		4	30	10	30	9
1996	1	29	0	2000	1	31	13	31	13
	2	21	11		2	29	29	29	29
	3	27	0		3	31	23	31	21
	4	5	0		4	30	4	29	4

De effecten op de actuele verdamping zijn weergegeven in tabel 3.14. De actuele en potentiële verdamping zijn berekend door het model SWAP.

Tabel 3.14 Actuele en potentiële verdampingverdamming

Jaar	Gewasopbrengst			Jaar	Peilverhoging		
	Autonoom				Peilverhoging		
	Tpot (cm)	Tact (cm)	Tact/Epot		Tpot (cm)	Tact (cm)	Tact/Epot
1993	29.21	23.85	82%				
1994	30.75	25.96	84%				
1995	33.88	27,88	82%				
1996	31.96	31.34	98%				
1997	33.61	31.45	94%	1997	33.61	31.42	93%
1998	26.73	21.72	81%	1998	26.73	21.02	79%
1999	33.97	31.87	94%	1999	33.97	32.07	94%
2000	29,75	22.84	77%	2000	29,75	24.00	81%

De verhouding tussen de actuele verdamping T_{act} en de potentiële verdamping T_{pot} is een maat voor de gewasopbrengst. De effecten op de gewasopbrengst (T_{act}/T_{pot}) blijken gering. Dat de T_{act} in 1994, 1995, 1998 en 2000 achterblijft bij de T_{pot} wordt vooral veroorzaakt door de natte omstandigheden (natschade).

Volgens de HELP-depressietabel gelden de onderstaande depressies voor wateroverlast en droogte voor grasland op moerige gronden, deze gronden komen voor bij Wg-02. De depressies door wateroverlast zijn sterk afhankelijk van de GHG (tabel 3.15).

Tabel 3.15 Gedeelte HELP-tabel, voor grasland op moerige gronden

GT	3a		3b		3c		3*	
GHG	10		15		20		30	
GLG	105		105		105		110	
	wa	dr	wa	Dr	wa	dr	wa	dr
9 vW (Moerig)	23	6	19	6	16	6	10	7

*wa=wateroverlast in %, dr=droogte in %

De berekende depressies komen overeen met de HELP-tabel.

Start groeiseizoen

Om het effect van de grondwaterstand op de aanvang van het groeiseizoen te bepalen is de volgende procedure gevolgd. De grasgroei start in het voorjaar bij het bereiken van een temperatuursom van 200 zgn. graaddagen (Peerboom, 1990). Voor het bepalen van het aantal graaddagen wordt de gemiddelde temperatuur vanaf 1 januari (mits groter dan 0°C) opgeteld. Door vochtige omstandigheden wordt het benodigd aantal graaddagen voor de start van de groei groter. Dit effect wordt in rekening gebracht door de gemiddelde temperatuur te corrigeren met de empirische relatie:

$$t_r = 2e^{-0,0154*h}$$

hierin is:

h = grondwaterstand (cm-mv)

t_r=reductie van de gemiddelde dagtemperatuur (°C)

De effecten op de startdatum van de gewasgroei zijn weergegeven in tabel 3.16.

Tabel 3.16 Dagnummer waarop gewasgroei begint

Jaar	Gemeten	Autonoom	Peilbeheer
1993	-	67	67
1994	69	66	66
1995	53	51	51
1996	97	99	98
1997	64	63	63
1998	47	48	48
1999	60	58	58
2000	54	54	54

Er worden geen effecten gevonden van peilbeheer op de start gewasgroei.

De berekende effecten van de maatregelen op het aantal werkbare dagen, opbrengst en start gewasgroei zijn verwaarloosbaar.

3.4 Conclusies

De monitoringperiode wordt gekenmerkt door een aantal uitzonderlijke weerjaren. Het eerste meetjaar, zonder stuwbeheer, was extreem droog, terwijl de jaren 1998 en

2000, in de daarop volgende periode met stuwbeheer, extreem nat waren. Ook komen verschillende malen natte perioden voor, die enkele dagen duren, waarbij het neerslagoverschot groter is dan de afvoercapaciteit van het gemaal De Wildenborch. In deze situatie kan het streefpeil (11,50 m+NAP) niet worden gehandhaafd. Dit leidt tot verdronken stuwen. In het voorjaar wordt de stuw veelal verlaagd in verband met te natte omstandigheden (voorjaarsregeling).

Het niveau waarop de Afwatering van Groenouwe draineert ligt op 11,30 m+NAP (waterdiepte ca 20 cm), boven dit niveau is er duidelijk verschil in grond- en oppervlaktewaterstand, beneden dit niveau zijn de waterstanden gelijk. De snelheid waarmee de oppervlaktewaterstand uitzakt beneden het stuwpeil bedraagt doorgaans 2 cm/d, dit betekent dat in een uitzakkingssituatie de waterloop in een periode van ca 10 dagen droogvalt.

De grondwaterstandsregimes op de verschillende meetlocaties komen sterk overeen. Uit detailonderzoek blijkt dat de drainageweerstand vooral rondom de waterloop is geconcentreerd, dit valt af te leiden uit sterk oplopende grondwaterstanden in de directe omgeving van de waterloop.

De veelal natte omstandigheden in het voorjaar zijn nadelig voor de draagkracht. De oorzaak dat de draagkracht onvoldoende is kan worden veroorzaakt door de ontwateringssituatie (peilen en onderhoudstoestand) maar ook door de samenstelling en eigenschappen van de ondergrond.

Om de effecten te verifiëren zijn modelberekeningen uitgevoerd. Om een goed model te fitten is een lange meetreeks noodzakelijk die zowel droge als natte perioden omvat. De periode zonder stuwbeheer was relatief kort, één meetjaar, en erg droog. Voor locatie Wg-02 was echter een lange meetreeks beschikbaar vanaf 1993. Voor dit model zijn de onderrand (interactie met regionaal systeem) en de drainageweerstanden gecalibreerd. Vervolgens zijn berekeningen uitgevoerd voor de huidige situatie en de autonome situatie voor het bepalen van het aantal werkbare dagen, gewasopbrengst en start groeiseizoen. Uit de berekeningen volgt dat de effecten op het aantal werkbare dagen, start groeiseizoen en gewasopbrengst verwaarloosbaar zijn.

4 Kwaliteit van bodem en grondwater

4.1 Inleiding

In 1993 is onderzoek verricht aan twee kwalitatieve aspecten van het ecosysteem. Van de bodem is de humuslaag beschreven en zijn verschillende variabelen geanalyseerd en van het water is de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater onderzocht. Het doel daarbij was om een beeld te krijgen van de invloed van hydrologische processen op de nutriëntenkringloop en de basenverzadiging binnen het ecosysteem van de Wildenborch.

Een van de belangrijkste conclusies van het humusonderzoek luidde dat door het wegvallen van kwel als gevolg van hydrologische verbeteringswerkzaamheden in de 60-er jaren, de bodem plaatselijk sterk verzuurd is geraakt. Het betreft gebiedsdelen waar van oorsprong bodemtypen voorkomen die voor hun ontstaanswijze afhankelijk zijn van de aanvoer van basenrijk kwelwater. Op deze gronden is door het wegvallen van kwel een infiltratieproces op gang gekomen, waardoor basische kationen zijn uitgespoeld, wat tot verzuring heeft geleid. In de betreffende bodems zijn inmiddels bodemkundige veldkenmerken tot ontwikkeling gekomen die wijzen op een proces van podzolisation. Niet alleen leidt dit tot verzuring maar tevens tot ophoping van ruw strooisel waarin nutriënten accumuleren, zodat de beschikbaarheid daarvan voor de vegetatie afneemt. Zonder herstelmaatregelen komt hier op termijn een zuur en voedselarm bostype tot ontwikkeling.

Uit het waterkwaliteitsonderzoek is gebleken dat het gebied zodanig verdroogd is dat het kwelwater het maaiveld niet meer bereikt. Daardoor kan het infiltrerende neerslagwater dieper in de bodem van het landgoed doordringen. Door de opgebouwde buffercapaciteit in voormalige kwelzones neemt het regenwater echter nog wel een lithocliene (=grondwaterachtige) samenstelling aan. De buffercapaciteit wordt door het neerslagwater wel aangetast, zodat het bovenste grondwater op termijn een atmocliene (=regenwaterachtige) samenstelling zal krijgen. Op plekken waar in het verleden door een sterke kwelflux pyriet in de ondergrond is gevormd en waar door de aanleg van de Afwateringen van Groenouwe en van het Kranengoor de grondwaterstand sterk is gedaald, oxideert pyriet. Daardoor zijn de concentraties ijzer en sulfaat op die plekken erg hoog en zorgen de vrijgekomen H^+ -ionen voor een sterke verzuring.

De kwel die vroeger ten goede kwam aan de Wildenborch wordt vooral door de Afwateringen van Groenouwe en het Kranengoor weggevangen. Binnen het landgoed is de berging van neerslagwater toegenomen en is infiltratie gaan overheersen over kwel. Als herstelmaatregel is gekozen om het peil in de beide Afwateringen in het winterhalfjaar te verhogen. Het doel daarvan is om de kwelflux naar de waterlopen te verminderen. Tegelijkertijd is het ondiepe greppelstelsel in het landgoed opgeschoond om zo een deel van het verzurende neerslagoverschot oppervlakkig af te voeren en de kwelflux dichter onder het maaiveld te brengen.

Om de effecten van de maatregelen te kunnen volgen zijn in de periode 1996-2000 de ontwikkelingen in kwaliteit van grond- en oppervlaktewater jaarlijks gevolgd. Omdat de veranderingen in het humuscompartiment minder snel verlopen heeft hiervan alleen in 2000 een herbemonstering plaatsgevonden.

4.2 Werkwijze

4.2.1 Bemonstering van humusprofielen

In december 2000 is een herhaalde bemonstering uitgevoerd van de humusprofielen van de standplaatsen in de Wildenborch die in 1993 zijn bemonsterd (figuur 4.1). In 2000 zijn alleen die standplaatsen bemonsterd, die in 1993 als verzuurd zijn aangemerkt. Dit zijn bodemkundig gesproken de beekerdgronden. Standplaatsen die in 1993 weliswaar een zuur karakter hadden, maar dit van nature ook zijn, werden niet opnieuw bemonsterd. Aldus werden podzolachtige bodems niet opnieuw bemonsterd.

Voor de bemonstering werd met een humushapper per standplaats bodemmateriaal verzameld van verschillende horizonten. Van de dagzomende minerale Ah-horizonten werd de bovenste 10 cm verzameld en van de daarbovenop gelegen strooisellaag (L- en F-horizont) werd de totale dikte verzameld. Van alle horizonten werd de dikte genoteerd. Omdat de ruimtelijke variabiliteit van het humusprofiel over korte afstand sterk kan variëren is per horizont steeds een mengmonster verzameld van 10 subsamples over een oppervlakte van 100 m².

De monsters zijn door het bureau Giesen & Geurts volgens standaardmethoden geanalyseerd op dezelfde variabelen en volgens dezelfde methoden als in 1993:

- Organische stof (gloeiverlies bij 550 °C)
- N-totaal (Kjeldahldestructie)
- P-totaal (Kjeldahldestructie)
- P-anorganisch (P-zoutzuur (P-ox⁻))
- pH-water
- CEC_{8,1} (potentiele adsorptiecapaciteit volgens Bascomb in BaCl₂/TEA-extract)
- Ca-uitwisselbaar (in Bascombextract)
- Mg-uitwisselbaar (idem)
- Na-uitwisselbaar (idem)
- K-uitwisselbaar (idem)
- H-uitwisselbaar (idem, pH=8.1)

Met de analyseresultaten zijn vervolgens een aantal afgeleide variabelen berekend.

- C-elementair (0,53* % organische stof)
- P-organisch (P-totaal – P-anorganisch)
- C/N ratio (C-elem/N-totaal)
- C/P ratio (C-elem.P-organisch)
- Ca-verzadiging (Ca-uitwisselbaar/CEC_{8,1})
- H/Ca ratio (H-uitwisselbaar/Ca-uitwisselbaar)

Bij het onderzoek van 1993 werd het P-organisch en het P-anorganisch berekend uit P-totaal en het organisch stofgehalte met regressievergelijkingen. Tevens werd toen een probleem gesignaleerd bij de bepaling van uitwisselbaar H, wat consequenties had voor de bepaling van de CEC_{8,1}. Toen werd besloten de CEC te berekenen uit het organische stofgehalte via een regressievergelijking. De Ca-verzadiging uit het onderzoek van 1993 is gebaseerd op deze berekende CEC. Om de chemische variabelen van 1993 en 2000 goed te kunnen vergelijken is steeds uitgegaan van variabelen die op dezelfde wijze zijn bepaald of berekend.

De waarden van 1993 en 2000 zijn statistisch getoetst op significantie van de verschillen met de T-toets.

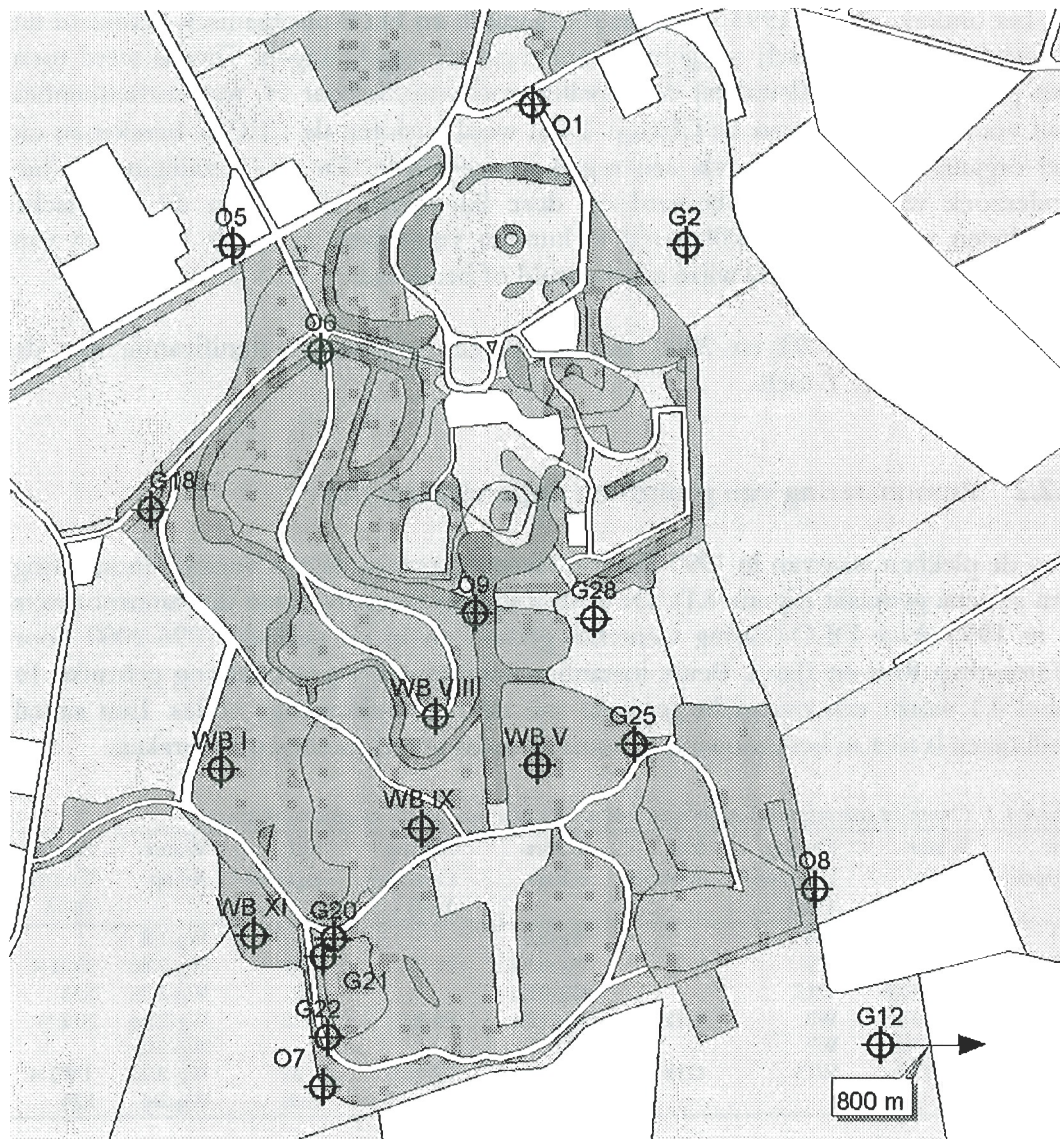
4.2.2 Bemonstering van grond- en oppervlaktewater

Van de plekken waarvan in 1993 watermonsters genomen zijn is voor de monitoring een selectie gemaakt (figuur 4.1). De bemonstering en analyse van de watermonsters is in 1993 door DLO-Staring Centrum gedaan en in de periode 1996-2000 door Waterschap Rijn en IJssel. Beide instanties hebben een eigen codering gebruikt. In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de overeenkomstige codes. Een aantal peilbuizen is niet in beschouwing genomen omdat teveel metingen ontbreken.

Tabel 4.1 Overzicht van gebruikte coderingen van meetlocaties van grond- en oppervlaktewater

Dit rapport	Water-schap	Staring Centrum 1993	Dit rapport	Water-schap	Staring Centrum 1993	Dit rapport	Water-schap	Staring Centrum 1993
O1	Wo-O1ln	W4	-	Wg-01l	-	-	Wg-19l	
O5	Wo-O5ln	W5	G2	Wg-02ln	P1/S4	G20	Wg-20ln	TO1-4
O6	Wo-O6ln	W12	-	Wg-03ln		G21	Wg-21ln	S33
O7	Wo-O7ln	W8	G12	Wg-12ln	P5/S9	G22	Wg-22ln	S12 *)
O8	Wo-O8ln	W7	-	Wg-17l		-	Wg-24ln	
O9	Wo-O9ln	W13	G18	Wg-18ln	P2/S27	G25	Wg-25ln	TW1-4
						G28	Wg-28l	S24

De bemonstering is in principe 2x per jaar uitgevoerd, in het voorjaar en in het najaar. In droge perioden stonden er meerdere peilbuizen en waterlopen droog en konden deze derhalve niet worden bemonsterd. De watermonsters zijn uit peilbuizen genomen met behulp van een slangenpomp. De buizen zijn voor de bemonstering eenmaal leeggepompt. De monsters zijn opgeslagen in een polyethyleenfles.



⊕ Monsterlocatie

■ water

Figuur 4.1 Monsterlocaties voor humus, grond- en oppervlaktewater

In het laboratorium van het waterschap zijn de watermonsters voor analyse gefiltreerd, met een membraanfilter of een vouwfilter. De monsters zijn volgens NEN-methoden geanalyseerd op:

- Fe NEN 6460 (ontsluiting met zoutzuur)
- K NEN 6442
- Na NEN 6442
- Mg NEN 6455
- Ca NEN 6446
- HCO₃ Radiometer, Alkalinity of water 918-494-9007A

- NO2 NEN en ISO 13395
- NO3 NEN en ISO 13395
- Ortho-P NEN 6663
- Ammonium NEN 6646
- Chloride NEN 6476
- Sulfaat NEN en ISO 10304-2

De watermonsters zijn getypeerd volgens een methode waarbij met behulp van het programma MAIONF (van Wirdum, 1990) de overeenkomst is vastgesteld met referentiewatertypen atmoclien (regenwater), lithoclien (zacht type grondwater) en beïnvloed cq. verontreinigd water. Bij dit laatste moet gedacht worden aan water dat door atmosferische depositie, bemesting of processen in de bodem als gevolg van verdroging is beïnvloed. Door Jansen en Kemmers (1995) is deze methode uitgebreid, waarbij de overeenkomsten van het watermonster met de afzonderlijke referentiewatertypen wordt vergeleken met de overeenkomsten met een groot bestand aan mengmonsters die zijn samengesteld uit alle mogelijke combinaties van de referentiewatertypen. De mengverhouding van het mengmonster dat het beste overeenkomt is gebruikt om het watermonster te typeren in termen van aandelen atmoclien, zacht lithoclien en beïnvloed water

4.3 Resultaten

4.3.1 Humusprofielen

In aanhangsel 8, tabel 4 staan de analyseresultaten van zowel 1993 als van 2000 vermeld.

In tabel 4.2 zijn de verschillen tussen de waarden van de variabelen in 1993 en 2000 gegeven. De Ca-verzadiging is in 2000 sterk significant hoger en de H/Ca ratio zwak significant lager dan in 1993. De pH, het organische stofgehalte en de C/N verhouding vertonen geen significante verschillen. In figuur 4.2 is een grafische weergave gegeven van enkele variabelen.

Tabel 4.2 De waarden van enkele sleutelvariabelen van de onderzochte standplaatsen in 1993 en 2000

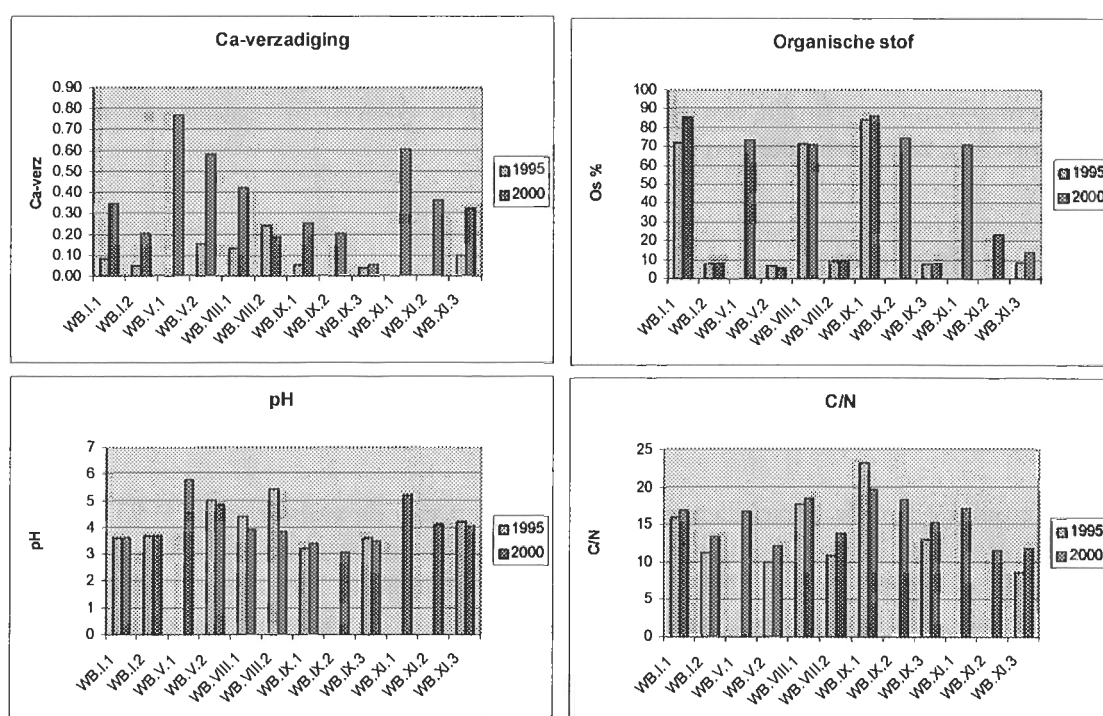
Standplaats	Bodem	Hor.	Dikte		Ca-verz		pH		H/Ca		Os		C/N	
			1993	2000	1993	2000	1993	2000	1993	2000	1995	2001	1995	2001
			cm		(-)		(-)		(-)		%		(-)	
WB.I.1	pZg	L+F	8.0	6.0	0.08	0.35	3.6	3.61	10.9	0.8	71.7	85.1	16.0	16.8
WB.I.2		Ah	8.0	5.0	0.05	0.20	3.7	3.71	35.6	6.8	8.1	7.7	11.2	13.4
WB.V.1	cZg	L		1.0		0.77		5.77		0.4		72.9		16.8
WB.V.2		Ah	0.5	>10	0.15	0.58	5	4.85	9.5	1.2	6.5	5.3	10.0	12.1
WB.VIII.1	cZg	L+F	3.0	4.0	0.13	0.43	4.4	3.89	5.1	1.8	71.3	70.6	17.6	18.4
WB.VIII.2		Ah	3.0	>10	0.24	0.19	5.4	3.83	5.2	6.6	9.1	9.2	10.9	13.8
WB.IX.1	pZg	L+F	5.0	6.0	0.05	0.25	3.2	3.38	16.1	3.6	84.3	86.1	23.2	19.6
WB.IX.2		H		0.5		0.20		3.03		5.7		74.1		18.3
WB.IX.3		Ah	5.0	>10	0.04	0.05	3.6	3.50	38.8	21.4	7.8	7.7	13.0	15.1
WB.XI.1	pZg	L+F		4.0		0.60		5.20		0.7		70.5		17.1
WB.XI.2		AhM		3.0		0.36		4.12		2.5		23.0		11.4
WB.XI.3		Ah	0.5	>10	0.10	0.33	4.2	4.05	18.3	2.9	8.5	14.2	8.6	11.8
			Gemiddelde		0.11	0.36	4.14	4.08	17.43	4.53	33.41	43.88	13.81	15.39
			Standaard afwijking		0.07	0.21	0.76	0.80	13.08	5.77	35.30	34.75	4.85	2.83
			T-toets		0.001		0.873		0.028		0.523		0.425	

In 2000 is de Ca-verzadiging op het adsorptiecomplex sterk significant toegenomen ten opzichte van 1993. De hoeveelheid Ca-uitwisselbaar is eveneens sterk significant groter dan in 1993. De uitwisselbare hoeveelheid H wijkt niet significant af van 1993. De verhouding tussen uitwisselbaar H⁺ en Ca²⁺ is zwak significant gedaald sinds 1993. De pH is in 2000 nog steeds nauwelijks hoger dan 4.

De stijging van de Ca-verzadiging kan in verband gebracht worden met de samenstelling van het bodemvocht via de zgn. Gaponcoefficient (K_G). Dit is een maat van de ionenwisselingconstante voor 1 en 2 waardige ionen op het adsorptiecomplex :

$$K_G = \{H_{uitw}/Ca_{uitw}\} * \{ [Ca^{2+}]^{0.5}/H^+ \} \text{ in mmol}^+/\text{mmol}^+$$

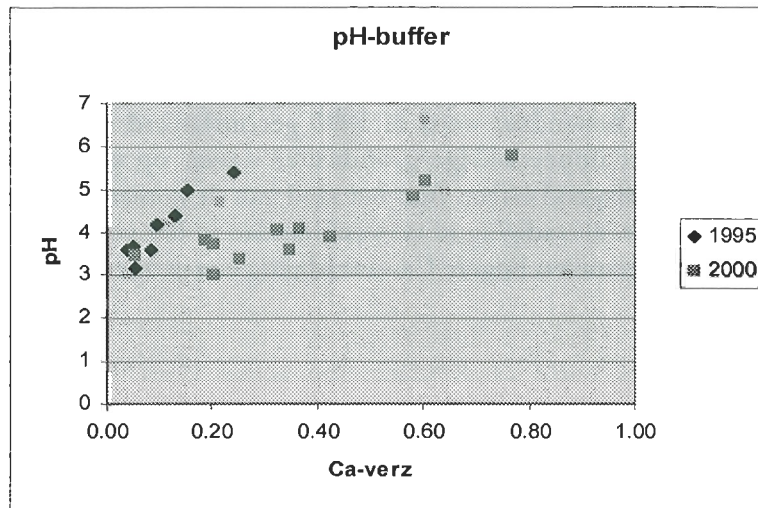
$$= A * B$$



Figuur 4.2 De waarden van sleutelvariabelen op de onderzochte standplaatsen in 1993 en 2000.

Volgens de metingen is de term A in 2000 significant kleiner dan in 1993. Omdat K_G een constante is moet de term B groter zijn geworden in 2000. Dit betekent dat de concentratie Ca²⁺ in het bodemvocht moet zijn gestegen of de H⁺ concentratie moet zijn gedaald. In beide gevallen betekent dit dat de alkaliniteit van het bodemvocht moet zijn toegenomen en dat er dus een sterkere invloed van het lithocliene grondwater moet zijn opgetreden.

In figuur 4.3 is de relatie tussen de pH van de bodem en de Ca-verzadiging van het adsorptiecomplex weergegeven. De variabelen geven aan dat de pH tussen de waarde 4 en 5 gebufferd wordt door kationenwisseling. De Ca-verzadiging is sterker gestegen dan de pH.



Figuur 4.3 Verband tussen de pH en de Ca-verzadiging in 1993 en 2000.

Kennelijk heeft de aanvoer van lithoclien water wel tot een verhoging van de Ca-verzadiging maar nog niet tot een verhoging van de pH geleid. De pH is van grote betekenis voor de biologische activiteit in de strooisellagen van het humusprofiel.

De verwachting is dat bij een verdere stijging van de Ca-verzadiging ook de pH van de bodem zal toenemen, wat tot grotere biologische activiteit in de bodem en mogelijke eutrofiëring zal leiden door stikstofmineralisatie. Een grotere biologische activiteit van de bodem zal leiden tot een versterkte afbraak van de strooisellagen die zich in de loop der jaren (voor 1993) hebben opgehoopt. Dat zal leiden tot een tijdelijke verruiging van de vegetatie, tenzij het opgehoopte strooisel wordt verwijderd.

