

**Effecten van de zandwinplas
't Hilgelo
op het grondwater
ten noorden van
Winterswijk**

toepassing van een grondwatermodel

**Effecten van de zandwinplas
't Hilgelo
op het grondwater
ten noorden van Winterswijk**

toepassing van een grondwatermodel

J. Willemsen
Lochem, augustus 1998

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING	5
1. MODELKEUZE	6
2. MODELOPBOUW	7
2.1. Modelnetwerk	7
2.2. Doorlatendheden en weerstandswaarden	7
2.2.1. <i>Geologische situatie</i>	7
2.2.2. <i>Geologische schematisatie</i>	8
2.3. Oppervlaktewater en drainage	9
2.4. Bergingscoëfficiënten	10
2.5. Neerslaggegevens	10
2.6. Grondwaterwinningen	11
2.7. Randen van het model	11
2.8. Zandwinplas	11
3. IJKING VAN HET MODEL	12
3.1. Stijghoogten	12
3.2. Afvoeren	14
4. BRUIKBAARHEID VAN HET MODEL	15
5. BEPALING VAN DE SCENARIO'S	16
6. RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN	18
6.1. Invloeden van 't Hilgelo	18
6.2. Invloeden van het doorgraven van de kleilaag	18
6.3. Invloeden van de aanleg van 't Hilgelo en de verbeteringswerken	19
6.4. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,50 m+NAP	21
6.5. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,25 m+NAP	22
6.6. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,75 m+NAP	22
7. CONCLUSIE	23
8. LITERATUUR	24
BIJLAGEN	27

LIJST VAN BIJLAGEN

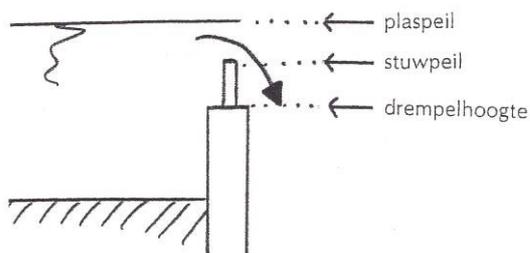
Bijlage 1	Topografische kaart
Bijlage 2	Modelnetwerk
Bijlage 3	Geologische deelgebieden
Bijlage 4	Doorlaatvermogen
Bijlage 5	Drainage
Bijlage 6	Grondwateronttrekkingen
Bijlage 7	IJkingspunten
Bijlage 8	IJkingsresultaten a. <i>Peilbuizen gelegen op de plateau's en in de zijgeul</i> b. <i>Peilbuizen gelegen in het pleistocene bekken</i> c. <i>Afvoermetingen</i>
Bijlage 9	Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van de aanleg van de zandwinplas (kleilaag is doorgraven) a. <i>Freatisch pakket, zomersituatie</i> b. <i>Watervoerend pakket, zomersituatie</i>
Bijlage 10	Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van de aanleg van de zandwinplas, indien de kleilaag rond 15 m+NAP <u>niet</u> doorgraven zou zijn a. <i>Freatisch pakket, zomersituatie</i> b. <i>Watervoerend pakket, zomersituatie</i> c. <i>Het aandeel van het doorgraven van de kleilaag in de totale stijghoogteveranderingen ten gevolge van de aanleg van de zandwinplas</i>
Bijlage 11	Grondwaterstandsverlagingen ten gevolge van de verbeteringswerken van de Winterswijkse beken en de aanleg van de zandwinplas (vanaf 1966)
Bijlage 12	Locaties waar door het Staringcentrum grondwaterstanden zijn geanalyseerd
Bijlage 13	Grondwaterstandsverloop peilbuis 41EL0003
Bijlage 14	Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een uitbreiding van de zandwinplas (peil 29,50 m+NAP) a. <i>Freatisch pakket, zomersituatie</i> b. <i>Watervoerend pakket, zomersituatie</i>
Bijlage 15	Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een uitbreiding van de zandwinplas (peil 29,25 m+NAP) a. <i>Freatisch pakket, zomersituatie</i> b. <i>Watervoerend pakket, zomersituatie</i>
Bijlage 16	Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een uitbreiding van de zandwinplas (peil 29,75 m+NAP) a. <i>Freatisch pakket, zomersituatie</i> b. <i>Watervoerend pakket, zomersituatie</i>

INLEIDING

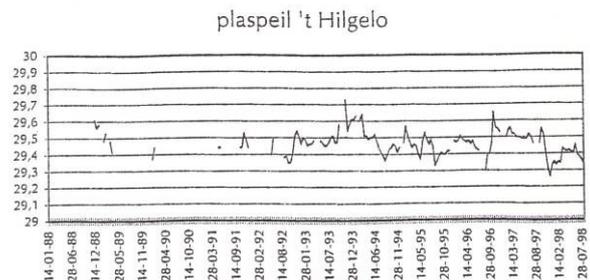
In het kader van een toekomstige uitbreiding van de zandwin- en recreatieplas 't Hilgelo bij Winterswijk is door het Waterschap Rijn en IJssel een grondwatermodel gemaakt van de betreffende plas en de omgeving daarvan. Dit model vormt een hulpmiddel bij de verdere besluitvorming rondom de uitbreidingsplannen. Overigens is al tweemaal eerder een grondwatermodel van 't Hilgelo vervaardigd. Deze beide modellen zijn opgezet door de Heidemij (Heidemij, 1988 en 1997). Vanwege veranderde inzichten en het beschikbaar komen van gedetailleerde informatie over de geologische opbouw van het gebied (Van den Bosch, 1998), is echter behoefte aan een nieuw grondwatermodel ontstaan. Voor een gebiedsbeschrijving van de omgeving van 't Hilgelo wordt verwezen naar de studies van de Heidemij.

In dit verslag wordt eerst aangegeven welke modelprogramma's zijn gebruikt bij deze laatste modellering. Vervolgens wordt kort ingegaan op de structuur van het modelnetwerk en worden de ingevoerde parameters besproken. In hoofdstuk 3 staan de resultaten van de ijking van het model vermeld. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de bruikbaarheid van het model voor de problematiek rond de zandwinplas 't Hilgelo. Vervolgens worden de verschillende interessen van belanghebbende partijen genoemd, welke hebben geleid tot het opstellen van een aantal verschillende scenario's met betrekking tot het grondwatersysteem rondom de zandwinplas. Daarna worden de verschillende scenario's beschreven en worden de resultaten gepresenteerd. Dit verslag zal worden afgesloten met een conclusie over de verschillende berekeningsresultaten.

Het water van de zandwinplas wordt afgevoerd over een stuwte in de afwatering van 't Hilgelo. In het verleden is veel onduidelijkheid geweest over de termen plas-, stuw-, en drempelpeil van 't Hilgelo (zie figuur 1). Tussen 1988 en oktober 1997 bedroeg de drempelhoogte van de stuw bij de zandwinplas 29,25 m+NAP. Door middel van balken werd echter een stuwpeil ingesteld van ongeveer 29,40 m+NAP, waardoor het plaspeil rond de 29,50 m+NAP kwam te liggen. In oktober 1997 is de stuw vervangen en sindsdien vindt opstuwing plaats door een metalen pijp met een plaat voor de instroomopening. Hierdoor ligt het plaspeil in 't Hilgelo iets beneden 29,40 m+NAP (zie figuur 2). Dit peil is tijdelijk ingesteld i.v.m. de uitvoering van de zandwinning. In dit verslag wordt uitgegaan van een ' huidig' plaspeil van 29,50 m+NAP (ten tijde van de ijking van het model was dit namelijk het gemiddelde peil).



Figuur 1. Plaspeil, stuwpeil en drempelhoogte



Figuur 2. Plaspeil in 't Hilgelo (in m+NAP)

1. MODELKEUZE

Het waterschap Rijn en IJssel voert haar grondwaterstudies uit met behulp van het modelprogramma *Micro-Fem*. Voor dit programma is gekozen op basis van gebruiksvriendelijkheid, in- en uitvoermogelijkheden en de niet-stationaire rekenmodule van *Micro-Fem*. Als aanvulling op *Micro-Fem* wordt gebruik gemaakt van het pakket *Simflow*, dat de grondwateraanvulling (en afname) vanuit de onverzadigde zone berekent.

Achtergrondinformatie:

Micro-Fem is een softwarepakket waarmee een gebiedsdekkend grondwatermodel met meerdere watervoerende pakketten en waterscheidende lagen kan worden gemaakt volgens de "eindige-elementen-methode". Dit houdt in dat het model wordt opgedeeld in driehoekjes tussen verschillende roosterpunten. Stijghoogten worden per roosterpunt uitgerekend. Op plaatsen waar geen roosterpunten liggen, worden de stijghoogten vanuit de dichtstbijzijnde roosterpunten lineair geïnterpoleerd. De numerieke oplossing van de differentiaalvergelijking waarmee de stijghoogten worden berekend, moet voldoen aan een aantal randvoorwaarden die van te voren kunnen worden ingevoerd.

Het oppervlaktewatersysteem is één van deze randvoorwaarden voor de modellering van het grondwater. *Micro-Fem* kent zowel een stationaire als een niet-stationaire rekenmodule. Bij het waterschap Rijn en IJssel wordt nagenoeg uitsluitend niet-stationair gerekend. Dat houdt in dat de grondwaterstroming op een bepaalde plaats gedurende een bepaalde tijdsperiode variabel is.

Micro-Fem houdt geen rekening met vochttekorten en -voorraden in de onverzadigde zone in de bodem. Neerslag wordt in *Micro-Fem* beschouwd als directe voeding van het grondwater en verdamping gaat ten koste van de grondwatervoorraad. Processen als vochtlevering vanuit de onverzadigde zone en capillaire nalevering worden hierbij buiten beschouwing gelaten. Daarom is gebruik gemaakt van het modelprogramma *Simflow*, dat onderdeel uitmaakt van het door het Staringcentrum ontwikkelde *Simgro*. Dit programma berekent op basis van neerslag- en verdampingsgegevens de aanvulling van het grondwater vanuit de onverzadigde zone. Factoren die deze aanvulling beïnvloeden, zijn onder andere bodemgebruik, grondwatertrap, verhard oppervlak en beregening. De uitvoer van *Simflow* wordt gebruikt als invoer voor *Micro-Fem*.

2. MODELPOUW

2.1. Modelnetwerk

Het grondwatermodel is opgebouwd rondom de zandwinplas. Het beslaat delen van het stroomgebied van onder andere de Ratumse beek, de Slinge, de Wehmerbeek en de Willinkbeek. De noordoostgrens wordt gevormd door de Duitse grens. De noordwest- en de zuidoostgrens lopen parallel aan de grondwaterisohypsen ter plaatse en de zuidwestgrens wordt gevormd door de spoorlijn Ruurlo-Winterswijk, die ongeveer ter plaatse van een waterscheiding ligt. De zuidgrens van het model tenslotte, sluit juist de bebouwde kom van Winterswijk buiten het model (zie bijlage 1). Het model heeft een oppervlakte van 3480 hectare, waarvan de zandwinplas circa 25,6 hectare beslaat.

Binnen het netwerk is een aantal verschillende knooppuntsafstanden gebruikt. Rondom de zandwinplas is de knooppuntsafstand het kleinst, om zo nauwkeurig mogelijke uitkomsten te kunnen verkrijgen. De knooppuntsafstand bedraagt hier 50 meter. Naar de grenzen van het model neemt de knooppuntsafstand toe: 125 en 200 meter en aan de rand plaatselijk zelfs meer dan 200 meter (zie bijlage 2).

2.2. Doorlatendheden en weerstandswaarden

2.2.1. Geologische situatie

Het modelgebied kan worden onderverdeeld in 3 deelgebieden (zie bijlage 3): een pleistoceen bekken, een aantal plateau's en een zijgeul.

In het bekken is sprake van twee watervoerende pakketten (formaties van Twente en Drenthe). Op de watervoerende pakketten is een circa 2 meter dikke deklaag van de formatie van Twente afgezet. Het eerste watervoerende pakket, dat uit fijne en grove zanden bestaat, is ongeveer 15 tot 20 meter dik. Binnen dit pakket komt zeer plaatselijk een dun kleilaagje voor op een hoogte van circa 25 meter + NAP. Dit laagje is waarschijnlijk nauwelijks van invloed op de grondwaterstroming (Van den Bosch, 1995 en Heidemij, 1997) en is daarom niet meegenomen in de modellering. Het tweede watervoerende pakket heeft een dikte van ongeveer 10 tot 20 meter, en wordt aan de onderzijde begrensd door een laag bekkenklei. De beide watervoerende pakketten worden gescheiden door een kleilaag, die zich rond 15 meter + NAP bevindt. Over de verspreiding van deze kleilaag is weinig bekend: zowel in dikte als in voorkomen treedt grote variatie op binnen het modelgebied.

De plateau's bestaan uit een circa 2 tot 4 meter dikke laag dekzand van de formatie van Twente. Het dekzand ligt op een Tertiaire kleilaag van de formatie van Rupel, die als hydrologische basis wordt gezien.

De zijgeul bestaat uit zandafzettingen van de formatie van Twente met een dikte van ongeveer 7 meter.

2.2.2. Geologische schematisatie

Per deelgebied zijn de geologische parameters bepaald en ingevoerd. In het model zijn 3 lagen onderscheiden: de deklaag en de beide watervoerende pakketten.

De doorlatendheden en de weerstandswaarden van de verschillende modellagen zijn weergegeven in tabel 1 en 2. Bijlage 4 geeft inzicht in de ruimtelijke variatie in het doorlaatvermogen van de verschillende watervoerende pakketten.

De deklaag (modellaag 1) heeft een redelijk groot doorlaatvermogen. Deze is te verklaren door het her en der voorkomen van grofzandige afzettingen tussen fijner zand. Vaak is het dekzand grindrijk, waardoor preferente stroombanen kunnen ontstaan (Tauw Infra Consult, 1993).

In het pleistocene bekken neemt de kD -waarde van het eerste watervoerende pakket (modellaag 2) toe van $880 \text{ m}^2/\text{d}$ in het noordoosten tot $1500 \text{ m}^2/\text{d}$ in het zuidwesten van het modelgebied. Omdat er tussen de deklaag en het watervoerend pakket geen kleilaag voorkomt, is de verticale weerstandswaarde gering: 10 dagen.

Het tweede watervoerende pakket (modellaag 3) is dikker dan het eerste, en heeft zodoende een groter doorlaatvermogen. Deze is op $1000 \text{ m}^2/\text{d}$ gesteld.

Over de kleilaag tussen de beide pakketten is weinig bekend. Het was niet mogelijk om het model met behulp van deze parameter te ijken. Daarom is de weerstandswaarde gekozen die is gebruikt in een geijkt grondwatermodel van het Waterbedrijf Gelderland (voorheen Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland) ter plaatse van het pompstation Corle, ten westen van Winterswijk. De kleilaag die daar voorkomt is waarschijnlijk iets dikker dan de kleilaag bij 't Hilgelo, maar de weerstandswaarde is vergelijkbaar ingeschat en bedraagt 400 dagen.

De zijgeul bestaat uit fijnzandiger afzettingen dan het bekken, waardoor het doorlaatvermogen kleiner is. In werkelijkheid bestaat de geul uit één watervoerend pakket. Modelmatig is dit pakket echter uitgesmeerd over twee modellagen (laag 2 en 3) met een zeer kleine weerstand ertussen (5 dagen). Hierdoor is in feite 1 pakket gesimuleerd. Voor beide zandafzettingen is een kD -waarde van $25 \text{ m}^2/\text{d}$ ingevoerd. De doorlatendheid van het totale pakket bedraagt dus $50 \text{ m}^2/\text{d}$.

