

DIEPINFILTRATIE REUTUMSE SLENK

AFDELING ONDERZOEK
MEI 1991



DIEPINFILTRATIE REUTUMSE SLENK

**Een onderzoek naar de mogelijkheden van diepinfiltratie
in het gebied rondom de waterwinplaatsen
Manderveen en Manderheide**

Opdrachtgevers : Waterleiding Maatschappij
Overijssel N.V. te Zwolle

Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein te Velp

Auteurs : Jeroen Geerts
Marc Koenders
Peter de Vries

Studierichting : Cultuurtechniek
Afstudeerrichting : Hydrologie en Waterbeheer

Zwolle, mei 1991

VOORWOORD

Het voor u liggende rapport is het resultaat van een onderzoek dat in opdracht van de Waterleiding Maatschappij Overijssel is uitgevoerd. Het is tevens onze afstudeerscriptie die de opleiding aan de Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein (I.A.H.L.) te Velp afsluit.

Het belangrijkste doel dat wij met deze opdracht voor ogen hebben gehad, was het vervullen van een leeropdracht. Deze opdracht had een vaktechnische- en een organisatorische kant. Binnen het vakgebied, hydrologie, hebben we veel kunnen leren, zowel in theoretisch als in praktisch opzicht. Organisatorisch was het van belang dat we in een relatief kort tijdsbestek (10 weken) doelmatig naar een eindresultaat konden werken.

Het lezerspubliek dat we met het rapport willen bereiken is enerzijds onze collega-studenten van de afstudeerrichting Hydrologie en Waterbeheer van de vierde klas, en anderzijds alle belanghebbenden en belangstellenden binnen en buiten de WMO.

Vanuit de school was het Gert Hunink die ons tijdens het project, op met name het organisatorische vlak, begeleidde en ondersteunde. De vaktechnische- en rapportagetechnische begeleiding was afkomstig van Rian Kloosterman en Marleen van der Velden, beide werkzaam op de afdeling Onderzoek van de WMO. Naar het voorgenoemde drietal gaat onze dank uit.

Jeroen Geerts
Marc Koenders
Peter de Vries

Zwolle, 31 mei 1991

INHOUD:

SAMENVATTING

1.	<u>INLEIDING</u>	1
1.1	DIEPINFILTRATIE	1
1.2	KUNSTMATIGE INFILTRATIE DRINKWATERVOORZIENING	2
1.3	OPBOUW VAN HET RAPPORT	2
2.	<u>GEBIEDSBESCHRIJVING</u>	3
2.1	GEOLOGIE	3
2.1.1	<u>Ontstaansgeschiedenis</u>	3
2.1.2	<u>Slenk van Reutum</u>	3
2.1.3	<u>Stuwwal van Ootmarsum</u>	4
2.1.4	<u>Recente afzettingen en erosie</u>	4
2.1.5	<u>Geohydrologische schematisatie</u>	4
2.2	LANDSCHAP EN BODEMGEBRUIK	5
3.	<u>HYDROLOGIE</u>	6
3.1	ALGEMEEN	6
3.2	OPPERVLAKTEWATER	6
3.2.1	<u>Natuurlijke afwatering</u>	6
3.2.2	<u>Antropogeen ingrijpen</u>	7
3.3	GRONDWATER	7
3.3.1	<u>Seizoenmatige variaties</u>	7
3.3.2	<u>Horizontale stroming</u>	7
3.3.3	<u>Verticale stroming</u>	8
3.3.4	<u>Ondiep watervoerende pakket</u>	8
3.3.5	<u>Diep watervoerende pakket</u>	8
4.	<u>MODELLERING REUTUMSE SLENK</u>	9
4.1	INLEIDING	9
4.2	PARAMETERBESCHRIJVING	10
4.3	RANDVOORWAARDEN	11
4.3.1	<u>De modelranden</u>	11
4.3.2	<u>Het ontwateringsstelsel</u>	11
4.4	NIET-STATIONAIRE BEREKENING	12
5.	<u>DIEPINFILTRATIE IN DE SLENK</u>	14
5.1	RANDVOORWAARDEN	14
5.2	HERKOMST VAN HET INFILTRATIEWATER	14

6.	<u>BEREKENINGEN</u>	15
6.1	UITGANGSPUNTEN VAN DE BEREKENINGEN	15
6.2	DOEL VAN DE BEREKENINGEN	15
6.3	OPZET VAN DE FASE-BEREKENINGEN	18
6.3.1	<u>Parameters</u>	18
6.3.2	<u>Parameterwaarden</u>	19
6.3.3	<u>Meetpunten</u>	21
7.	<u>BEREKENINGSRESULTATEN</u>	22
7.1	RESULTATEN FASE I	22
7.1.1	<u>Reaktietijd</u>	22
7.1.2	<u>Staartverloop</u>	23
7.1.3	<u>Verhoging van de grondwaterstand</u>	24
7.2	RESULTATEN FASE II	26
7.3	RESULTATEN FASE III	27
8.	<u>CONCLUSIES VAN DE BEREKENINGSRESULTATEN</u>	29
9.	<u>HET BESLUIT KUNSTMATIGE INFILTRATIE DRINKWATERVOOR- ZIENING</u>	31
9.1	HET ONTSTAAN VAN DE K.I.D.	31
9.2	INHOUD VAN HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.	32
9.3	UITLEG VAN HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.	33
9.4	COMMENTAAR OP HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.	34
9.5	WIJZIGINGEN IN DE K.I.D. EN DE GRONDWATERWET	35
9.6	PROCEDURE BIJ HET AANVRAGEN VAN EEN VERGUNNING	37
9.7	CONCLUSIE	37
10.	<u>EINDCONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN EVALUATIE</u>	39
10.1	EINDCONCLUSIES	39
10.2	AANBEVELINGEN	40
10.3	EVALUATIE	41