Een variabele die informatie over de trofietoestand verschaft is de C/N verhouding. Naarmate de biologische activiteit in de bodem groter is, zal er een intensieve decompositie van strooisel plaatsvinden. De afbraakproducten (vooral N) worden deels weer ingebouwd in lichaamseiwitten van de micro-organismen, terwijl CO₂ verdwijnt naar de atmosfeer. Het gevolg hiervan is dat de C/N verhouding hierdoor zal dalen. De C/N verhouding in 2000 is echter niet lager geworden sinds 1993, waaruit kan worden geconcludeerd dat nog geen effect op afbraakprocessen is opgetreden door de hogere Ca-verzadiging. Dit wordt bevestigd door het gehalte organische stof dat in 2000 zeker niet lager is geworden. Zowel de C/N verhouding als de gehalten organische stof geven eerder een toename aan. Door de grote spreiding mag hieraan echter geen waarde worden toegekend. Ook de dikte van de L+F horizont is nog niet wezenlijk veranderd sinds 1993.

De vraag kan gesteld worden of geconcludeerd mag worden dat de hydrologische maatregelen in en rond de Wildenborch nu tot de gewenste effecten hebben geleid. De kanttekening moet daarbij worden gemaakt dat in 1993 in de vroege voorjaarsperiode werd bemonsterd en dat in 2000 in de herfst (december) is bemonsterd. Het is dus mogelijk dat er sprake is van een seizoenseffect. De verwachting is dat in de zomerperiode de pH en de Ca-verzadiging de laagste waarden bereiken door overheersend oxiderende omstandigheden tijdens lage grondwaterstanden. Dit heeft een pH-verlagend effect. Bovendien werd in 1993 geconstateerd dat extreem hoge sulfaatconcentraties in het oppervlakkige grondwater wezen op pyrietoxidatie. Dit heeft eveneens een pH verlagend effect. Aan het eind van de zomer is dus eerder een lagere pH en een lagere Ca-verzadiging te verwachten dan in het voorjaar. Het is dus niet waarschijnlijk dat de gemeten hogere Ca-verzadiging een seizoenseffect is.

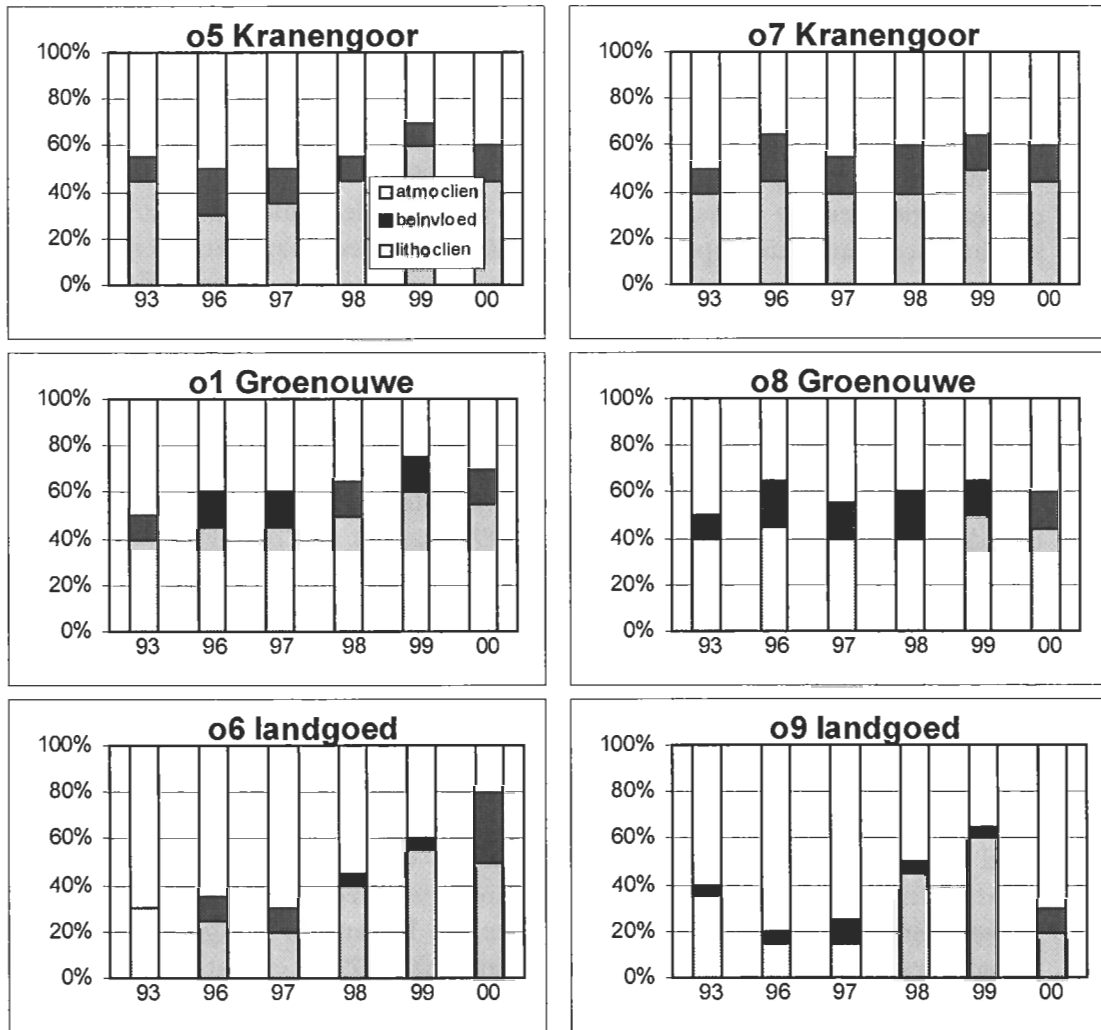
4.3.2 Waterkwaliteit

Oppervlaktewater

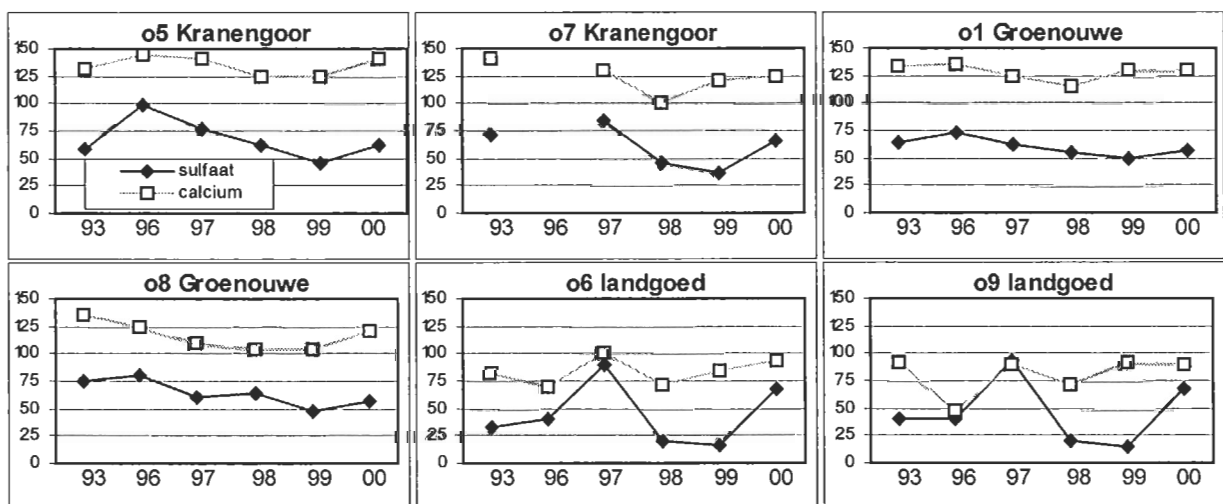
De analyseresultaten van het oppervlaktewater staan in aanhangsel 8, tabel 1, 2 en 3. Er zijn 2 meetplekken in de Afwateringen van Groenouwe bemonsterd (O1 en O8), 2 meetplekken in de Afwatering van het Kranengoor (O5 en O8) en 2 meetplekken in het grachtenstelsel van het landgoed (O6 en O9). De typering van de watermonsters staat in figuur 4.4. Hiervoor zijn alleen de metingen uit het voorjaar gebruikt omdat er in het najaar veel gegevens ontbreken (droog) of dat de waterlopen het ene jaar wel water afvoerden en het andere jaar niet. In de perioden voorafgaand aan de voorjaarsbemonstering is altijd wel water afgevoerd waardoor de omstandigheden beter overeenkomen. Figuur 4.4 laat zien dat het aandeel lithoclien water in de Afwatering van het Kranengoor aan de noordwestzijde van het landgoed in 2000 is afgenomen na een gestage toename in voorgaande jaren. Bovenstrooms is de afname minder groot.

De Afwatering van het Kranengoor wordt voor een belangrijk deel gevoed met grondwater en overlopend oppervlaktewater uit het landgoed (de diepere grondwaterstroming is noordwest gericht). De toename van het aandeel atmoclien water past in de verwachting dat door het opzetten van het peil in de Afwateringen minder kwel wordt weggevangen, terwijl er meer oppervlakkig water vanuit het landgoed wordt afgevoerd. Daarentegen duiden de resultaten van de Afwatering van Groenouwe (meetpunt O1) erop dat tot 2000 het aandeel kwel in de afvoer is toegenomen. Dit water kan daardoor niet tot onder het landgoed doordringen.

De verwachting is dat in het landgoed door verbetering van het greppelstelsel en de verhoging van het peil in de beide Afwateringen er kwelwater ondieper tot onder het maaiveld kan doordringen en in het grachtenstelsel uittreedt. Het peil in de grachten binnen het landgoed was tijdens de bemonsteringen echter altijd hoger dan het peil in de Afwateringen waardoor de regionale kwelflux toch op de Afwateringen gericht zal blijven. Zoals figuur 4.4 laat zien heeft het water in de vijver bij O9 daardoor een wisselende samenstelling die is opgebouwd uit neerslagwater, oppervlakkig grondwater (locale kwel) en mogelijk een klein deel dieper grondwater. Bij meetpunt O6, dat dichtbij de Afwatering van het Kranengoor ligt, is het aandeel lithoclien water wel toegenomen.



Figuur 4.4 Verandering in watertypen van het oppervlaktewater. De resultaten hebben betrekking op de bemonsteringen uit het voorjaar van de jaren 1993 en 1996 - 2000



Figuur 4.5 Verloop van de concentratie sulfaat en calcium in het oppervlaktewater. De resultaten hebben betrekking op de bemonsteringen in het voorjaar van de jaren 1993 en 1996-2000

Voor de 6 meetpunten is in figuur 4.5 het verloop van de calcium- en de sulfaatconcentratie in het voorjaar weergegeven. In de Afwatering van het Kranengoor en in zekere mate ook in de Afwatering van Groenouwe laten de concentraties van beide ionen een min of meer vergelijkbaar beeld zien. In 1993 waren de concentraties lager dan in 1996 en 1997. Van 1996 tot 1999 zijn de concentraties gestaag gedaald om in 2000 weer toe te nemen. Een afname van de sulfaatconcentratie duidt op anaerobere omstandigheden waardoor (ijzer)sulfide minder snel oxideert tot sulfaat. Doordat er tevens minder H^+ -ionen vrijkomen wordt er minder calciumcarbonaat opgelost en is ook de calciumconcentratie afgenomen. Anaërobe omstandigheden zijn hier het gevolg van een hoge grondwaterstand. In de periode voorafgaand aan de bemonstering in 2000 is waarschijnlijk meer zuurstof dieper in het bodemprofiel doorgedrongen. In het landgoed zijn de concentraties sulfaat in 2000 toegenomen. Binnen het landgoed is dat eerder gebeurd in 1997. In 2000 was de grondwaterstand tijdens de bemonstering in het voorjaar lager (10 - 15 cm) dan in de voorgaande jaren, maar in 1997 was dat niet het geval. De verhoogde sulfaatconcentratie in het grachtenstelsel in 1997 lijkt op zichzelf te staan aangezien de Afwateringen van het Kranengoor en van Groenouwe evenals het grondwater in de Wildenborch (zie figuur 4.7) geen vergelijkbare piek laten zien.

Grondwater

Omdat de peilbuizen door diepe grondwaterstanden in de nazomer een aantal jaren niet zijn bemonsterd, zijn alleen de resultaten van de voorjaarsbemonstering in beschouwing genomen. In het voorjaar zijn de bodemchemische processen nog niet goed op gang gekomen waardoor de resultaten onderling beter vergeleken kunnen worden. In figuur 4.6 is de verdeling in watertypen weergegeven van 6 meetplekken binnen het landgoed en van 2 meetplekken die buiten het landgoed liggen. In een aantal gevallen is het aandeel lithoclien water na 1999 weer wat afgenomen (G28, G22 en G21). Er lijkt een verband te zijn met de grondwaterstand die in 2000 lager was dan in de voorgaande jaren. Punt G25 vormt een uitzondering. Daar is het grote aandeel lithoclien water nog verder toegenomen.

Van de meetpunten die buiten de Wildenborch liggen bevindt G2 zich op enkele tientallen meters ten oosten van de Wildenborch in een laag terreingedeelte. Daar is het aandeel lithoclien water sinds 1998 alleen maar toegenomen. Bij punt G12, dat op ongeveer 800 m ten zuidoosten van de Wildenborch ligt, is geen tendens waarneembaar.

Van een aantal plekken is ook incidenteel de kwaliteit van het grondwater in september vastgesteld. Er zijn te weinig gegevens beschikbaar om daar tendensen aan te ontlenen, maar duidelijk is dat in vergelijking met de voorjaarsbemonstering het aandeel lithoclien water over het algemeen toeneemt. Een minder grote uitspoeling van neerslagwater in combinatie met capillaire nalevering is daar debet aan. Tegelijkertijd neemt wel de sulfaatconcentratie toe omdat door de diepere grondwaterstand in de zomer de bodem dieper geaereerd raakt en oxidatie optreedt.

Voor de buizen G21 G22 en G28 staan het verloop van de concentraties calcium en sulfaat in figuur 4.7. Op beide plekken zijn de concentraties afgenomen. Bij G28 is dat sinds 1996 zeer gelijkmatig gebeurd. In 2000 is weer sprake van een geringe toename als gevolg van de diepere grondwaterstand.

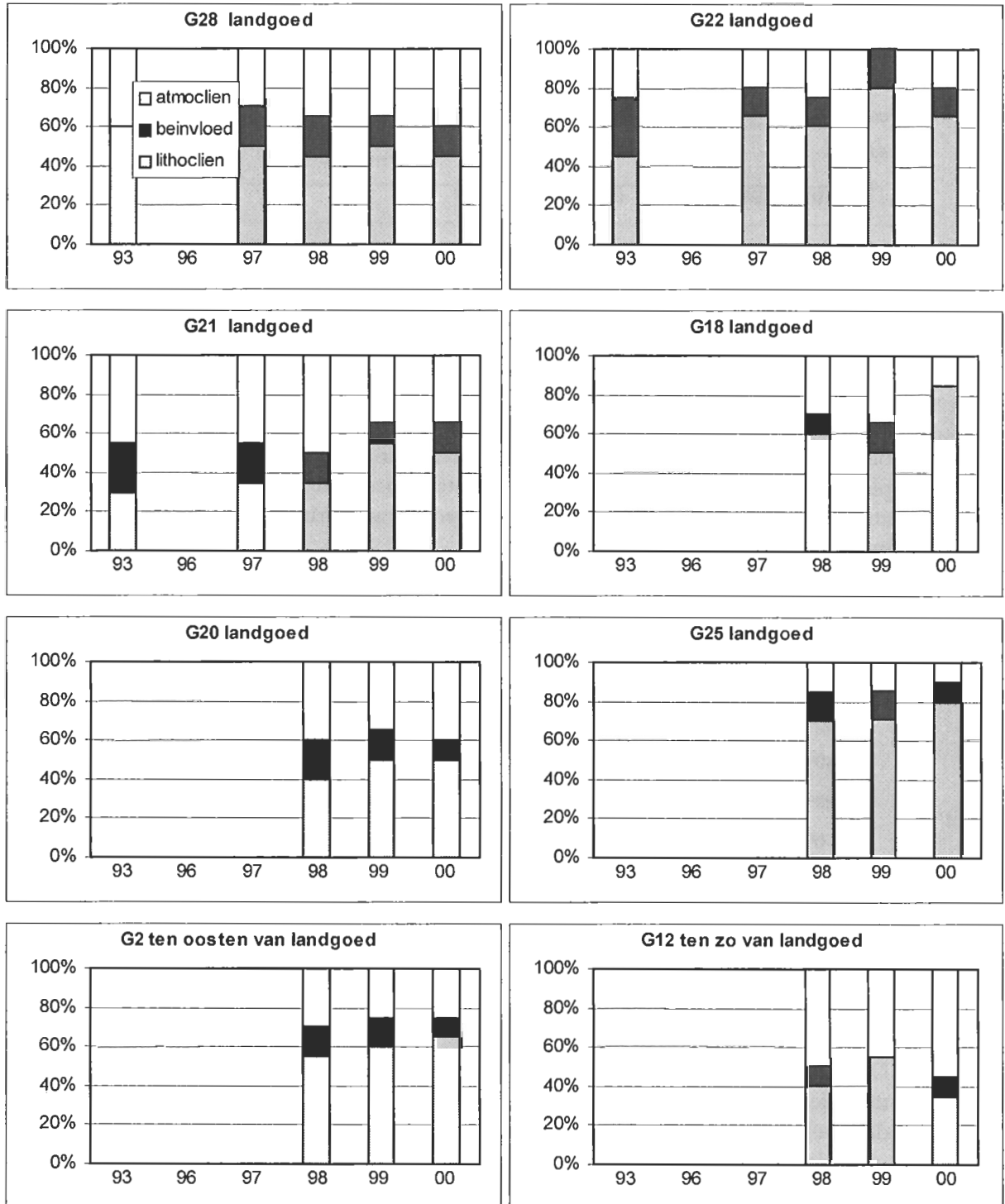
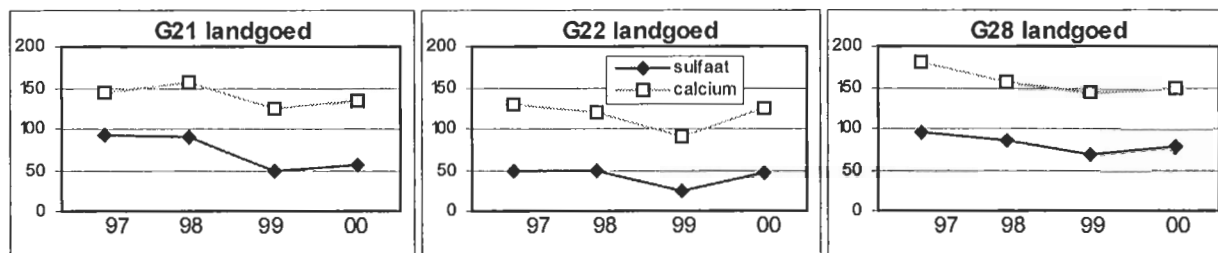


Fig. 4.6 Verandering in watertypen van het grondwater. De resultaten hebben betrekking op de bemonsteringen uit het voorjaar van 1993 en 1996 - 2000.



Figuur 4.7 Verloop van de concentratie sulfaat en calcium van het grondwater in het landgoed in het voorjaar van de periode 1997 - 2000

Bij de buizen G20 en G25 is een reeks van 4 buizen aanwezig, waarin op opeenvolgende dieptes het grondwater (bij hoge grondwaterstanden) bemonsterd kan worden. Uit de metingen in mei 2000 blijkt dat bij G20 de verhouding atmoclien/lithoclien in het bovenste grondwater constant is (figuur 4.8) en dat er blijkbaar een goede verticale uitwisseling (infiltratie-capillaire nalevering/kwel) plaatsvindt. Bij G25 heeft het ondiepste grondwater (filters 3 en 4) een veel atmocliener samenstelling. Het diepere grondwater dringt hier (nog) niet tot boven in het profiel door.

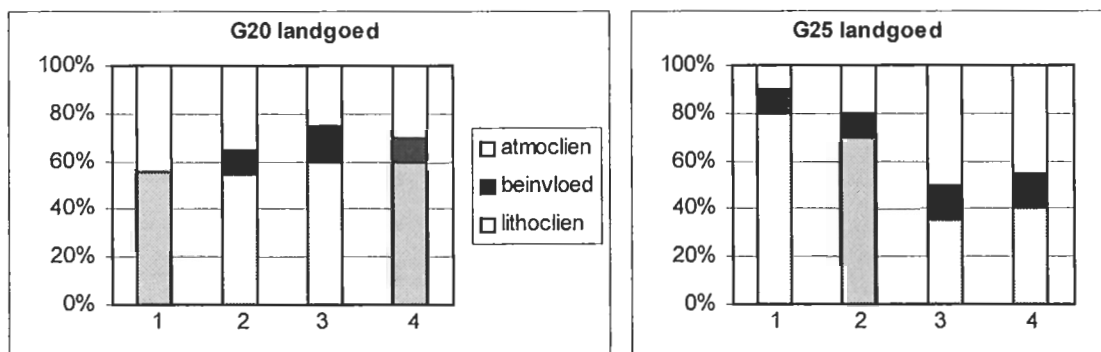


Fig. 4.8 Verdeling van watertypen in de bovenste meter van het grondwater in mei 2000. Filter 1 is het diepste filter

4.4 Conclusies

De effectgerichte hydrologische maatregelen moeten leiden tot afname van de kwel naar de Afwateringen van Groenouwe en van het Kranengoor en zeker herstel van de kwelstroom naar de Wildenborch. De resultaten van het humusonderzoek wijzen erop dat de maatregelen effectief zijn. De Ca-verzadiging van het adsorptiecomplex is in vergelijking met de uitgangssituatie verhoogd.

Het is zeker aan te bevelen verder te onderzoeken of de zuurbuffercapaciteit van de bodem voldoende groot is om de eventuele verzuring in de zomerperiode te kunnen overbruggen. In de zomerperiode worden de stuwpeilen immers weer verlaagd, waardoor de pH weer kan dalen. Bij voldoende buffering, wat een stabiele en hogere pH tot gevolg zal hebben, mag verwacht worden dat ook de biologische activiteit zal toenemen, wat mogelijk kan leiden tot versterkte mineralisatie en eutrofiëring.

effecten. Dit zal tot een tijdelijke verzuiging leiden. Pas een duurzaam verhoogde pH en Ca-verzadiging draagt bij tot de goede natuurgerichte randvoorwaarden. Sterke fluctuaties doen hieraan afbreuk.

Het waterkwaliteitsonderzoek laat zien dat er schommelingen in de samenstelling optreden die samenhangen met de hoogte van de grondwaterstand. De gemiddelde grondwaterstand in de winter is hoger geworden door het opzetten van de stuwpeilen, maar de veranderingen worden versterkt door natte winters. De winter van 1999/2000 lijkt wat dat aangaat een minder positieve bijdrage te hebben geleverd dan de eerdere winters.

Als gevolg van de hogere grondwaterstand is er minder mineralisatie en oxidatie van pyriet opgetreden waardoor er minder sulfaat vrijkomt. Omdat daardoor de zuurinput ook kleiner wordt lossen er minder kalkzouten op en nemen de calcium- en bicarbonaatconcentraties af. De (geringe) afname van de calciumconcentratie in het grondwater lijkt in tegenspraak met de veronderstelde toename ervan in het bodemvocht in het humusprofiel die het gevolg is van de toegenomen Ca-verzadiging. In plaats van een toename van de calciumconcentratie in het bodemvocht kan echter de H^+ -concentratie zijn gedaald. Daarnaast spelen de processen in het humusprofiel zich vlak onder het maaiveld af, terwijl het grondwater afkomstig is van de filterdiepte van de peilbuizen (1,0 -1,5 m).

Door de afgenomen verzuring wordt de zuurneutralisatiecapaciteit minder aangetast of, zoals uit de monitoring van het humusprofiel blijkt, zelfs weer wat 'opgeladen'. Dat moet dan vooral het gevolg zijn van capillaire nalevering en locale kwel. De bijdrage van regionale kwel zal beperkt zijn aangezien het peil in de Afwateringen van Groenouwe en van het Kranengoor in de winter nog enkele decimeters lager is dan in het grachtenstelsel. De kwelflux zal daardoor vooral op beide Afwateringen gericht blijven. Dit verklaart tevens de schommelingen in waterkwaliteit die op verschillende plekken in het landgoed zijn geconstateerd (tussen verschillende jaren maar ook tussen voor- en najaar). Er zijn positieve resultaten geboekt, maar er is geen sprake van herstel van een stabiel kwelsysteem.

5 Evaluatie resultaten monitoring anti-verdrogingsmaatregelen

Het doel van de anti-verdrogingsmaatregelen op het landgoed De Wildenborch was een herstel van de kwelstroom, waarbij het kwelwater de wortelzone bereikt. Via een monitoringprogramma zijn de ontwikkelingen gevolgd.

Uit het hydrologische onderzoek blijkt dat de beschouwde periode wordt gekenmerkt door een aantal extreme weerjaren. Het eerste jaar, dat als referentiejaar dient voor de oorspronkelijke situatie, was extreem droog. De daarop volgende periode kende een aantal extreem natte jaren, nl. 1998 en 2000. Door middel van stuwbeheer wordt de oppervlaktewaterstand geregeld. Bij hoge neerslagintensiteiten is capaciteit van het gemaal de Wildenborch beperkend en kan het streefpeil niet worden gehandhaafd. De grondwaterstand reageert op verschillende locaties min of meer identiek op het neerslagoverschot. Verder blijkt uit aanvullend onderzoek dat de drainagewaterstand vooral is geconcentreerd in de directe omgeving van de waterloop.

In de onderzoeksperiode is de draagkracht op verschillende locaties in de omgeving van de Wildenborch gemeten. De draagkracht blijkt vaak onvoldoende, dit wordt echter niet alleen geweten aan de ontwateringssituatie maar ook aan de samenstelling en de eigenschappen van de bovengrond.

Met modelberekeningen is getracht de gemeten grondwaterstand te simuleren, hiervoor is de onderrand en drainagewaterstand geoptimaliseerd met behulp van SWAP-PEST. Hierbij is het van belang om te beschikken over lange meetreeksen die zowel droge als natte perioden omvatten, voor Wg-02 is zo'n meetreeks beschikbaar vanaf 1993.

De berekende grondwaterstanden komen goed overeen met de gemeten grondwaterstanden. Vergelijking van de huidige situatie met de nulscenario geeft aan dat er praktisch geen verschillen worden gevonden in de berekende grondwaterstand. Dit betekent tevens dat er geen landbouwkundige effecten worden berekend.

Het effect van het vasthouden van water voor een droge periode is van korte duur omdat zodra de afvoer stopt de oppervlaktewaterspiegel met een snelheid van ca 2 cm/dag zakt, hierdoor valt de waterloop na ca 10 dagen droog.

Uit de analyse blijkt verder dat de waterloop ter plaatse van Wg-02 draineert boven het niveau van 11.30 m+NAP.

Naast de maatregelen die tot doel hebben om de kwelstroom te herstellen, hebben in het gebied maatregelen plaatsgevonden die een tegengesteld effect hebben. Enkele van deze ingrepen zijn:

- Uitbreiding van de winning van pompstation Vorden. Deze winning heeft volgens modelberekeningen een verlagend effect op de grondwaterstand ter plaatse van de Wildenborch, welk effect vooral in de zomer zal gelden;
- Uitdiepen van trajecten van waterlopen, waardoor de drainagebasis is verlaagd.

Hoewel uit het hydrologisch onderzoek naar voren komt dat de effecten van de maatregelen beperkt zijn, geven de resultaten van het humusprofielonderzoek een gunstiger beeld dan in de periode van voor de maatregelen. Het waterkwaliteitsonderzoek laat schommelingen zien die samenhangen met de hoogte van de grondwaterstand. Het is niet duidelijk aan te geven of de hoge grondwaterstanden worden veroorzaakt door natte winters of door opzetten van het waterpeil. Duidelijk is wel dat door de hogere grondwaterstanden de verzuring afneemt en de zuurneutralisatiecapaciteit in het humusdek is toegenomen. De bijdrage van de regionale kwel blijft beperkt omdat de peilen van de waterlopen veelal lager zijn dan de peilen op het landgoed. Er is nog geen sprake van een stabiel kwelsysteem.

Op basis van de resultaten van de monitoring kunnen geen uitspraken worden gedaan over het verdere herstel van het kwelmilieu in De Wildenborch. Daarvoor zijn de veranderingen (te) gering en onvoldoende eenduidig. Voortzetting van de metingen zijn daarom noodzakelijk om de veranderingen te kunnen volgen. Omdat de ontwikkelingen in het humusprofiel ook langzaam verlopen en minder gevoelig zijn voor jaren met uiteenlopende meteorologische omstandigheden lijkt dat de aangewezen variabele om periodiek te meten. Een meetinterval van ongeveer 5 jaar is dan ruim voldoende. De waterkwaliteit, en meer nog de (grond)-waterstand, zijn eenvoudiger te meten maar moeten vanwege de grotere afwijkingen vaker worden waargenomen. De kosten voor één meting nemen in de volgorde humusprofiel – waterkwaliteit – waterstanden af, maar daar staat tegenover dat de vereiste meetfrequentie omgekeerd evenredig is. Voor een breder inzicht in de ontwikkelingen is het ook aan te bevelen om waterkwaliteit en grondwaterstanden te blijven meten. Het aantal meetpunten kan daarbij wel worden teruggebracht. Te denken valt aan alleen de plekken voor de kwaliteit en standen van het freatisch grondwater waarvan al een volledige meetreeks beschikbaar is. Hetzelfde zou kunnen gelden voor enkele plekken in het oppervlaktewater. In alle gevallen geldt dat omwille van de continuïteit niet alleen de meetplekken maar ook de meetmethoden (humusprofiel niet tijdgebonden, waterkwaliteit voorjaar en waterstanden tweemaal per maand) steeds dezelfde zijn.