Op het plateau is slechts sprake van een deklaag, dus zonder watervoerende pakketten. Eigenlijk zou hier dus maar één modellaag aanwezig moeten zijn. Om een duidelijk inzicht te kunnen krijgen in de grondwaterstroming in de watervoerende pakketten in het bekken en de geul, is in het model een verticale stroming gesimuleerd ter plaatse van de plateau's. Door zowel de weerstandswaarde als het doorlaatvermogen zeer klein te maken, worden op het plateau grondwaterstanden in de verschillende modellagen berekend met nagenoeg dezelfde waarde, waardoor de uitvoer van het model overzichtelijker wordt (een stijghoogteplaatje van het diepere watervoerend pakket levert dan ter plaatse van de plateau's niet de waarde '0' op).

modellaag	plateau	bekken	zijgeul
1	30 - 40	40 - 60	25
2	0	800 - 1500	25
3	0	1000	25

Tabel 1. Doorlaatvermogen van de verschillende modellagen in m²/d.

modellaag	plateau	bekken	zijgeul
1-2	4	10	10
2-3	4	400	5

Tabel 2. Weerstandswaarden in dagen.

Gemakshalve worden verder in dit verslag de deklaag (eerste modellaag) en het eerste watervoerende pakket (tweede modellaag) gezamenlijk aangeduid met de term 'freatisch pakket'. Het tweede watervoerende pakket (derde modellaag) wordt aangegeven met 'watervoerend pakket'.

2.3. Oppervlaktewater en drainage

In het modelgebied ligt één watergang die als gevolg van waterinlaat nagenoeg altijd watervoerend blijft. Het betreft hier de Slinge, waarop het effluent van de rioolwaterzuivering van Winterswijk wordt geloosd. Deze watergang is daarom in het model ingebracht als "river". Het modelprogramma houdt er dan rekening mee dat de watergang ook in droge perioden, als het grondwaterniveau onder de bodem van de watergang uitzakt, watervoerend blijft. De stuwpeilen zijn bepaald aan de hand van gegevens van het waterschap. Ter bepaling van de drainageweerstand van de Slinge is gebruik gemaakt van de volgende formule:

$$\text{weerstand} = (1 \cdot a) / (l \cdot b)$$

Waarin a de knooppuntsoppervlakte in het model is, l de lengte van het betreffende knooppuntssegment en b de breedte van de watergang.

Als intreeweerstand werd het dubbele van de drainageweerstand gebruikt.

Alle andere watergangen vallen in de zomer droog zodra het grondwaterniveau tot onder de bodem van de watergangen daalt. Deze watergangen zijn in het model ingevoerd als "drain", wat inhoudt dat alleen in natte perioden water wordt afgevoerd.

Er is onderscheid gemaakt tussen waterschapswatergangen en alle overige watergangen. Het peil van de waterschapswatergangen is bepaald bij een afvoer van 0,11 * Q, wat overeenkomt met een "normale" situatie. De weerstandswaarde van de watergangen is berekend volgens:

$$\text{weerstand} = a / (l \cdot b)$$

Waarin a de knooppuntsoppervlakte in het model is, l de lengte van het betreffende knooppuntssegment en b de breedte van de watergang. Voor het laatste is gemakshalve steeds de bodembreedte genomen, waarbij 25 centimeter is opgeteld.

Alle watergangen die niet in beheer zijn bij het waterschap (voornamelijk kavel- en bermsloten) zijn gebiedsdekkend in het model ingevoerd, met een diepte van 50 centimeter beneden het maaiveld. Ook gedraineerde percelen zijn in het model ingevoerd, waarbij uitgegaan is van een gemiddelde draandiepte van 90 centimeter beneden maaiveld. Voor het invoeren van de ligging van gedraineerde percelen is gebruik gemaakt van opnamegegevens van het voormalige waterschap van de Berkel uit 1995 (zie bijlage 5). Recentelijk is in het kader van de ruilverkaveling Winterswijk-West op meer percelen drainage aangelegd (na de ijkingsperiode van het model). Tenslotte is het maaiveld als drainageniveau in het model ingevoerd. Dit is gedaan om een eventuele oppervlakkige afvoer van extreme neerslaghoeveelheden te simuleren. De verschillende drainageweerstanden zijn weergegeven in tabel 3.

Plaats	weerstand
plateau	180
bekken	500 - 800
zijgeul	300
buisdrainage	70
maaiveld	50

Tabel 3. Weerstandswaarden in dagen.

2.4. Bergingscoëfficiënten

De bergingscoëfficiënt is in belangrijke mate bepalend voor de snelheid waarmee de grondwaterstand reageert op neerslag en verdamping. Er is onderscheid gemaakt tussen droge gronden (GT VI en VII) en natte gronden (Gt III en V). Voor de droge gronden is jaarrond een bergingscoëfficiënt van 0,1 ingevoerd. De bergingscoëfficiënt die voor natte gronden is ingevoerd, bedraagt 's winters 0,03 en in de zomer 0,07. In de watervoerende pakketten is deze coëfficiënt op 0,0001 gesteld (op de plateau's 0), omdat water in een verzadigde of gespannen situatie slecht samendrukbaar is.

2.5. Neerslaggegevens

De neerslaggegevens van het KNMI-weerstation in Winterswijk zijn gebruikt voor de invoer in het model Simflow. Met dit model is de grondwateraanvulling berekend, waarbij rekening is gehouden met diverse processen in de onverzadigde zone. Bij de bepaling van de grondwateraanvulling is onderscheid gemaakt tussen droge en natte gronden (zoals ook bij de bergingscoëfficiënten gedaan is). De droge gronden zijn geschematiseerd tot 'podzolgronden op keileem' en de natte gronden zijn beschouwd als 'beekeerdgronden in sterk lemig, fijn zand'.

2.6. Grondwaterwinningen

In het modelgebied waren tijdens de ijkingsperiode 11 geregistreerde grondwaterwinningen aanwezig. Het betreft hier zowel landbouwkundige onttrekkingen als industriële winningen. Ook bronbemalingen zijn in het model ingevoerd. Een overzicht van de winningen is gegeven in bijlage 6. Tabel 4 geeft de kwartaalcijfers weer van alle onttrekkingen samen.

kwartaal	m ³ /d
kwartaal 4 (1996)	507
kwartaal 1 (1997)	1144
kwartaal 2 (1997)	1159
kwartaal 3 (1997)	1017
TOTAAL	3827

Tabel 4. Onttrekkingen tijdens de ijkingsperiode in m³/d.

2.7. Randen van het model

Op de oostrand van het model is een vaste stijghoogte van 36 meter + NAP ingevoerd. Deze is in werkelijkheid niet als een rechte isohyps terug te vinden. Vlakbij de rand ontstaan hierdoor lokale afwijkingen in de berekende stijghoogten. Op de oostrand van de zijgeul en de noordrand van de geul is op basis van een berekend isohypsenpatroon een flux uitgerekend en ingevoerd. In het bekken bedraagt het verhang van het grondwater ongeveer 0,91 m/km en in de zijgeul is het verhang circa 2,75 m/km.

2.8. Zandwinplas

De zandwinplas 't Hilgelo is maximaal circa 17 meter diep en reikt daardoor tot in het onderste watervoerende pakket. Grondwaterstromingen worden door de plas afgevangen. Het water in de plas bestaat dan ook grotendeels uit grondwater.

Er zijn veel manieren mogelijk om de zandwinplas te modelleren. Tijdens de ijking van het model is een aantal manieren uitgetoetst. Uiteindelijk is besloten om de plas op de volgende manier in het model in te brengen: In feite werkt alleen de rand van de plas drainerend danwel infiltrerend op zijn omgeving. Daarom is alleen aan de rand van de plas een drainageweerstand, een intreeweerstand en een waterpeil opgegeven. De drainageweerstand is berekend volgens:

$$\text{weerstand} = a / l * 0,2$$

Waarin a de knooppuntsoppervlakte in het model is en l de lengte van het betreffende knooppuntssegment. De factor 0,2 (ter vervanging van de drainerende breedte die bij watergangen wordt ingevoerd) is bepaald op basis van een globale afvoerberekening vanuit de zandwinplas. Ten tijde van de ijking bedroeg het plaspeil circa 29,50 m+NAP (waarnemingen waterschap Rijn en IJssel). 't Hilgelo is als volkomen plas ingevoerd.

Midden in de plas zijn zowel de weerstanden als de peilen op 0 gesteld. Om de uitwisseling van water in de plas tussen de verschillende modellen te simuleren zijn de doorlatendheden in de plas op 100.000 m²/d gezet en de weerstanden op 4 dagen. De bergingscoëfficiënten in de plas zijn op 1 gesteld.

3. IJKING VAN HET MODEL

3.1. Stijghoogten

Bij het ijken van een grondwatermodel wordt geprobeerd de waarden van de parameters zodanig te variëren dat het verloop en de absolute waarde van de grondwaterstijghoogten zoals die worden uitgerekend door het model, overeenkomen met het verloop en de absolute waarden van de stijghoogte zoals die daadwerkelijk in het veld zijn gemeten. Als ijkingsjaar voor het model van 't Hilgelo is de periode 1 oktober 1996 t/m 30 september 1997 gebruikt. Dit is een tijdsperiode met een aantal extreme maanden (erg nat of juist erg droog; zie tabel 5). De reden dat toch deze tijdsperiode is gebruikt, is dat de meeste peilbuizen rondom de zandwinplas pas in de loop van 1996 zijn geplaatst. Dit is tevens de reden dat het model niet gevalideerd kon worden voor een andere tijdsperiode. Er zijn simpelweg geen peilbuisgegevens uit andere perioden beschikbaar.

Maand	gemeten	gemiddeld 1985-nu	opmerkingen
oktober 1996	72,9	66,2	
november 1996	121,4	70,4	natste november-maand sinds 1985
december 1996	58,5	85,4	
januari 1997	2,8	68,9	droogste januari-maand sinds 1985
februari 1997	96,4	43,1	natste februari-maand sinds 1985
maart 1997	32,8	68,0	
april 1997	36,5	43,0	
mei 1997	62,9	51,8	
juni 1997	134,4	72,6	natste juni-maand sinds 1985
juli 1997	92,3	73,4	
augustus 1997	44,5	66,1	
september 1997	29,7	75,4	droogste september-maand sinds 1985
TOTAAL	785,1	784,3	

Tabel 5. Overzicht van neerslaggegevens in mm.

In totaal zijn 16 peilbuizen in het modelgebied gebruikt voor de ijking van het model (zie bijlage 7). Er bevonden zich 16 waarnemingsfilters in het eerste watervoerende pakket en 3 in het tweede watervoerende pakket. In de deklaag is in het modelgebied slechts één filter geplaatst (peilbuis 41EP9005; dit betreft een pompput). Uit de gemeten stijghoogten in dit filter blijkt dat het grondwaterstandsverloop hier in belangrijke mate wordt bepaald door lokale omstandigheden. Daarom is dit filter niet in de ijking van het model meegenomen. Het filter dat, op dezelfde locatie, in het eerste watervoerende pakket is geplaatst, is wel gebruikt voor de ijking.

Tijdens de ijking bleek dat het model het gevoeligst was voor de weerstanden en de hoogteligging van de drainagebuizen in de gedraineerde percelen en de "gebiedsdekkende" watergangen (dc2 en dh2). Drainage speelt in het gebied kennelijk een zeer overheersende rol. In mindere mate bleek ook het doorlaatvermogen van de deklaag een belangrijke factor te zijn bij de ijking van het model.

Er is geen bepaalde regel die voorschrijft wanneer een model "goed" is en wanneer een model "slecht" is. Bij het waterschap wordt, bij een model dat op het Oost-Nederlands plateau ligt, een afwijking van 20 tot 30 centimeter acceptabel geacht.

De ijkingsresultaten van het model van het Hilgelo staan vermeld in bijlage 8a en 8b en in tabel 6. Bij vrijwel alle peilbuizen valt op dat in februari/maart 1997 het model een lagere stijghoogte berekent dan er in werkelijkheid is gemeten. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in neerslag- en verdampingsgegevens (invoer vanuit het model Simflow). Verder is op te merken dat in het bekken de stijghoogten kunnen worden beïnvloed door lokale omstandigheden: dit is bijvoorbeeld duidelijk te zien bij de peilbuizen 41EP9008 en 41EP9009. Deze liggen hemelsbreed op 120 meter afstand van elkaar, maar er wordt desondanks een zeer verschillend stijghoogteverloop waargenomen (de stijghoogten in peilbuis 41EP9009 liggen aanmerkelijk hoger dan die in peilbuis 41EP9008). Het model is op zo'n schaal niet nauwkeurig genoeg om dergelijke afwijkingen goed te kunnen berekenen.

Bij nagenoeg alle peilbuizen komen de grondwaterstanden zoals die door het model wordt berekend, goed overeen met de gemeten grondwaterstanden. Een uitzondering hierop is peilbuis 41EL0037, waarvan de startwaarde nogal afwijkt van de werkelijk gemeten grondwaterstanden. Een verklaring voor de gevonden afwijking is de ligging van de betreffende peilbuis. Deze ligt tussen twee laagten, op een zandrug. Lokaal bevindt zich een hoogteverschil van ongeveer 5 meter tussen de zandrug en de lagere terreingedeelten. De grondwaterstroming en het verloop in de stijghoogten zijn niet goed te modelleren. Ook bij een in 1996 door het Staringcentrum uitgevoerde grondwatertrappenkartering bleken bij deze buis de Gemiddeld Hoogste en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstanden niet goed berekend te kunnen worden (Kleijer, in prep.). Op grond van het goede verloop en de geringe afwijkingen tussen gemeten en berekende stijghoogten van de andere peilbuizen kan worden geconcludeerd dat het model goed geijkt is.

Peilbuis	afwijking
41FL0002	0,21
41EL0003	0,19
41EL0006	0,08
41EL0029	0,18
41EL0031	0,16
41EP0034	0,10
41EL0037	0,29
41EP0259-1	0,16
41EP0259-2	0,14
41EP0262	0,15
41EP0328-1	0,16
41EP0328-2	0,22
41EP0329-1	0,13
41EP0329-2	0,16
41EP9005	0,22
41EP9006	0,30
41EP9007	0,10
41EP9008	0,10
41EP9009	0,26
TOTAAL	0,17

Tabel 6. Afwijkingen tussen berekende en gemeten stijghoogten in cm.

3.2. Afvoeren

In het modelgebied wordt op een tweetal plaatsen een afvoermeting verricht. Het betreft een afvoermeting bij de “Jonkersbrug” in de Slinge en een meting bij “De Kip” in de Beurzerbeek (zie bijlage 7). De stroomgebieden van beide meetpunten worden verbonden door een koppelleiding, die bij extreme neerslagpieken het water vanuit de Ratumsebeek (stroomgebied Jonkersbrug) naar de Beurzerbeek (stroomgebied De Kip) leidt. Bij het gebruik van de metingen voor het ijken van het model moeten daarom eigenlijk de beide afvoermetingen opgeteld worden. In bijlage 8c zijn de ijkresultaten weergegeven. Het berekende verloop bij afvoermeting De Kip komt voor 86% overeen met de gemeten afvoer. Bij Jonkersbrug is dit percentage nog hoger: 97%. De berekende som van beide afvoermetingen komt daardoor voor 92% overeen met de gemeten afvoeren. Dit is een acceptabel percentage. Het model is dus goed geijkt op afvoerhoeveelheden.