LITERATUURLIJST

LIJST VAN FIGUREN IN DE TEKST:

4.1	Opbouw numeriek model MODFLOW
4.2	Drainage/infiltratie hoofdwaterlopen
4.3	Gebiedsontwateringsfunctie kwelgebieden
4.4	Gebiedsontwateringsfunctie overige gebieden
6.1	Berekeningsstructuur om de aard en de omvang van de reaktietijd in fase I te bepalen
6.2	Berekeningsstructuur fase II
6.3	Berekeningsstructuur fase III

BIJLAGE: FIGUREN, TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN EN ISOHYPSEN

SAMENVATTING

Ten noordwesten van Tubbergen wordt door de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) onderzocht of diepinfiltratie een mogelijkheid biedt om extra water te onttrekken. Het infiltratiewater is gebiedseigen oppervlaktewater dat in de winterperiode uit het onderzoeksgebied afgevoerd wordt. Het doel van de infiltratie is de hydrologische gevolgen voor natuur en landbouw als gevolg van deze extra onttrekking zo klein mogelijk te houden.

Van overheidswege is de kwaliteit van het te infiltreren water een belangrijk punt. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de kwaliteitsnormen worden vastgelegd in het Besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening (K.I.D.). Aangezien de WMO infiltratieplannen heeft, is het van belang dat er een onderzoek wordt gedaan naar de toelaatbaarheid van infiltratie van gebiedseigen oppervlaktewater.

Het onderhavige rapport beslaat dus twee facetten van diepinfiltratie, namelijk een geohydrologisch- en een kwalitatief onderzoek.

Het onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied wordt aangeduid als de Slenk van Reutum. Deze wordt aan de oostzijde begrensd door de stuwwal van Ootmarsum die bestaat uit slecht doorlatende klei. Aan de westzijde wordt de slenk door twee breukvlakken van een westelijk gelegen kwelgebied gescheiden.

Geohydrologisch bestaat de slenk uit twee watervoerende pakketten, gescheiden door een zeer slecht doorlatende leemlaag. Het eerste watervoerende pakket is een freatisch pakket, terwijl het tweede een (semi-)gespannen pakket is. Ten westen van de westelijke breukvlakken neemt de doorlatendheid van het diepe pakket sterk en abrupt af. Aangezien de diepe grondwaterstroming van oost naar west is, stroomt het water in het westen van het onderzoeksgebied over de rand van de slenk heen. Dit veroorzaakt kwel.

Binnen het kwelgebied zullen de effecten op de grondwaterstand als gevolg van een extra winning het grootst zijn. Met name dit gebied, het doelgebied, wordt in het onderzoek bekeken. Het onderzoeksgebied is in een regionaal grondwaterstromingsmodel vervat. Het model, MODFLOW, is geijkt op invoergegevens van 1981 t/m 1990.

Diepinfiltratie

Om de mogelijkheden van een extra winning door middel van diepinfiltratie met behulp van MODFLOW te bepalen, worden gefaseerde berekeningen uitgevoerd. Fase I en II bestuderen het gedrag van het hydrologische systeem nadat een infiltratie heeft plaatsgevonden, terwijl in fase III de hoeveelheid extra winning wordt berekend.

Vier infiltratielokaties zijn binnen de slenk uitgekozen. De metingen vinden plaats door middel van tijdstijghoogtelijnen van vier peilbuizen en isohypsen van het eerste watervoerende pakket.

In fase I wordt een "infiltratiestoot" uitgevoerd, dat is een eenmalige infiltratie in de winterperiode. Gekeken wordt wat de tijdspanne is tussen moment van infiltratie en moment waar-

op een maximale grondwaterstandsverhoging in de peilbuizen is waargenomen. Deze tijdspanne wordt de reaktietijd van de infiltratie genoemd. Deze is van belang aangezien het water in de winterperiode wordt geïnfiltreerd en er dus een zekere vertraging van het systeem nodig is om een grondwaterstandsverhoging in de zomerperiode te krijgen. Gebleken is dat infiltratie in het diepe pakket een gunstiger reaktietijd voortbrengt dan infiltratie in het ondiepe pakket. Voor de grootte van de reaktietijd maakt de lokatie waar geïnfiltreerd wordt in het diepe pakket nauwelijks iets uit.

In fase II wordt een continue infiltratie in het diepe pakket uitgevoerd. Dit is een infiltratie die jaarlijks in de winterperiode plaatsvindt. Er worden twee verschillende hoeveelheden water geïnfiltreerd. Gekeken wordt naar de verhoging van de grondwaterstand in de peilbuizen. Het noorden van het doelgebied kent de geringste grondwaterstandsverhogingen, terwijl het centrum van de slenk de grootste grondwaterstandsverhogingen laat zien. Het stromingspatroon van het diepe pakket blijkt hierop de grootste invloed te hebben. Dit patroon is daarom ook het belangrijkste criterium om de infiltratielokatie te bepalen.

In fase III wordt de maximale hoeveelheid extra te winnen water bepaald. De beste infiltratielokatie wordt op grond van de resultaten van fase I en II gebruikt. Dit is de lokatie in het gebied ten zuidwesten van pompstation Manderheide. Er wordt continue geïnfiltreerd in het diepe pakket. Indien 2 miljoen m³ per jaar wordt geïnfiltreerd, kan 1 à 2 miljoen m³ per jaar extra worden gewonnen zonder dat de grondwaterstand binnen het doelgebied daalt. Indien 8 miljoen m³ per jaar wordt geïnfiltreerd, is deze hoeveelheid maximaal 4 miljoen m³ per jaar.

Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening

De inventarisatie van de K.I.D. maakt duidelijk dat deze in de huidige vorm door de Tweede Kamer verworpen is. Gezien de te verwachten wijzigingen die aangedragen zijn door verschillende instanties, lijkt het zeker dat bij infiltratie van gebiedseigen oppervlaktewater de K.I.D. van toepassing is. Dit betekent dat het te infiltreren water een verplichte zuivering dient te ondergaan. Deze zuiveringsvoorschriften worden binnen de vergunning opgesteld.

Conclusies en aanbevelingen

Diepinfiltratie in de Reutumse Slenk biedt voor de WMO zeker perspectief. Een vervolgonderzoek is daarom aanbevelenswaardig. Binnen dit vervolgonderzoek dient de exacte infiltratielokatie te worden vastgesteld. Daarnaast spelen kwaliteits- en infiltratietechnische aspecten een belangrijke rol. Ook dient aandacht aan de hoeveelheid op te pompen water te worden besteed.

1. INLEIDING

Het onderhavige rapport bevat een onderzoek bestaande uit twee facetten. Het eerste facet is een indicatiestudie naar de mogelijkheden van diepinfiltratie in het gebied rondom de winplaatsen Manderveen en Manderheide. Het tweede facet is een literatuurstudie omtrent de kwaliteitsaspecten van het te infiltreren water. Het eerste en tweede facet worden in respectievelijk paragraaf 1.1 en 1.2 van dit hoofdstuk behandeld. Het hoofdstuk sluit af met een impressie van de opbouw en inhoud van het rapport (§ 1.3).

De belangrijkste doelstelling van een waterleidingmaatschappij is de winning en distributie van kwalitatief goed water ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening. Door de grondwaterwinningen kan er echter een verlaging van de grondwaterstand optreden. Dit kan opbrengstdepressies veroorzaken in de omliggende landbouwgronden en tevens kunnen omliggende natuurgebieden aangetast worden.

In Noord-Twente, in het gebied ten noorden en oosten van Tubbergen, wil de Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) van de aldaar gelegen pompstations Manderveen, Manderheide en Vasserheide de grondwateronttrekking van 4 naar tenminste 6 miljoen m³ per jaar verhogen. In het verleden heeft de WMO een vergunning aangevraagd om 4 miljoen m³ per jaar in Manderveen en Manderheide te onttrekken en 2 miljoen m³ per jaar in Vasserheide. Gelet op het minimaliseren van natuur- en landbouwschade is ervoor gekozen om deze vergunningsaanvraag te wijzigen. Vasserheide zal daarbij gesloten worden, Manderveen zal 4 en Manderheide 2 miljoen m³ per jaar onttrekken.

1.1 DIEPINFILTRATIE

Aangezien het zeer problematisch is om in Twente voldoende water ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening te winnen, worden de mogelijkheden van diepinfiltratie in het gebied rondom de winplaatsen Manderveen en Manderheide onderzocht. Het infiltreren van water biedt de mogelijkheid om de winbare hoeveelheid te verhogen zonder dat er een noemenswaardige toename van de effecten zal optreden. Een bijkomend voordeel is dat gebruik kan worden gemaakt van overtollig water dat in de winterperiode uit het onderzoeksgebied wordt afgevoerd door het ontwateringssysteem.

Het gebied waar een extra verlaging optreedt als gevolg van de toename van de onttrekking, en de effecten op de vegetatie als gevolg hiervan het grootst zijn, ligt ten zuidwesten van pompstation Manderveen. Binnen deze regio is de vegetatie grondwaterstandsafhankelijk. Het is van belang dat bij het onderzoek de nadruk op dit gebied, hierna doelgebied genoemd, wordt gelegd.

De doelstelling van de indicatiestudie luidt:

"onderzoeken of er mogelijkheden zijn om met behulp van afgevoerd, gebiedseigen water, diepinfiltratie in de Slenk van Reutum toe te passen, waarbij gestreefd wordt naar een grondwaterwinning van meer dan 6 miljoen m³ per jaar op de winplaatsen Manderveen en Manderheide. Diepinfiltratie dient de toena-

me van de hydrologische effecten op landbouw en natuur binnen het doelgebied als gevolg van een extra winning zo klein mogelijk te houden".

1.2 KUNSTMATIGE INFILTRATIE DRINKWATERVOORZIENING

Een belangrijke vraag bij diepinfiltratie is welke eisen worden gesteld aan de kwaliteit van het infiltratiewater. In 1989 is namelijk van overheidswege het Ontwerp-Besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening (KID) verschenen, waarin sprake is van kwaliteitsnormen voor het te infiltreren water. De verwickelingen omtrent de KID roept bij de WMO veel vragen op, aangezien er tot op heden nog veel onzekerheden zijn. Daarom wordt er naast de indicatiestudie omtrent de hydrologische mogelijkheden van diepinfiltratie ook een literatuurstudie naar de KID uitgevoerd. De doelstelling van dit rapportgedeelte luidt:

"Een literatuurstudie naar de stand van zaken omtrent de KID. Hierbinnen dient met name onderzocht te worden of de KID het infiltreren van gebiedseigen oppervlaktewater toelaatbaar acht, zonder dat daar een vergaande voorzuivering voor nodig is".