Literatuur

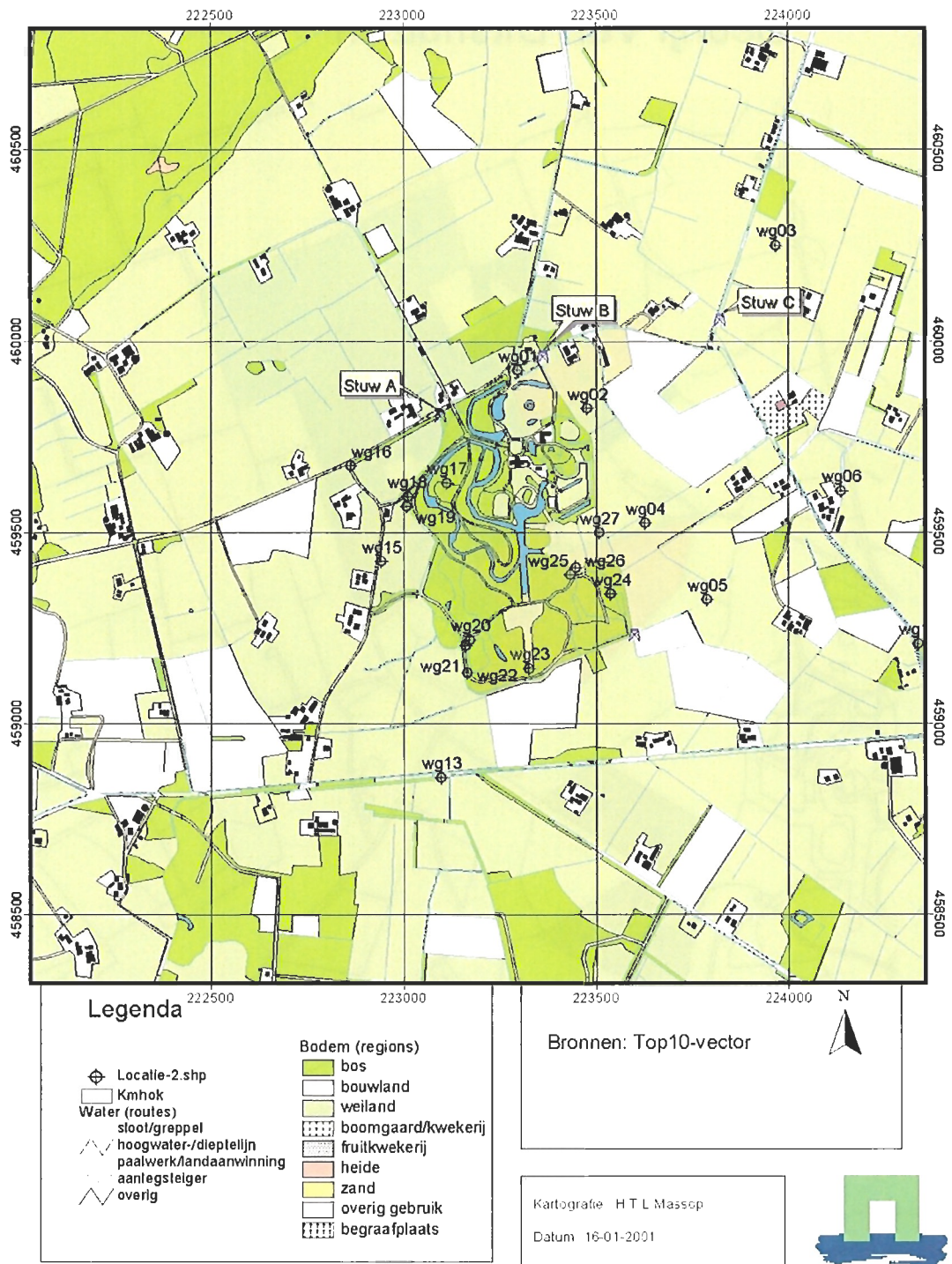
- Cultuurtechnische Vereniging, 1988. Cultuurtechnisch Vademecum.
- Doherty J., L. Brebber en P. Whyte, 1994. PEST. Model - Independent Parameter Estimation. Watermark Computing.
- Jansen P .C., R. H. Kemmers en P. Mekking, 1994. *Eco-hydrologische systeembeschrijving van het Landgoed 'De Wildenborch'*. Wageningen, SC-DLO rapport 342.
- Jansen, P.C. en R.H. Kemmers, 1995. *Evaluatie van de ecohydrologische systeembeschrijving van de Gelderse Poort*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, SC-DLO rapport 397.
- Massop H. Th. L., 1998. *Analyse grondwaterstanden Twentbekanaal (Hoofdkanaal en Zijkanaal)*. Wageningen, SC-DLO interne mededeling 530.
- Massop H. Th. L., J. M. P. M. Peerboom en H.C. van Vessem, 1994. *Effectbepaling anti-verdrogingsmaatregelen Landgoed 'De Wildenborch'*. Wageningen, SC-DLO rapport 342.
- Peerboom, J.M.P.M., 1990. *Waterhuishoudkundige schadefuncties op grasland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 43.
- Poelman, A., U. Pales en R. van Ek, 1995. *Modellering watersysteem Oost-Gelderland: ecohydrologische effecten drinkwaterwinning*, Grontmij.
- Projectgroep Waterlood, 1998. *Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewaterbeheer. Een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen*. DLG en Unie van Waterschappen. DLG-publicatie 1998-2.
- Projectgroep Omgaan met Vernatting, 2000. *Omgaan met vernatting*.
- Reit, H. J., P.C. Jansen, H. Th. L. Massop en J. M. P. M. Peerboom, 1996. *Onderzoek en maatwerk voor de verdrogingbestrijding op het landgoed 'De Wildenborch'*. H₂O(29) 1996, nr. 19 550-554
- Reuter K.N. en J.J. Kouwe, 1958. *De landbouwwaterhuishouding in de provincie Gelderland*. COLN-TNO.
- Schothorst C. J., 1965. *Weinig draagkrachtig grasland*. Landbouvoorl. 22, 10/11 en 12. Verspr.Overdr. ICW 30.
- Van Dam, J.C., J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk, C.A. van Diepen, 1997. *SWAP version 2.0, Theory. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment*. Technical Document 45, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, 1997. Report

71, Department Water Resources, Wageningen Agricultural University, 1997.

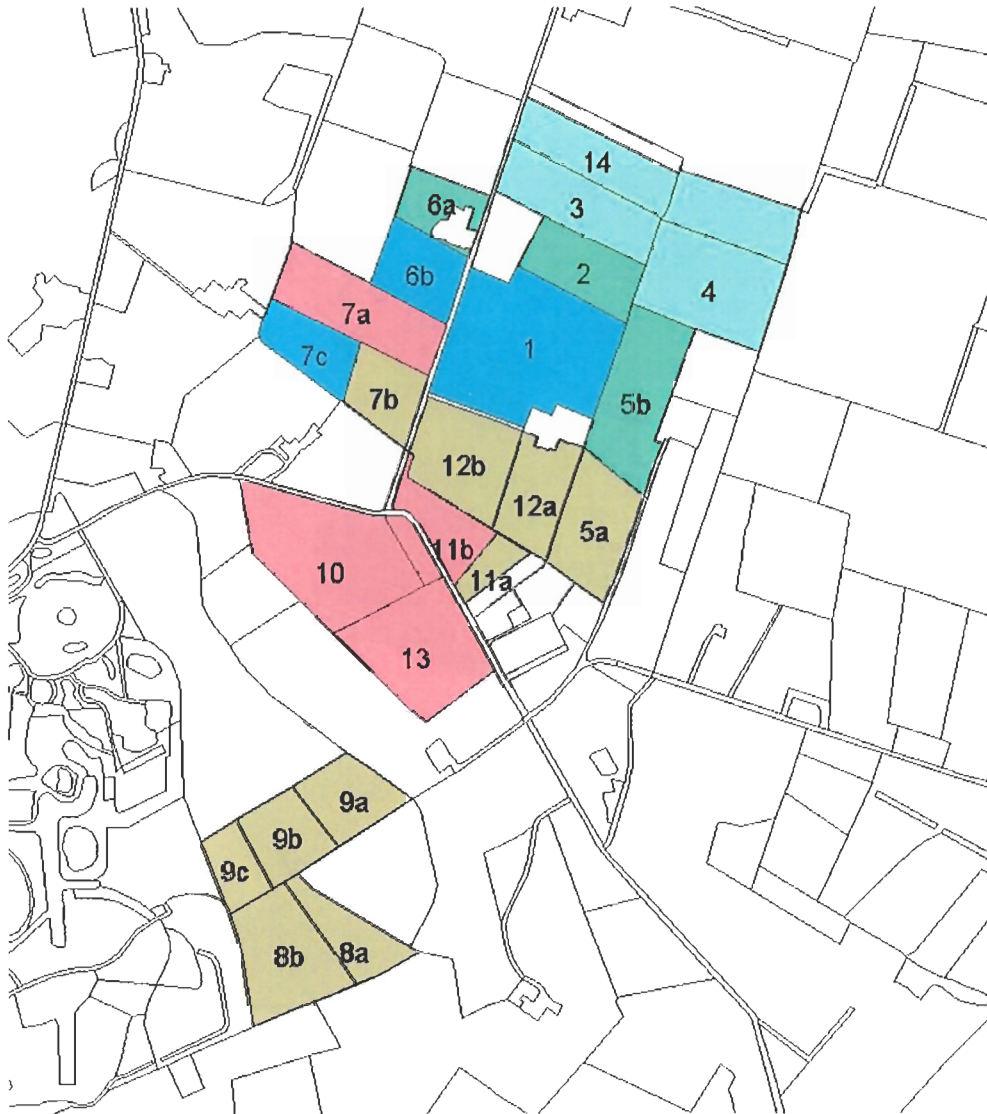
Waterschap Rijn en IJssel, 1998. *Omgaan met vernatting*. Werkrapport 1998 nr 1, 2 en 3.
Werkgroep HELP-tabel, 1986. *De invloed van de waterhuishouding op de landbouwvriendelijke productie*. Utrecht

Wirdum, G. van, 1990. *Vegetation and hydrology of floating rich-fens*. Maastricht, Datawyse.

Aanhangsel 1 Locatie meetnet 'De Wildenborch'



Perceelsnummering Bedrijf Van Ditshuizen

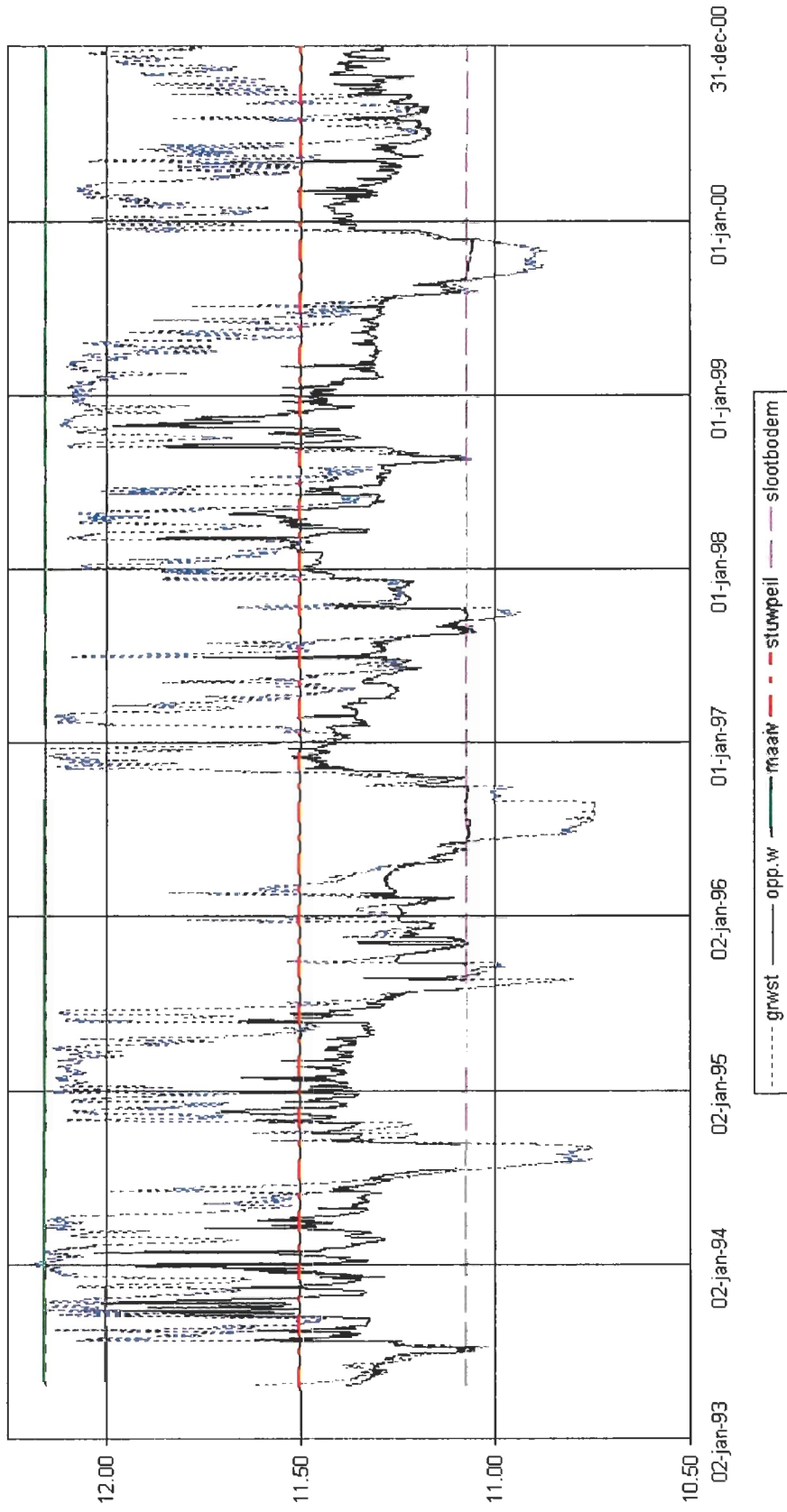


Meetpunten in en om De Wildenborch				
oude code	nieuw	referentie	maaiveld	omschrijving
duiker (04)	Wo-01 In	11,584		Afwatering van Groenouwe
buis S-05	Wg-01 I	12,502	12,40	noord-west van Wildenborch
buis P-01	Wg-02 In	12,422	12,15	bij automatisch meetpunt (=S4)
buis R-07	Wg-03 In	12,797	12,29	Stuwdijk (van Ditshuizen)
buis R-03	Wg-04 n	12,704	12,09	ten oosten van De Wildenborch
buis S-10	Wg-05 n	12,919	12,37	(verplaatst) bij stuw 07
buis R-04	Wg-06 n	13,324	12,80	Wildenborchseweg (oostkant)
nvt	Wo-02 n			duiker G waterleiding in Barchem
buis R-05	Wg-07 n	13,367	13,09	Polsteeg
nvt	Wo-03 n			begin Afwatering ten Bokkel
buis R-5a	Wg-08 n	13,623	13,16	Polsteeg/Schoneveldsdijk
buis R-06	Wg-09 n	13,597	13,17	Schoneveldsdijk
buis R-6a	Wg-10 n	12,950	12,46	Arendsen Readt
buis PB-1	Wg-11 n	13,656	13,21	nieuw (zand/wiersebuis)
buis P-05	Wg-12 In	13,556	12,91	Wildenborchseweg (oostkant)
34C-I-11	Wg-13 n	TNO		(Mosselseweg; = S-14)
buis S-13	Wg-14 n	13,042	13,12	Kapelweg
buis R-01	Wg-15 n	12,971	12,66	Kapelweg
buis S-06	Wg-16 n	12,926	12,66	Wildeborchseweg (herplaatst)
nvt	Wo-04 n			duiker Brede Graven
duiker (05)	Wo-05 In	11,248		Afwatering van het Kranengoor
brug (12)	Wo-06 In			Gracht
buis S-20	Wg-17 I	12,215	12,01	meetpunt op het eiland
buis P-04	Wg-18 In	12,954		De Wildenborch (noord-west)
buis S-27	Wg-19 I	12,489		naast buis P-04
buis P-03	Wg-20 In	13,304	12,74	De Wildenborch (west)
buis S-33	Wg-21 I	12,530	12,37	naast buis P-03
buis (08)	Wo-07 In	11,986		Afwatering van het Kranengoor
buis S-12	Wg-22 In	12,849	12,69	in de buurt buis 12
buis S-11	Wg-23 n	13,253	13,16	De Wildenborch (zuid)
stuw (07)	Wo-08 In	12,526		Afwatering van Groenouwe
buis S-28	Wg-24 In	12,609	12,45	in De Wildenborch (oost)
buis P-02	Wg-25 In	13,206	12,44	De Wildenborch (oost)
buis S-50	Wg-26 I	12,415	12,44	naast buis P-02
buis R-02	Wg-27 n	12,742	12,24	De Wildenborch
buis S-24	Wg-28 I	11,984	12,07	buis op veld bij R-02
brug (13)	Wo-09 In			in De Wildenborch
gemaal				Wildenborchse Veengoot

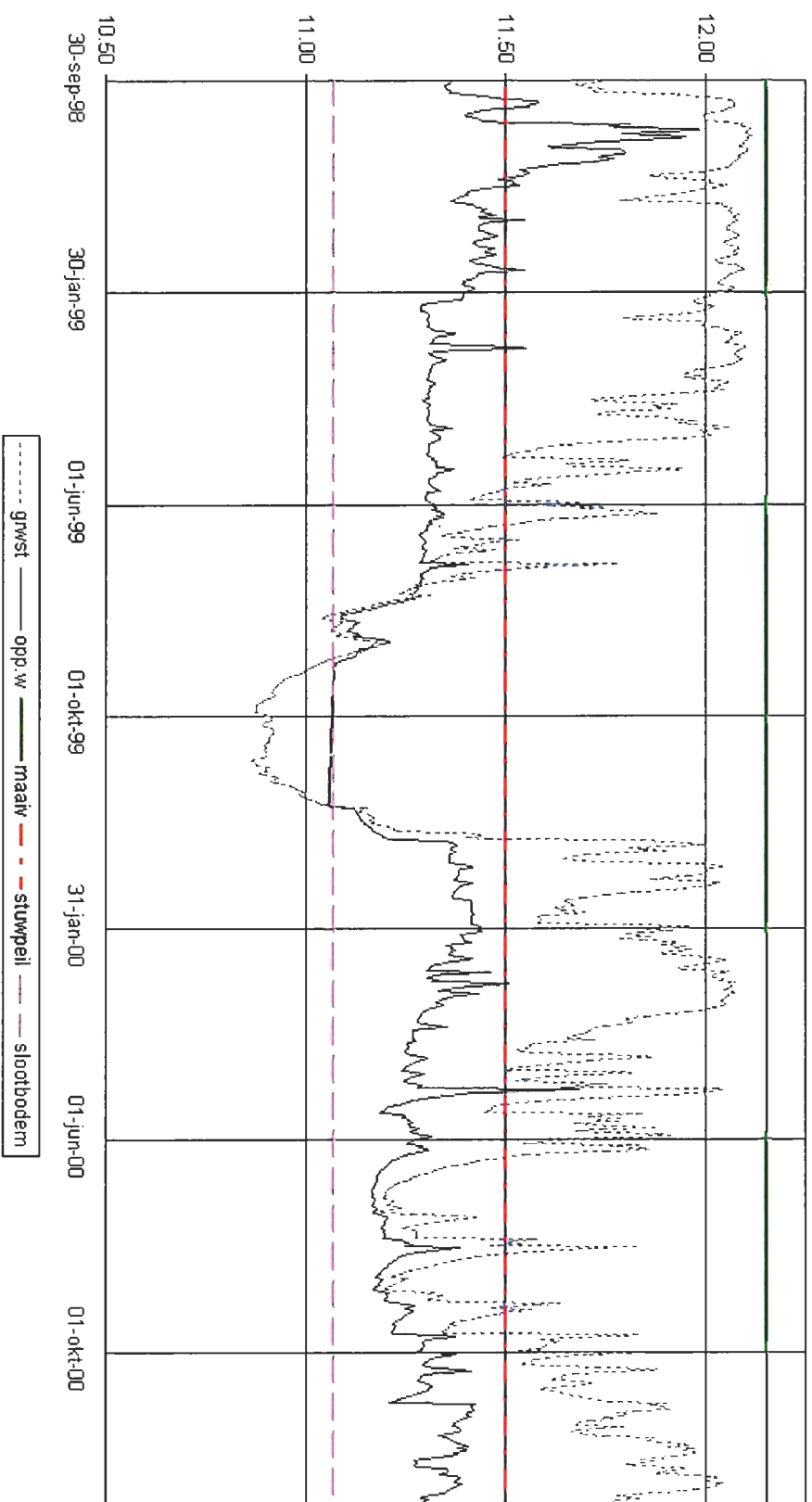
Wg-01 I grondwater kwaliteitsmeting
Wg-02 n grondwater kwantiteitsmeting
Wg-03 In grondwater kwantiteit- + kwaliteitsmeting
Wo-01 I oppervlaktewater kwaliteitsmeting
Wo-02 n oppervlaktewater kwantiteitsmeting
Wo-03 In oppervlaktewater kwantiteit- + kwaliteitsmeting

Aanhangsel 2 Meetpunt Wg-02

wg02 (afwatering van Groenouwe)



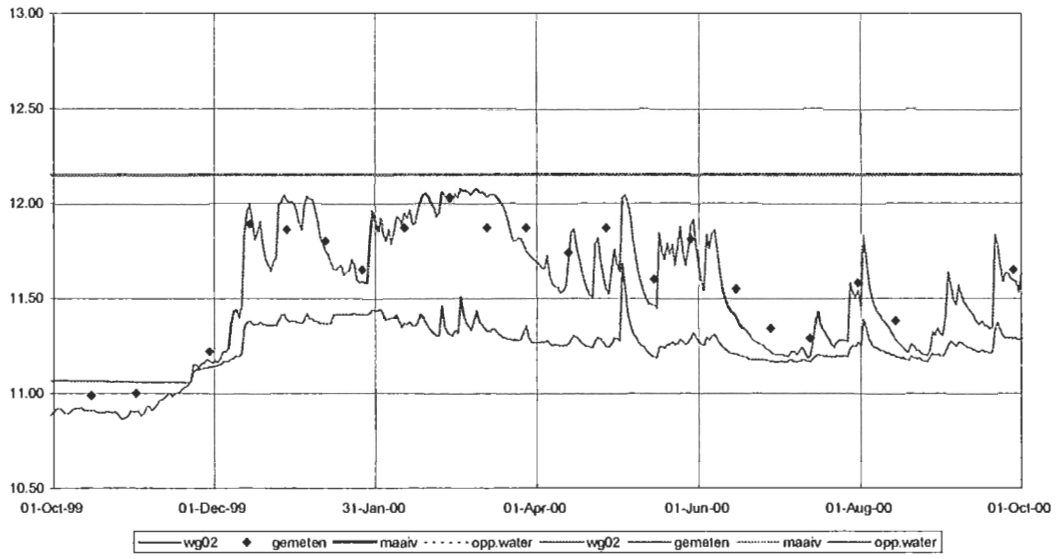
wg02 (afwatering van Groenouwe)



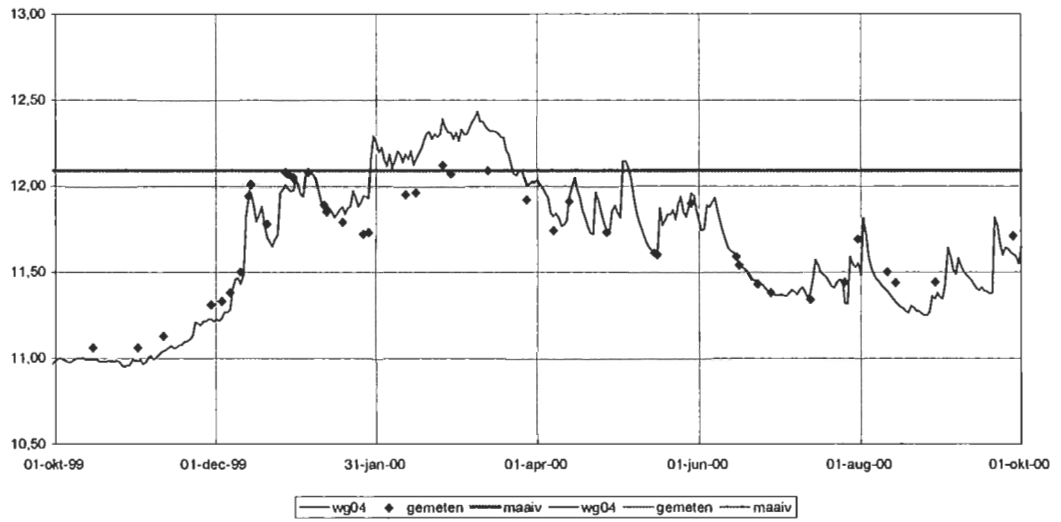
Aanhangsel 3 Grondwaterstanden

							R
WG27	=	-1.294	+	1.111	x	WG04	0.998
WG06	=	-2.533	+	1.246	x	WG04	0.989
WG27	=	0.524	+	0.897	x	WG08	0.948
WG09	=	0.898	+	0.917	x	WG08	0.981
WG06	=	-1.062	+	1.054	x	WG08	0.973
WG04	=	1.28	+	0.836	x	WG08	0.915
WG08	=	-0.506	+	1.05	x	WG09	0.981
WG06	=	-0.893	+	1.105	x	WG27	0.991
WG04	=	1.204	+	0.897	x	WG27	0.998
WG16	=	-0.523	+	0.96	x	WG27	0.977
WG16	=	-1.377	+	1.0535	x	WG15	0.991
WG15	=	0.279	+	0.979	x	WG27	0.895
WG14	=	0.231	+	0.967	x	WG27	0.914
WG14	=	1.052	+	0.9113	x	WG15	0.993
WG14	=	-0.833	+	1.0656	x	WG02	0.977
WG13	=	-1.298	+	1.118	x	WG27	0.992
WG07	=	0.392	+	0.927	x	WG09	0.957
WG05	=	-0.238	+	1.016	x	WG06	0.979
WG02	=	0.229	+	0.978	x	WG27	0.996