4. BRUIKBAARHEID VAN HET MODEL

Op basis van de ijkingsresultaten kan worden geconcludeerd dat het model goed bruikbaar is voor verder onderzoek naar veranderingen in het beheer van de recreatie- en zandwinningsplas. Hierbij moeten twee belangrijke zaken in het oog worden gehouden:

- De ligging van gedraineerde percelen beïnvloedt de grondwaterstand zeer sterk. In het model is de drainage de belangrijkste parameter die van invloed is op de resultaten van een berekening. De lokale effecten van drainage worden niet in het model teruggevonden. Als in werkelijkheid gedraineerde percelen voorkomen die in het model niet zijn ingevoerd (of omgekeerd), kan dit tot afwijkingen leiden. Een ander probleem is dat er (nog) geen actuele maaiveldhoogtekaart van het modelgebied beschikbaar is. Omdat de drainageniveaus gerelateerd zijn aan de maaiveldhoogten, kunnen plaatselijk afwijkingen ontstaan. In tabel 7 wordt een indruk van de bestaande afwijkingen in de huidige maaiveldhoogtekaart gegeven. Een nieuwe hoogtekaart zal naar verwachting in de tweede helft van 1998 beschikbaar komen.
- De randen van het plateau zijn inmiddels redelijk goed in kaart gebracht (M. van den Bosch, 1998). Toch is het mogelijk dat de berekende grondwaterstanden op deze randen enigszins afwijken van de werkelijkheid. Op dergelijke grenssituaties moet hiermee bij de interpretatie van de uitkomsten van het model terdege rekening worden gehouden.

Peilbuis / onttrekking	maaiveld kaart	maaiveld veldwaarn.	verschil
41FL0002	36,65	36,63	0,02
41EL0003	33,27	33,49	-0,22
41EL0006	32,34	32,50	-0,16
41EL0029	34,47	35,50	-1,03
41EL0031	39,52	39,08	0,44
41EP0034	30,69	30,94	-0,25
41EL0037	37,50	37,60	-0,10
41EP0259	34,46	35,25	-0,79
41EP0262	28,96	29,23	-0,27
41EP0328	30,12	29,98	0,14
41EP0329	32,93	32,25	0,68
41EP9005	29,94	29,70	0,24
41EP9006	29,30	29,63	-0,33
41EP9007	30,27	30,11	0,16
41EP9008	31,33	31,51	-0,18
41EP9009	32,24	32,21	0,03
1	30,38	30,40	-0,02
6	33,65	33,60	0,05
7	35,83	38,10	-2,27
10	35,87	35,80	0,07
14	33,43	34,40	-0,97
15	33,95	34,40	-0,45
22	35,82	34,80	1,02
25	30,66	30,30	0,36
28	32,29	33,00	-0,71
29	32,25	33,00	-0,75
84	30,29	30,30	-0,01

Tabel 7. Afwijkingen in maaiveldhoogten (in m +NAP) tussen de bestaande hoogtepuntenkaart en veldwaarnemingen.

5. BEPALING VAN DE SCENARIO'S

Rondom 't Hilgelo speelt een groot aantal belangen een rol. De volgende organisaties zijn bij de problematiek betrokken:

1. De provincie Gelderland als vergunningverlener voor de uitbreiding van de zandwinplas;
2. Het recreatieschap Achterhoek-Liemers als eigenaar van de plas en als aanvrager van de vergunning voor de uitbreiding van de plas;
3. Het waterschap Rijn en IJssel als waterbeheerder en als zodanig eindverantwoordelijke voor het waterpeil in de plas;
4. De vereniging Natuurmonumenten als beheerder van het landgoed Bönnink, dat direct ten zuiden van de zandwinplas ligt;
5. De firma Hoftijzer B.V. als zandwinner;
6. Diverse omwonenden (landbouwers, particulieren), die mogelijk gevolgen kunnen ondervinden van de uitbreiding van de plas.

Het bestuurlijk overleg rondom de uitbreidingsplannen heeft vooralsnog voornamelijk plaatsgevonden tussen de Provincie, het Recreatieschap en het Waterschap. Op basis hiervan is een aantal scenario's vastgesteld, om meer zicht te krijgen op de invloeden van de plas. Daarnaast was er bij zowel het Waterschap als bij Natuurmonumenten behoefte aan een indicatie van de effecten van de zandwinplas, los van een eventuele uitbreiding. Op basis van gesprekken en afspraken is een aantal scenario's met het model doorerekend, waarbij is uitgegaan van een huidig plaspeil van 29,50 m+NAP (dit peil is overigens in werkelijkheid sinds het begin van 1998 tijdelijk verlaagd tot 29,25 m+NAP).

Allereerst is de invloed van het aanleggen van de plas op de grondwatersituatie ten noorden van Winterswijk bekeken. Omwonenden (met name landbouwers) spreken van een grondwaterstands daling van ongeveer 1 meter sinds de aanleg van de plas. Dit betreft voornamelijk het freatische grondwater. Naast het aanleggen van de zandwinplas zijn de door het waterschap uitgevoerde verbeteringswerken aan het oppervlaktewaterstelsel een oorzaak voor de genoemde daling van het freatische grondwater. In het diepere watervoerende pakket wordt de grootste afname van stijghoogten veroorzaakt door het doorgraven van de (scheidende?) kleilaag tussen het freatische pakket en het watervoerende pakket.

Om meer inzicht te krijgen in de historische ontwikkelingen van het grondwater sinds het aanleggen van de plas is eerst het verschil bepaald tussen de grondwaterstanden in een situatie met de zandwinplas en een situatie zonder de zandwinplas. Ten tweede is berekend wat het effect is van het doorgraven van de kleilaag tussen het freatische pakket en het watervoerende pakket. Om vervolgens een indruk te krijgen van de totale grondwaterstands daling sinds de jaren '70, is de grondwatersituatie van vóór de aanleg van de plas (eind jaren '60) en de verbeteringswerken aan de Winterswijkse beken (begin jaren '70) berekend. Deze is vergeleken met de huidige grondwatersituatie.

Vervolgens is de uitbereiding van de zandwinplas gemodelleerd. Een drietal scenario's is vervolgens doorgerekend. Ten eerste zijn de gevolgen van de uitbereiding, waarbij het plaspeil uit de ijkingsperiode onveranderd is gebleven: 29,50 m+NAP. Daarnaast is ook een variant berekend waarin het plaspeil werd verlaagd tot 29,25 m+NAP en een variant met een (verhoogd) peil van 29,75 m+NAP.

Samengevat zijn de volgende berekeningen uitgevoerd:

1. Verschil tussen de grondwatersituatie bij aanwezigheid van de zandwinplas en bij afwezigheid van de zandwinplas;
2. Invloeden van het doorgraven van de kleilaag op de grondwaterstanden;
3. Invloeden van de aanleg van de zandwinplas en de uitgevoerde verbeteringswerken aan het oppervlaktewaterstelsel;
4. Veranderingen in de grondwaterstand bij de geplande uitbreiding van de zandwinplas, waarbij het peil op 29,50 m+NAP wordt gehandhaafd;
5. Veranderingen in de grondwaterstand bij de geplande uitbreiding van de zandwinplas, waarbij het peil wordt verlaagd tot 29,25 m+NAP;
6. Veranderingen in de grondwaterstand bij de geplande uitbreiding van de zandwinplas, waarbij het peil wordt verhoogd tot 29,75 m+NAP.

Als basis voor alle scenarioberekeningen is de "huidige" situatie genomen: dat wil zeggen het resultaat van de berekeningen tijdens de ijkingsperiode (1996/1997). Het plaspeil is 29,50 m+NAP. Voor de berekening van de invloeden van een bepaalde ingreep is aan de parameters (en dus ook aan de neerslag- en verdampingsgegevens) NIETS veranderd. Zodoende is alleen het effect van een bepaalde ingreep berekend, zonder klimatologische invloeden.

6. RESULTATEN VAN DE BEREKENINGEN

6.1. Invloeden van 't Hilgelo

Als eerste is de huidige situatie vergeleken met een situatie waarin geen zandwinplas aanwezig is. Hieruit blijken de grondwaterstandsveranderingen die door de zandwinplas worden veroorzaakt. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in bijlage 9. Bijlage 9a geeft de grondwaterstandsveranderingen weer die optreden in het freatisch pakket. Aan de noordoost- en de zuidoostzijde van de plas worden grondwaterstandsverlagingen veroorzaakt tot 70 centimeter. Tot op maximaal 1000 meter afstand van de plas worden aanzienlijke grondwaterstandsdingen berekend: meer dan 10 centimeter.

Ten westen van 't Hilgelo heeft een grondwaterstandsverhoging van maximaal 24 centimeter plaatsgevonden.

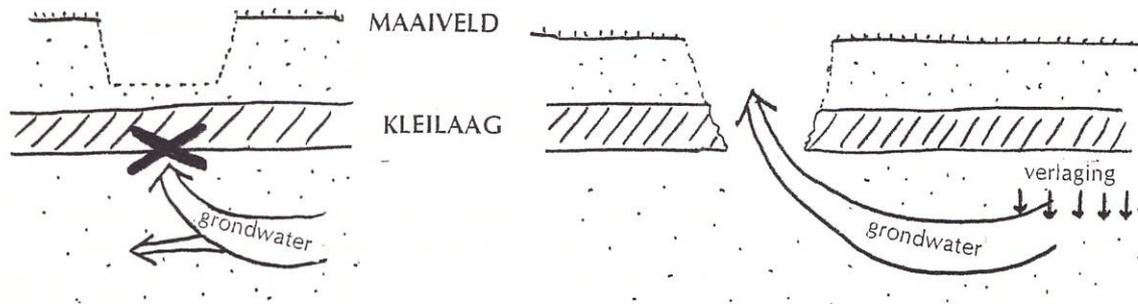
In het watervoerende pakket (bijlage 9b) worden nog grotere grondwaterstandsdingen veroorzaakt dan in het freatisch pakket (hoewel de maximale daling minder groot is): dalingen van meer dan 10 centimeter strekken zich uit over een afstand van maximaal zo'n 1200 meter vanaf de plas.

6.2. Invloeden van het doorgraven van de kleilaag

Een tweede situatie die is berekend, is het gevolg van het doorgraven van de kleilaag tussen het freatische pakket en het watervoerende pakket. Met betrekking tot de onzekerheden in de verspreiding van deze kleilaag en de invoer in het model, wordt verwezen naar hoofdstuk 2 van dit verslag.

In bijlage 10 zijn de grondwaterstandsverlagingen (en -verhogingen) weergegeven die zouden zijn opgetreden als de plas niet door de kleilaag zou zijn gegraven, maar alleen in het freatische pakket aanwezig zou zijn. In het freatische pakket (bijlage 10a) zijn de veranderingen dan nog steeds maximaal 70 centimeter, evenals in de situatie van bijlage 9a. De situatie in dit pakket wijkt dus nauwelijks af van de situatie waarin de kleilaag wel is doorgegraven. In het watervoerende pakket (bijlage 10b) zijn echter beduidend minder grote dalingen veroorzaakt dan in de situatie van bijlage 9b. De maximale daling van het grondwater bedraagt bij het niet doorgraven van de kleilaag nog slechts 10 centimeter. Het verschil tussen bijlage 9b en bijlage 10b is weergegeven in bijlage 10c. Hieruit blijkt dat het doorgraven van de kleilaag een extra grondwaterstandsding van maximaal 41 centimeter veroorzaakt ten opzichte van een situatie waarin de kleilaag niet doorgraven is.

Door het doorgraven van de kleilaag kan een kwelstroom blijkbaar vanuit het watervoerend pakket in de plas uittreden, waarna het grondwater via de oppervlaktewatergangen wordt afgevoerd. Doordat als het ware de druk van het grondwater wegvalt, daalt het grondwater niveau op grote afstanden van de plas fors (zie figuur 3).



Figuur 3. Een gesloten kleilaag verhindert het uittreden van diep grondwater (links). Als de kleilaag doorgraven wordt, treedt het grondwater uit, waardoor de druk wegvalt. Verlagen van de diepere grondwaterstand zijn dan het gevolg (rechts).

6.3. Invloeden van de aanleg van 't Hilgelo en de verbeteringswerken

De hiervoor besproken scenario's komen niet overeen met mondelinge mededelingen van landbouwers uit de omgeving van 't Hilgelo, die spreken van grondwaterstandsdingen van 1 meter (en soms zelfs nog meer) sinds de aanleg van de zandwinplas in 1966. Het verschil wordt veroorzaakt doordat er sinds de aanleg ingrijpende veranderingen aan de oppervlaktewaterhuishouding hebben plaatsgevonden. In 1969 werden de eerste verbeteringswerken in het modelgebied uitgevoerd, namelijk aan de Roetenbeek. In de jaren die daarop volgden werd de ene na de andere beek rondom Winterswijk "verbeterd". In de praktijk kwam deze verbetering neer op een verbreding, verdieping en (in sommige gevallen) zelfs verlegging van de watergangen. Slechts enkele beken, zoals de Ratumsebeek en de Willinkbeek, zijn niet verbeterd. Waterpassingen van het waterschap wijzen echter op een natuurlijke verdieping van deze watergangen. In 1975 vond de laatste grootschalige beekverbetering in het studiegebied plaats (afwatering van Schreurs).

De verbeteringswerken en het graven van 't Hilgelo zijn in het model ongedaan gemaakt, om de verschillen met de huidige grondwaterstanden te kunnen bepalen. Vooral in het freatisch pakket zijn de gevolgen van de genomen maatregelen groot (zie bijlage 11): zoals de landbouwers hebben aangegeven is op sommige plaatsen de grondwaterstand met meer dan een meter gedaald. In de verschilberekening van bijlage 11 zijn veranderingen in grondwateronttrekkingen (zie hoofdstuk 2.6) sinds de jaren '70 niet meegenomen.

Een inzicht in de mate van grondwaterstandsdingen kan ook verkregen worden door een aantal grondwatertrappenkaarten met elkaar te vergelijken (zie tabel 8, voor de ligging van de opnamepunten, zie bijlage 12). Vanwege een te grote onnauwkeurigheid kunnen de grondwaterkaarten van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland (Reuter e.a., 1958) helaas niet vergeleken worden met recentere opnamen. Uit de tabellen blijkt wel dat de daling van de grondwaterstanden ook sinds de uitvoering van de verbeteringswerken en de aanleg van de zandwinplas is doorgezet. De verklaringen van de codering van de grondwatertrappen staan in tabel 9 (oude codering) en tabel 10 (nieuwe, verfijnde codering).