1.3 OPBOUW VAN HET RAPPORT

Om een indruk te geven van het onderzoeksgebied en het hydrogeologisch systeem zullen in hoofdstuk 2 en 3 de geologie, het landschap en de bodem, het oppervlaktewater en de grondwaterstroming worden behandeld. Hoofdstuk 4 zal vervolgens een toelichting geven op het regionaal hydrologisch grondwaterstromingsmodel. Dit model wordt gebruikt om de hydrologische effecten van diepinfiltratie in kaart te brengen. Hoofdstuk 5 t/m 8 behandelt de uitgangspunten, opzet en resultaten van de infiltratieberekeningen, gevolgd door de conclusies die daaruit voortvloeien. In hoofdstuk 9 zal een toetsing van het besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening (KID) plaatsvinden. Het rapport wordt afgesloten met eindconclusies, aanbevelingen en een evaluatie.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

Het onderzoeksgebied is gelegen in de provincie Overijssel en wel ten noordoosten van Tubbergen, zie figuur 1. Het onderzoeksgebied wordt geografisch en geologisch aangeduid als "de Slenk van Reutum". Voor een goed begrip van de effecten van diepinfiltratie op het hydrologisch systeem van de Slenk van Reutum worden achtereenvolgens de geologie, het landschap en de hydrogeologische situatie beschreven.

2.1 GEOLOGIE

2.1.1 Ontstaansgeschiedenis

In het onderzoeksgebied is alleen geologische kennis van de bovenste 100 tot 150 meter van de aardkorst van belang, omdat de grondwaterstroming in de dieper liggende pakketten geen invloed heeft op de grondwaterstroming in de Reutumse Slenk, zie figuur 2. Lithologisch en Lithostratigrafisch hebben het Tertiair en het Kwartair de meeste invloed op het gebied gehad (zie ook figuur 3 en 4).

Gedurende een groot gedeelte van het Tertiair lag het onderzoeksgebied beneden de zeespiegel. Er werden in deze periode kleien, fijnzandige kleien en kleiige zeer fijne zanden afgezet van de Rupel Formatie en de Formaties van Dongen en Breda. Deze afzettingen vormen de geohydrologische basis.

Uit de ontstaansgeschiedenis zijn twee zaken van bijzonder belang met betrekking tot de geologie van het onderzoeksgebied:

- de verzakking van een deel van de aardkorst tussen twee breuken, welke van noord naar zuid door het onderzoeksgebied lopen, waardoor de Slenk van Reutum werd gevormd (§ 2.1.2);
- de verstuwung van de aardlagen en de daardoor opgeworpen Stuwwal van Ootmarsum tijdens het Saalien, waarin een ijsschap van noordelijke herkomst over dit gebied heen en weer schoof (§ 2.1.3).

De ontstaansgeschiedenis is schematisch weergegeven in figuur 5.

2.1.2 Slenk van Reutum

Door het onderzoeksgebied lopen in noord-zuidrichting drie breuken (figuur 6). Als gevolg van de relatieve beweging van de afzettingen langs de breukvlakken zijn ook de tertiaire afzettingen schiefgesteld en verschoven ten opzichte van elkaar. Tussen de twee breuken is een relatief verzakt gebied ontstaan: de Slenk van Reutum. In het noorden van de slenk is deze verzakking groter dan in het zuiden. In deze slenk werd aan het einde van het Tertiair door rivieren en beken voornamelijk fijn tot matig grof zand afgezet (Formatie van Scheemda).

Tijdens de vroegere ijstijden van het pleistoceen bereikten de ijsschappen niet het onderzoeksgebied. Tussen deze ijstijden werden in het gehele onderzoeksgebied door rivieren en beken matig grove tot grove grindhoudende zanden afgezet.

2.1.3 Stuwwal van Ootmarsum

Tijdens het Saalien bereikte de uit het noorden afkomstige ijsskap wel het onderzoeksgebied. Toen de ijsskap het gebied bedekte werd grondmorene afgezet (Formatie van Drente). De terugtrekkende en weer voortschuivende ijsmassa vormde binnen het gebied de stuwwal van Ootmarsum. Het grootste gedeelte van de stuwwal bleef aan de oostzijde van de slenk.

Omdat de mariene afzettingen uit het Tertiair (stugge en vette klei), slechts met een dunne laag grove pleistocene afzettingen werden bedekt (Formaties van Enschede en Urk), bestaat de stuwwal voornamelijk uit klei. Plaatselijk liggen deze kleien van de stuwwal op de grove afzettingen in de slenk.

Daarna is het ijs nog eens over de stuwwal heen geschoven en heeft ten westen van de stuwwal grondmorene (Formatie van Drente) afgezet. Daarnaast vond er echter ook erosie plaats door smeltwaterbeken die diepe dalen vormden welke gedeeltelijk werden opgevuld met erosiemateriaal. Dit materiaal kan van origine tertiaire klei tot matig grof zand omvatten.

2.1.4 Recente afzettingen en erosie

Tijdens het Weichselien vond er op de stuwwal belangrijke erosie plaats, waarbij het huidige dalsysteem tot volle ontwikkeling kwam. In het gebied ten zuidwesten van de stuwwal werden vervolgens op sommige plaatsen door de wind aangevoerde dekzanden van de Formatie van Twente afgezet. Op andere plaatsen waar de bodem steeds dras was door een komvormige kleifige ondergrond vormde zich veen (Formatie van Twente). Tijdens het Holoceen zette het proces van plaatselijk eroderen en sedimenteren zich nog voort. In het onderzoeksgebied is de oppervlakte van de plekken met holocene afzettingen ten opzichte van de oppervlakte met pleistocene afzettingen aan de oppervlakte echter gering.

2.1.5 Geohydrologische schematisatie

Als ondoorlatende basis is de bovenkant van de tertiaire klei-afzettingen van de Formatie van Breda aan te merken (zie figuur 7). In de slenk ligt deze basis dieper dan in het westelijk van de slenk gelegen gebied en er is een sprongsgewijze overgang. Aan de oostkant van de slenk is er door de aanwezigheid van de stuwwal direct boven de oostelijke breuk een nagenoeg waterdichte verticale wand.