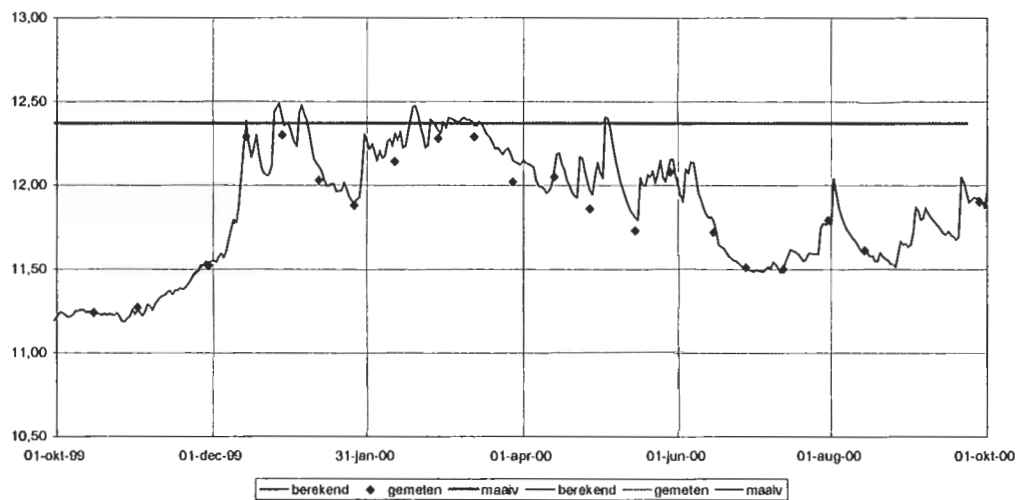
wg-02



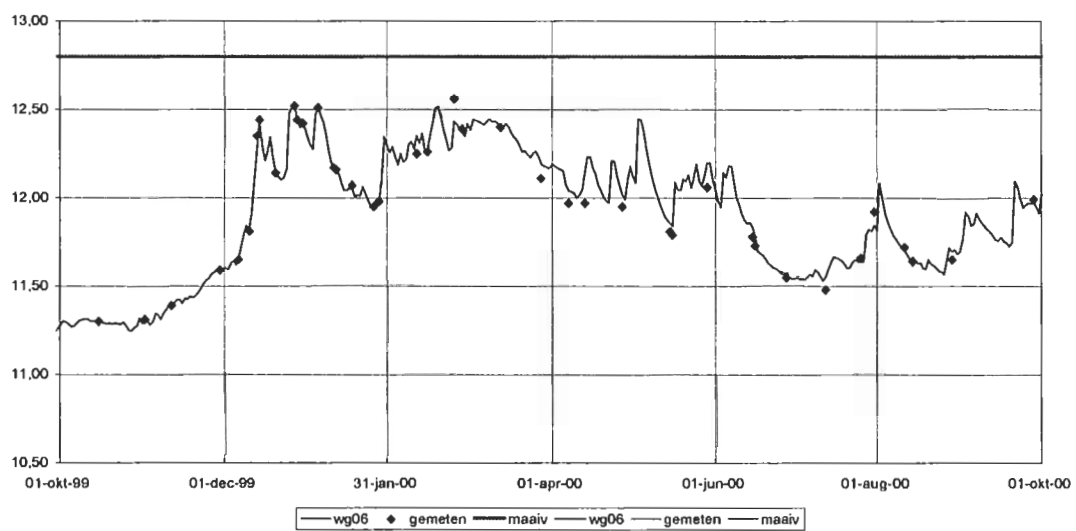
wg-04



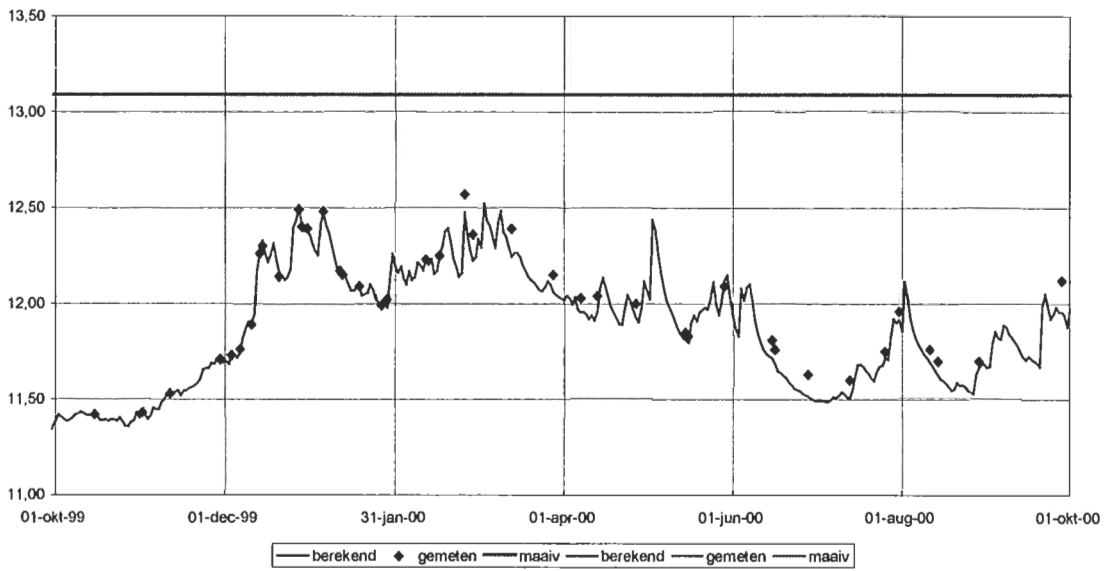
wg-05



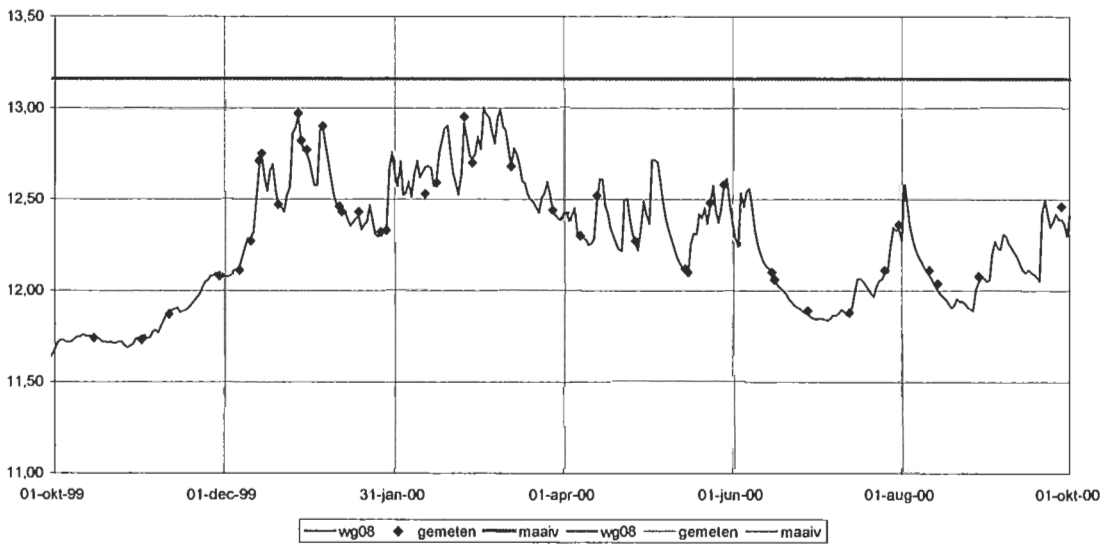
wg-06



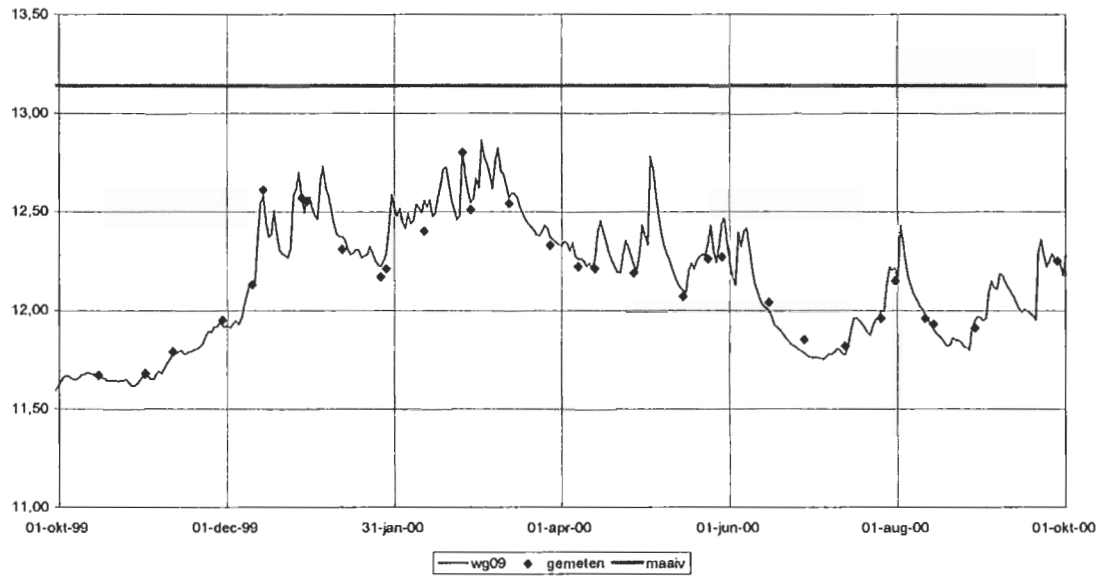
wg-07



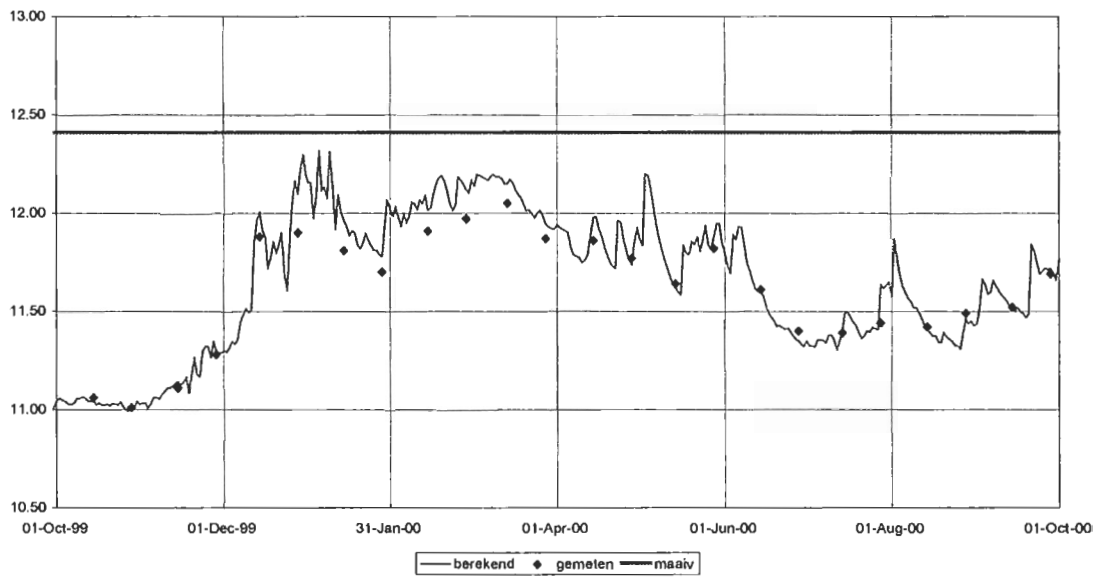
wg-08



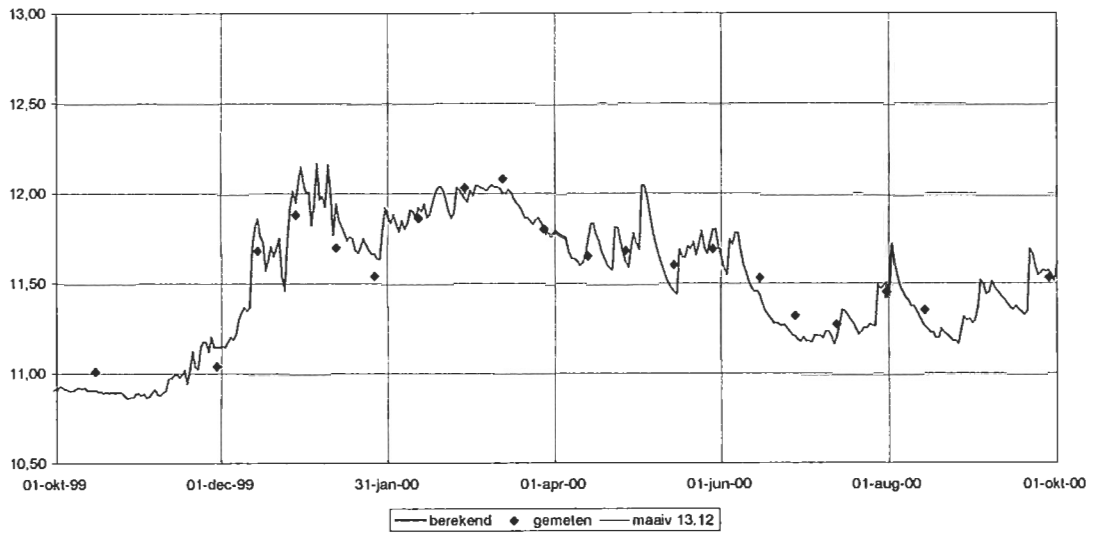
wg-09



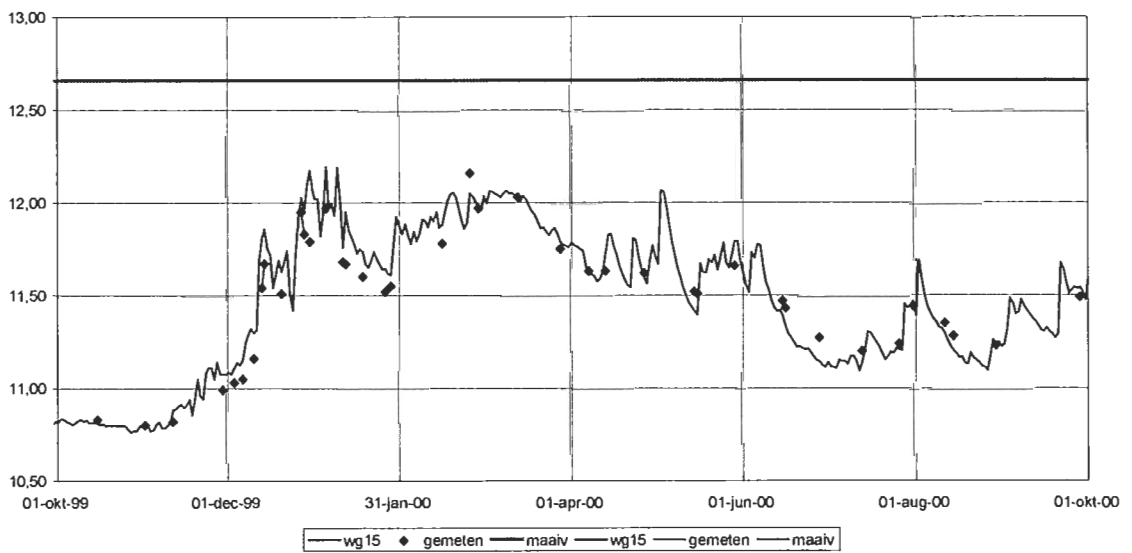
wg-13



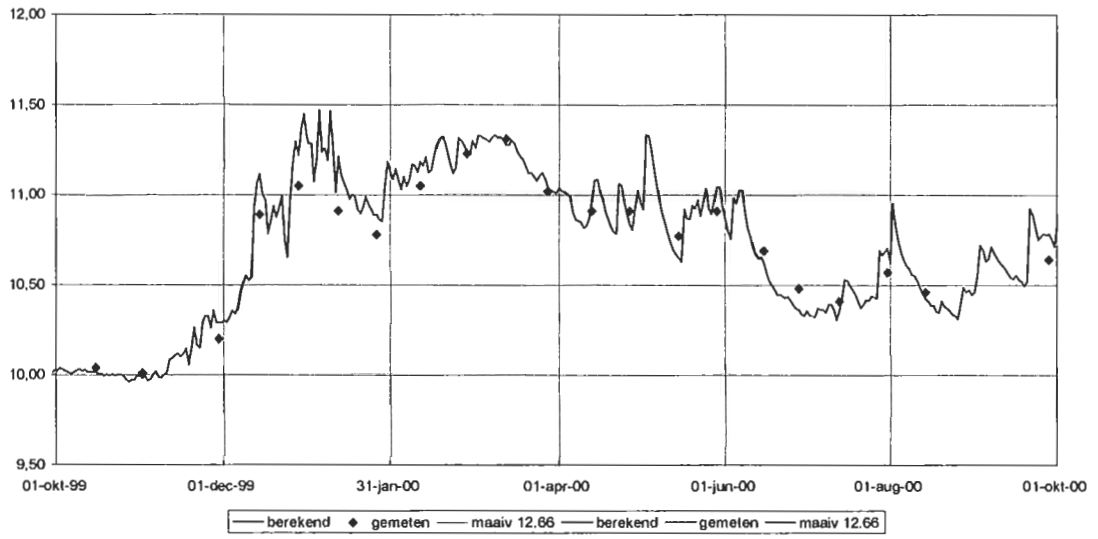
wg-14



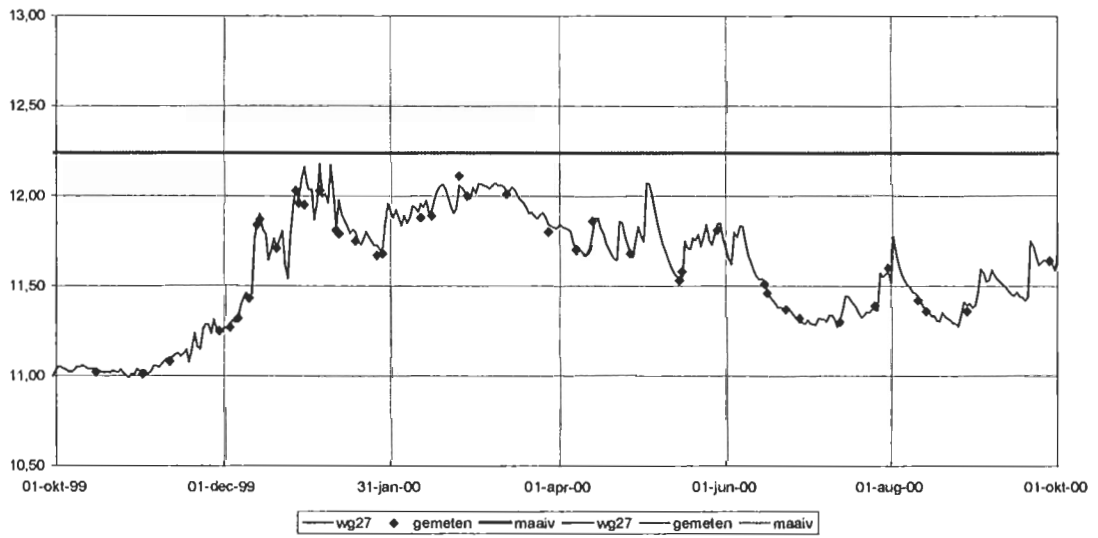
wg-15



wg-16

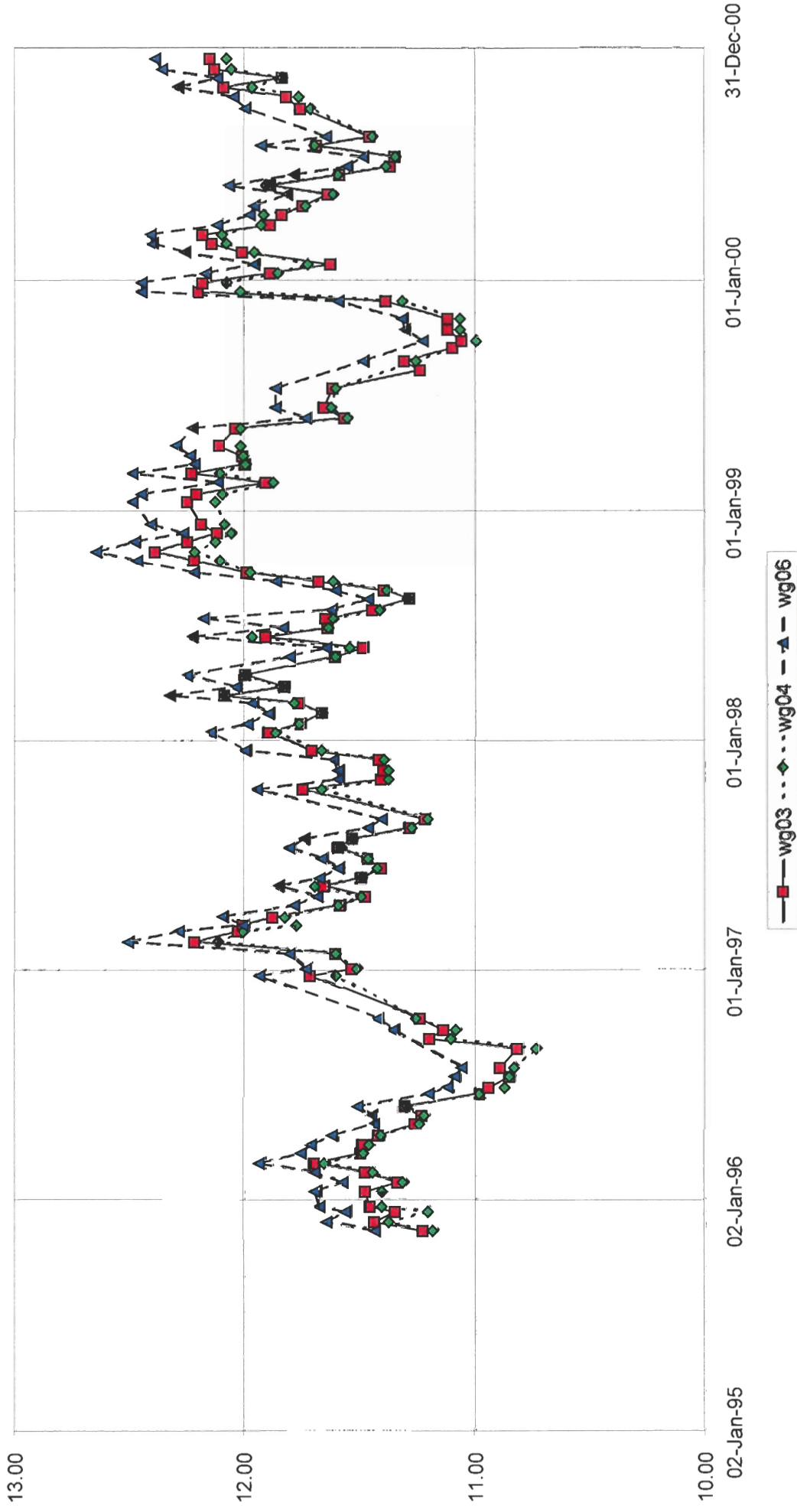


wg-27

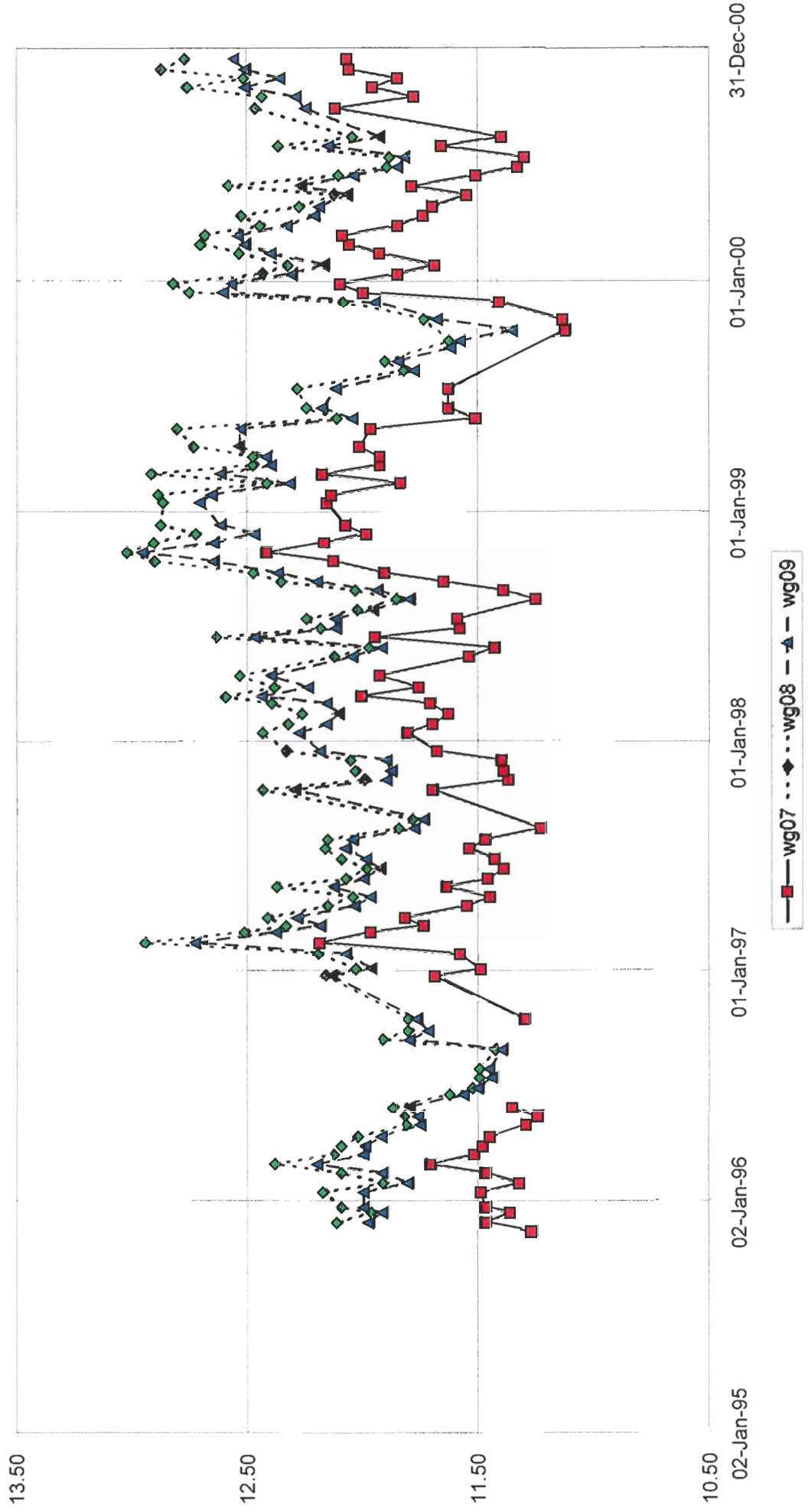


Aanhangsel 4 Overige meetpunten

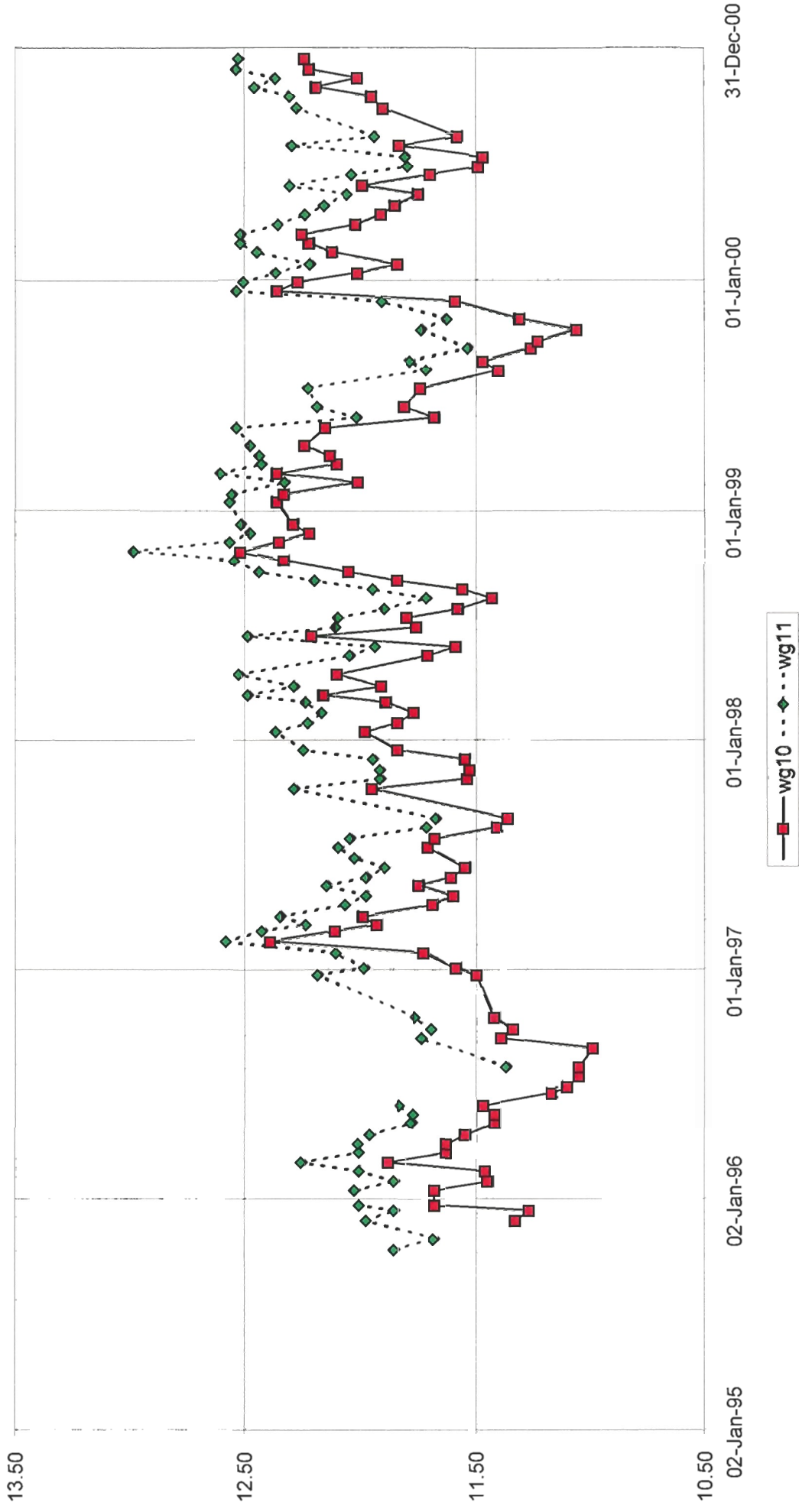
wildenborch



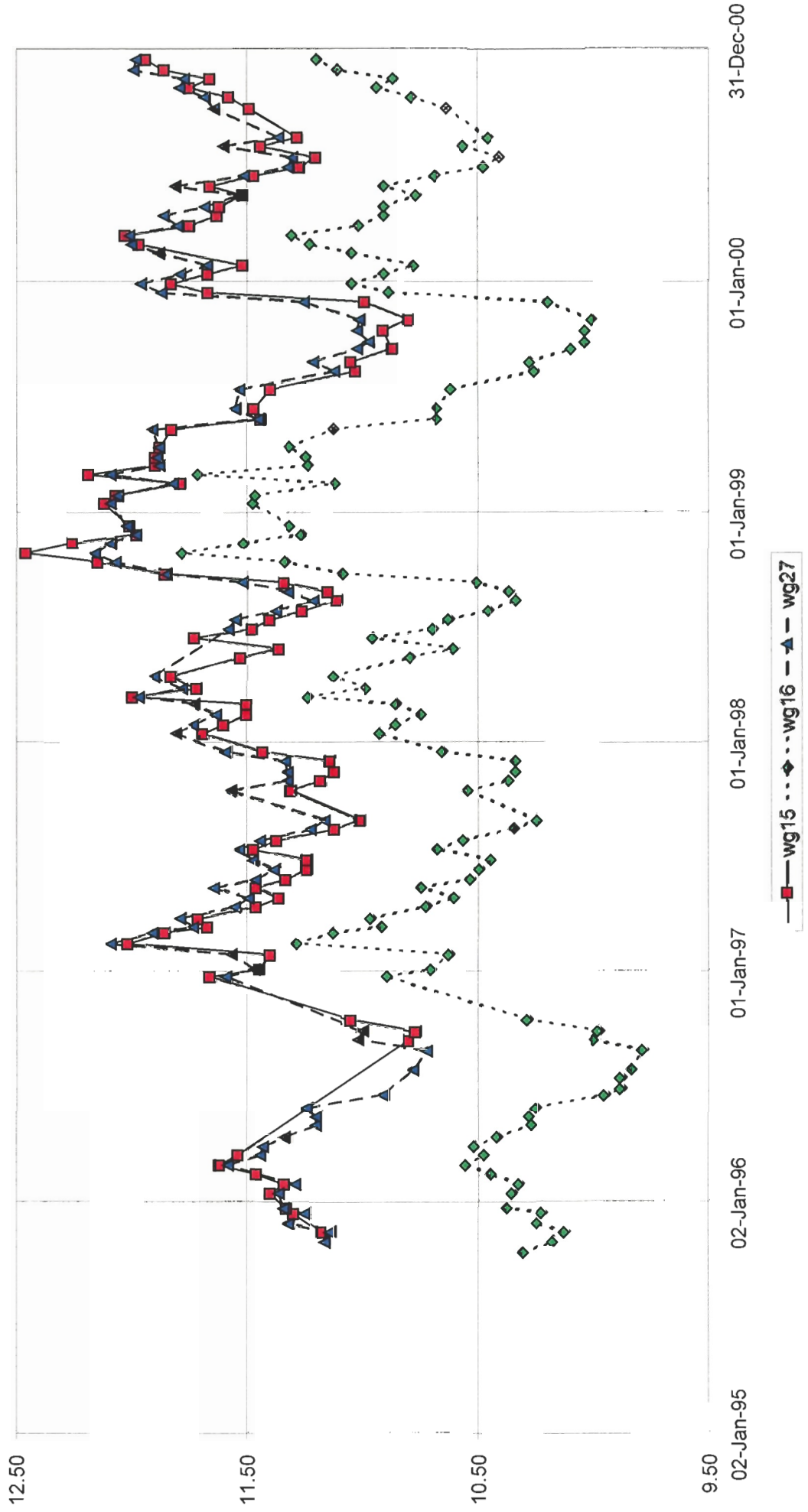
wildenborch



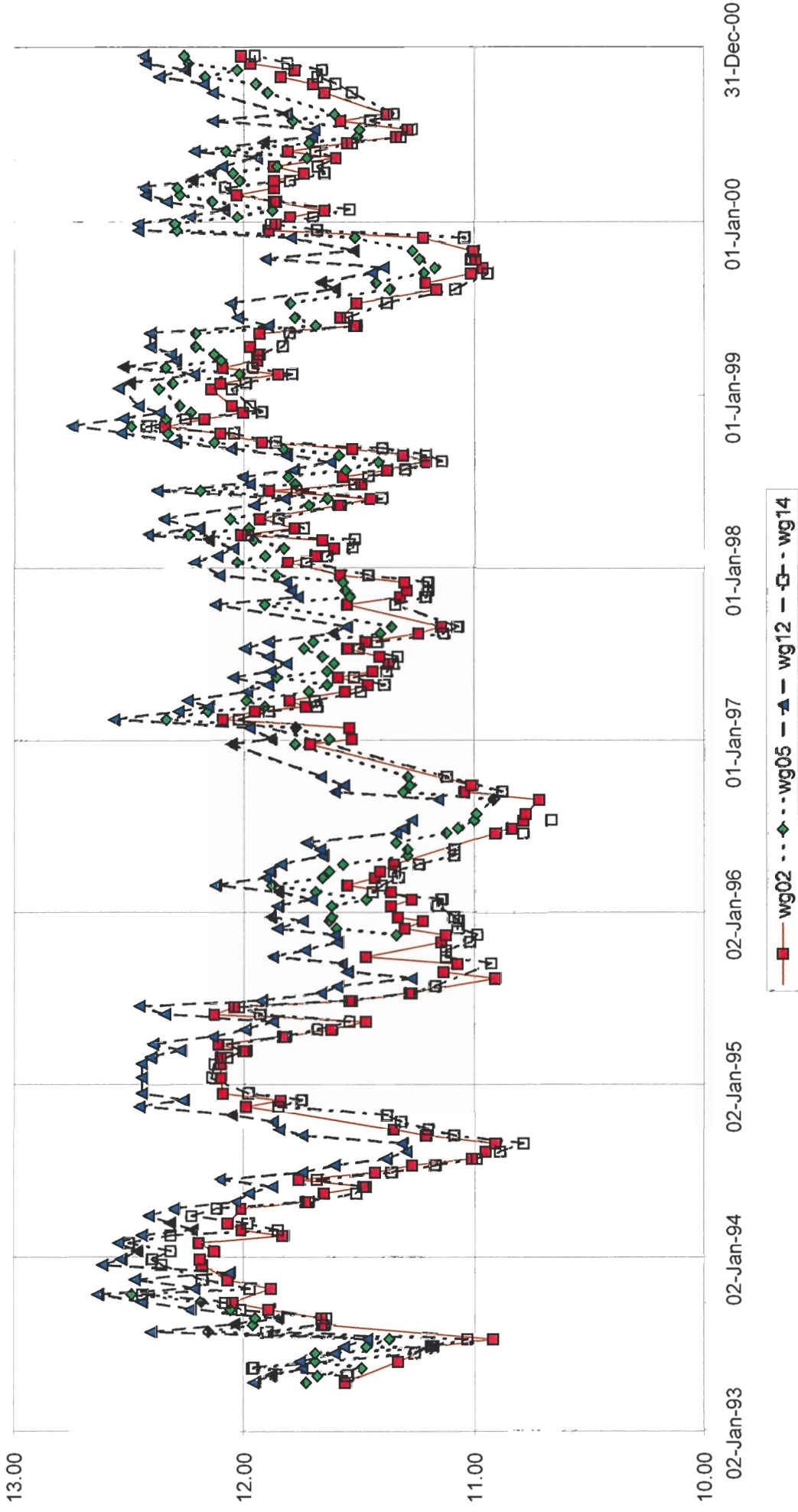
wildenborch



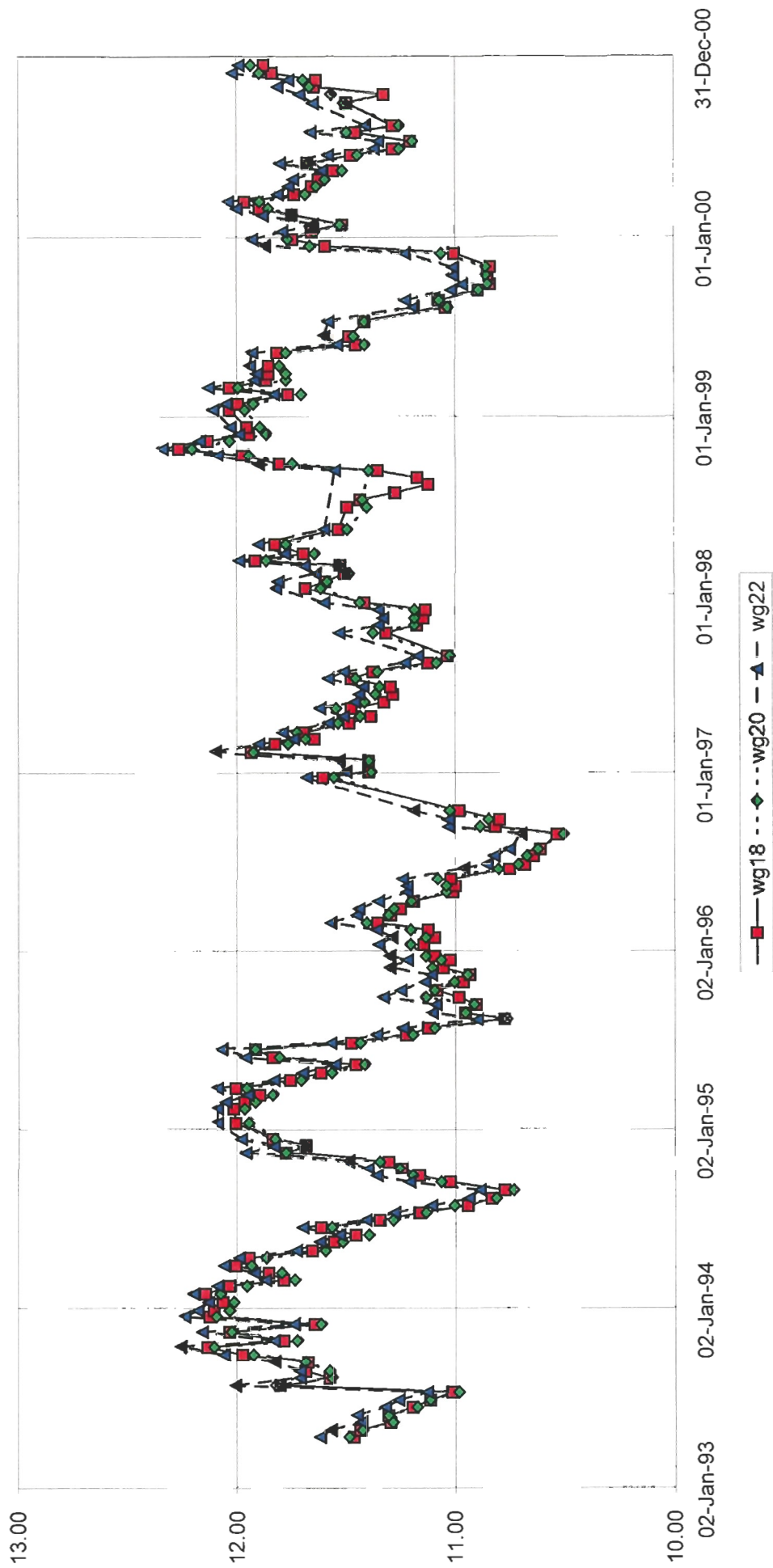
wildenborch



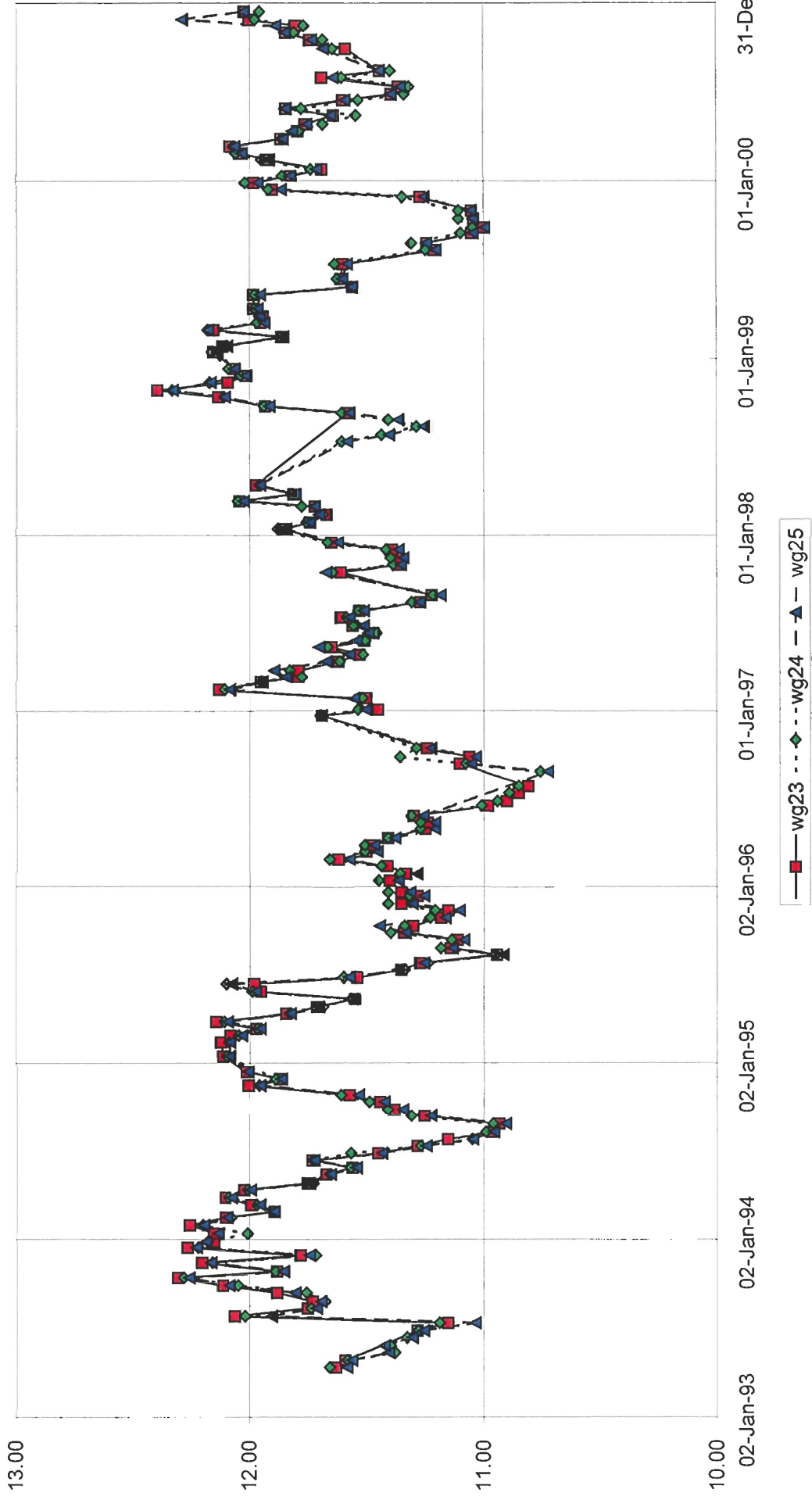
wildenborch



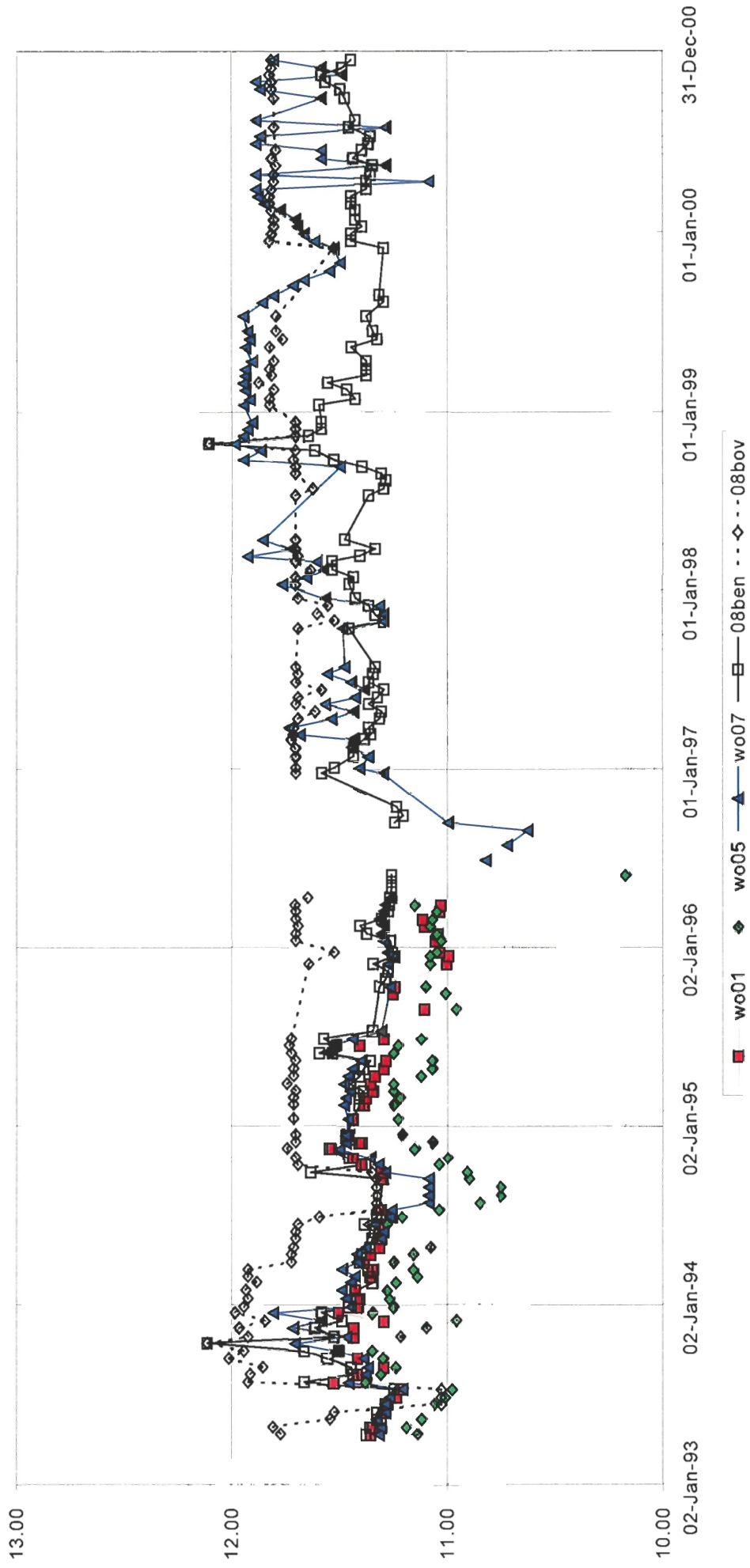
wildenborch



wildenborch



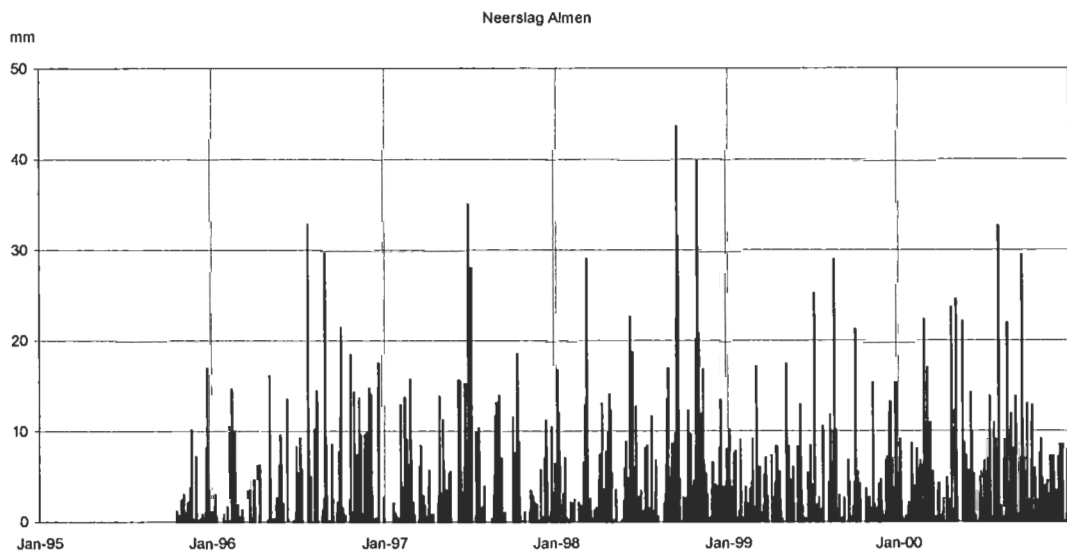
wildenborch

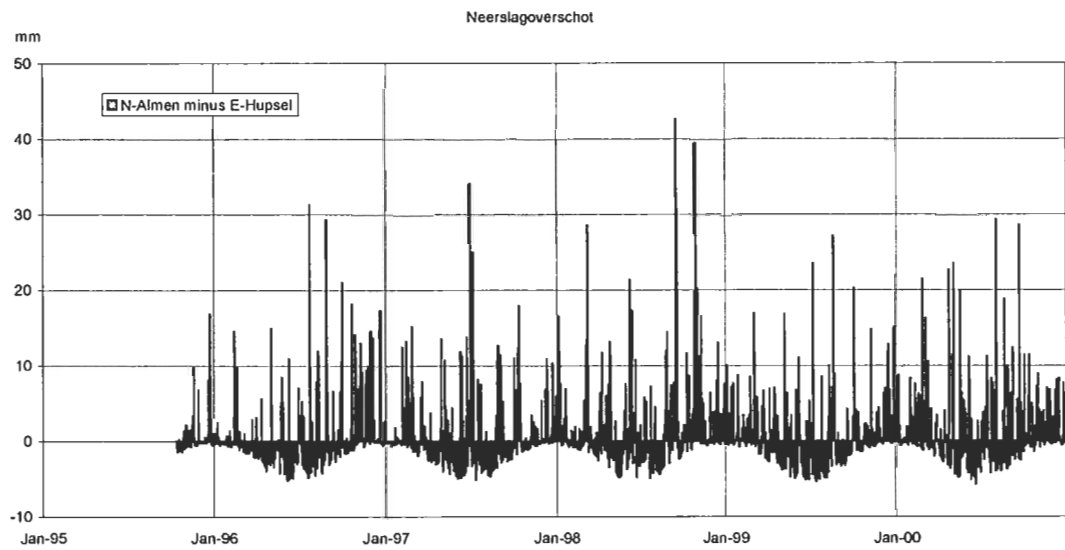
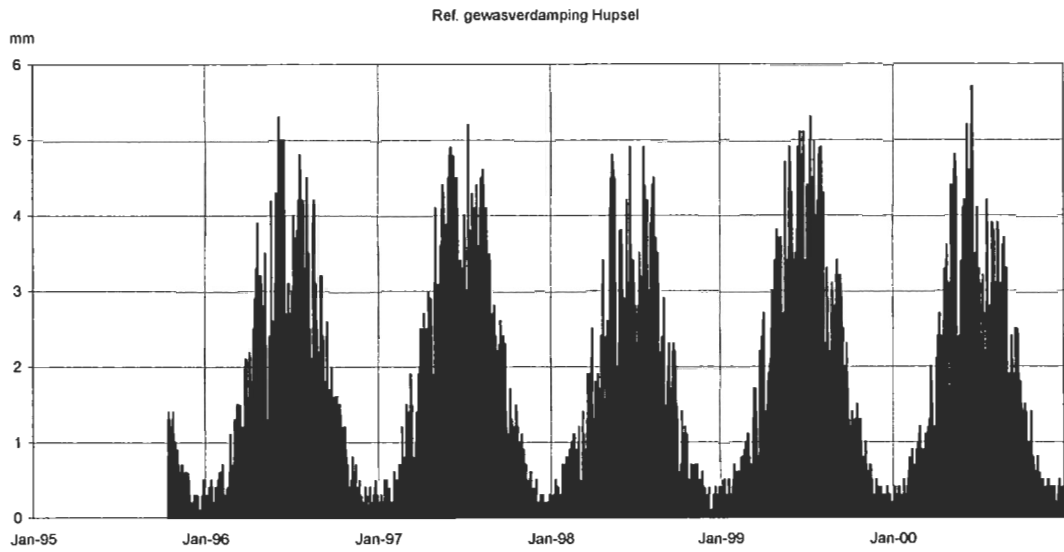


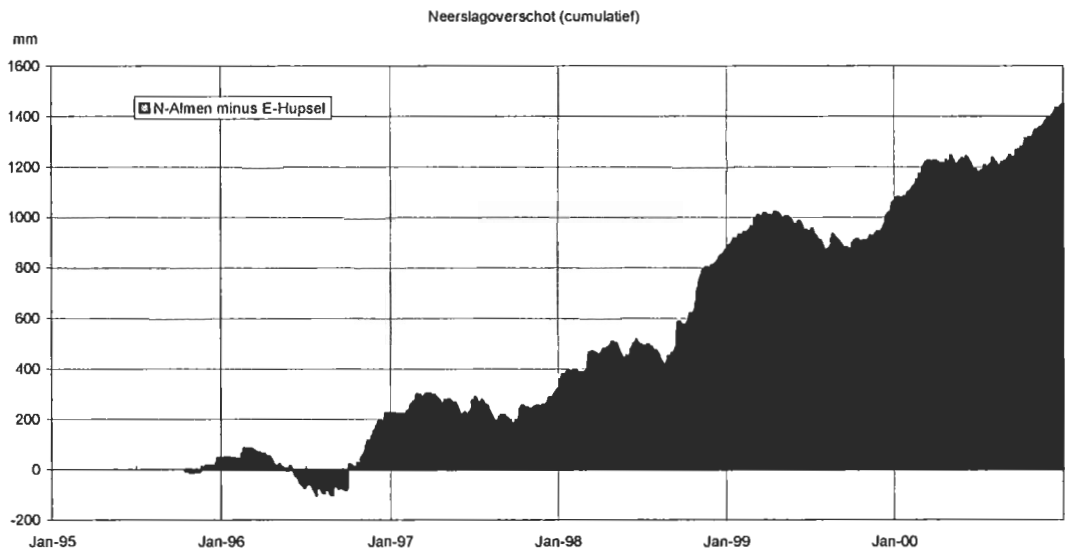
Aanhangsel 5 Meteogegevens

Maand	Almen		Hupsel	Almen-Hupsel			
	N	N30	Eref	N-Eref	N30-Eref	N-Eref	N30-Eref
	mm	mm	mm	mm	mm	Mm cum.	Mm cum.
September '95	89.0	59.0	44.7	44.3	14.3	44.3	14.3
Oktober '95	20.2	58.9	32.0	-11.8	26.9	32.5	41.2
November '95	41.9	69.9	12.1	29.8	57.8	62.3	99.0
December '95	35.0	75.0	6.0	29.0	69.0	91.3	168.0
Januari '96	8.3	64.0	9.1	-0.8	54.9	90.5	222.9
Februari '96	51.0	44.9	12.0	39.0	32.9	129.5	255.8
Maart '96	12.5	62.1	32.0	-19.5	30.1	110.0	285.9
April '96	8.8	47.3	67.7	-58.9	-20.4	51.1	265.5
Mei '96	58.3	62.9	61.9	-3.6	1.0	47.5	266.5