In tabel 8 staan de volgende gegevens naast elkaar:

1. Heidemij-kaarten uit 1967. Deze kaarten zijn vervaardigd in het kader van de verbeteringswerken aan de Winterswijkse beken (Heidemij, 1967).
2. Heidemij-kaarten uit 1970. Ook deze kaarten zijn vervaardigd voor de verbeteringswerken. Er zijn dan ook weinig afwijkingen met de kaarten uit 1967 (Heidemij, 1970).
3. Een student van de toenmalige Landbouwhogeschool uit Wageningen heeft in 1977 een analyse van de veranderingen in de grondwaterstanden gedaan. In het projectgebied is alleen peilbuis 41EL0003 door de student bekeken. Vreemd genoeg vermeldt hij dat er GEEN veranderingen in de grondwaterstand zijn opgetreden sinds de aanleg van de verbeteringswerken (Jansen, 1977). De betreffende peilbuis ligt op 250 meter afstand van de Beurzerbeek, die in 1971 is verbeterd. Het is zeker dat de verbeteringswerken invloed hebben gehad op de grondwaterstanden. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de tijdstijghoogtereeks van de peilbuis (bijlage 13). Hoewel grondwaterstandsmetingen in het eerste deel van de jaren '70 ontbreken, blijkt duidelijk dat de grondwaterstanden lager zijn geworden; het achtjarig gemiddelde van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) is zo'n 40 centimeter lager komen te liggen. Overigens moet worden opgemerkt dat bij het opnieuw in gebruik nemen van de peilbuis in 1974, de buis herplaatst is en een grote onderhoudsbeurt heeft gekregen. De gevolgen hiervan voor de gemeten grondwaterstanden zijn onbekend.
4. Tussen 1979 en 1981 zijn door de Stichting voor Bodemkartering grondwatertrappen in het projectgebied bepaald bij het samenstellen van een bodem- en grondwatertrappenkaart (schaal 1:50.000) (Harbers e.a., 1983). Deze kaart wordt tot op heden nog vaak gebruikt.
5. In 1996 is door het Staringcentrum een nieuwe bodem- en grondwatertrappenkartering uitgevoerd in het kader van het herinrichtingsprohect Winterswijk-West (schaal 1:10.000) (Kleijer, 1998). Hierbij is een aangepaste grondwatertrappen-indeling gebruikt (zie tabel 10).

peilbuis	Heidemij uitg. 1967	Heidemij uitg. 1970	Student uitg. 1977	StiBoKa opn. 1981	SC-DLO opn. 1996
L2	III	III	-	III*	Vbo
L3	V	Va	V	VI	-
L37	-	VII	-	VII*	VIII d
S2	V	V	-	VI	VII d
S3	V	V	-	VI	Vlo
S4	-	III	-	III	III b

Tabel 8. Grondwatertrappen in peilbuizen ten oosten van 't Hilgelo (zie bijlage 12). Bij ieder jaartal is het jaar van opname van de grondwatertrappen danwel het jaar van uitgave van de kaart vermeld.

GLG	GHG				
	(< 0,40)	< 0,40	> 0,40	0,40 - 0,80	> 0,80
< 0,50	I				
0,50 - 0,80	II				
0,80 - 1,20		III	IV		
> 1,20		V		VI	VII

Tabel 9. "Oude" grondwatertrappenindeling, gebruikt tot en met de opname van Stiboka in 1981. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) zijn gegeven in meters beneden maaiveld. Een * in de codering wijst op extra droge omstandigheden.

GLG	GHG				
	< 0,25	0,25 - 0,40	0,40 - 0,80	0,80 - 1,40	>= 1,40
< 0,50	Ia				
0,50 - 0,80	IIa	IIb			
0,80 - 1,20	IIIa	IIIb	IVu		
1,20 - 1,80	Vao	Vbo	Vlo	VIIo	
>= 1,80	Vad	Vbd	Vild	VIIId	VIIIId

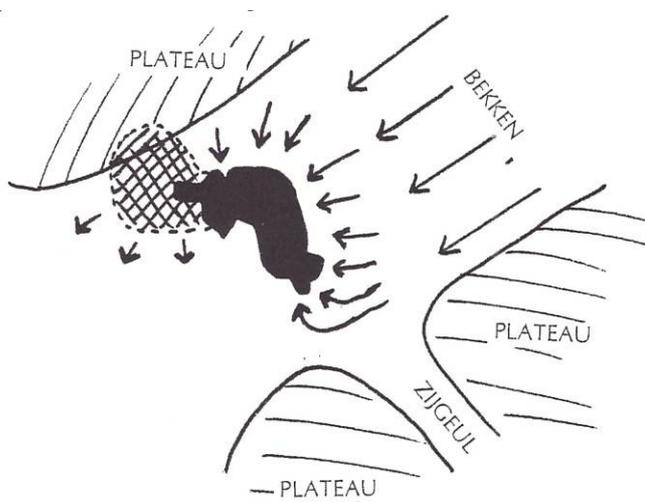
Tabel 10. "Nieuwe" grondwatertrappenindeling, gebruikt door het Staringcentrum in 1996. De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) zijn gegeven in meters beneden maaiveld.

6.4. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,50 m+NAP

In bijlage 14 zijn de gevolgen van de geplande uitbreiding van 't Hilgelo weergegeven (overigens wordt ook een klein deel van de plas gedempt; dit is tevens in het model ingebracht). De grondwaterstandverlagingen zijn aanzienlijk: in het freatisch pakket lopen de verlagingen op tot meer dan 30 centimeter (bijlage 14a) ten opzichte van de grondwaterstanden bij de huidige plas. Tot op zo'n 1200 meter vanaf de plas worden verlagingen van meer dan 10 centimeter veroorzaakt. Benedenstreams van de plas wordt een stijging van 45 centimeter bereikt.

In het watervoerende pakket (bijlage 14b) strekken de verlagingen zich nog verder uit dan in het freatisch pakket: de 10-centimeter-grens ligt op sommige plaatsen op meer dan 1250 meter afstand van de plas.

De grote verlagingen van het grondwater worden veroorzaakt doordat de plas als het ware de grondwaterstroming in het hele bekken 'afvangt'. Dat wil zeggen dat nagenoeg al het grondwater dat door het bekken stroomt, in de zandwinplas terecht komt (zie figuur 4). Een klein deel van het water zal onder de plas doorstromen, een deel zal uit de plas treden en op de percelen ten westen van de plas een verhoging van het grondwater veroorzaken. Het grootste gedeelte van het grondwater zal echter via het oppervlaktewatersysteem worden afgevoerd om -uiteindelijk- in de IJssel te worden geloosd.



Figuur 4. Doordat de zandwinplas bij uitbreiding nagenoeg het hele pleistocene bekken "afsluit" komt nagenoeg al het diepe grondwater in de plas terecht.

6.5. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,25 m+NAP

In de aanvraag voor de vergunning voor de uitbreiding van de zandwinplas wordt gesproken van een plaspeil van 29,25 m+NAP. De gevolgen van een uitbreiding van de zandwinplas bij een dergelijke peilverlaging zijn weergegeven in bijlage 15a en b. In het freatische pakket worden grote grondwaterstands dalingen veroorzaakt, die op kunnen lopen tot meer dan 30 centimeter. In dit scenario zijn de gevolgen in het watervoerende pakket eveneens zeer groot.

6.6. Uitbreiding van 't Hilgelo, peil 29,75 m+NAP

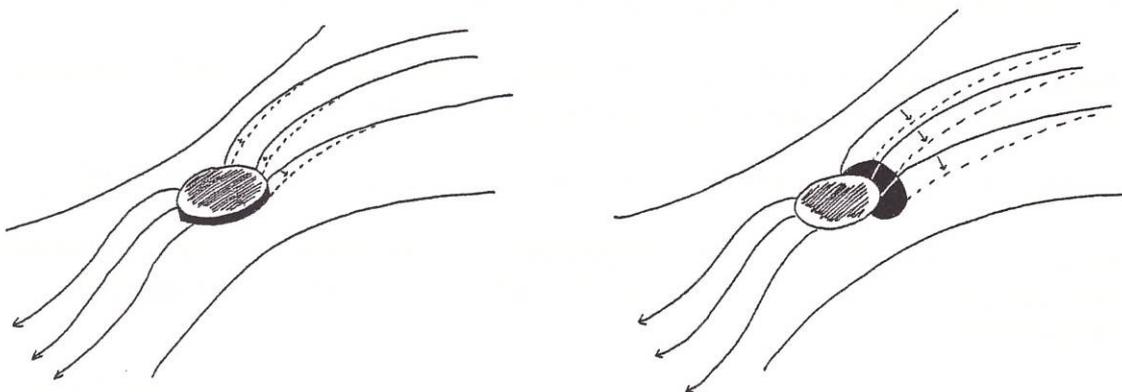
Een mogelijke maatregel die de verdrogende werking van de uitbreiding van de zandwinplas tegengaat, is het verhogen van het plaspeil tot 29,75 m+NAP. Dit idee is afkomstig van de provincie Gelderland. De gevolgen van een dergelijke situatie zijn doorgerekend, zonder dat rekening is gehouden met de technische realiseerbaarheid van het plan. In het freatische pakket (bijlage 16a) zullen grondwaterstands dalingen tot ruim 30 centimeter optreden ten opzichte van de huidige situatie, evenals in het watervoerende pakket (bijlage 16b). De stijging van het grondwater ten westen van de zandwinplas bedraagt in beide pakketten meer dan 40 centimeter.

7. CONCLUSIE

De complexe opbouw van het gebied ten noorden van Winterswijk heeft geleid tot een unieke landschappelijke, hydrologische en ecologische situatie. De aanleg van de zandwin- en recreatieplas 't Hilgelo heeft grote invloeden gehad op deze situatie. Helaas is de geleden schade niet meer te herstellen. Doordat de kleilaag tussen het freatische pakket en het watervoerende pakket is verdwenen, kan grondwater in de plas omhoog komen, waarna vrijwel al het water wordt afgevoerd door het oppervlaktewaterstelsel. Hierdoor dalen de grondwaterstanden bovenstrooms van de plas fors. Door de in de jaren '70 uitgevoerde verbeteringswerken aan het oppervlaktewaterstelsel is het grondwaterniveau eveneens sterk verlaagd. In totaal blijken de grondwaterstanden op sommige plaatsen in ruim 30 jaar tijd met meer dan 1 meter te zijn gedaald.

De voorgenomen uitbreiding van de zandwinplas (waarvoor inmiddels vergunning is verleend) zal een verdere daling van de grondwaterstanden veroorzaken. Niet alleen de grondwatersituatie van natuurgebieden zoals het landgoed Bönnink en het nabijgelegen landgoed Het Waliën zal ingrijpend veranderen, ook landbouwers moeten rekening houden met een toenemende verdroging. Ten westen van 't Hilgelo zal een stijgende grondwaterstand de landbouwers daarentegen de nodige problemen opleveren door een aanzienlijke toename van de vernatting van de percelen. Hierbij moet worden opgemerkt dat op een aantal percelen onlangs drainage is aangebracht, in combinatie met een aanpassing van het oppervlaktewaterstelsel. De betreffende drainage is niet in het model ingevoerd. Het is daarom niet duidelijk of deze drainagebuizen de nieuwe grondwaterstandsverhogingen voldoende kunnen verwerken. Het recreatieschap zal compenserende maatregelen treffen, zoals het ophogen van een aantal percelen.

Het peil van de plas heeft niet erg veel invloed op de grondwaterstand (zie figuur 5). Slechts in een smalle zone rondom de plas is het plaspeil bepalend voor de grondwaterstanden. Op basis van deze studie kunnen dan ook geen grote bezwaren ontstaan tegen het instellen van een plaspeil van 29,25 m+NAP. In de omgeving van 't Hilgelo zal bij uitbreiding van de plas de verdroging hoe dan ook sterk toenemen. Ook op grotere afstand zullen de grondwaterstanden dalen.



Figuur 5. Gevolgen van een verlaagd plaspeil (links) en een uitbreiding van de plas (rechts) voor de grondwaterstanden; de doorgetrokken lijnen symboliseren de huidige grondwaterstanden, de onderbroken lijnen geven de grondwaterstanden na de betreffende ingreep weer. Uitbreiding van de plas veroorzaakt grotere grondwaterstandsverlagen dan alleen een peilverlaging.

8. LITERATUUR

- Belle, F. van en F. Holweg, *Beheersplan 1992 Winterswijk-Oost*, Natuurmonumenten, 's-Graveland, 1992.
- Bloemendaal, S., en C.M.L. Cornelissen, *Grondwaterkaart van Nederland, Aalten, 41 Oost*, Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft/Oosterwolde, 1985.
- Bosch, M. van den, *'t Hilgelo Winterswijk; geologische opbouw*, Nationaal Natuurhistorisch Museum, Geologisch Veldlaboratorium Winterswijk, Winterswijk, 1995.
- Bosch, M. van den, *Verfijning Top Tertiairkaart omgeving zandwinning 't Hilgelo bij Winterswijk*, Geologisch Veldlaboratorium Winterswijk, Winterswijk, 1998.
- Daelmans, D. en F. Miedema, *Diepinfiltratie, het medicijn voor de toekomst?; Onderzoek naar de mogelijkheden voor diepinfiltratie rond pompstation Corle-Winterswijk en het gebruik van lokaal oppervlaktewater als bron voor infiltratie*, N.V. Waterleidingmaatschappij Oost-Gelderland, Velp, 1997.
- Grontmij Advies & Techniek B.V., *Modellering watersysteem Oost-Gelderland, ecohydrologische effecten drinkwaterwinning*, Grontmij Advies & Techniek B.V., De Bilt, 1995.
- Harbers, P. en H. Rosing, *Bodemkaart van Nederland 1: 50 000, blad 41 West Aalten, blad 41 Oost Aalten*, Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1983.
- Heidemij, Koninklijke Nederlandsche, *Bodemkundig-hydrologische opname gebied ten noordoosten van Winterswijk*, Koninklijke Nederlandsche Heidemij, z.p., 1967.
- Heidemij, Koninklijke Nederlandsche, *Verbeteringsplan van de hoofdbeken in het gebied rond Winterswijk*, Koninklijke Nederlandsche Heidemij, z.p., 1970.
- Heidemij, *Geohydrologisch onderzoek in verband met de uitbreiding van de zandwin- c.q. recreatieplas 't Hilgelo fase II*, Heidemij adviesbureau, z.p., 1988.
- Heidemij, *Waterhuishoudingsplan uitbreiding recreatiegebied 't Hilgelo*, Heidemij advies en Recreatieschap Achterhoek Liemers, z.p., 1997.
- Hemker, C.J. en H. van Elburg, *Micro-Fem versie 3.10 EM*, Amsterdam, 1997.
- Jansen, M., *Het effect van verbeteringswerken aan de waterhuishouding in het oostelijk deel van de Gelderse Achterhoek*, Landbouwhogeschool afdeling Hydraulica, Wageningen, 1977.
- Kleijer, H., *Bodemkaart Herinrichtingsgebied Winterwijk-Oost <concept>*, DLO-Staringcentrum, Wageningen, 1998 (verslaglegging thans in prep.).
- Meene, E.A. van de, *Geologische kaart van Oost-Gelderland en Twente, top Tertiair*, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 1996.
- Provincie Gelderland, *Verdroging in Gelderland (deelrapport 1-4)*, Provincie Gelderland, dienst Milieu en Water, Arnhem, 1991-1993.

- Querner, E., *Simflow*, DLO-Staringcentrum, Wageningen, 1998.
- Reuter, K.N. en J.J. Kouwe, *De landbouwwaterhuishouding in de provincie Gelderland*, Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland - TNO, z.p., 1958.
- Tauw Infra Consult B.V., *Ecohydrologische systeemanalyse Oost-Gelderland*, Adviesgroep Ecologie en Natuurbeheer, Deventer, 1993.
- Weijers, J.P., *Karakterisering hydrogeologische opbouw van de provincie Gelderland, deel 1: Oost-Gelderland*, Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 1991.
- Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, *Cultuurtechnisch Vademecum*, Cultuurtechnische vereniging, Utrecht, 1998.