In de slenk vormen de Formaties van Scheemda, Urk en Enschede, het diepe watervoerende pakket. Dit pakket is aan de zijanten ingesloten door de breukranden, bestaande uit tertiaire klei, en aan de onderzijde door tertiaire klei. Het bovenste deel van het diepe watervoerende pakket strekt zich tot over de westelijke breukrand uit (zie figuur 7).

Op veel plaatsen in de slenk komen in de afzettingen van het Saalien klei- en leemlenzen voor die zeer slecht doorlatend zijn. Met elkaar vormen deze afzettingen van de Formatie van

Drente, een matig tot slecht doorlatend pakket, plaatselijk echter ook met goed doorlatende plekken. De afzettingen uit het Weichselien bestaan grotendeels uit matig fijne tot matig grove zanden en vormen het ondiepe watervoerende pakket. Deze afzettingen worden tot de Formatie van Twente gerekend.

Vanaf de westelijke helling van de stuwwal stroomt een aantal beken van oost naar west door het gebied. Op de stuwwalhelling vonden deze beken hun weg in de zogenaamde droge dalen, welke na de vorming van de stuwwal, maar vooral in het Weichselien, zijn ontstaan door afstroming van sneeuws meltwater over een bevroren ondergrond, waarbij de beken als verzamelstroom dienden.

In het Holocene kon het neerslagwater over een groot gedeelte van het stuwwaloppervlak en zeker in de omringende vlakke gebieden, in de bodem infiltreren. De beken vormden zo een natuurlijke drainage welke ontstond door het dagzomen van de grondwaterspiegel in de uit de ijstijd stammende droge dalen. Het ontstaan van de diepe geulvorm is het gevolg van erosie. Deze erosie vond alleen plaats bij zeer grote afvoer als gevolg van hevige buien. Thans tonen deze beken zich als smalle vrij diepe (1,5 à 2 meter) geulen in de droge dalen.

2.2 LANDSCHAP EN BODEMGEBRUIK

Een belangrijk en opvallend element in het gebied is de stuwwal van Ootmarsum. Deze stuwwal reikt tot een hoogte van ca. 85 m. +N.A.P. terwijl in de slenk het maaiveld op ongeveer 25 m. +N.A.P. ligt (zie hoogtekaart figuur 11). Op de stuwwal liggen essen, vooral op de stuwwalplateaus. Op de westzijde van de stuwwal ligt een aantal bossen en heidevelden en in de beekdalen liggen hoofdzakelijk weidegronden.

Vanaf Manderheide tot aan Tubbergen ligt een grondmorenevlakte met verspreid gelegen dekzandruggen. Het gebied tussen Manderveen en Geesteren is een vlakte van gedeeltelijk verspoelde dekzanden. Laatstgenoemde gebieden worden gekenmerkt als een coulissenlandschap.

Het grootste deel van het oppervlak van het onderzoeksgebied is in gebruik als cultuurgrond. In de slenk overheerst grasland, alhoewel de laatste jaren het areaal bouwland (snijmais) steeds groter wordt.

3. HYDROLOGIE

3.1 ALGEMEEN

De stuwwal van Ootmarsum vormt een natuurlijke waterscheiding omdat:

- het hoogteverschil tussen het stuwwalplateau en de omringende vlakke gebieden aanzienlijk is, namelijk circa 50 meter;
- deze stuwwal grotendeels bestaat uit slecht doorlatende tertiaire klei, afgedekt met een dunne laag grondmorene en/of fluvioperiglaciale zanden en/of dekzand.

In de Slenk van Reutum zijn de relatief lage en vlakke delen van nature natte gebieden. Het al of niet "nat" zijn, wordt bepaald door de ligging van de grondwaterspiegel ten opzichte van het maaiveld. Plaatselijk is dit weer afhankelijk van het al of niet aanwezig zijn van lagen welke weerstand bieden aan verticale grondwaterstroming. Daarnaast speelt ook de aanwezigheid van het diepe watervoerende pakket een belangrijke rol. Dit pakket heeft ter plaatse van de slenk een grotere dikte dan aan de westzijde van de slenk. Deze dikteafname is abrupt en zorgt ervoor dat de kD-waarde van het diepe pakket naar het westen toe sterk afneemt. Hierdoor stroomt het water naar het oppervlak toe: kwel, zie figuur 2.

De beken in de slenk zouden veel water kunnen verliezen naar het grondwater, ware het niet dat de bodem van de beken sterk zijn dichtgeslibd met tertiaire kleien van de stuwwal. Dit veroorzaakt dat er, ondanks dat het beekpeil tijdens droge perioden ver boven het grondwaterpeil ligt, nauwelijks water naar het grondwater wegzijgt.

3.2 OPPERVLAKTEWATER

3.2.1 Natuurlijke afwatering

Belangrijk bij de natuurlijke afwatering is de stuwwal van Ootmarsum. De beken die aan de rand van de stuwwal in de brede droge dalen ontstaan, waarin slechts tijdens en direct na hevige buien de waterdiepte meer dan enkele centimeters bedraagt, hebben in de slenk geen grote betekenis voor de ontwatering meer. Waar niet door de mens is ingegrepen is hun uiterlijk in dit gebied nog steeds die van een smalle en vrij diepe geul.

In het gebied noordelijk en westelijk van Manderveen treedt van nature een opwaartse grondwaterstroming op vanuit het diepe watervoerende pakket. Hierdoor ontspringen in dit gebied enkele beken die afhankelijk van de tijd van het jaar een drainerende dan wel infiltrerende werking hebben.

De ligging van de ontwateringsmiddelen is in figuur 8 weergegeven.

3.2.2 Antropogeen ingrijpen

In het gebied ten westen en zuidwesten van Reutum is een intensief slotenstelsel gemaakt om de wateroverlast die hier ontstaat door het opkwellend water uit het diepe watervoerende pakket, te bestrijden.