Juni '96	27.8	68.6	93.0	-65.2	-24.4	-17.7	242.1
Juli '96	83.7	78.1	92.6	-8.9	-14.5	-26.6	227.6
Augustus '96	92.8	66.2	78.9	13.9	-12.7	-12.7	214.9
september '96	46.9	59.0	49.2	-2.3	9.8	-15.0	224.7
oktober '96	78.9	58.9	28.5	50.4	30.4	35.4	255.1
november '96	129.2	69.9	8.5	120.7	61.4	156.1	316.5
december '96	59.6	75.0	5.4	54.2	69.6	210.3	386.1
januari '97	4.1	64.0	7.1	-3.0	56.9	207.3	443.0
februari '97	91.6	43.6	14.2	77.4	29.4	284.7	472.4
maart '97	32.5	60.1	33.3	-0.8	26.8	283.9	499.2
april '97	34.0	47.3	56.2	-22.2	-8.9	261.7	490.3
mei '97	49.6	62.9	84.7	-35.1	-21.8	226.6	468.5
juni '97	129.5	68.6	98.8	30.7	-30.2	257.3	438.3
juli '97	72.0	78.1	89.0	-17.0	-10.9	240.3	427.4
augustus '97	49.9	66.2	95.7	-45.8	-29.5	194.5	397.9
september '97	27.1	59.0	58.8	-31.7	0.2	162.8	398.1
oktober '97	92.5	58.9	27.5	65.0	31.4	227.8	429.5
november '97	26.4	69.9	10.0	16.4	59.9	244.2	489.4
december '97	66.0	75.0	5.6	60.4	69.4	304.6	558.8
januari '98	79.7	64.0	8.2	71.5	55.8	376.1	614.6
februari '98	15.4	43.6	16.9	-1.5	26.7	374.6	641.3
maart '98	91.5	60.1	28.9	62.6	31.2	437.2	672.5
april '98	96.6	47.3	43.0	53.6	4.3	490.8	676.8
mei '98	30.8	62.9	89.0	-58.2	-26.1	432.6	650.7
juni '98	126.7	68.6	76.4	50.3	-7.8	482.9	642.9
juli '98	57.1	78.1	78.3	-21.2	-0.2	461.7	642.7
augustus '98	53.8	66.2	84.1	-30.3	-17.9	431.4	624.8
september '98	169.0	59.0	43.1	125.9	15.9	557.3	640.7
oktober '98	164.6	58.9	17.2	147.4	41.7	704.7	682.4
november '98	101.0	69.9	11.4	89.6	58.5	794.3	740.9
december '98	67.0	75.0	6.0	61.0	69.0	855.3	809.9
Jan-99	68.1	64.0	8.5	59.6	55.5	914.9	865.4
Feb-99	47.6	43.6	14.1	33.5	29.5	948.4	894.9
Mar-99	76.6	60.1	31.9	44.7	28.2	993.1	923.1
Apr-99	52.1	47.3	60.9	-8.8	-13.6	984.3	909.5
May-99	65.9	62.9	90.7	-24.8	-27.8	959.5	881.7