BIJLAGEN

Bijlage 1
Topografische kaart

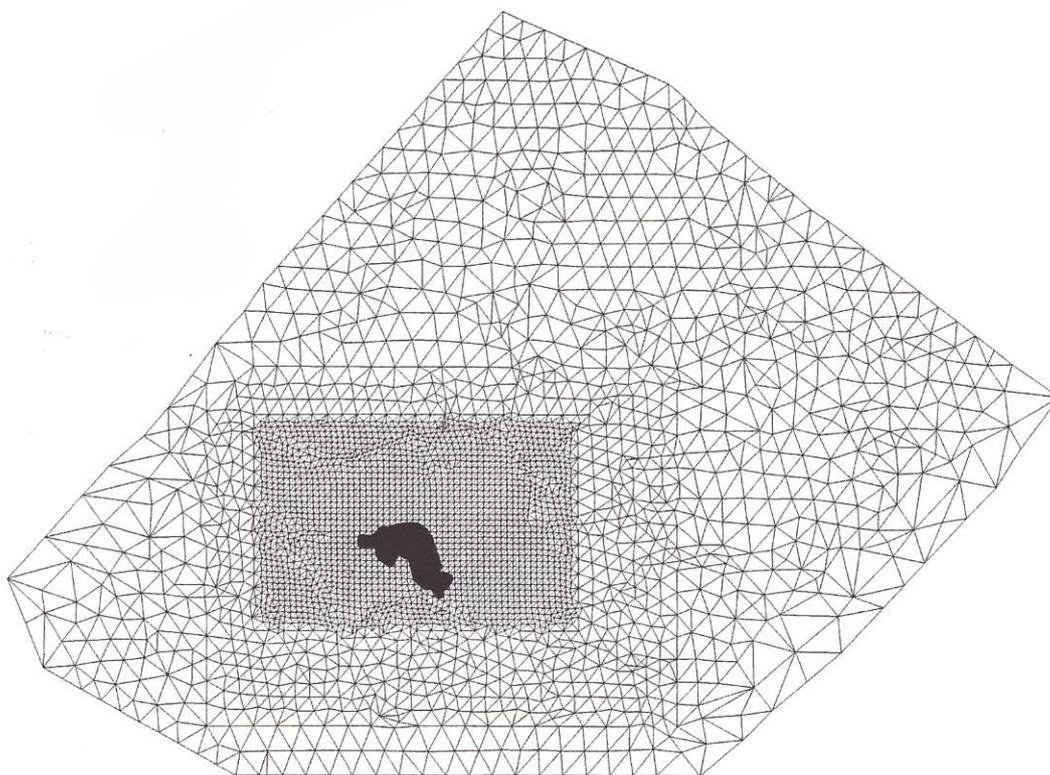


LEGENDA

- Modelgrens
-  't Hilgelo
- A-watergang



Bijlage 2
Modelnetwerk

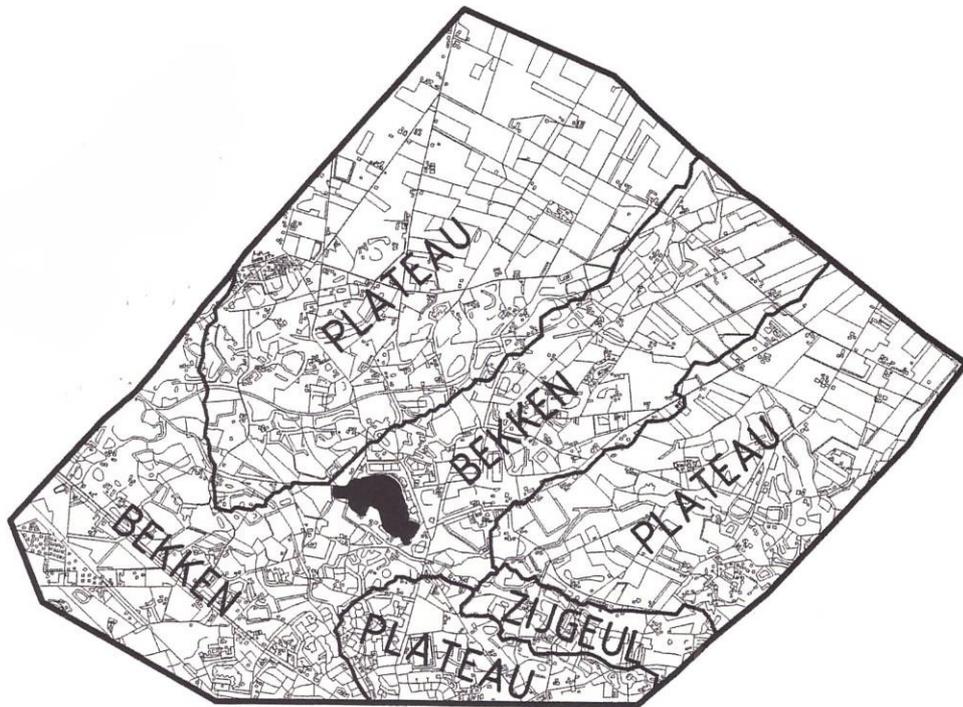


LEGENDA

 't Hilgelo

Bijlage 3

Geologische deelgebieden

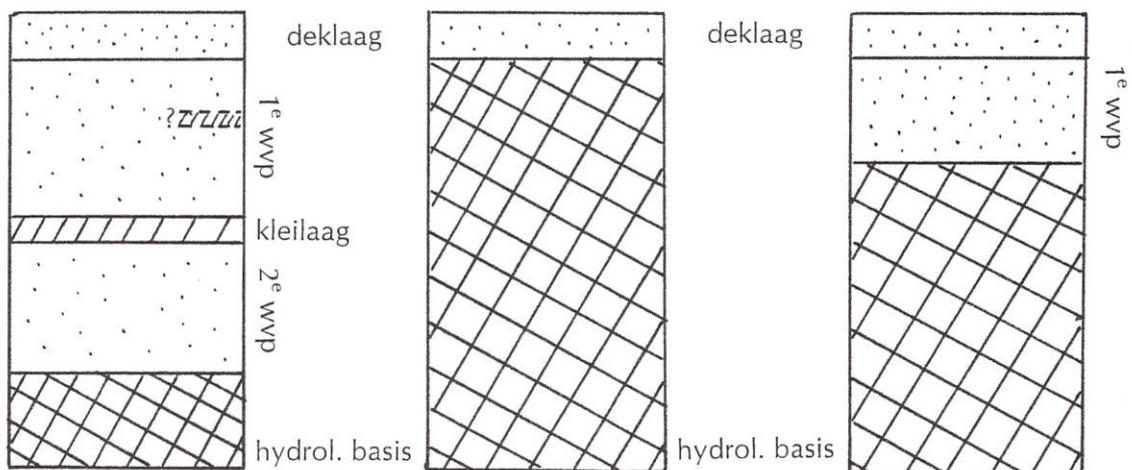


Schematische doorsneden

bekken

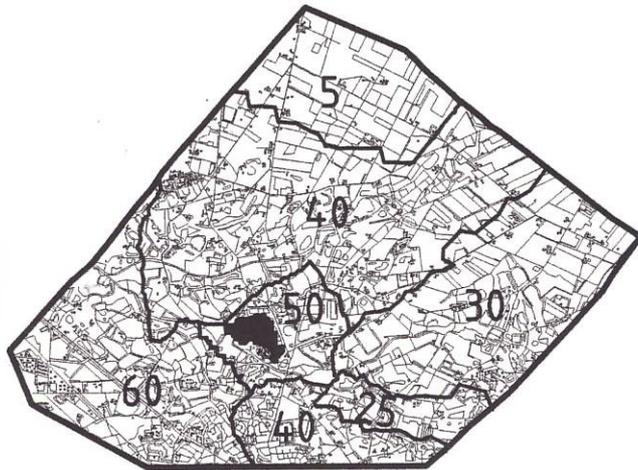
plateau

zijgeul

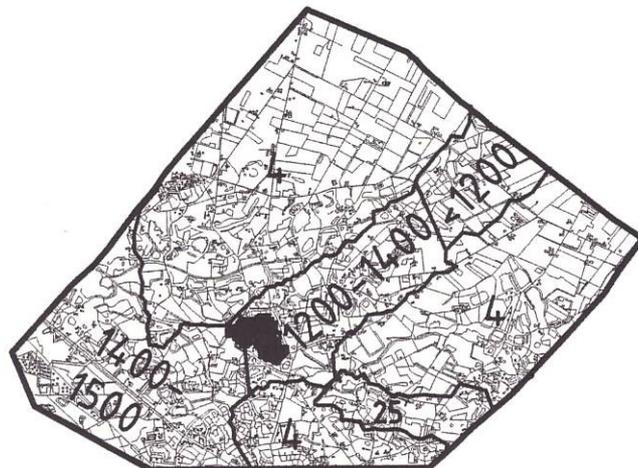


Bijlage 4

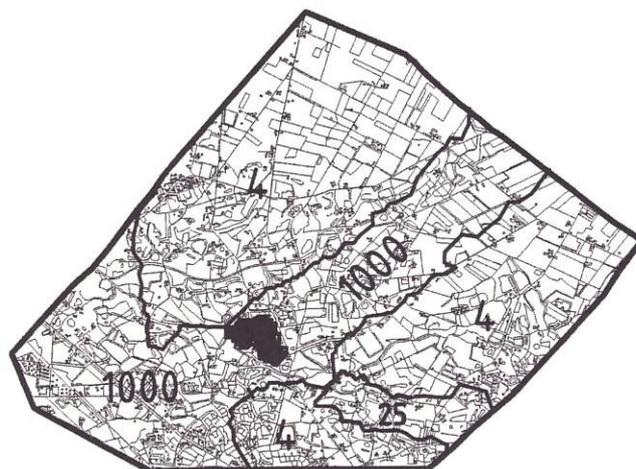
Doorlaatvermogen (m²/d)



Deklaag



Watervoerend pakket 1



Watervoerend pakket 2

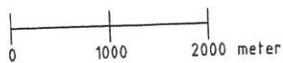
Bijlage 5
Drainage



LEGENDA

⊗ Gedraineerde percelen

■ 't Hilgelo



Bijlage 6

Grondwateronttrekkingen



LEGENDA

— Modelgrens

 't Hilgelo

L, B, I
●
###

Onttrekking

L = Landbouw (berekening)

B = Bronbemaling

I = Industrie

= Registratienummer prov. Gelderland



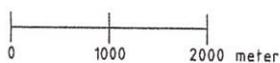
Bijlage 7

IJkingspunten



LEGENDA

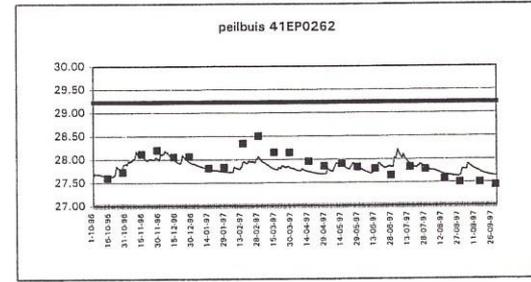
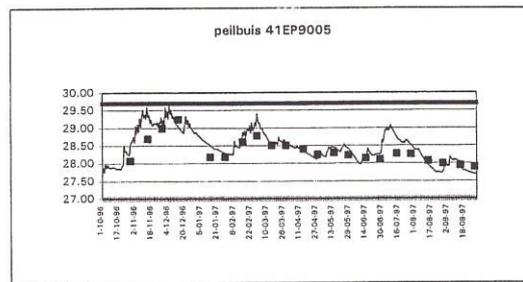
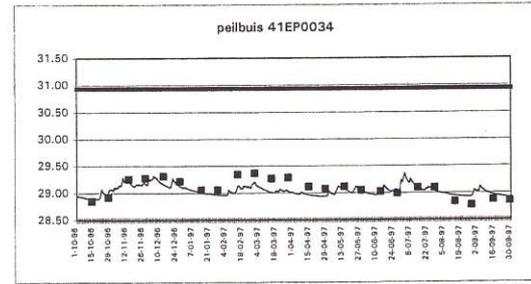
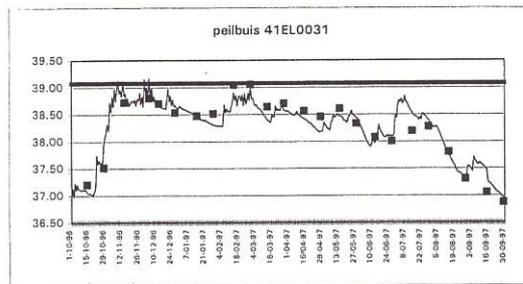
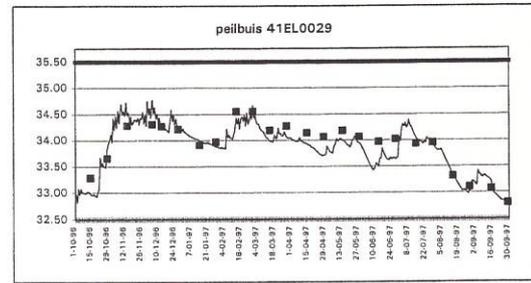
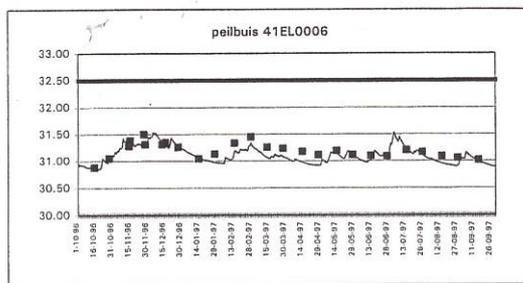
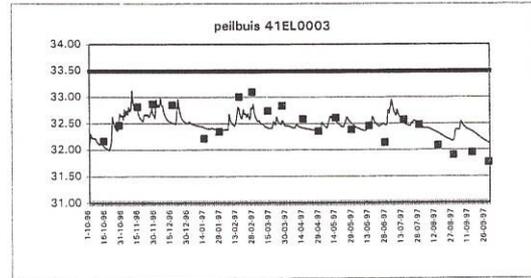
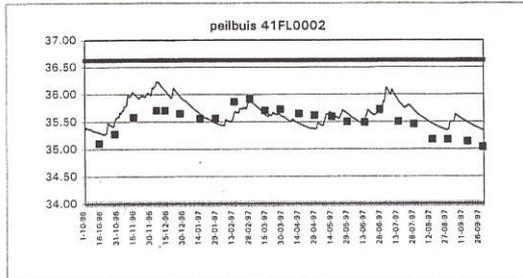
- Modelgrens
- 't Hilgelo
- Peilbuis, 1 filter
- Peilbuis, 2 filters
- ✕ Afvoermeting