Ook in het gebied tussen Tubbergen en Vasse zijn door de mens slootjes en greppels gegraven om de plaatselijk optredende wateroverlast te ondervangen. In de Elsenbeek verzamelt zich het water uit het noordelijk gedeelte van dit gebied. Tevens is er een leiding gegraven welke de Elsenbeek verbindt met de Onderbeek.

Het gebied tussen Manderveen en Mander kan bij hoge grondwaterstand worden gedraineerd door greppels en sloten die afwateren op de Mosbeek. In de periode 1970-1985 hebben veel slootjes en greppels in dit gebied door de dalende grondwaterstand hun functie verloren en zijn dan ook grotendeels verdwenen.

In het gebied noordelijk en westelijk van Manderveen treedt van nature een opwaartse grondwaterstroming op vanuit het diepe watervoerende pakket. Deze opwaartse lek heeft tot veel wateroverlast geleid. Daarom zijn door de mens in dit gebied veel sloten en greppels gegraven.

Ook in dit gebied heeft de dalende grondwaterstand er toe geleid dat een deel van de kleinere sloten en greppels weer zijn gedempt.

3.3 GRONDWATER

3.3.1 Seizoenmatige variaties

In het gebied is niet alleen een seizoenmatige variatie van de grondwaterstand. Er is ook een lange termijn effect van een opeenvolging van een aantal droge of natte jaren. Dit effect overheerst ten opzichte van de seizoenmatige variatie.

3.3.2 Horizontale grondwaterstroming

Door de grote hellingshoek van de stuwwal en de geringe infiltratiecapaciteit van de bodem, als gevolg van de geologische gelaagdheid, stroomt de neerslag hoofdzakelijk door het watervoerende pakket, die de westelijke flank van de stuwwal bedekt, af naar de omringende vlakten. Het gedeelte dat aan de oostzijde van de slenk infiltreert en percoleert vloeit na een korte weg ondergronds, aan de westelijke breukrand weer uit. De stromingsrichting van het water is van oost naar west. In zowel het ondiepe als diepe watervoerende pakket stroomt het grondwater naar de westelijke breukranden als gevolg van het potentiaal verschil tussen oost en west. Het isohypsenpatroon vertoont een overeenkomst met die van de hoogtelijnen. Op figuur 9 en 10 staan respectievelijk de isohypsen van het eerste- en de isohypsen van het tweede pakket. Hierbij is gebruik gemaakt van het gemiddelde isohypsenpatroon van april in de periode 1981-1984 zoals die door Broks is berekend [9]. Op figuur 11 zijn de hoogtelijnen ingetekend.

3.3.3 Verticale stroming

Op de overgang van stuwwal naar slenk vindt er neerwaartse verticale stroming plaats. Deze stroming voedt het diepe watervoerende pakket in de slenk. Ook op de stuwwal zelf is er een verticale grondwaterstroming, zij het in geringe mate.

Het grondwater dat verticaal in de slenk naar beneden stroomt wordt door de tertiaire klei een halt toe geroepen. Hierdoor stroomt het grondwater in westelijke richting af. Omdat het diepe pakket als gevolg van een sterke afname van de pakketdikte in het westen van de slenk, een relatief klein doorlaatvermogen heeft en de scheidende laag, bestaande uit slecht doorlatende klei- of veenlaagjes, op veel plaatsen onderbroken is, kan opwaartse lek vanuit het diepe pakket plaatsvinden. De kwel heeft tot veel wateroverlast geleid.

3.3.4 Ondiep watervoerende pakket

Het ondiepe watervoerende pakket is een freatisch pakket dat voor het grootste deel gevoed wordt door de neerslag. Een klein deel van het grondwater wordt aangevoerd door het water dat vanaf de stuwwal niet direct in het diepe watervoerende pakket afstroomt. De grondwaterspiegel varieert van $\pm 0,5$ m. -mv in het westen tot ± 7 m. -mv in het oosten van de slenk.

3.3.5 Diep watervoerende pakket

Het diepe watervoerende pakket wordt gevoed vanuit het ondiepe watervoerende pakket. De dikte van het diepe watervoerende pakket neemt in de slenk van noord naar zuid af. De oorzaak hiervan is de steeds minder diepe ligging van de tertiaire klei.