Maand	Almen		Hupsel	Almen-Hupsel			
	N	N30	Eref	N-Eref	N30-Eref	N-Eref	N30-Eref
	mm	mm	mm	mm	mm	Mm cum.	Mm cum.
Jun-99	69.4	68.6	99.0	-29.6	-30.4	929.9	851.3
Jul-99	47.8	78.1	114.7	-66.9	-36.6	863.0	814.7
Aug-99	109.7	66.2	76.9	32.8	-10.7	895.8	804.0
Sep-99	26.8	59.0	60.6	-33.8	-1.6	862.0	802.4
Oct-99	58.8	58.9	26.7	32.1	32.2	894.1	834.6
Nov-99	45.6	69.9	11.6	34.0	58.3	928.1	892.9
Dec-99	123.9	75.0	6.0	117.9	69.0	1046.0	961.9
Jan-00	43.6	64.0	6.7	36.9	57.3	1082.9	1019.2
Feb-00	88.8	45.0	17.1	71.7	27.9	1154.6	1047.1
Mrt-00	79.9	60.1	24.5	55.4	35.6	1210.0	1082.7
Apr-00	59.5	47.3	60.5	-1.0	-13.2	1209.0	1069.5
Mei-00	100.6	62.9	92.6	8.0	-29.7	1217.0	1039.8
Jun-00	49.4	68.6	103.2	-53.8	-34.6	1163.2	1005.2
Jul-00	103.2	78.1	70.3	32.9	7.8	1196.1	1013.0
Aug-00	96.1	66.2	88.6	7.5	-22.4	1203.6	990.6
Sep-00	94.0	59.0	45.1	48.9	13.9	1252.5	1004.5
Okt-00	93.8	58.9	23.7	70.1	35.2	1322.6	1039.7
Nov-00	65.0	69.9	11.5	53.5	58.4	1376.1	1098.1
Dec-00	65.7	75.0	7.6	58.1	67.4	1434.2	1165.5







Aanhangsel 6 Stuwpeilen

Stuw A Afwatering van het Kranegoor
Stuw B Afwatering van Groenouwe
Stuw C Waterleiding in Barchem

SA.xls

Stuwnummer:	Stuw A		NAP peil meetpunt		Meetfouten:	
	Stuwconstante:	Stuwbreedte:	Bovenstrooms:	Benedenstrooms:	Stuwconstante:	Stuwbreedte:
21-Mar-96	1.8	0.50 m	12.084 m tov NAP	12.087 m tov NAP	0.2	0.5 cm
03-Apr-96	11.985 m tov NAP	11.985 m tov NAP	12.084 m tov NAP	12.084 m tov NAP	0.2 cm	0.2 cm
08-May-96	Verschil tussen de meetpunten van de peilschaal en de kruinhoogte:		#N/B	cm	Systematische fout	
04-Jul-96	Verschil tussen de meetpunten van bovenpeil en de kruinhoogte:		0.0	cm	Stuwbreedte	1.0 cm
27-Aug-96			Kruinhoogte		Overstort	
02-Oct-96	Peilen		Benedenstrooms		Berekend m.b.v.	
21-Oct-96	Peilschaal		Bovenstrooms		peilschaal	
06-Nov-96	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)		peilschaal	
15-Nov-96	tov NAP (m)		tov NAP (m)		bovenpeil (cm)	
25-Nov-96	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
05-Dec-96	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
15-Jan-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
27-Feb-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
19-Mar-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
14-Apr-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
01-May-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
27-May-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
03-Jun-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
18-Jun-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
03-Jul-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
06-Aug-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
21-Aug-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
16-Sep-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
07-Oct-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
30-Oct-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
20-Nov-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
03-Dec-97	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
23-Dec-97	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
06-Jan-98	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
08-Jan-98	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
22-Jan-98	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
29-Jan-98	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
05-Feb-98	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
11-Feb-98	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
19-Feb-98	tov NAP (m)		tov NAP (m)			
26-Feb-98	Gemeten (cm)		Gemeten (cm)			
12-Mar-98	tov NAP (m)		tov NAP (m)			

19-Mar-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.4	11.460	95.0	11.137	65.7	#N/B	11.427	3.1	#N/B	3.3
30-Mar-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.2	11.452	95.5	11.132	65.7	#N/B	11.427	2.0	#N/B	2.5
10-Apr-98	#N/B	#N/B	#N/B	61.8	11.466	77.0	11.317	65.7	#N/B	11.427	4.0	#N/B	3.9
18-Apr-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.3	11.461	76.5	11.322	65.7	#N/B	11.427	3.2	#N/B	3.4
04-May-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.0	11.454	64.0	11.447	65.7	#N/B	11.427	2.7	#N/B	2.7
22-May-98	#N/B	#N/B	#N/B	65.5	11.429	97.5	11.112	65.7	#N/B	11.427	0.1	#N/B	0.2
27-May-98	#N/B	#N/B	#N/B	66.0	11.424	97.0	11.117	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
13-Jun-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.5	11.449	67.5	11.412	65.7	#N/B	11.427	2.4	#N/B	2.2
19-Jun-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.2	11.452	69.5	11.392	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	2.5
25-Jun-98	#N/B	#N/B	#N/B	64.2	11.442	88.0	11.207	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	1.5
14-Jul-98	#N/B	#N/B	#N/B	64.8	11.436	92.5	11.162	65.7	#N/B	11.427	0.9	#N/B	0.9
14-Aug-98	#N/B	#N/B	#N/B	95.5	11.129	104.5	11.042	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
01-Sep-98	#N/B	#N/B	#N/B	97.2	11.112	105.0	11.037	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
04-Sep-98	#N/B	#N/B	#N/B	85.6	11.228	100.0	11.087	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
15-Sep-98	#N/B	#N/B	#N/B	33.0	11.754	33.5	11.752	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	32.7
23-Sep-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.2	11.462	68.5	11.402	65.7	#N/B	11.427	3.4	#N/B	3.5
29-Sep-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.2	11.462	75.0	11.337	65.7	#N/B	11.427	2.4	#N/B	3.5
09-Oct-98	#N/B	#N/B	#N/B	61.8	11.466	77.0	11.317	65.7	#N/B	11.427	3.8	#N/B	3.9
21-Oct-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.0	11.454	81.0	11.277	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	2.7
26-Oct-98	#N/B	#N/B	#N/B	57.5	11.509	58.0	11.507	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	8.2
29-Oct-98	#N/B	#N/B	#N/B	37.5	11.709	37.5	11.712	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	28.2
02-Nov-98	#N/B	#N/B	#N/B	49.2	11.592	50.0	11.587	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	16.5
20-Nov-98	#N/B	#N/B	#N/B	63.0	11.454	78.0	11.307	65.7	#N/B	11.427	2.8	#N/B	2.7
11-Dec-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.7	11.457	79.5	11.292	65.7	#N/B	11.427	3.0	#N/B	3.0
16-Dec-98	#N/B	#N/B	#N/B	62.0	11.464	71.0	11.377	65.7	#N/B	11.427	3.9	#N/B	3.7
18-Jan-99	#N/B	#N/B	#N/B	61.2	11.472	71.0	11.377	65.7	#N/B	11.427	4.5	#N/B	4.5
26-Jan-99	#N/B	#N/B	#N/B	61.6	11.468	82.0	11.267	65.7	#N/B	11.427	4.1	#N/B	4.1
10-Feb-99	#N/B	#N/B	#N/B	62.5	11.459	84.0	11.247	65.7	#N/B	11.427	3.3	#N/B	3.2
24-Feb-99	#N/B	#N/B	#N/B	60.5	11.479	80.0	11.287	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	5.2
05-Mar-99	#N/B	#N/B	#N/B	61.0	11.474	81.0	11.277	65.7	#N/B	11.427	4.9	#N/B	4.7
24-Mar-99	#N/B	#N/B	#N/B	61.4	11.470	80.0	11.287	65.7	#N/B	11.427	4.3	#N/B	4.3
09-Apr-99	#N/B	#N/B	#N/B	62.8	11.456	80.0	11.287	65.7	#N/B	11.427	3.0	#N/B	2.9
15-Apr-99	#N/B	#N/B	#N/B	62.7	11.457	75.0	11.337	65.7	#N/B	11.427	#N/B	#N/B	3.0
03-May-99	#N/B	#N/B	#N/B	64.1	11.443	97.0	11.117	65.7	#N/B	11.427	1.4	#N/B	1.6
28-May-99	#N/B	#N/B	#N/B	64.5	11.439	96.0	11.127	65.7	#N/B	11.427	1.0	#N/B	1.2
10-Jun-99	#N/B	#N/B	#N/B	63.5	11.449	88.5	11.202	65.7	#N/B	11.427	2.0	#N/B	2.2
24-Jun-99	#N/B	#N/B	#N/B	65.3	11.431	93.5	11.152	65.7	#N/B	11.427	0.2	#N/B	0.4
21-Jul-99	#N/B	#N/B	#N/B	74.6	11.338	101.5	11.072	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
28-Jul-99	#N/B	#N/B	#N/B	85.0	11.234	102.0	11.067	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
20-Aug-99	#N/B	#N/B	#N/B	102.0	11.064	102.5	11.062	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
17-Sep-99	#N/B	#N/B	#N/B	121.5	10.869	121.5	10.872	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
30-Sep-99	#N/B	#N/B	#N/B	123.0	10.854	123.0	10.857	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
15-Oct-99	#N/B	#N/B	#N/B	127.0	10.814	127.0	10.817	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
11-Nov-99	#N/B	#N/B	#N/B	127.0	10.814	127.0	10.817	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
23-Nov-99	#N/B	#N/B	#N/B	115.0	10.934	117.0	10.917	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
29-Nov-99	#N/B	#N/B	#N/B	111.0	10.974	111.5	10.972	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
06-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	105.0	11.034	105.0	11.037	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
10-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	97.0	11.114	104.0	11.047	65.7	#N/B	11.427	0.0	#N/B	0.0
13-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	64.5	11.439	96.5	11.122	65.7	#N/B	11.427	1.1	#N/B	1.2
20-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	63.0	11.454	99.0	11.097	65.7	#N/B	11.427	2.5	#N/B	2.7
27-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	60.6	11.478	90.0	11.187	65.7	#N/B	11.427	5.2	#N/B	5.1
30-Dec-99	#N/B	#N/B	#N/B	63.3	11.451	95.0	11.137	65.7	#N/B	11.427	2.5	#N/B	2.4
05-Jan-00	#N/B	#N/B	#N/B	62.5	11.459	92.5	11.162	65.7	#N/B	11.427	3.2	#N/B	3.2
11-Jan-00	#N/B	#N/B	#N/B	64.0	11.444	98.0	11.107	65.7	#N/B	11.427	1.8	#N/B	1.7

verdronken

verdronken

verdronken

verdronken

sloot droog

sloot droog

sloot droog

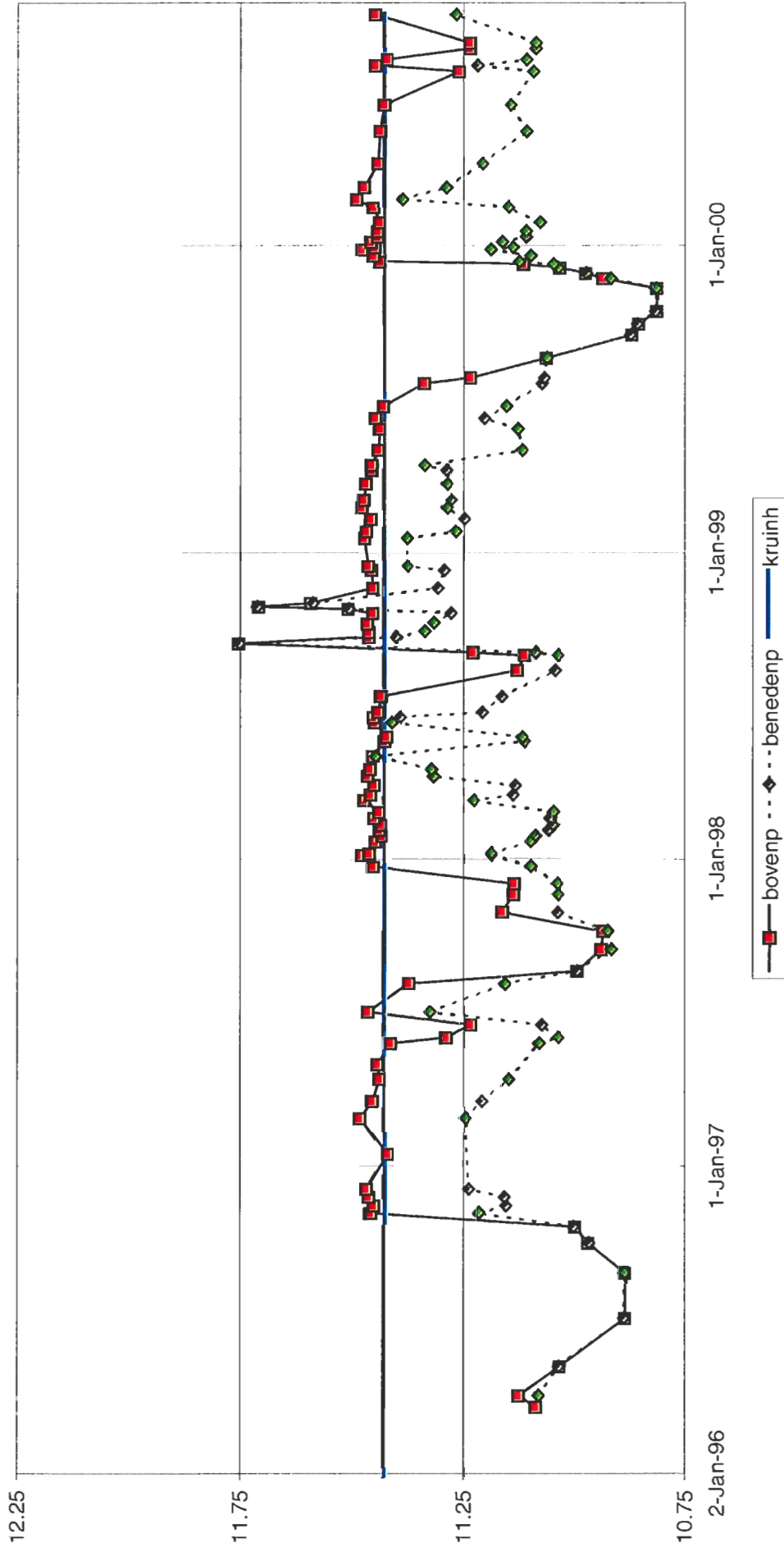
sloot droog

zeer vuil

zeer vuil

18-Jan-00	#N/B	#N/B	64.0	11,444	98.0	11,107	65.7	#N/B	11,427	1.7	#N/B	1.7
28-Jan-00	#N/B	#N/B	64.4	11,440	101.0	11,077	65.7	#N/B	11,427	1.3	#N/B	1.3
15-Feb-00	#N/B	#N/B	63.0	11,454	94.0	11,147	65.7	#N/B	11,427	2.7	#N/B	2.7
25-Feb-00	#N/B	#N/B	59.5	11,489	70.0	11,387	65.7	#N/B	11,427	6.2	#N/B	6.2
10-Mar-00	#N/B	#N/B	61.2	11,472	80.0	11,287	65.7	#N/B	11,427	4.6	#N/B	4.5
07-Apr-00	#N/B	#N/B	64.2	11,442	88.0	11,207	65.7	#N/B	11,427	1.5	#N/B	1.5
16-May-00	#N/B	#N/B	64.7	11,437	98.0	11,107	65.7	#N/B	11,427	1.0	#N/B	1.0
16-Jun-00	#N/B	#N/B	65.5	11,429	94.5	11,142	65.7	#N/B	11,427	0.0	#N/B	0.2
26-Jul-00	#N/B	#N/B	82.5	11,259	99.5	11,092	65.7	#N/B	11,427	0.0	#N/B	0.0
02-Aug-00	#N/B	#N/B	63.6	11,448	87.0	11,217	65.7	#N/B	11,427	2.0	#N/B	2.1
09-Aug-00	#N/B	#N/B	66.2	11,422	98.0	11,107	65.7	#N/B	11,427	0.0	#N/B	0.0
22-Aug-00	#N/B	#N/B	85.0	11,234	100.0	11,087	65.7	#N/B	11,427	0.0	#N/B	0.0
29-Aug-00	#N/B	#N/B	85.0	11,234	100.0	11,087	65.7	#N/B	11,427	0.0	#N/B	0.0
02-Oct-00	#N/B	#N/B	63.6	11,448	82.0	11,267	65.7	#N/B	11,427	2.0	#N/B	2.1

stuw a



SB.x1s

Stuwnummer:	Stuw B	NAP peil meetpunt	Meetfouten:
Stuwconstante:	1.8	Bovenstreams:	Stuwconstante
Stuwbreedte:	1.50 m	Benedenstreams:	Stuwbreedte
NAP peil peilschaal	10.915 m tov NAP	Kruinhoogte:	Overstorthoogte
Verschil tussen de meetpunten van de peilschaal en de kruinhoogte:			Systematische fout
Verschil tussen de meetpunten van bovenpeil en de kruinhoogte:			Stuwbreedte
			1.0 cm

Datum	Peilen				Kruinhoogte				Overstort				
	Peilschaal	Bovenstreams	Benedenstreams	Berekend m.b.v.	Gemeten (cm)	tov NAP (m)	Gemeten (cm)	tov NAP (m)	fictief (cm)	tov NAP (m)	Gemeten (cm)	peilschaal (cm)	bovenpeil (cm)
#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B
21-Mar-96	#N/B	117.5	10.986	117.0	10.998	#N/B	10.986	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	#N/B
03-Apr-96	#N/B	117.2	10.989	118.2	10.986	67.6	67.6	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	0.0
08-May-96	#N/B	124.5	10.916	122.8	10.940	67.6	67.6	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	0.0
04-Jul-96	#N/B	130.0	10.861	130.0	10.868	67.6	67.6	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	0.0
27-Aug-96	#N/B	130.0	10.861	130.0	10.868	67.6	67.6	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	0.0
02-Oct-96	#N/B	109.8	11.063	125.0	10.918	67.9	67.9	#N/B	11.336	11.336	0.0	#N/B	0.0
21-Oct-96	#N/B	106.4	11.097	119.1	10.977	67.6	67.6	#N/B	11.339	11.339	0.0	#N/B	0.0
07-Nov-96	#N/B	84.6	11.315	95.8	11.210	73.0	73.0	#N/B	11.285	11.285	2.8	#N/B	3.0
15-Nov-96	#N/B	78.3	11.378	104.2	11.126	65.5	65.5	#N/B	11.360	11.360	1.9	#N/B	1.8
25-Nov-96	#N/B	76.8	11.393	103.8	11.130	65.5	65.5	#N/B	11.360	11.360	3.3	#N/B	3.3
05-Dec-96	#N/B	75.6	11.405	95.9	11.209	65.5	65.5	#N/B	11.360	11.360	4.2	#N/B	4.5
15-Jan-97	#N/B	77.1	11.390	#N/B	#N/B	62.0	62.0	#N/B	11.395	11.395	0.0	#N/B	0.0
27-Feb-97	#N/B	93.0	11.231	93.0	11.238	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
19-Mar-97	#N/B	86.5	11.296	100.1	11.167	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	2.5	#N/B	2.6
14-Apr-97	#N/B	103.9	11.122	104.3	11.125	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
01-May-97	#N/B	104.7	11.114	#N/B	#N/B	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
27-May-97	#N/B	109.0	11.071	108.9	11.079	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
03-Jun-97	#N/B	114.2	11.019	115.0	11.018	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
18-Jun-97	#N/B	112.2	11.039	113.9	11.029	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
03-Jul-97	#N/B	83.7	11.324	83.7	11.331	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	5.4
06-Aug-97	#N/B	105.8	11.103	107.0	11.098	74.5	74.5	#N/B	11.270	11.270	0.0	#N/B	0.0
21-Aug-97	#N/B	125.0	10.911	125.0	10.918	60.0	60.0	#N/B	11.415	11.415	0.0	#N/B	0.0
16-Sep-97	#N/B	125.2	10.909	127.0	10.898	60.0	60.0	#N/B	11.415	11.415	0.0	#N/B	0.0
07-Oct-97	#N/B	126.4	10.897	127.5	10.893	60.0	60.0	#N/B	11.415	11.415	0.0	#N/B	0.0
30-Oct-97	#N/B	109.1	11.070	118.3	10.985	88.5	88.5	#N/B	11.130	11.130	0.0	#N/B	0.0
20-Nov-97	#N/B	93.0	11.231	116.0	11.008	77.6	77.6	#N/B	11.239	11.239	0.0	#N/B	0.0
03-Dec-97	#N/B	97.8	11.183	115.0	11.018	77.6	77.6	#N/B	11.239	11.239	0.0	#N/B	0.0
23-Dec-97	46.5	78.2	11.379	104.0	11.128	65.0	65.0	#N/B	11.365	11.365	2.5	1.5	1.4
06-Jan-98	#N/B	75.0	11.411	95.0	11.218	65.0	65.0	#N/B	11.365	11.365	2.9	#N/B	4.6
08-Jan-98	48.5	76.0	11.401	98.8	11.180	65.0	65.0	#N/B	11.365	11.365	3.6	3.5	3.6
22-Jan-98	46.5	78.0	11.381	106.0	11.108	65.0	65.0	#N/B	11.365	11.365	2.0	1.5	1.6

verdrinken

29-Jan-98	46.0	11.375	78.5	11.376	106.5	11.103	65.0	#N/B	11.365	1.2	1.0	1.1
05-Feb-98	46.0	11.375	78.6	11.375	108.0	11.088	65.0	#N/B	11.365	1.2	1.0	1.0
11-Feb-98	52.0	11.435	72.3	11.438	108.5	11.083	59.0	#N/B	11.425	1.0	1.0	1.3
19-Feb-98	57.0	11.485	67.6	11.485	110.0	11.068	54.5	#N/B	11.470	1.5	1.5	1.5
26-Feb-98	56.0	11.475	68.3	11.478	110.5	11.063	54.5	#N/B	11.470	0.6	0.5	0.8
12-Mar-98	38.0	11.295	87.1	11.290	96.0	11.208	76.5	#N/B	11.250	3.9	4.5	4.0
19-Mar-98	27.0	11.185	97.6	11.185	102.0	11.148	85.0	#N/B	11.165	2.0	2.0	2.0
30-Mar-98	36.5	11.280	88.2	11.279	105.0	11.118	74.5	#N/B	11.270	1.0	1.0	0.9
10-Apr-98	39.5	11.310	84.7	11.314	85.0	11.318	87.0	#N/B	11.145	#N/B	16.5	16.9
18-Apr-98	40.0	11.315	84.2	11.319	84.7	11.321	87.0	#N/B	11.145	17.0	17.0	17.4
04-May-98	47.0	11.385	77.5	11.386	78.0	11.388	87.0	#N/B	11.145	26.0	24.0	24.1
22-May-98	28.0	11.195	96.4	11.197	106.5	11.103	71.5	#N/B	11.300	0.0	0.0	0.0
27-May-98	28.0	11.195	96.5	11.196	107.0	11.098	71.5	#N/B	11.300	0.0	0.0	0.0
13-Jun-98	48.5	11.400	75.8	11.403	75.8	11.410	81.5	#N/B	11.200	20.0	20.0	20.3
19-Jun-98	47.5	11.390	77.0	11.391	#N/B	#N/B	81.5	#N/B	11.200	#N/B	19.0	19.1
25-Jun-98	29.0	11.205	95.2	11.209	97.5	11.193	81.5	#N/B	11.200	1.0	0.5	0.9
14-Jul-98	23.0	11.145	101.0	11.151	101.5	11.153	81.5	#N/B	11.200	0.0	0.0	0.0
14-Aug-98	8.0	10.995	116.0	11.001	116.5	11.003	76.0	#N/B	11.255	0.0	0.0	0.0
01-Sep-98	#N/B	#N/B	114.9	11.012	115.0	11.018	76.0	#N/B	11.255	0.0	#N/B	0.0
04-Sep-98	19.5	11.110	105.2	11.109	105.5	11.113	76.0	#N/B	11.255	0.0	0.0	0.0
15-Sep-98	85.0	11.765	39.2	11.769	40.0	11.768	76.0	#N/B	11.255	#N/B	51.0	51.4
23-Sep-98	46.0	11.375	78.4	11.377	79.0	11.378	90.0	#N/B	11.115	27.0	26.0	26.2
29-Sep-98	#N/B	#N/B	89.5	11.266	89.5	11.273	90.0	#N/B	11.115	#N/B	#N/B	15.1
09-Oct-98	39.5	11.310	85.0	11.311	85.5	11.313	90.0	#N/B	11.115	#N/B	19.5	19.6
21-Oct-98	#N/B	#N/B	88.5	11.276	88.5	11.283	90.0	#N/B	11.115	#N/B	#N/B	16.1
26-Oct-98	#N/B	#N/B	59.5	11.566	59.5	11.573	90.0	#N/B	11.115	#N/B	#N/B	45.1
29-Oct-98	95.0	11.865	29.0	11.871	29.0	11.878	90.0	#N/B	11.115	#N/B	75.0	75.6
02-Nov-98	86.0	11.775	38.6	11.775	38.6	11.782	90.0	#N/B	11.115	#N/B	66.0	66.0
20-Nov-98	47.0	11.385	78.2	11.379	79.0	11.378	90.0	#N/B	11.115	#N/B	27.0	26.4
11-Dec-98	30.5	11.220	94.4	11.217	94.5	11.223	90.0	#N/B	11.115	10.5	10.5	10.2
16-Dec-98	38.5	11.300	86.2	11.299	86.4	11.304	90.0	#N/B	11.115	18.0	18.5	18.4
18-Jan-99	44.0	11.355	80.6	11.355	90.6	11.262	70.5	#N/B	11.310	4.4	4.5	4.5
26-Jan-99	42.0	11.335	83.0	11.331	97.0	11.198	70.5	#N/B	11.310	2.2	2.5	2.1
10-Feb-99	32.0	11.235	92.7	11.234	99.5	11.173	80.5	#N/B	11.210	2.4	2.5	2.4
24-Feb-99	#N/B	#N/B	91.0	11.251	91.0	11.258	80.5	#N/B	11.210	#N/B	#N/B	4.1
05-Mar-99	34.0	11.255	91.0	11.251	95.0	11.218	80.5	#N/B	11.210	4.1	4.5	4.1
24-Mar-99	32.5	11.240	92.1	11.240	98.0	11.188	80.5	#N/B	11.210	3.0	3.0	3.0
09-Apr-99	30.5	11.220	93.7	11.224	100.0	11.168	80.5	#N/B	11.210	0.9	1.0	1.4
15-Apr-99	#N/B	#N/B	93.0	11.231	99.0	11.178	80.5	#N/B	11.210	#N/B	#N/B	2.1
03-May-99	27.0	11.185	97.7	11.184	104.0	11.128	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
28-May-99	20.0	11.115	104.5	11.116	105.5	11.113	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
10-Jun-99	30.0	11.215	94.5	11.216	97.0	11.198	80.5	#N/B	11.210	0.3	0.5	0.6
24-Jun-99	24.5	11.160	100.0	11.161	101.0	11.158	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
21-Jul-99	18.0	11.095	106.5	11.096	107.0	11.098	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
28-Jul-99	16.5	11.080	108.3	11.078	108.5	11.083	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
20-Aug-99	15.5	11.070	109.0	11.071	110.0	11.068	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
17-Sep-99	#N/B	#N/B	131.5	10.846	131.5	10.853	80.5	#N/B	11.210	0.0	#N/B	0.0
30-Sep-99	-8.0	10.835	132.5	10.836	132.5	10.843	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0
15-Oct-99	#N/B	#N/B	133.5	10.826	133.5	10.833	80.5	#N/B	11.210	0.0	#N/B	0.0
11-Nov-99	-7.0	10.845	131.0	10.851	131.0	10.858	80.5	#N/B	11.210	0.0	0.0	0.0

verdronken
verdronken
verdronken

verdronken

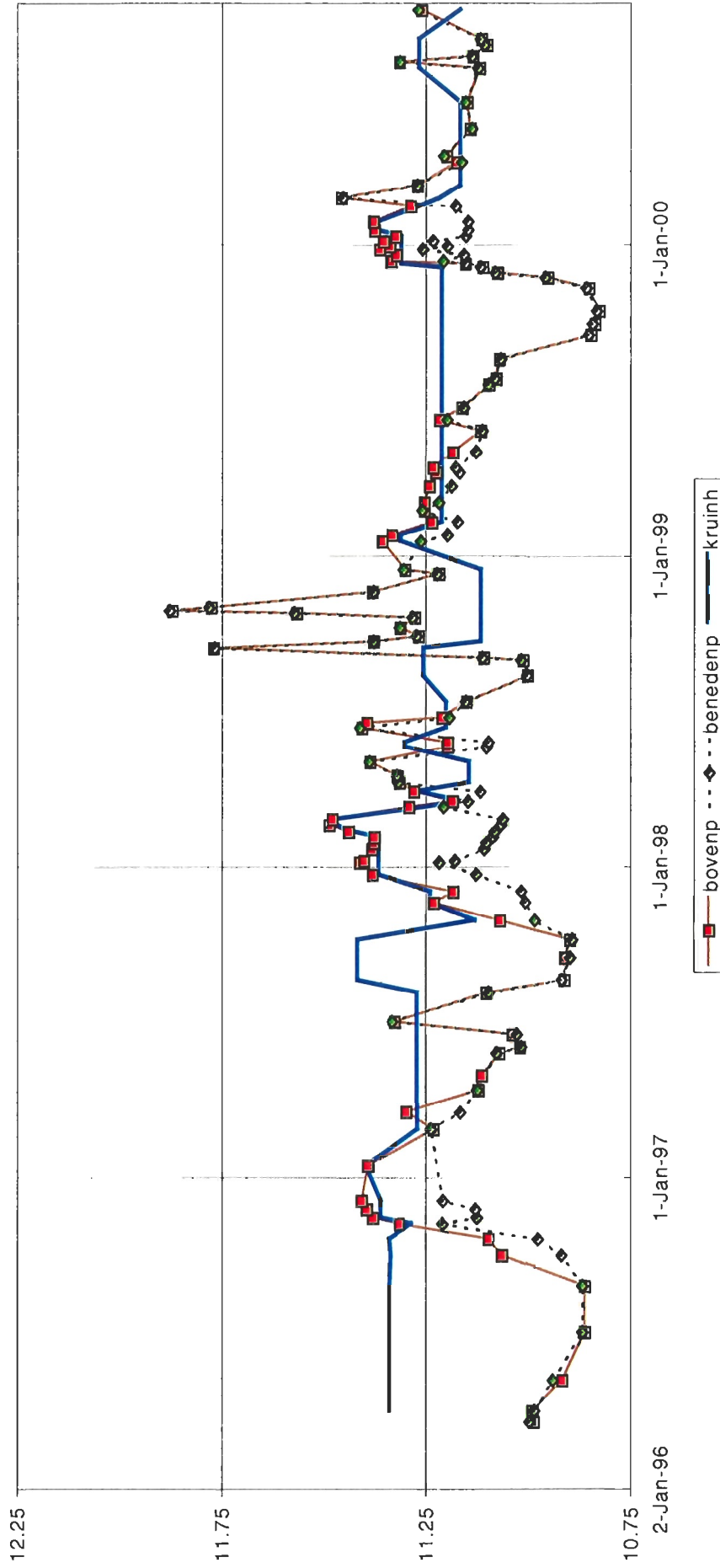
verdronken
verdronken
verdronken
verdronken

verdronken
verdronken
verdronken
verdronken
verdronken
verdronken
verdronken
verdronken