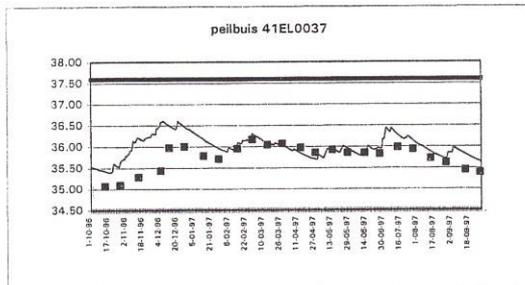
Bijlage 8

Ijkingsresultaten

a. Peilbuizen gelegen op de plateau's en in de zijgeul

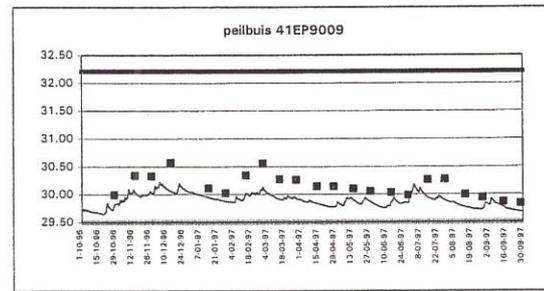
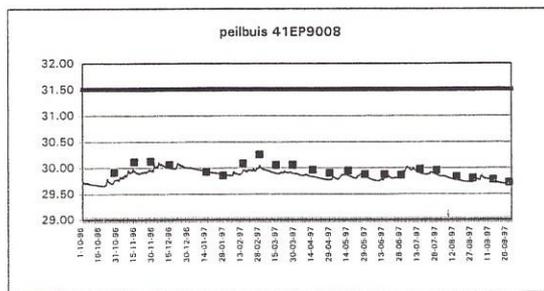
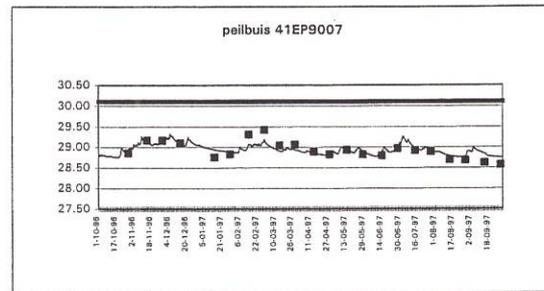
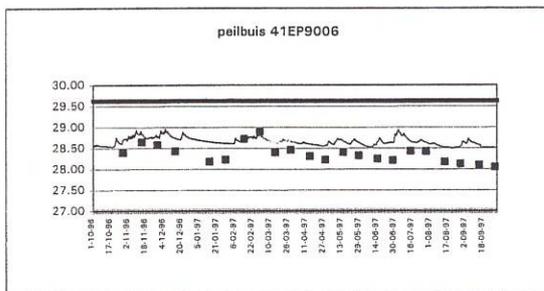
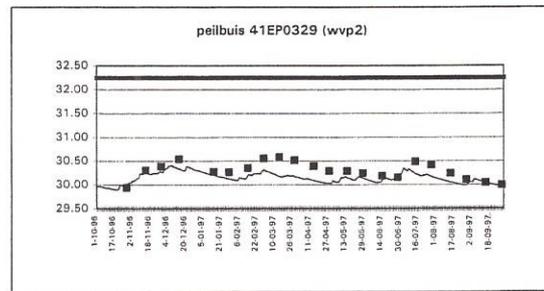
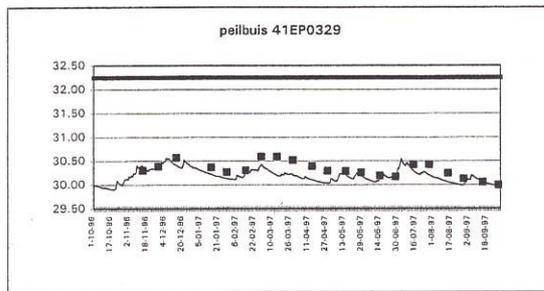
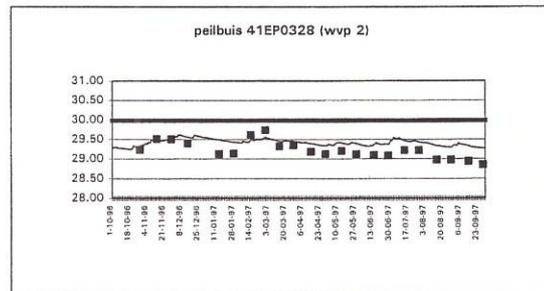
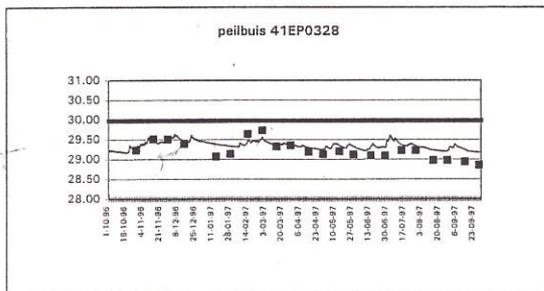
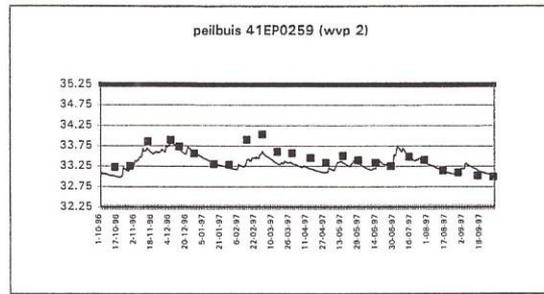
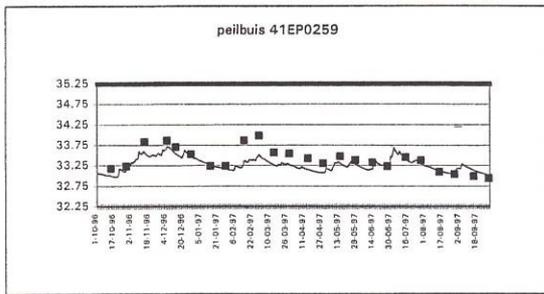


peilbuis gelegen in de zijgeul

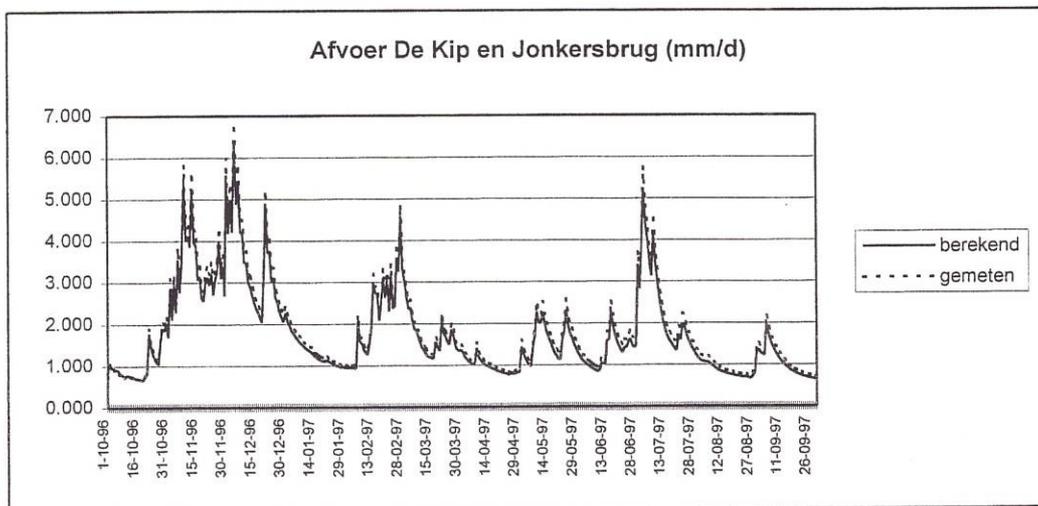
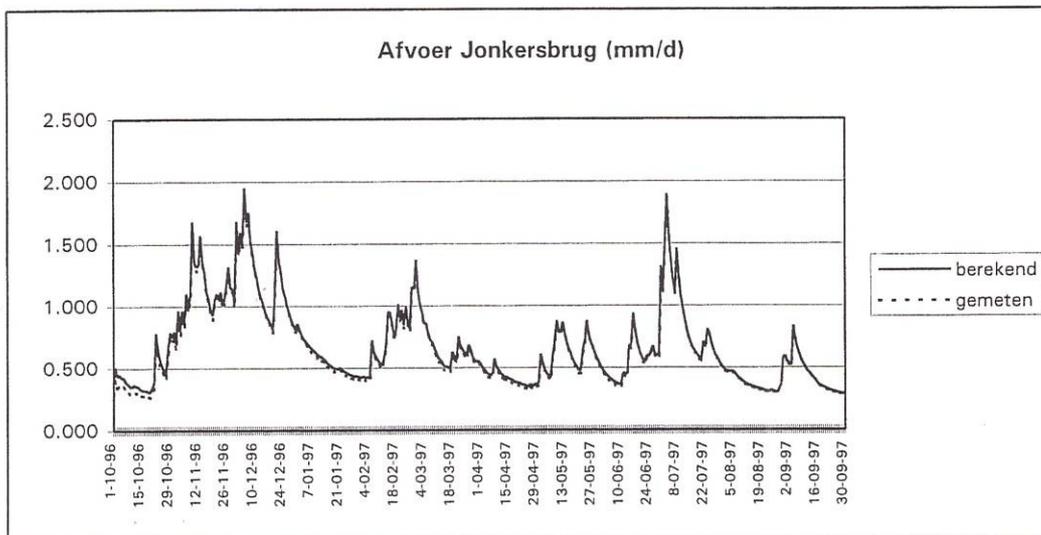
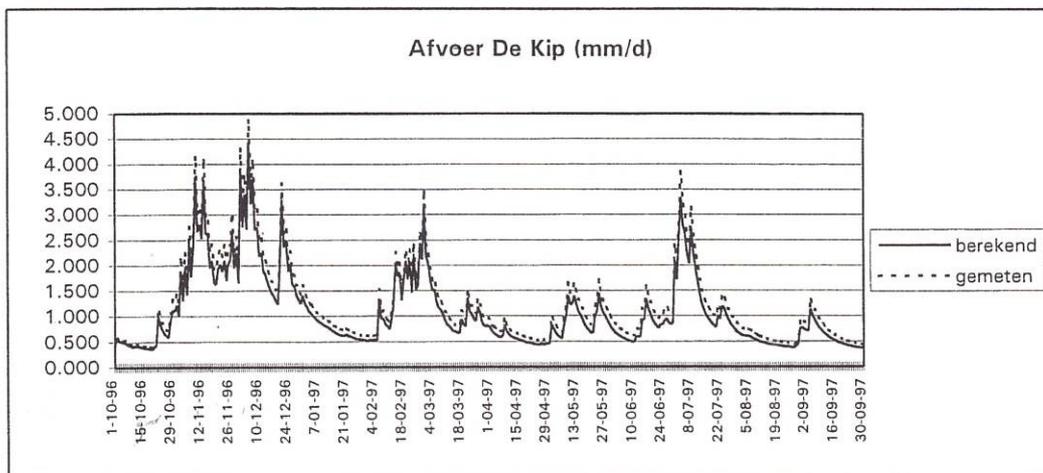


- gemeten stijghoogteverloop
- berekend stijghoogteverloop
- maaveldshoogte

b. Peilbuizen gelegen in het pleistocene bekken



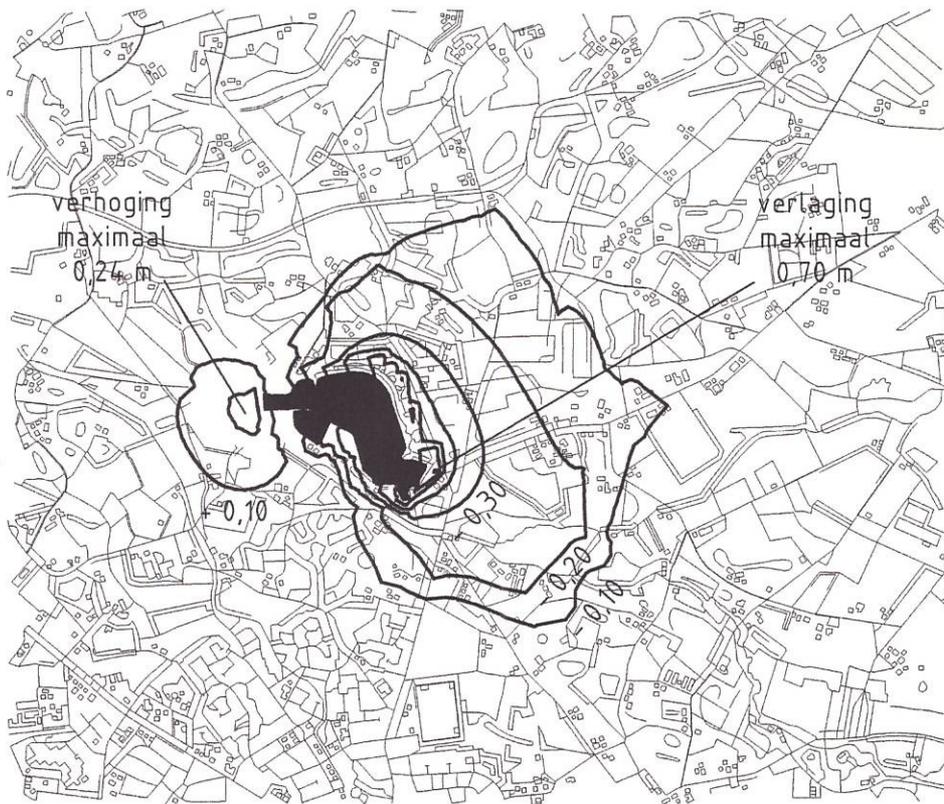
c. Afvoermetingen



Bijlage 9a

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van de
aanleg van de zandwinplas (kleilaag is doorgraven)

Freatisch pakket, zomersituatie



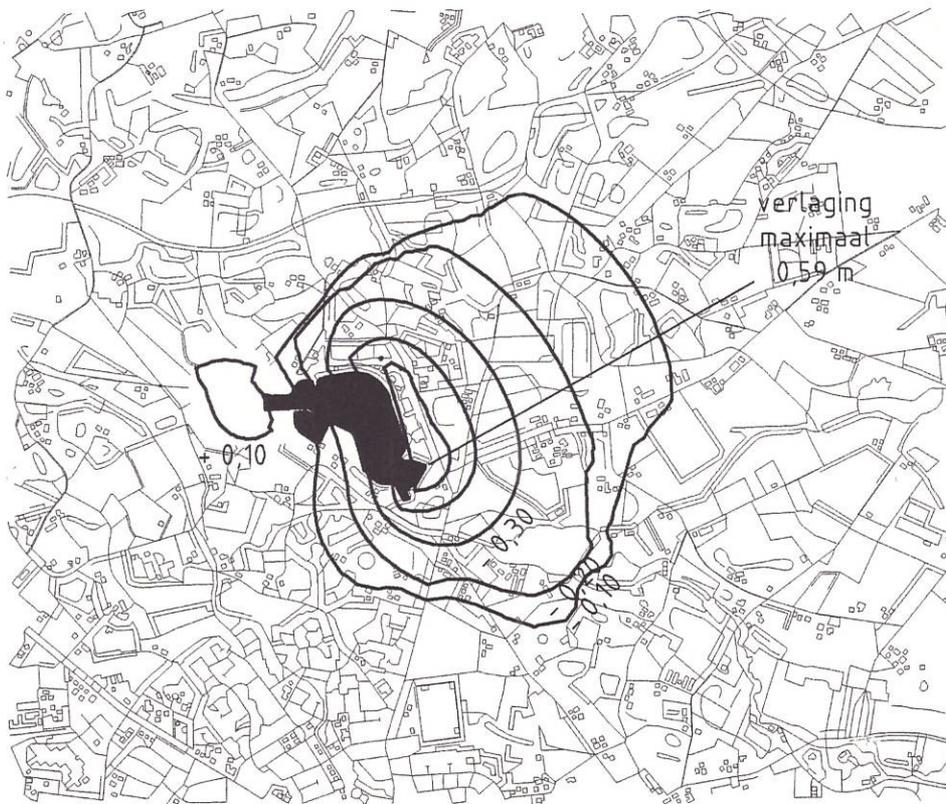
0 1000 meter



Bijlage 9b

Stijghoogteveranderingen ten gevolge van de
aanleg van de zandwinplas (kleilaag is doorgraven)