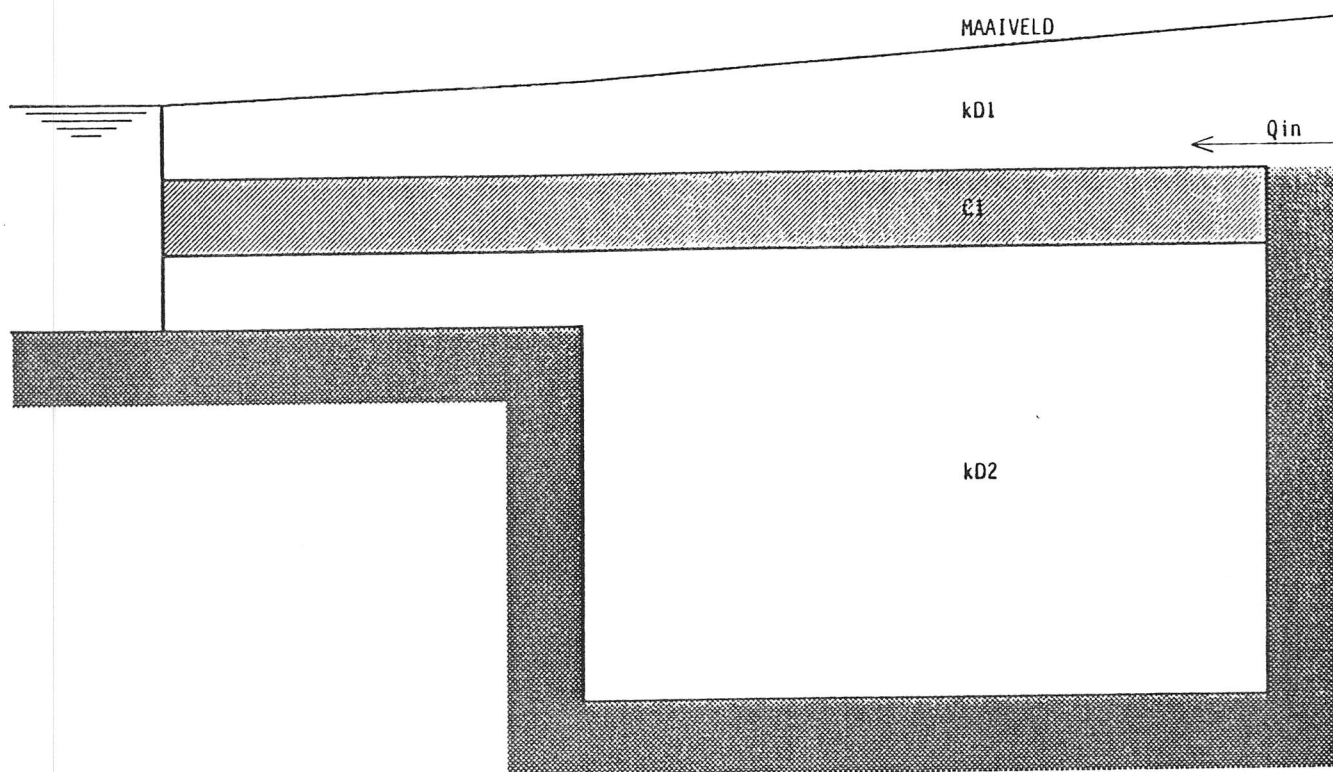
Het diepe watervoerende pakket is voor het grootste deel een semi-gespannen pakket en heeft bij Vasse directe aansluiting op het freatische pakket.

4. MODELLERING REUTUMSE SLENK

4.1 INLEIDING

Door Broks-Adviezen is getracht het geohydrologische systeem te modelleren met het eindige elementen model "AQUISOFT" [9]. Vanwege het niet-lineaire systeemgedrag en het beperkte aantal vaste randvoorwaarden van AQUISOFT, kon geen werkend eindige elementen model worden gebouwd voor het geohydrologische systeem.

Broks-Adviezen heeft toen, in overleg met WMO, het eindige differentiemodel "MODFLOW" gebruikt en heeft hiermee wel een werkend twee-lagen model (zie figuur 4.1) gebouwd van het geohydrologische systeem, waarbinnen de grondwaterwinplaatsen Manderveen, Manderheide, Vasserheide en een drietal Duitse winplaatsen zijn gelegen [9].



Figuur 4.1 Opbouw numeriek model MODFLOW

MODFLOW is een pseudodriedimensionaal model. Dit betekent dat in het watervoerende pakket horizontale grondwaterstroming wordt verondersteld. Er kan zowel de stijghoogte- als flux-verandering worden berekend. Anisotropie wordt in het model ingebracht middels een anisotropiefactor in het betreffende watervoerende pakket. Tussen twee watervoerende pakketten kan grondwater worden uitgewisseld ten gevolge van verticale stroming door de tussen gelegen semi-permeabele laag.

Het model omvat de volgende gebieden:

- het oostelijke deel van het model bestaat uit de Slenk van Reutum die in het oosten en het noorden wordt begrensd door de stuwwal van Ootmarsum en Uelsen-Itterbeck;
- het westelijke deel van het model bestaat uit een circa 1,5 kilometer brede zone waar een deel van de grondwaterstroming uit de slenk wordt gedraineerd door ontwateringsmiddelen. De zuidrand van het model ligt ter hoogte van de Reutum. Hier vindt grondwateruitstroming over de slenkrand plaats.

Uit de hierbovenstaande modelgebiedsbeschrijving moge blijken dat het modelgebied een veel groter oppervlak beslaat dan het onderzoeksgebied (zie figuur 12).

4.2 PARAMETERBESCHRIJVING

In MODFLOW wordt het modelgebied opgedeeld in rechthoekige elementen. Per element moeten een aantal invoerparameters worden opgegeven. Deze gegevens zijn:

- het doorlaatvermogen (kD) van de watervoerende lagen;
- de hydraulische weerstand (C) van de waterscheidende laag;
- bodemweerstand van het ontwateringsstelsel;
- bergingscoëfficiënt;
- onttrekkingen en/of kunstmatige infiltratie;
- nuttige neerslag;
- het oppervlaktewatersysteem;

Door Broks-Adviezen zijn zeer uitvoerige onderzoeken gedaan naar de parameterwaarden van het onderzoeksgebied [9].

In figuur 13 t/m 21 is de ruimtelijke opbouw van de parameters weergegeven. De ruimtelijke variatie van het doorlaatvermogen kD1 (figuur 13) is zo goed mogelijk afgeleid uit o.a. boorbeschrijvingen. De ruimtelijke variatie van het doorlaatvermogen kD2 is voor een belangrijk deel gebaseerd op de diepteligging van de top van het marien tertiair (figuur 22). Door middel van ijking van de in [9] gevonden waarden voor de hydraulische weerstand C, is een zeer grillige verdeling gevonden voor de waarde van C (figuur 15).