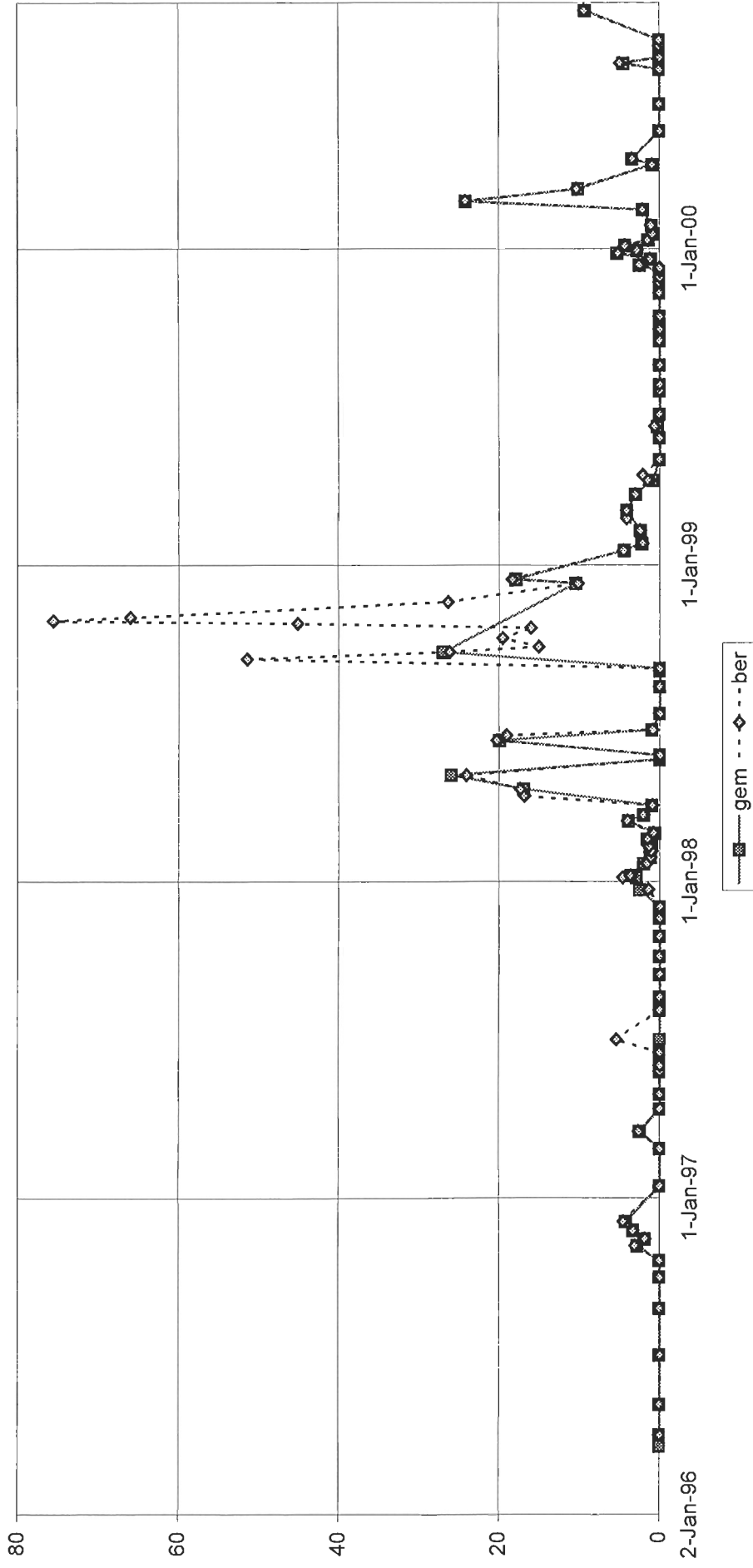
verdronken

sloot droog
sloot droog
sloot droog
sloot droog

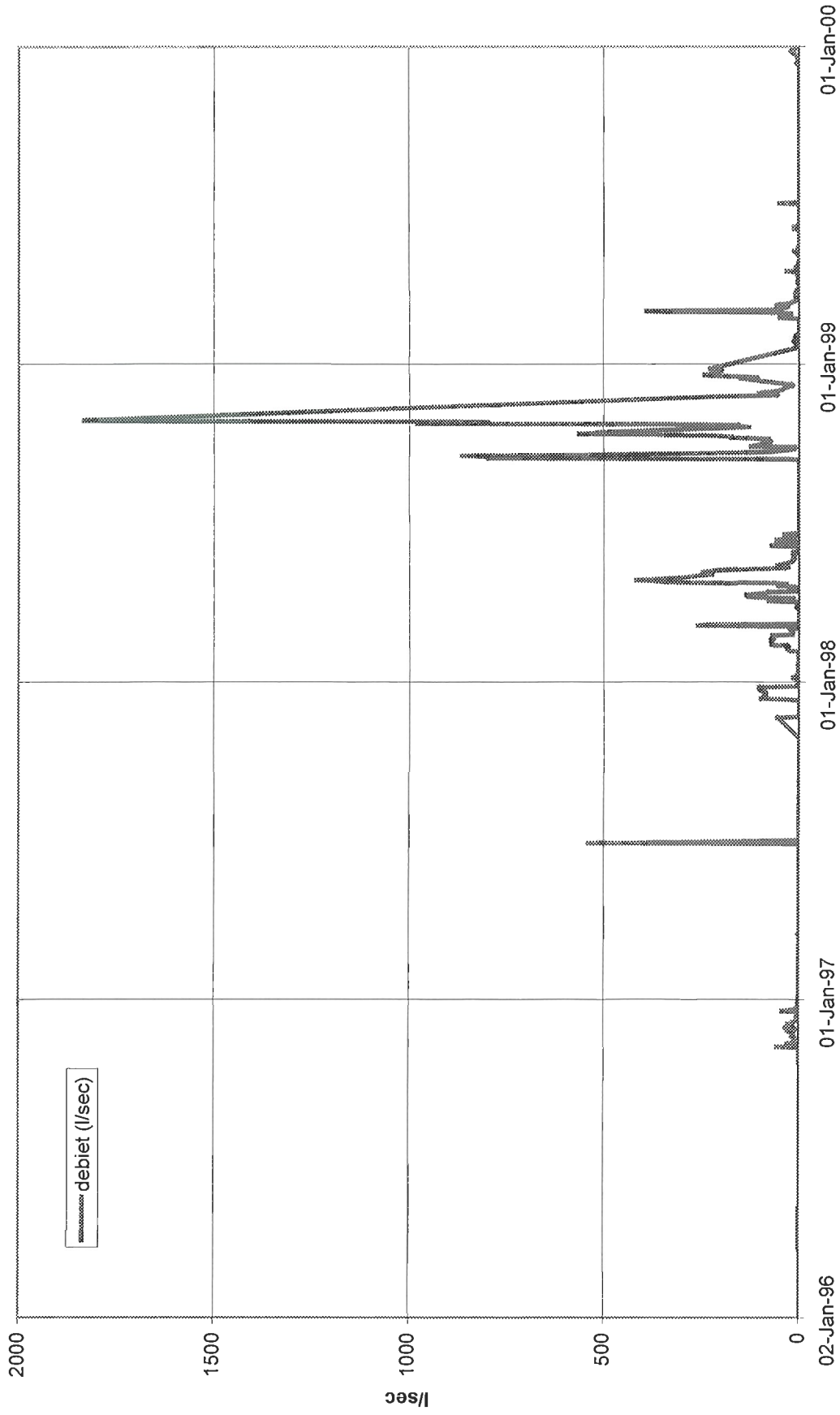
stuw-b



stuw-b (ovst in cm)



Afwatering van Groenouwe



30-Mar-98	11.650	58.3	11.649	65.5	11.580	45.0	153.0	11.640	1.5	1.0	0.9	
10-Apr-98	76.0	47.6	11.756	47.3	11.762	60.0	168.0	11.490	#N/B	26.5	26.6	verdronken
18-Apr-98	54.0	59.5	11.537	80.5	11.430	57.0	165.0	11.520	2.3	1.5	1.7	
04-May-98	46.5	77.0	11.462	77.0	11.465	67.0	175.0	11.420	4.5	4.0	4.2	verdronken
22-May-98	63.0	60.5	11.627	88.5	11.350	45.0	153.0	11.640	0.0	0.0	0.0	
27-May-98	62.0	61.5	11.617	88.0	11.355	45.0	153.0	11.640	0.0	0.0	0.0	
13-Jun-98	57.0	66.6	11.566	68.0	11.555	55.0	163.0	11.540	3.2	2.5	2.6	verdronken
19-Jun-98	60.5	63.0	11.602	63.5	11.600	55.0	163.0	11.540	#N/B	6.0	6.2	
25-Jun-98	54.5	68.0	11.552	83.0	11.405	55.0	163.0	11.540	1.5	0.0	1.2	
14-Jul-98	54.0	68.5	11.547	81.5	11.420	55.0	163.0	11.540	1.4	0.0	0.7	verdronken
14-Aug-98	28.5	94.8	11.280	94.5	11.290	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	verdronken
24-Aug-98	21.0	101.8	11.214	101.5	11.220	57.3	165.3	11.517	0.0	0.0	0.0	verdronken
01-Sep-98	#N/B	88.0	11.352	91.0	11.325	57.3	165.3	11.517	0.0	#N/B	0.0	
04-Sep-98	52.0	70.7	11.525	83.5	11.400	57.3	165.3	11.517	1.3	0.0	0.8	
15-Sep-98	106.0	16.5	12.067	16.8	12.067	57.3	165.3	11.517	#N/B	53.8	55.0	verdronken
23-Sep-98	56.5	67.0	11.562	66.7	11.568	65.0	173.0	11.440	12.5	12.0	12.2	verdronken
29-Sep-98	#N/B	70.3	11.529	70.3	11.532	65.0	173.0	11.440	#N/B	#N/B	8.9	verdronken
09-Oct-98	47.5	76.7	11.465	76.5	11.470	65.0	173.0	11.440	3.6	3.0	2.5	verdronken
16-Oct-98	48.0	#N/B	#N/B	#N/B	#N/B	65.0	173.0	11.440	#N/B	3.5	#N/B	verdronken
21-Oct-98	#N/B	77.1	11.461	#N/B	#N/B	65.0	173.0	11.440	#N/B	2.1	2.1	verdronken
26-Oct-98	54.5	69.3	11.539	69.3	11.542	65.0	173.0	11.440	#N/B	10.0	9.9	verdronken
29-Oct-98	63.0	61.0	11.622	61.0	11.625	65.0	173.0	11.440	#N/B	18.5	18.2	verdronken
02-Nov-98	59.0	64.5	11.587	64.5	11.590	65.0	173.0	11.440	#N/B	14.5	14.7	verdronken
20-Nov-98	48.0	76.3	11.469	76.5	11.470	65.0	173.0	11.440	4.0	3.5	2.9	verdronken
11-Dec-98	49.0	75.2	11.480	75.3	11.482	65.0	173.0	11.440	4.9	4.5	4.0	verdronken
16-Dec-98	56.0	68.0	11.552	68.0	11.555	65.0	173.0	11.440	12.0	11.5	11.2	verdronken
18-Jan-99	72.5	51.3	11.719	70.0	11.535	40.0	148.0	11.690	3.4	3.0	2.9	
26-Jan-99	71.5	52.6	11.706	74.0	11.495	40.0	148.0	11.690	2.2	2.0	1.6	
10-Feb-99	51.5	72.5	11.507	73.5	11.500	60.0	168.0	11.490	2.3	2.0	1.7	
05-Mar-99	58.5	65.6	11.576	65.6	11.579	60.0	168.0	11.490	9.0	9.0	8.6	verdronken
24-Mar-99	62.5	61.3	11.619	61.5	11.620	60.0	168.0	11.490	13.0	13.0	12.9	verdronken
09-Apr-99	63.5	60.4	11.628	60.5	11.630	60.0	168.0	11.490	14.5	14.0	13.8	verdronken
15-Apr-99	68.5	55.2	11.680	55.5	11.680	60.0	168.0	11.490	#N/B	19.0	19.0	verdronken
03-May-99	50.5	73.0	11.502	78.0	11.455	60.0	168.0	11.490	1.5	1.0	1.2	
28-May-99	50.5	74.0	11.492	82.0	11.415	60.0	168.0	11.490	0.5	1.0	0.2	
10-Jun-99	51.5	72.0	11.512	76.5	11.470	60.0	168.0	11.490	3.2	2.0	2.2	zeer vuil
24-Jun-99	50.0	73.8	11.494	83.5	11.400	60.0	168.0	11.490	1.2	0.5	0.4	
21-Jul-99	52.5	71.2	11.520	84.5	11.390	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	
28-Jul-99	45.0	78.8	11.444	87.5	11.360	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	
20-Aug-99	42.0	82.0	11.412	92.0	11.315	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	
17-Sep-99	#N/B	115.0	11.082	115.0	11.085	55.0	163.0	11.540	0.0	#N/B	0.0	slot droog
30-Sep-99	#N/B	115.0	11.082	115.0	11.085	55.0	163.0	11.540	0.0	#N/B	0.0	slot droog
15-Oct-99	#N/B	116.5	11.067	116.5	11.070	55.0	163.0	11.540	0.0	#N/B	0.0	slot droog
11-Nov-99	10.5	113.5	11.097	113.5	11.100	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	slot droog
23-Nov-99	40.0	83.5	11.397	93.5	11.300	55.0	163.0	11.540	0.0	0.0	0.0	
29-Nov-99	54.5	69.5	11.537	90.0	11.335	55.0	163.0	11.540	0.3	0.0	0.0	
06-Dec-99	55.5	68.5	11.547	86.5	11.370	55.0	163.0	11.540	1.4	1.0	0.7	vervuild
10-Dec-99	56.0	67.8	11.554	82.0	11.415	55.0	163.0	11.540	1.9	1.5	1.4	vervuild
13-Dec-99	72.0	51.6	11.716	75.0	11.485	40.6	148.6	11.684	3.2	3.1	3.2	
20-Dec-99	71.5	52.7	11.705	79.0	11.445	40.6	148.6	11.684	2.2	2.6	2.1	
27-Dec-99	73.0	50.2	11.730	69.0	11.545	40.6	148.6	11.684	4.5	4.1	4.6	
30-Dec-99	72.5	51.6	11.716	74.0	11.495	40.6	148.6	11.684	3.2	3.6	3.2	

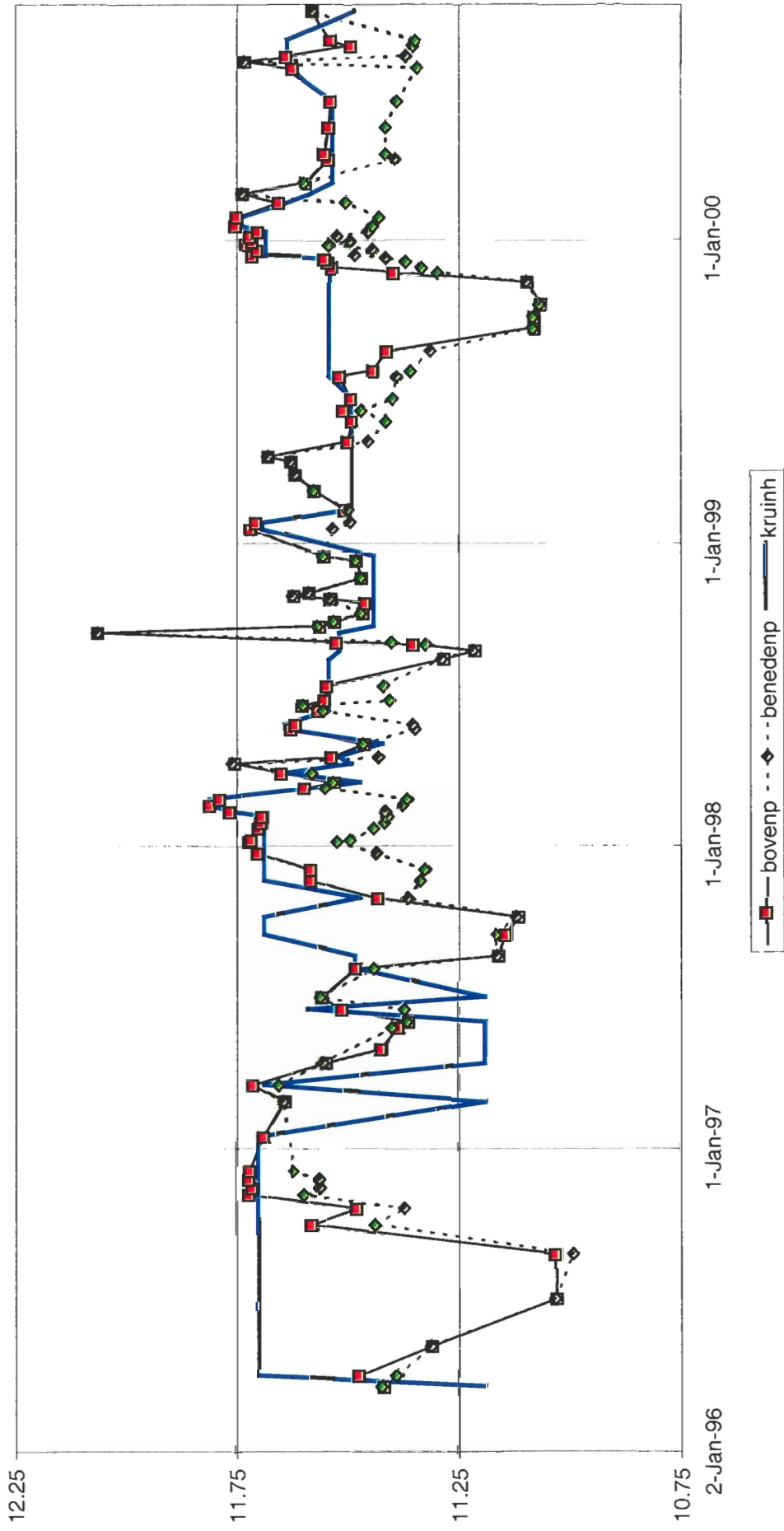
correctie kruin

05-Jan-00	73.0	11.725	51.0	11.722	71.0	11.525	40.6	148.6	11.684	3.8	4.1	3.8
11-Jan-00	71.2	11.707	52.8	11.704	78.0	11.455	40.6	148.6	11.684	2.0	2.3	2.0
18-Jan-00	76.2	11.757	47.8	11.754	79.0	11.445	35.2	143.2	11.738	1.6	1.9	1.6
28-Jan-00	76.0	11.755	48.1	11.751	80.5	11.430	35.2	143.2	11.738	1.3	1.7	1.3
15-Feb-00	66.5	11.660	57.5	11.657	73.0	11.505	45.6	153.6	11.634	2.3	2.6	2.3
25-Feb-00	74.5	11.740	49.4	11.738	49.5	11.740	50.5	158.5	11.585	15.3	15.5	15.3
10-Mar-00	60.0	11.595	63.7	11.595	63.7	11.598	55.5	163.5	11.535	6.0	6.0	6.0
07-Apr-00	55.5	11.550	68.6	11.546	84.0	11.395	55.5	163.5	11.535	1.6	1.5	1.1
14-Apr-00	56.0	11.555	67.8	11.554	82.0	11.415	55.5	163.5	11.535	2.0	2.0	1.9
16-May-00	55.0	11.545	68.7	11.545	82.0	11.415	55.5	163.5	11.535	1.0	1.0	1.0
16-Jun-00	54.5	11.540	69.2	11.540	84.5	11.390	55.5	163.5	11.535	0.6	0.5	0.5
26-Jul-00	63.0	11.625	60.7	11.625	89.0	11.345	45.5	153.5	11.635	0.0	0.0	0.0
02-Aug-00	73.5	11.730	50.0	11.732	50.0	11.735	45.5	153.5	11.635	10.0	9.5	9.7
09-Aug-00	64.5	11.640	59.2	11.640	86.5	11.370	45.5	153.5	11.635	0.5	0.5	0.5
22-Aug-00	50.0	11.495	73.8	11.494	88.0	11.355	45.5	153.5	11.635	0.0	0.0	0.0
29-Aug-00	55.0	11.545	69.2	11.540	88.5	11.350	45.5	153.5	11.635	0.0	0.0	0.0
02-Oct-00	58.5	11.580	65.2	11.580	65.5	11.580	60.5	168.5	11.485	9.5	9.5	9.5

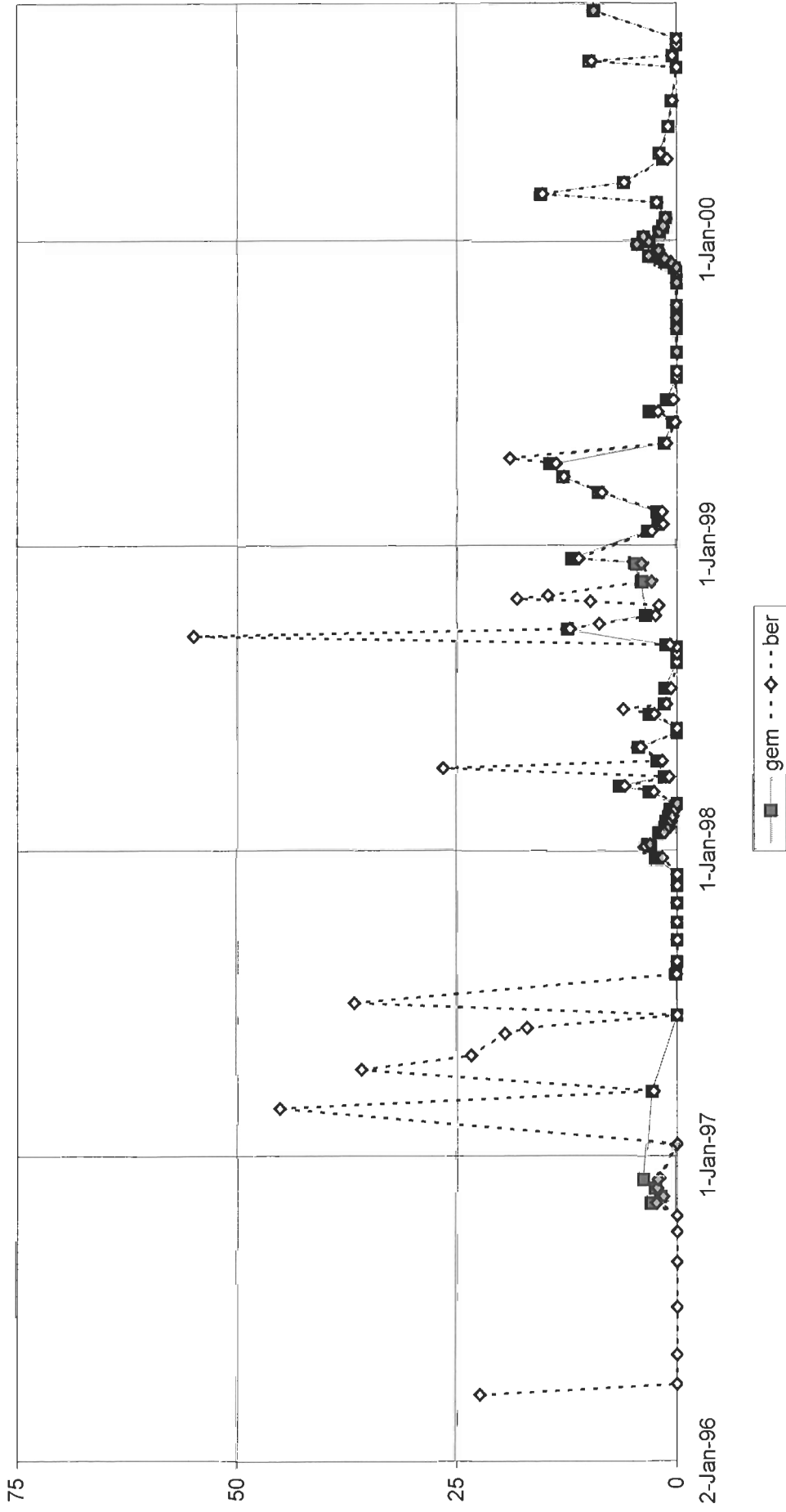
verdronken
verdronken

verdronken

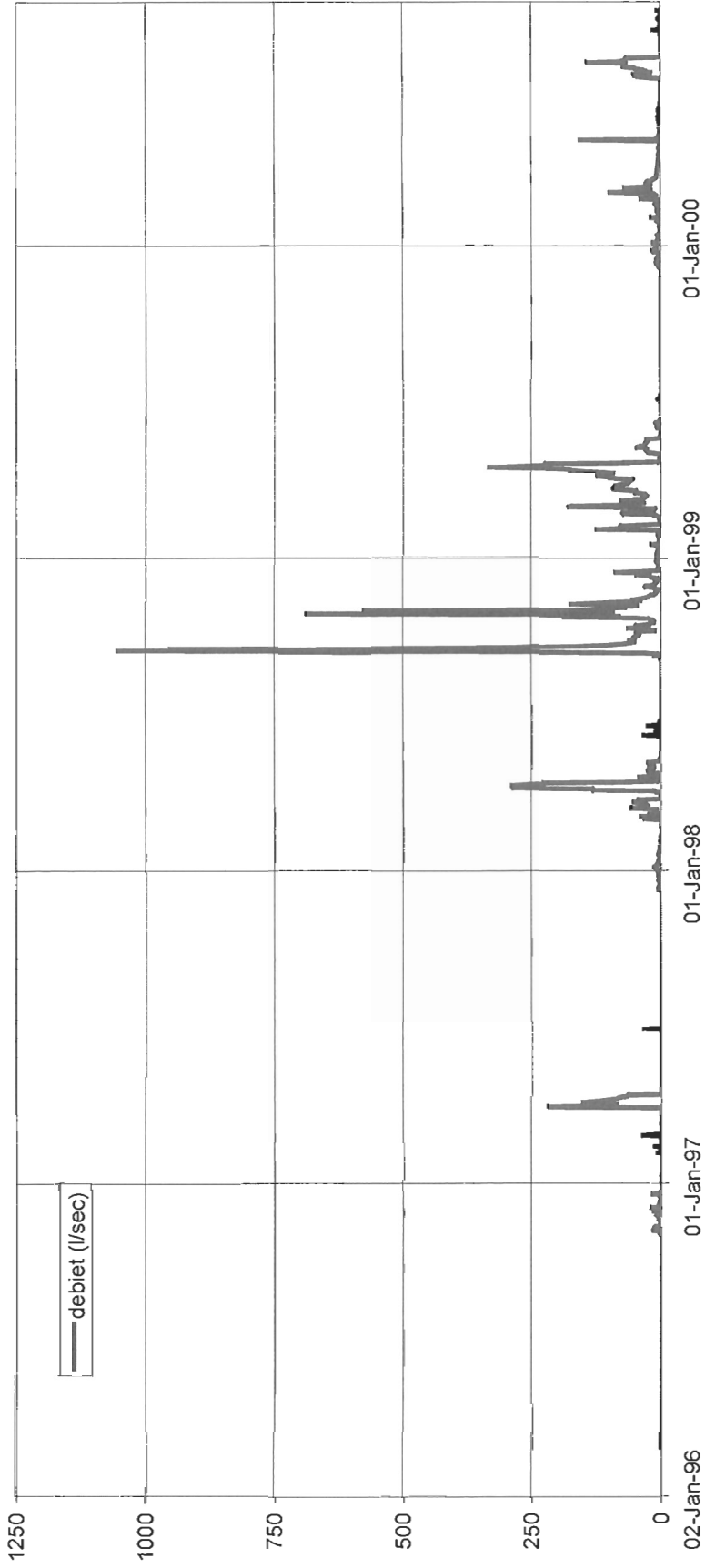
stuw c



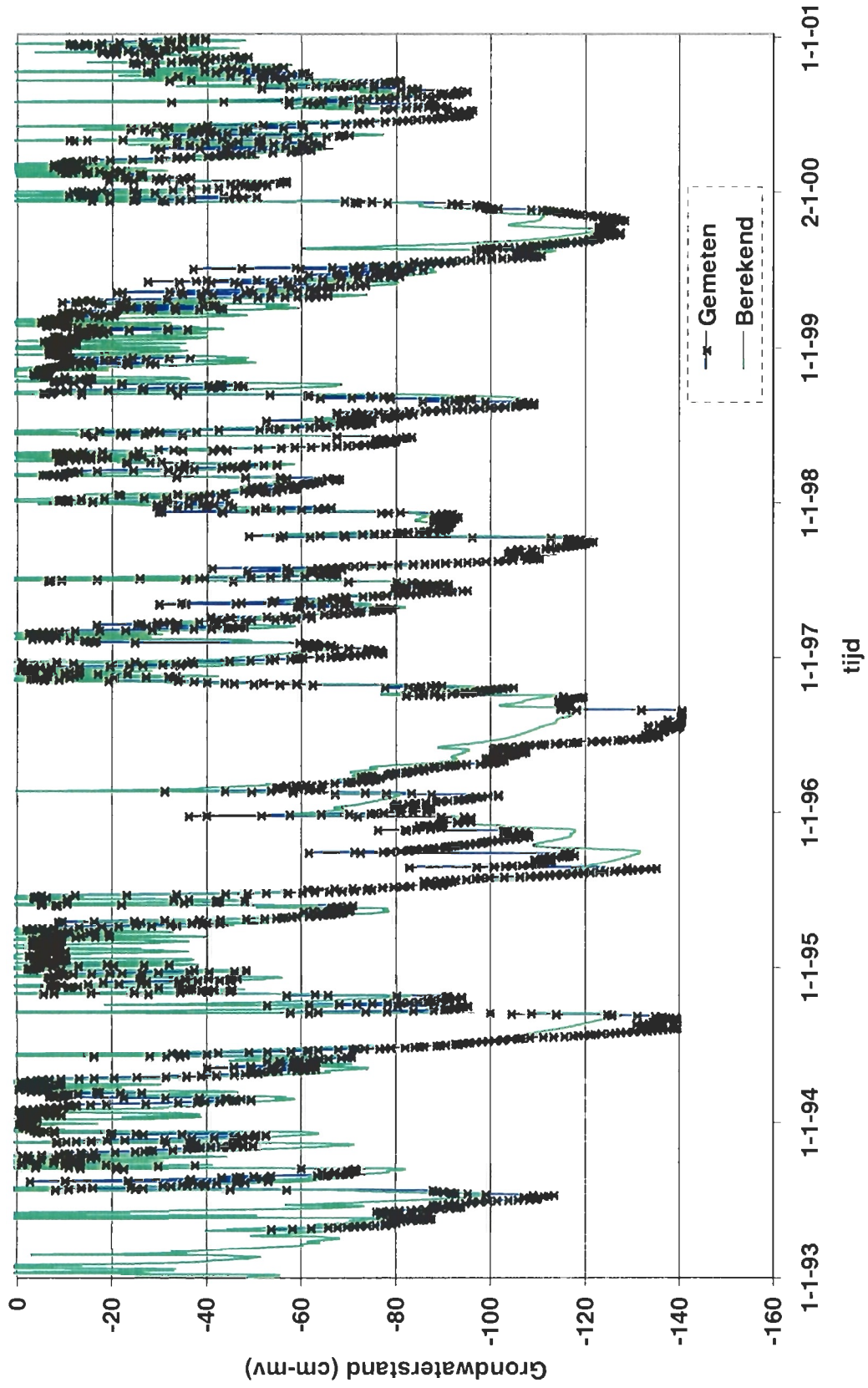
stuw c (ov.st)