Watervoerend pakket, zomersituatie



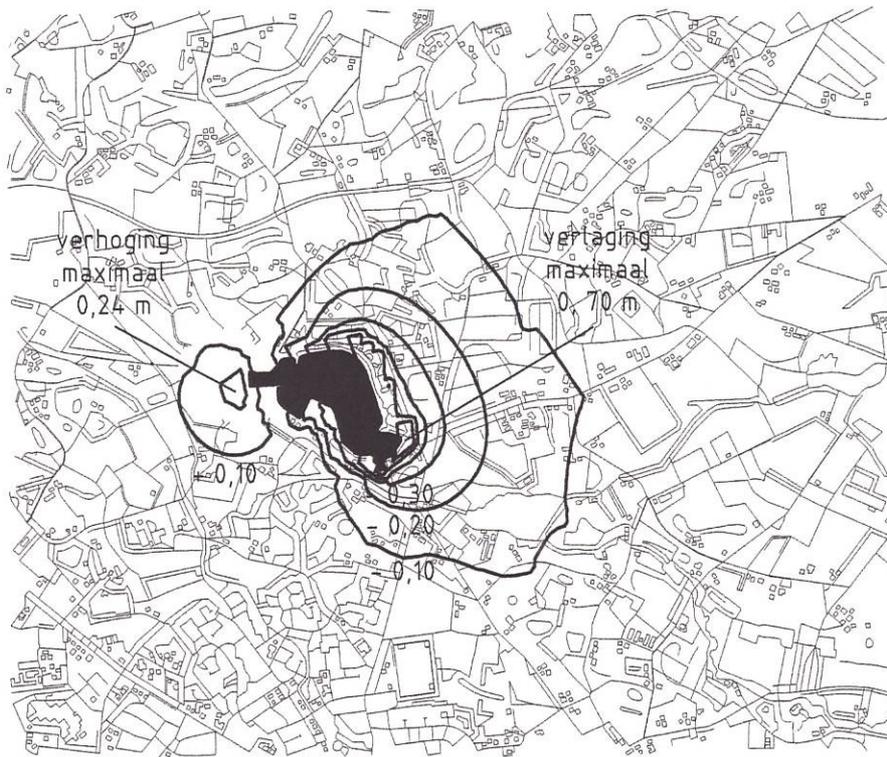
0 1000 meter



Bijlage 10a

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van de aanleg van de zandwinplas, indien de kleilaag rond 15 m+NAP niet doorgraven zou zijn

Freatisch pakket, zomersituatie



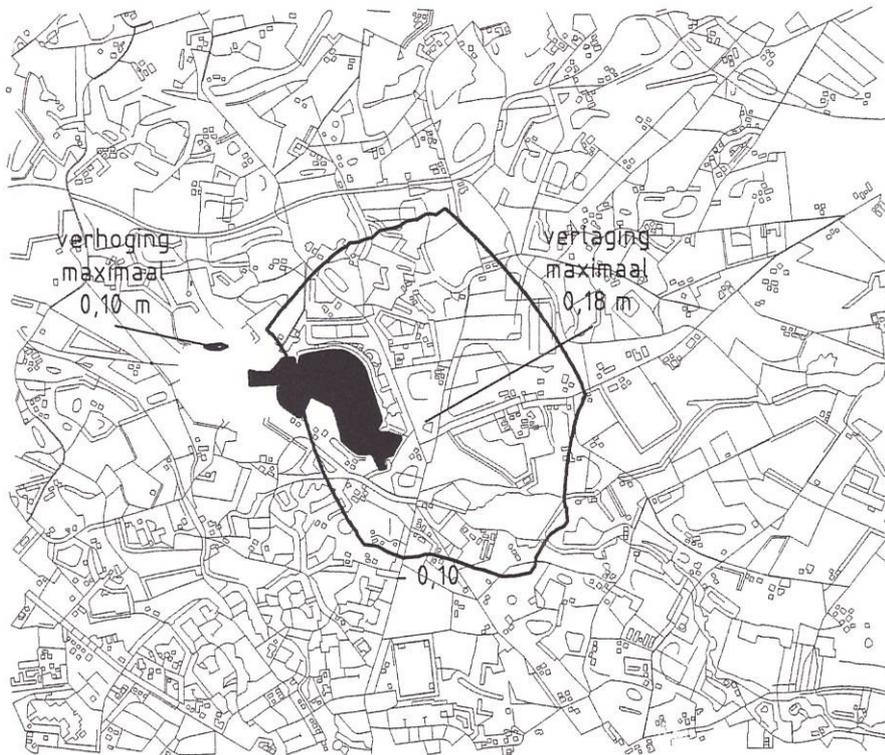
0 1000 meter



Bijlage 10b

Stijghoogteveranderingen ten gevolge van de
aanleg van de zandwinplas, indien de kleilaag rond
15 m+NAP niet doorgraven zou zijn

Watervoerend pakket, zomersituatie



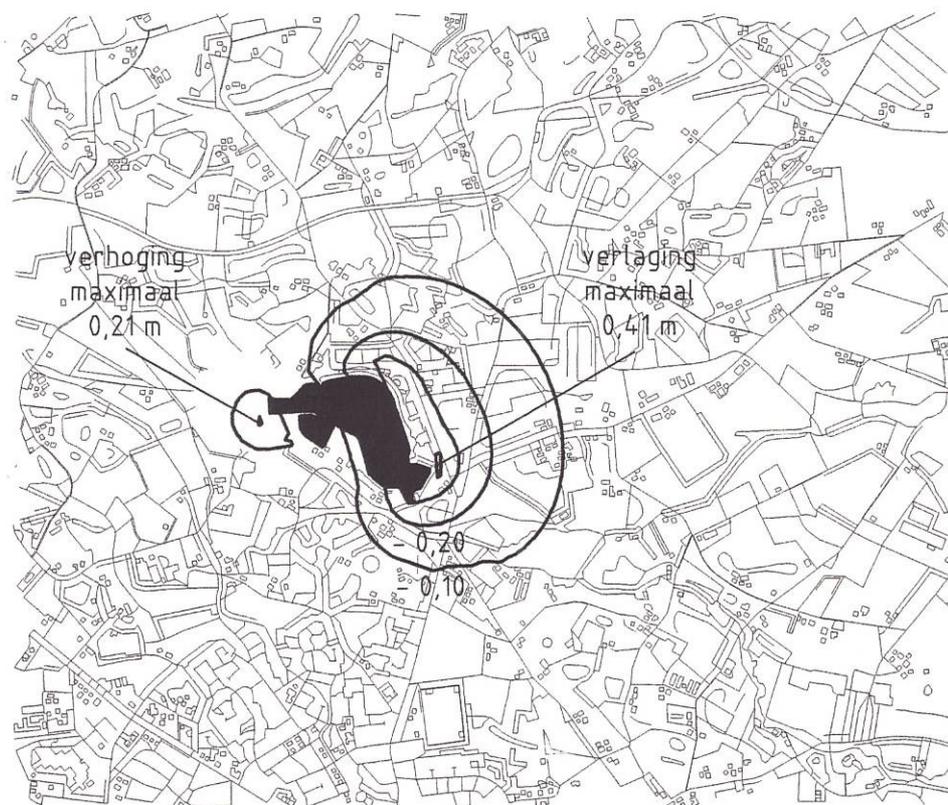
0 1000 meter



Bijlage 10c

Het aandeel van het doorgraven van de kleilaag in de totale stijghoogteveranderingen ten gevolge van de aanleg van de zandwinplas

Watervoerend pakket, zomersituatie



TOELICHTING:

De situatie waarbij de zandwinplas alleen in het freatisch pakket aanwezig is, is weergegeven in bijlage 10b (stijghoogteveranderingen ten opzichte van een situatie zonder zandwinplas).

De stijghoogteveranderingen die worden veroorzaakt door het doorgraven van de kleilaag zijn weergegeven in bijlage 10c.

De som van beide scenario's levert de totale stijghoogteverandering die is opgetreden ten gevolge van de aanleg van de plas (weergegeven in bijlage 9b).

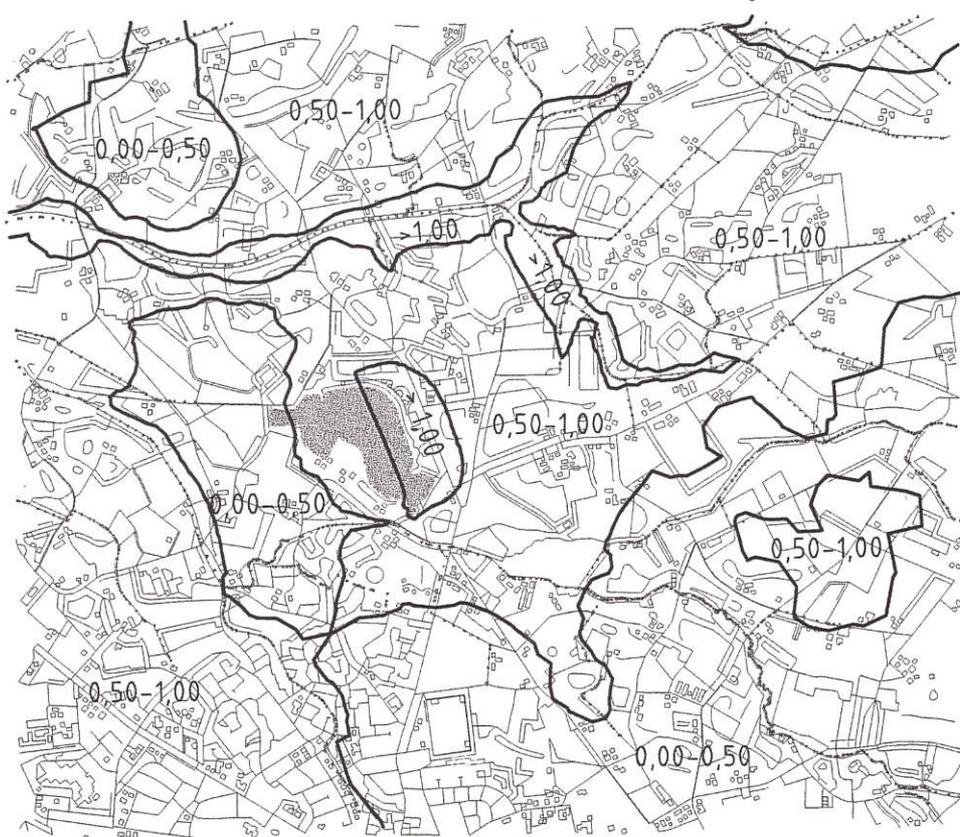
0 1000 meter



Bijlage 11

Grondwaterstandsverlagingen ten gevolge van de verbeteringswerken van de Winterswijkse beken en de aanleg van de zandwinplas (vanaf 1966)