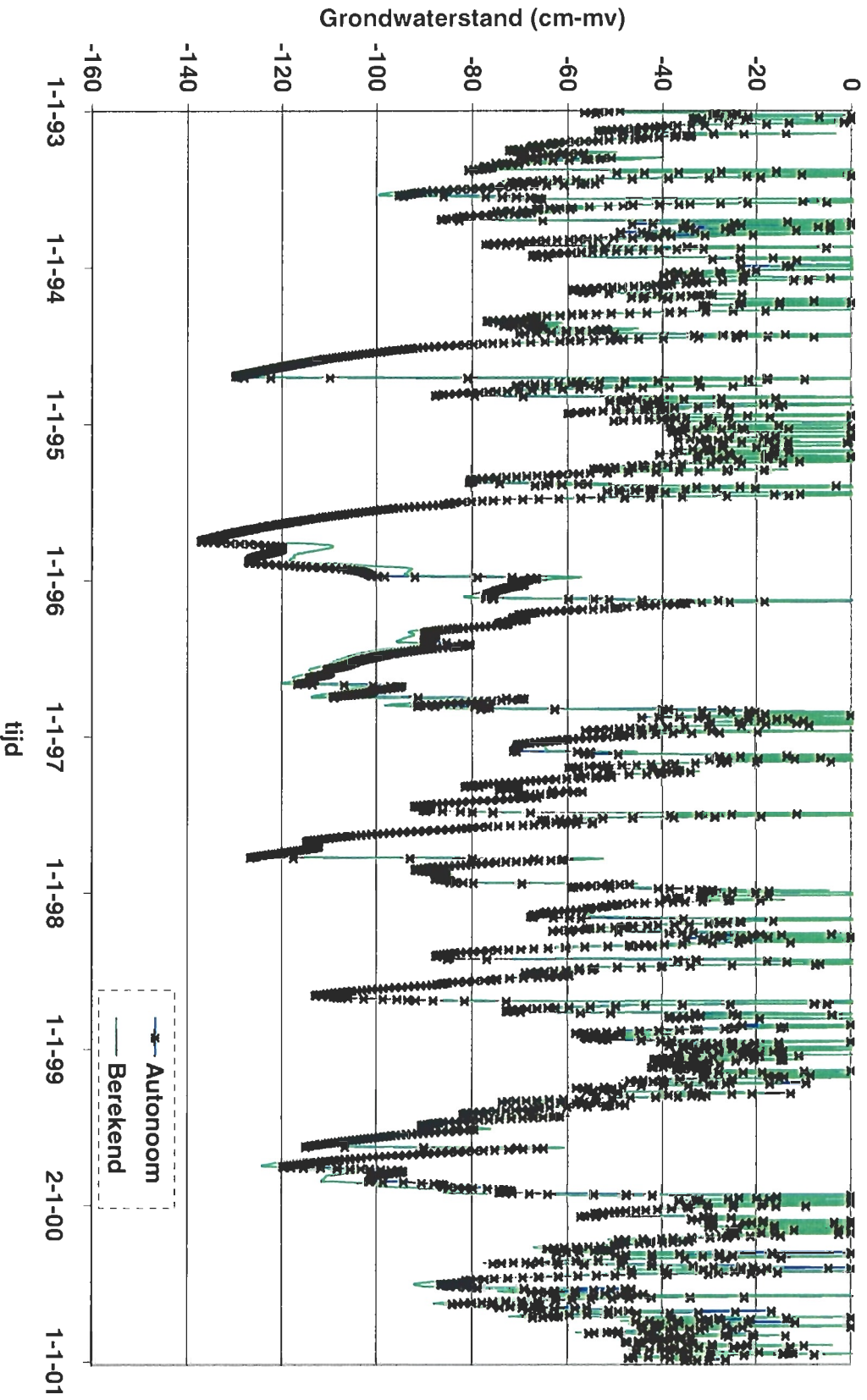


stuw C



Aanhangsel 7 Resultaten modelberekeningen





Aanhangsel 8 Waterkwaliteit

Tabel 1 Analyseresultaten van de bemonsteringen in 1993, 1996, 1997, 1998

datum	code		EC mS/m	pH	K mg/l	Na mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	HCO3 mg/l
	oud	nieuw									
930405	S5*)	011	123.6	7.3	6.6	39.9	301.0	30.3	104.0	235.0	801.0
930811	S5	011	127.7	7.1	6.1	41.3	335.2	33.9	107.0	273.5	701.0
980316	S5	011	106.0	7.6	0.9	22.0	220.0	25.0	37.0	130.0	623.0
980929	S5	011	97.0	7.3	0.9	16.0	200.0	23.0	16.0	77.0	618.0
970826	S4*)	021n	74.0	7.1	2.9	9.9	150.0	13.0	32.0	39.0	457.0
980316	S4	021n	68.0	7.3	3.1	14.0	135.0	12.0	34.0	55.0	377.0
980929	S4	021n	83.0	7.2	2.6	12.0	165.0	14.0	41.0	18.0	523.0
970318		031n	93.0	7.0	23.0	23.0	175.0	15.0	58.0	115.0	454.0
970826		031n	83.0	7.2	21.0	21.0	145.0	15.0	45.0	78.0	433.0
980316		031n	84.0	7.0	18.0	21.0	155.0	17.0	38.0	75.0	467.0
980929		031n	85.0	7.4	17.0	20.0	160.0	16.5	31.0	47.0	516.0
970826	P5	121n	65.0	7.0	2.6	15.0	125.0	11.0	20.0	77.0	345.0
980316	P5	121n	58.0	7.0	2.3	14.0	110.0	9.6	15.0	63.0	317.0
980929	P5	121n	64.0	7.2	2.2	14.0	125.0	10.5	15.0	78.0	333.0
930405	S20	171	89.0	7.0	1.0	14.4	183.3	20.5	55.0	173.9	593.0
930811	S20	171	79.5	7.1	0.6	14.0	223.0	18.0	51.0	206.6	421.5
970226	S20	171	82.0	7.0	0.9	7.5	190.0	9.6	16.0	80.0	503.0
970826	S20	171	83.0	7.2	0.8	7.4	180.0	9.4	18.0	75.0	514.0
980317	S20	171	35.0	7.0	3.8	6.4	84.0	6.6	9.0	28.0	234.0
980929	S20	171	82.0	7.3	4.3	6.9	140.0	7.4	15.0	33.0	458.0
970826	P4	181n	60.0	7.1	0.7	14.0	115.0	8.7	24.0	61.0	330.0
980317	P4	181n	64.0	6.9	0.9	14.0	130.0	8.8	27.0	35.0	390.0
980929	P4	181n	63.0	7.2	0.9	14.0	125.0	8.2	22.0	26.0	378.0
930405	S27	191	82.8	6.8	1.0	25.3	167.4	11.6	49.9	116.3	344.0
930811	S27	191	62.3	7.4	0.7	27.9	143.2	8.6	46.3	117.2	203.6
970226	S27	191	76.0	7.2	0.6	19.0	160.0	9.8	31.0	115.0	364.0
970826	S27	191	74.0	7.0	0.6	18.0	150.0	9.3	31.0	115.0	347.0
980317	S27	191	71.0	7.5	0.6	18.0	145.0	9.3	32.0	110.0	324.0
980929	S27	191	70.0	7.5	0.6	16.0	145.0	8.7	29.0	110.0	321.0
970826		20n11	80.0	6.9	0.9	15.0	150.0	21.0	33.0	105.0	416.0
980317		20n11	83.0	6.9	1.1	19.0	155.0	19.5	38.0	120.0	404.0
980929		201n1	64.0	7.4	1.8	13.0	125.0	9.6	25.0	42.0	364.0
930405	S33	211	99.2	7.3	1.0	32.9	199.4	16.6	56.9	166.1	448.0
930811	S33	211	146.1	7.3	3.1	64.5	404.8	24.2	109.0	348.9	900.9
970226	S33	211	73.0	6.9	1.0	23.0	145.0	8.7	30.0	93.0	363.0
970827	S33	211	69.0	7.0	1.0	19.0	135.0	8.4	26.0	89.0	354.0
980317	S33	211	74.0	7.0	0.8	16.0	155.0	9.6	28.0	90.0	400.0
980930	S33	211	59.0	7.2	0.9	13.0	120.0	8.1	22.0	26.0	354.0
930405	S12	221n	87.0	6.9	0.8	31.2	161.3	20.9	75.9	131.5	424.0
930811	S12	221n	74.2	7.2	0.9	31.1	155.1	16.9	62.4	100.5	450.4
970226	S12	221n	72.0	7.2	0.5	27.0	130.0	14.0	37.0	49.0	399.0
970827	S12	221n	65.0	7.3	0.8	28.0	115.0	12.0	35.0	56.0	346.0
980317	S12	221n	67.0	7.1	0.4	27.0	120.0	13.0	34.0	50.0	379.0
980930	S12	221n	73.0	7.4	0.6	27.0	110.0	12.0	37.0	78.0	332.0
930405	S28	241n	137.4	6.7	1.9	48.9	349.4	16.0	120.0	400.5	560.0
930811	S28	241n	107.7	7.3	1.7	40.5	260.3	12.2	77.8	288.4	440.3
970226	S28	241n	98.0	7.0	0.9	29.0	200.0	12.5	50.0	145.0	473.0
980317	S28	241n	86.0	7.2	0.8	25.0	175.0	11.5	43.0	115.0	437.0
980930	S28	241n	81.0	7.4	1.1	24.0	155.0	10.5	37.0	94.0	411.0
970827		251n1	88.0	7.4	0.3	10.0	195.0	11.5	21.0	76.0	533.0
980317		25n11	88.0	6.8	0.3	9.5	200.0	12.0	21.0	68.0	556.0
980930		25n11	88.0	7.1	0.3	9.4	200.0	12.0	21.0	68.0	566.0
970226	S24*)	281	82.0	7.0	0.8	19.0	180.0	10.0	21.0	94.0	465.0
970904	S24	281	78.0	7.4	1.4	22.0	160.0	10.0	31.0	87.0	412.0
980317	S24	281	76.0	7.1	1.2	21.0	155.0	10.0	31.0	85.0	418.0
980930	S24	281	76.0	7.2	1.7	22.0	150.0	9.6	24.0	75.0	417.0
930405	W13	091n	45.4	7.6	2.9	11.5	91.7	8.1	20.2	40.9	305.0
930811	W13	091n	30.8	7.5	1.9	10.4	74.1	6.5	18.4	22.9	192.5
960304	W13	091n	30.0	7.1	3.2	6.4	47.0	4.3	12.0	41.0	114.0
970303	W13	091n	48.0	7.4	3.5	9.5	90.0	7.2	16.0	93.0	189.0
980316	W13	091n	40.0	7.7	3.6	10.0	71.0	6.6	16.0	21.0	215.0
980929	W13	091n	25.0	7.5	4.0	6.6	42.0	4.5	11.0	10.0	133.0
930405	W12	061n	40.4	7.7	2.9	11.5	82.3	7.8	20.1	33.0	335.0
930811	W12	061n	24.0	7.4	2.3	7.9	54.1	5.1	14.1	15.6	141.5
960304	W12	061n	39.0	7.2	2.8	8.5	69.0	5.9	15.0	40.0	190.0
970303	W12	061n	51.0	7.5	3.4	11.0	100.0	7.8	19.0	89.0	224.0
980316	W12	061n	40.0	7.7	3.5	9.8	72.0	6.6	18.0	21.0	215.0

datum	code		EC	pH	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3
	oud	nieuw	mS/m	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
980929	W12	06ln	24.0	7.4	3.2	6.5	40.0	4.1	11.0	9.0	127.0
930405	W4	01ln	63.1	7.3	1.5	16.1	133.5	11.1	28.1	63.2	417.0
930811	W4	01ln	54.1	7.5	2.5	17.4	125.9	10.6	26.9	51.9	356.3
960304	W4	01ln	70.0	7.5	3.7	18.0	135.0	11.5	29.0	74.0	365.0
970303	W4	01ln	64.0	7.3	5.7	16.0	125.0	10.0	28.0	62.0	335.0
980316	W4	01ln	64.0	7.5	6.1	19.0	115.0	10.5	33.0	55.0	319.0
980929	W4	01ln	70.0	7.6	4.8	18.0	135.0	11.5	31.0	53.0	393.0
930405	W7	08ln	66.7	7.3	2.4	18.1	135.5	12.4	30.6	75.4	463.0
930811	W7	08ln	56.3	7.6	5.3	20.4	120.9	11.6	31.5	56.0	317.2
960304	W7	08ln	68.0	7.5	6.1	21.0	125.0	11.5	31.0	80.0	338.0
970303	W7	08ln	61.0	7.2	8.7	19.0	110.0	10.5	33.0	61.0	292.0
980316	W7	08ln	63.0	7.3	8.3	24.0	105.0	11.0	44.0	64.0	268.0
980929	W7	08ln	67.0	7.5	6.5	18.0	125.0	11.5	33.0	59.0	343.0
930405	W5	05ln	61.0	7.4	1.2	14.9	131.0	10.8	25.3	58.5	437.0
930811	W5	05ln	51.1	7.5	1.9	15.0	134.7	11.3	24.2	57.0	393.5
960304	W5	05ln	75.0	7.4	3.3	20.0	145.0	12.0	30.0	98.0	378.0
970303	W5	05ln	69.0	7.3	2.8	16.0	140.0	11.0	27.0	77.0	370.0
980316	W5	05ln	66.0	7.4	2.5	16.0	125.0	11.0	27.0	63.0	354.0
980929	W5	05ln	62.0	7.4	3.3	13.0	125.0	10.5	21.0	46.0	358.0
930405	W8	07ln	67.1	7.1	0.8	15.3	140.8	14.6	22.8	71.7	454.0
930811	W8	07ln	62.2	7.3	1.0	17.2	137.3	13.9	24.3	64.0	353.5
960304	W8	07ln	91.0	7.3	3.3	23.0	180.0	18.0	31.0	170.0	428.0
970303	W8	07ln	65.0	7.2	2.5	14.0	130.0	11.0	23.0	84.0	334.0
980316	W8	07ln	55.0	7.5	3.0	13.0	100.0	9.0	22.0	46.0	283.0
980929	W8	07ln	47.0	7.4	5.1	10.0	66.0	8.2	17.0	29.0	263.0

*) situering oude en nieuwe meetpunt komen waarschijnlijk niet overeen

Tabel 2 Resultaten van de bemonstering van grond- en oppervlaktewater d.d. 29-31 maart 1999

plek	egv	pH	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	Fe	NH4	NO3	ortho-P
	mS/m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l
01l	98	7.3	1.1	19	210	23.5	21	97	612		0.3	0.6	0.04
02ln	71	7.7	2.4	11	145	12.5	28	53	399	0.3	0.1	0.2	0.04
03ln	73	7.4	13	16	135	14.5	19	32	457	10.5	0.5	< 0,1	0.01
12ln	43	7.5	5.6	5.3	88	7.7	11	14	275	2.7	0.1	0.3	0.01
17l	28	7.2	6.5	6.7	23	4.0	14	6	145	1.4	16	< 0,1	1.4
18ln	63	7.4	1	13	120	8.3	26	55	338	8.1	2.9	0.1	0.12
19l	72	7.6	0.5	18	145	9.0	28	105	332	2.8	0.3	0.3	0.05
20ln1	66	7.4	1.1	16	130	10.5	24	61	364	10.5	0.3	0.2	0.03
21l	64	7.6	0.9	14	125	9.8	22	49	362	9.2	0.5	< 0,1	0.03
22ln	68	7.6	0.5	20	90	10.0	33	25	289	4.4	0.2	< 0,1	0.02
24ln	79	7.6	1.1	23	150	10.0	38	94	386		0.1	0.1	0.03
25ln1	88	7.5	0.5	10	195	11.5	21	60	565	12.5	0.1	0.5	0.02
28l	74	7.5	1.9	20	145	9.8	21	69	422		0.3	0.2	0.02
01ln	67	7.6	4.1	18	130	11.0	30	49	367	4.5	0.3	0.4	0.03
05ln	65	7.6	1.9	16	125	10.0	25	45	370	5.3	0.2	0.4	0.02
06ln	45	7.8	2.7	13	84	7.7	21	16	262	0.3	0.1	< 0,1	0.09
07ln	62	7.7	1.8	14	120	9.9	22	37	354	3	0.2	0.6	0.04
08ln	60	7.8	6.3	18	105	10.0	32	47	301	0.8	0.1	0.9	0.02
09ln	49	7.8	2.7	13	92	7.9	20	15	289	0.6	0.7	0.4	0.08

Tabel 3 Resultaten van de bemonstering van grond- en oppervlaktewater d.d. 4 april 2000

plek	egv	pH	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO ₃	Fe	NH4	NO3	ortho-P
	mS/m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgN/l	mgN/l	mgP/l
01l													
02ln	70	7.5	3.6	11	145	14	21	45	435	0.2	0.1	0.2	0.07
03ln	67	7.3					16	22			1.3	< 0,1	0.03
12ln	51	7.2	2.7	10	100	9	10	53	286	0.8	0.5	< 0,1	
17l	55	7.3					12	12			10	0.2	1.3
18ln	57	7.0	1.2	12	115	8	23	5	365	5.2	2.7	< 0,1	0.32
19l	70	7.7					27	99			0.7	0.2	0.04
20ln1	63	7.2	0.9	13	130	10	26	43	357	9.2	0.5	< 0,1	0.04
20ln2	63	7.3	1.0	16	125	9	26	45	364	10	0.5	0.1	0.03
20ln3	65	7.4	1.3	16	125	11	30	43	346	14.5	0.6	< 0,1	0.03
20ln4	60	7.4	1.8	17	115	8	28	28	352	10	0.5	< 0,1	0.04
21l	66	7.3	1.1	14	135	11	24	57	370	8.3	0.5	< 0,1	0.04
22ln	70	7.4	0.4	24	125	14	35	46	379	3.3	0.2	0.2	0.04
24ln	82	7.5					40	100			0.3	0.1	0.05
25ln1	85	7.2	0.3	10	195	12	18	42	572	21	0.3	< 0,1	0.04
2	85	7.1	0.4	11	195	12	17	50	565	18.5	0.2	< 0,1	0.03
25ln2	72	7.4	0.5	11	160	7	23	87	388	12	0.1	< 0,1	0.02
25ln3	72	7.6	1.4	20	145	10	27	78	388	1.8	< 0,1	0.3	0.03
28l	76	7.1	1.2	16	150	10	24	78	427	13.5	0.4	< 0,1	0.04
01ln	69	7.6	3.7	16	130	11	30	57	369	2.1	0.1	0.3	0.02
05ln	48	7.7	1.6	14	140	11	25	63	375	2.1	0.2	0.1	0.04
06ln	67	7.5	2.8	10	94	8	18	67	223	0.3	< 0,1	0.3	0.02
07ln	66	7.5	2.7	14	125	11	23	65	339	2.3	< 0,1	0.4	0.03
08ln	63	7.5	5.3	17	120	11	32	56	321	1.3	< 0,1	0.5	< 0,01
09ln	47	7.5	2.9	10	89	8	19	68	205	0.2	< 0,1	0.2	0.02

Tabel 4 Resultaten bodemchemisch onderzoek

1993

Standplaats	Bodem Horizont	Dikte cm	Gemeten											Som basen	CEC8.1	Ca-verz (-)	H/Ca (-)
			pH-H ₂ O	Org. st %	P-tot mg/100g	N-tot mg/100g	H-s	Ca-s	Mg-s	K-s	Na-s	mmol+/kg					
'WBI'	pZg L+F	8.0	3.6	71.7	95.7	2373.4	1171.9	107.60	29	5.6	13.3	155.6	1327.40	0.08	10.9		
'WBI'	pZg Ah	8.0	3.7	8.1	33.8	382.8	388.3	10.90	4.2	1.4	5.9	22.3	410.70	0.03	35.6		
'WBV'	cZg Ah	0.5	5	6.5	51	346.2	286.9	30.30	9.1	2.4	4.3	46.1	333.00	0.09	9.5		
'WBVIII'	cZg L+F	3.0	4.4	71.3	120.1	2142.3	1052.9	207.40	42.6	7.3	6.7	264	1316.90	0.16	5.1		
'WBVIII'	cZg Ah	3.0	5.4	9.1	56.4	443.1	362.8	69.80	14.4	1.7	5.4	91.3	454.10	0.15	5.2		
'WBIX'	pZg L+F	5.0	3.2	84.3	89.9	1928.6	1289.5	80.30	18.7	7	6.6	112.6	1402.10	0.06	16.1		
'WBIX'	pZg Ah	5.0	3.6	7.8	48.2	317.9	325.8	8.40	3.1	1.7	4.7	18	343.70	0.02	38.8		
'WBXI'	pZg Ah	0.5	4.2	8.5	63.7	522	408.7	22.30	6	1.4	5.5	35.3	443.90	0.05	18.3		
Berekend																	
Standplaats	Bodem Horizont	Dikte cm	C-lem	P-org	C/N	C/P	CEC	Ca-s	P-an	P-an/P-tot							
			%	%	(-)	(-)	mmol+/kg	(-)	mg/100g	(-)							
'WBI'	pZg L+F	8.0	38.00	0.07	16.0	512.4	1287.49	0.08	21.54	0.23							
'WBI'	pZg Ah	8.0	4.29	0.01	11.2	397.9	225.37	0.05	23.01	0.68							
'WBV'	cZg Ah	0.5	3.45	0.02	10.0	183.6	198.65	0.15	32.24	0.63							
'WBVIII'	cZg L+F	3.0	37.79	0.09	17.6	437.4	1280.81	0.16	33.70	0.28							
'WBVIII'	cZg Ah	3.0	4.82	0.02	10.9	211.4	242.07	0.29	33.59	0.60							
'WBIX'	pZg L+F	5.0	44.68	0.08	23.2	576.5	1497.91	0.05	12.40	0.14							
'WBIX'	pZg Ah	5.0	4.13	0.02	13.0	229.9	220.36	0.04	30.22	0.63							
'WBXI'	pZg Ah	0.5	4.51	0.03	8.6	171.7	232.05	0.10	37.46	0.59							

2000

Standplaats	Hor.	Dikte cm-mv	Gemeten														CEC8.1	Ca-verz	H/Ca
			pH water	Org. stof %	N totaal	P totaal	P anorg.	P org.	P-an/P-tot	Ca	Mg	K	Na	H	Uitwisselbaar				
			%	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	(-)	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg	mmol+/kg			
WB.I.1	L+F	6.0	3.61	85.07	2677.5	60.73	9.66	51.1	0.16	52.63	4.18	1.43	0.38	42.9	1015.29	0.52	0.82		
WB.I.2	Ah	5.0	3.71	7.71	305.1	16.32	4.76	11.6	0.29	4.46	0.34	0.14	0.04	30.4	354.03	0.13	6.82		
WB.V.1	L	1.0	5.77	72.92	2305.1	116.91	24.41	92.5	0.21	100.26	10.75	3.33	0.29	39.0	1536.61	0.65	0.39		
WB.V.2	Ah	>10	4.85	5.33	233.7	25.30	8.91	16.4	0.35	10.40	1.05	0.23	0.07	12.2	239.54	0.43	1.17		
WB.VIII.1	L+F	4.0	3.89	70.60	2036.6	77.55	13.46	64.1	0.17	53.96	4.92	1.54	0.08	94.9	1554.01	0.35	1.76		
WB.VIII.2	Ah	>10	3.83	9.22	353.2	17.51	6.03	11.5	0.34	4.52	0.34	0.17	0.04	29.9	349.41	0.13	6.60		
WB.IX.1	L+F	6.0	3.38	86.09	2322.4	61.28	9.86	51.4	0.16	38.36	2.71	2.31	0.09	136.4	1798.35	0.21	3.55		
WB.IX.2	H	0.5	3.03	74.15	2144.5	37.91	5.05	32.9	0.13	26.93	1.90	0.49	0.03	152.7	1820.75	0.15	5.67		
WB.IX.3	Ah	>10	3.50	7.67	269.0	15.16	2.30	12.9	0.15	1.19	0.16	0.12	0.02	25.4	269.31	0.04	21.39		
WB.XI.1	L+F	4.0	5.20	70.52	2190.6	82.31	14.35	68.0	0.17	76.32	11.45	2.23	0.57	57.1	1476.87	0.52	0.75		
WB.XI.2	AhM	3.0	4.12	23.01	1065.3	47.24	7.01	40.2	0.15	17.30	2.07	0.42	0.07	44.1	639.22	0.27	2.55		
WB.XI.3	Ah	27.0	4.05	14.22	638.2	34.12	5.52	28.6	0.16	10.67	1.01	0.21	0.03	31.2	430.95	0.25	2.92		
Berekend																			
Standplaats	Hor.	Dikte cm	C/N	C/P	P-org	C/P	CEC8.1	Ca-s											
			regressie	regressie	regressie	regressie	als in 95												
WB.I.1	L+F	6.0	16.8	883.0	0.06301	715.61	1510.85	0.35											
WB.I.2	Ah	5.0	13.4	353.6	0.00168	2437.71	218.88	0.20											
WB.V.1	L	1.0	16.8	417.8	0.08558	451.58	1307.84	0.77											
WB.V.2	Ah	>10	12.1	172.3	0.00507	557.37	179.12	0.58											
WB.VIII.1	L+F	4.0	18.4	583.9	0.06435	581.50	1269.14	0.43											
WB.VIII.2	Ah	>10	13.8	426.1	0.00304	1607.29	244.15	0.19											
WB.IX.1	L+F	6.0	19.6	887.3	0.0638	715.18	1527.74	0.25											
WB.IX.2	H	0.5	18.3	1196.0	0.04591	856.00	1328.37	0.20											
WB.IX.3	Ah	>10	15.1	316.4	0.00107	3810.65	218.26	0.05											
WB.XI.1	L+F	4.0	17.1	550.0	0.06674	560.05	1267.86	0.60											
WB.XI.2	AhM	3.0	11.4	303.1	0.0251	485.89	474.32	0.36											
WB.XI.3	Ah	27.0	11.8	263.6	0.01401	537.97	327.57	0.33											