Freatisch pakket, zomersituatie



..... watergang

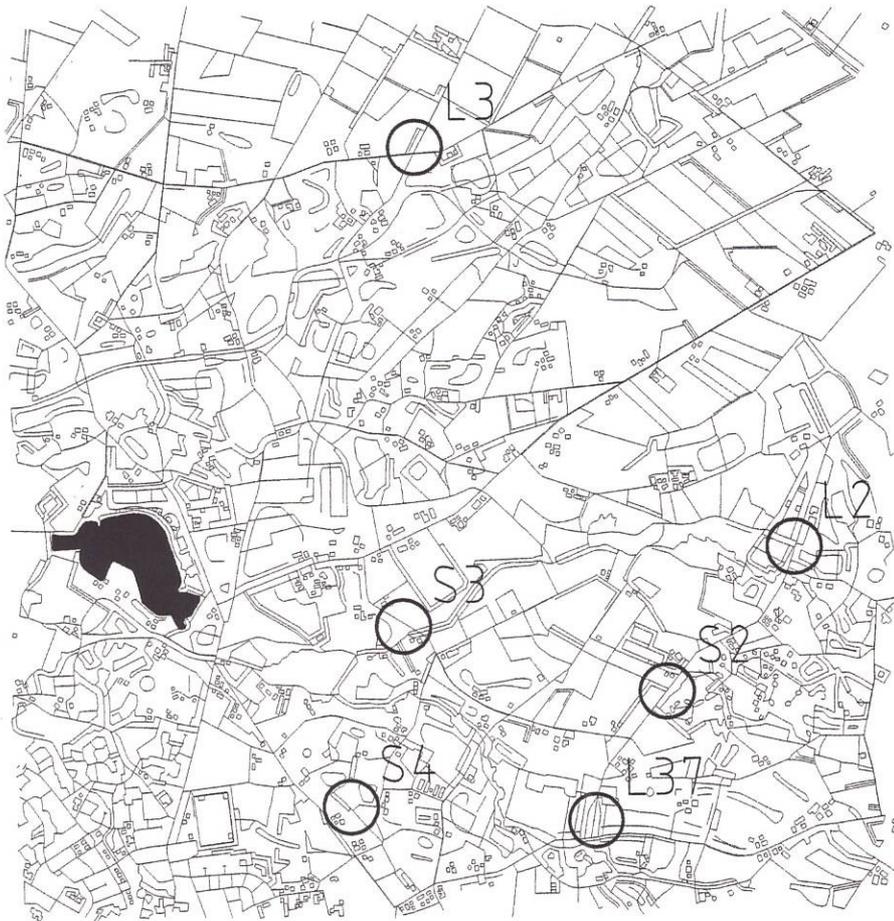
0 1000 meter



Bijlage 12

Locaties waar door het Staringcentrum grondwaterstanden zijn geanalyseerd

Freatisch pakket, zomersituatie

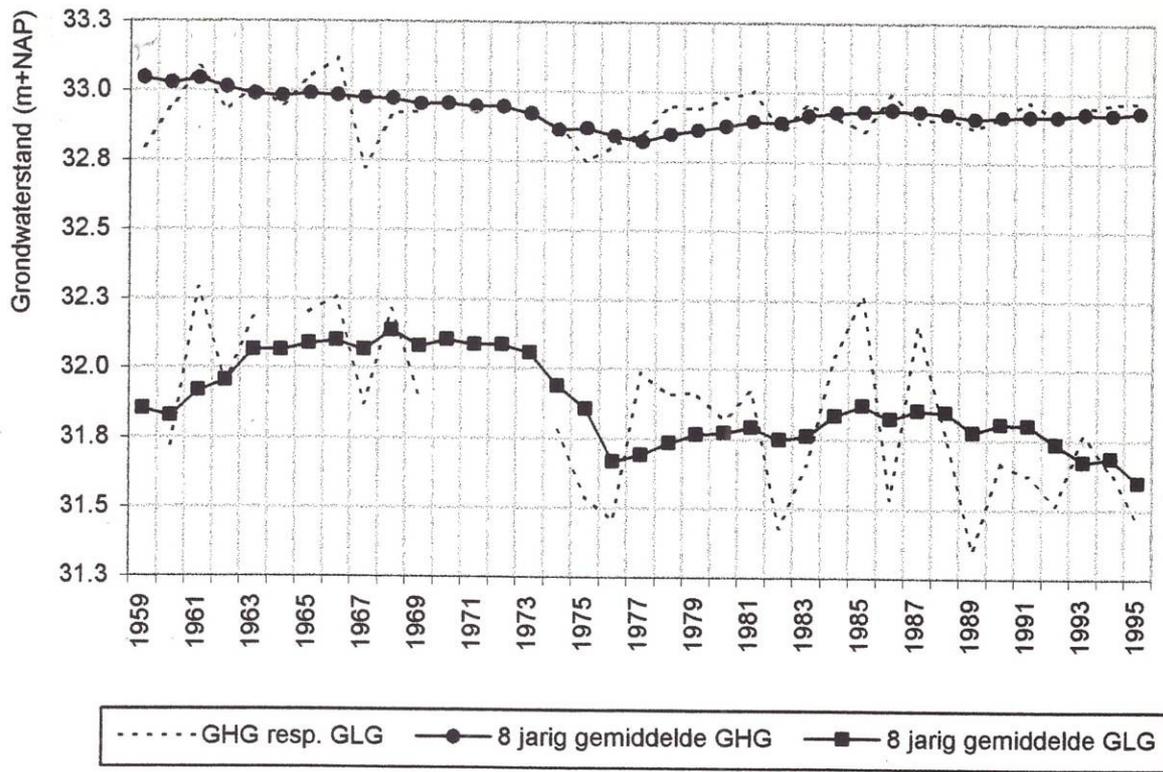


0 1000 meter



Bijlage 13

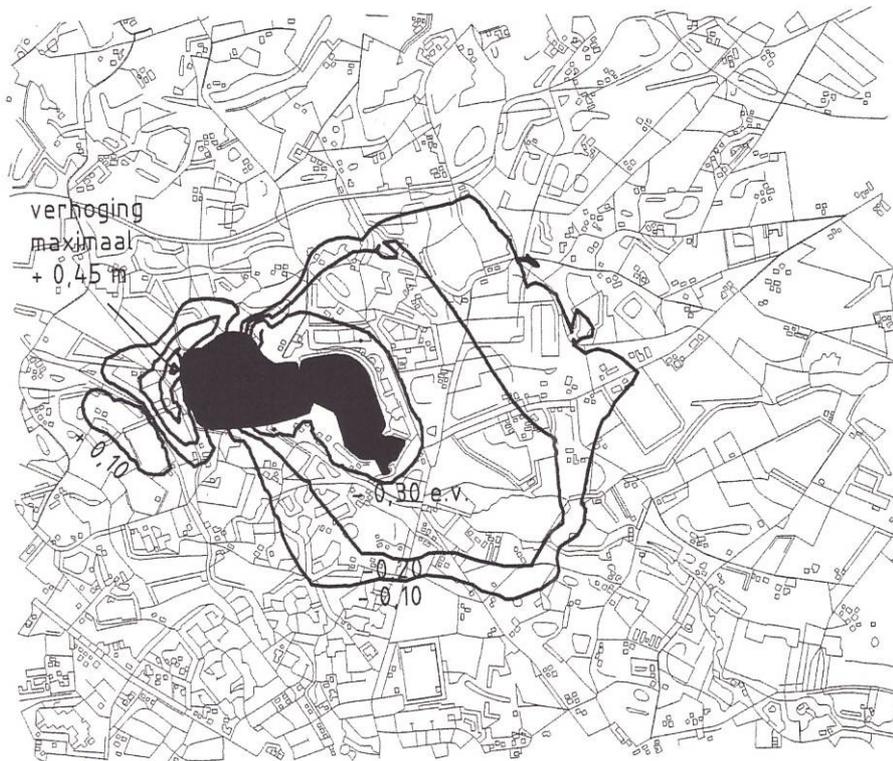
Grondwaterstandsverloop peilbuis 41EL0003



Bijlage 14a

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een
uitbreiding van de zandwinplas (peil 29,50 m+NAP)

Freatisch pakket, zomersituatie



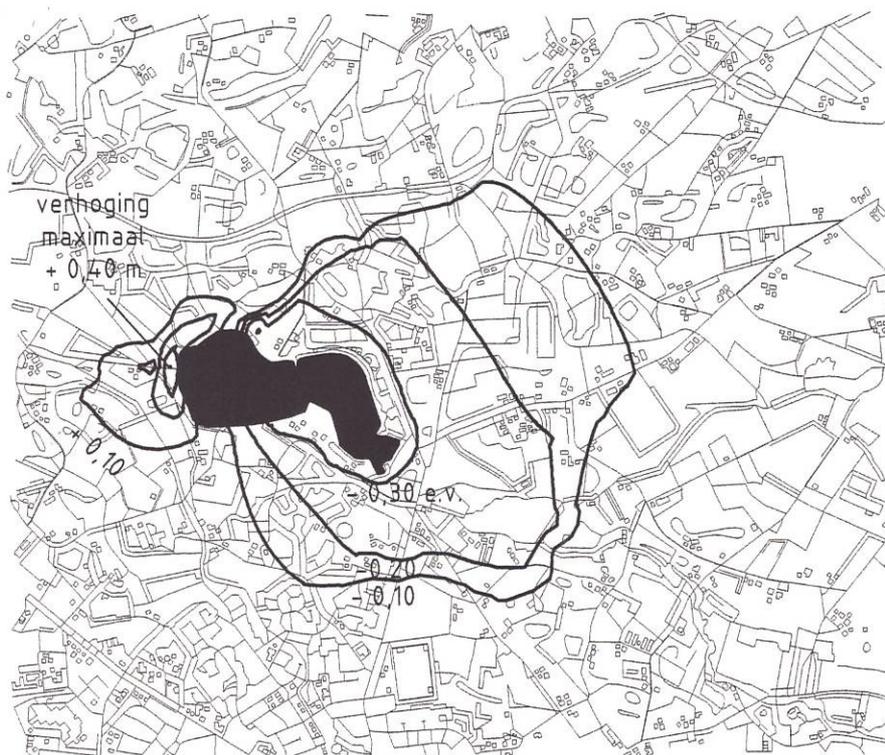
0 1000 meter



Bijlage 14b

Stijghoogteveranderingen ten gevolge van een
uitbreiding van de zandwinplas (peil 29,50 m+NAP)

Watervoerend pakket, zomersituatie



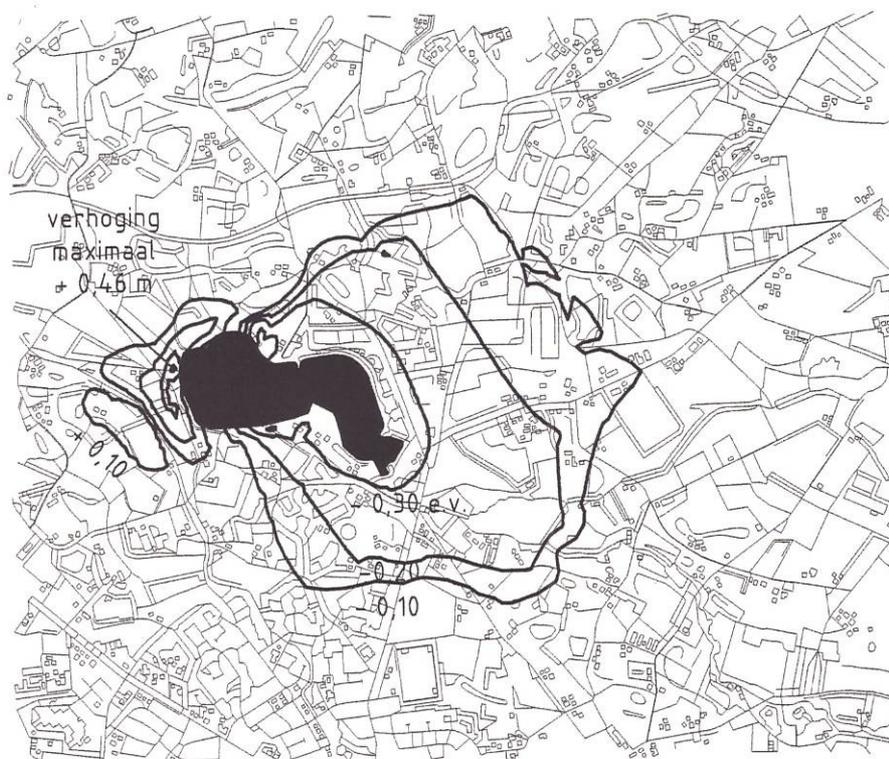
0 1000 meter



Bijlage 15a

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een
uitbreiding van de zandwinplas en een peilverlaging
tot 29,25 m+NAP

Freatisch pakket, zomersituatie



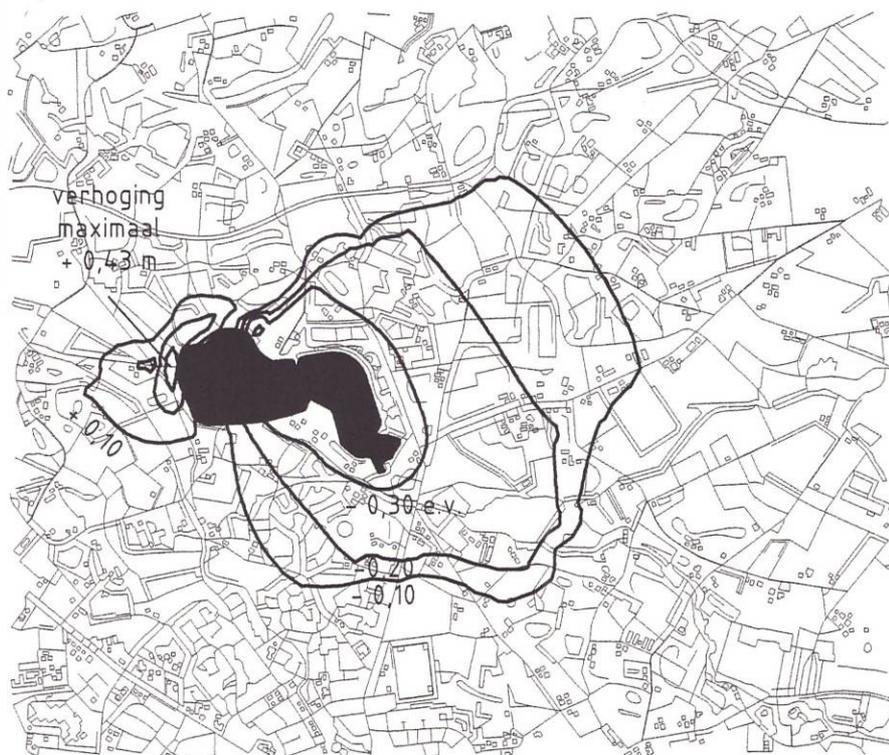
0 1000 meter



Bijlage 15b

Stijghoogteveranderingen ten gevolge van een uitbreiding van de zandwinplas en een peilverlaging tot 29,25 m+NAP

Watervoerend pakket, zomersituatie



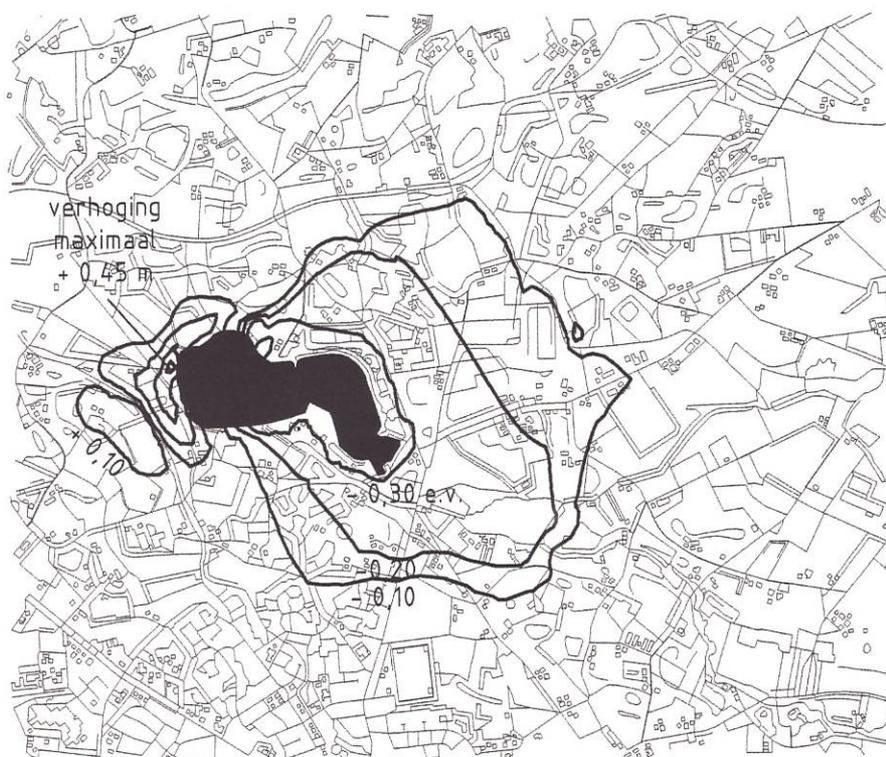
0 1000 meter



Bijlage 16a

Grondwaterstandsveranderingen ten gevolge van een uitbreiding van de zandwinplas en een peilverhoging tot 29,75 m+NAP

Freatisch pakket, zomersituatie



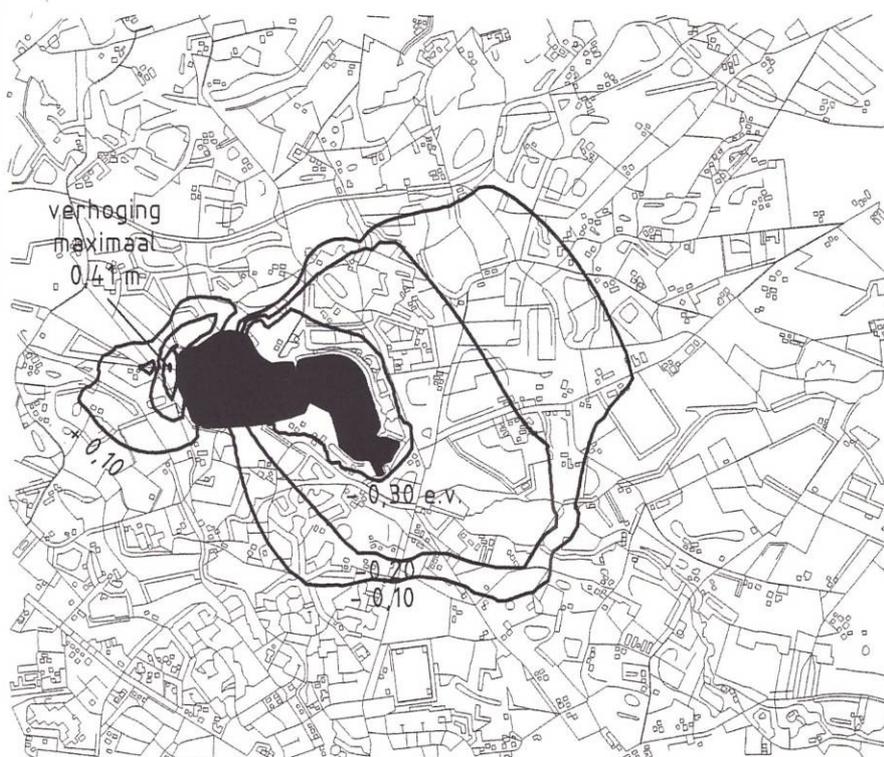
0 1000 meter



Bijlage 16b

Stijghoogteveranderingen ten gevolge van een
uitbreiding van de zandwinplas en een peilverhoging
tot 29,75 m+NAP

Watervoerend pakket, zomersituatie



0 1000 meter



Waterschap  Rijn en IJssel

Liemersweg 2
Postbus 148
7000 AC Doetinchem
Tel. 0314 - 369 369
Fax 0314 - 343 258