Het niveau van de grondwaterstanden ten opzichte van de oppervlaktewaterpeilen wordt vrij sterk bepaald door de grootte van het doorlaatvermogen kD1. Het grillige verloop van de grondwaterstanden over het slenkgebied en de stijghoogteverschillen over de scheidende laag tussen het ondiepe en diepe watervoerende pakket konden worden gereconstrueerd door gebiedsgewijs zeer grote verschillen aan te brengen in de weerstand van de scheidende laag. De grootte van het doorlaatvermogen kD2 en de voeding door de scheidende laag zijn beide

bepalend voor de grondwaterstijghoogte in het diepe watervoe-
rende pakket.

In gebiedsdelen met een ondergrond zonder vermogen tot belang-
rijke capillaire opstijging naar de wortelzone kan geen nega-
tieve grondwateraanvulling plaatsvinden. Dit is met name het
geval in gebiedsdelen met een diepe grondwaterstand ten op-
zichte van het maaiveld. Dit geldt voor vrijwel het gehele
slenkgebied.

Door middel van ijking [9] zijn voor de freatische bergings-
coëfficiënt waarden bepaald van 0.12 en 0.20 voor respectieve-
lijk het gebied ten westen van de slenk en voor de slenk zelf.
In het diepe watervoerende pakket wordt een elastische ber-
gingscoëfficiënt voor het hele modelgebied aangehouden van
0,003.

4.3 RANDVOORWAARDEN

4.3.1 De modelranden

In het freatische pakket heeft de gehele oostzijde van het mo-
del een vaste flux. De zuid- en westzijde, waar het grondwater
het model verlaat, hebben een vaste grondwaterstijghoogte en
de noord-westzijde heeft een vaste flux met een relatie voor
de grondwateraanvulling (figuur 16).

In het diepe pakket heeft de gehele oostrand van de slenk en
de noordwesthoek een vaste flux, vastgesteld op nul. Er treedt
dus geen grondwaterinstroming op vanuit de stuwal in het die-
pe pakket. De gehele westzijde en zuidzijde hebben een opge-
legde stijghoogte (figuur 17).

4.3.2 Het ontwateringsstelsel

MODFLOW neemt in zijn berekeningen naast de grondwaterstroming
ook het oppervlaktewatersysteem mee. Dit gebeurt binnen een
aantal modules, die het verband tussen oppervlakte en grondwa-
ter voorstellen als een lineaire relatie. Indien er geen line-
aire relatie is, kan deze gesimuleerd worden door een aantal
modules binnen een element te combineren.

De rivieren (= primair) en beken (= secundair) binnen het
modelgebied die een belangrijke invloed kunnen hebben op de
grondwaterstroming, zijn afzonderlijk gemodelleerd. De invloed
van een waterloop op de grondwaterstand ter plaatse wordt
gesimuleerd met behulp van een niet-lineaire relatie tussen de
grondwaterstand en de drainage van grondwater naar de betref-
fende waterloop. De relatie wordt bepaald door drainageweer-
stand van de betreffende waterloop.

Wanneer een grondwaterstand wordt berekend die hoger is dan
het waterpeil van de waterloop, wordt een drainage of infil-
tratie gesimuleerd volgens een lineaire relatie met de grond-
waterstand. Wanneer een grondwaterstand wordt berekend onder
het waterpeil van de waterloop, wordt een constante infiltra-

tie gesimuleerd die wordt bepaald door de radiale- en intrede-
weerstand van de waterloop en het oppervlakte peil boven de
bodem van de waterloop (zie figuur 4.2).

De waterlopen in het doelgebied hebben zowel een infiltrerende
als drainerende werking.

In alle hoofdwaterlopen is een in de tijd constant waterpeil
opgelegd. In het model verandert het ontwateringsniveau niet
onder invloed van de grootte van de drainage.

Niet alleen de rivieren en beken nemen deel aan het ontwater-
ringssysteem, ook de sloten en ondiepe beken (= tertiär) en de
greppels en ondiepe sloten (= kwartaar) zijn in het model
opgenomen. Tertiaire en kwartaire ontwateringsmiddelen vormen
een complex geheel in de ontwaterings situatie, maar kunnen ook
via een niet-lineaire relatie worden gemodelleerd.

Voor de door ons gebruikte dataset van 1981-1990 ligt het
ontwateringsniveau van de tertiaire en kwartaire ontwaterings-
middelen in het algemeen dieper dan in de periode van voor
1981.

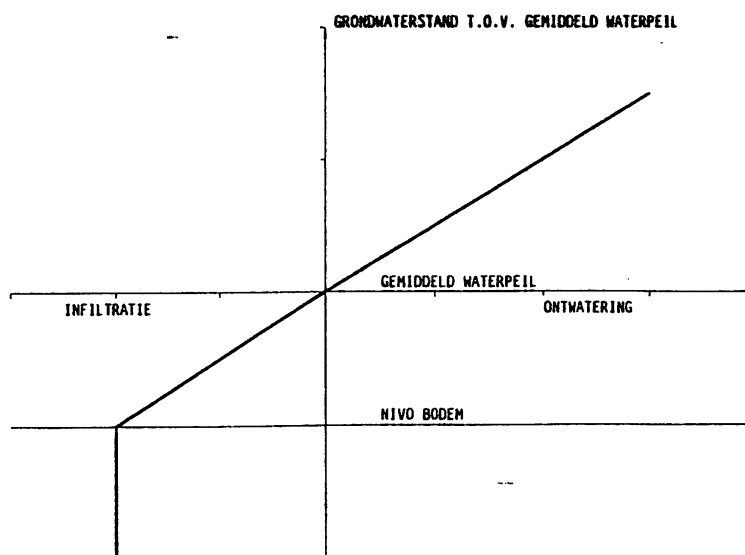
Voor de gebieden rond Manderveen en westelijk van de breukrand
wordt een niet-lineaire relatie gebruikt volgens figuur 4.3.

Voor de minder natte gebieden wordt de niet-lineaire relatie
volgens figuur 4.4 gebruikt.

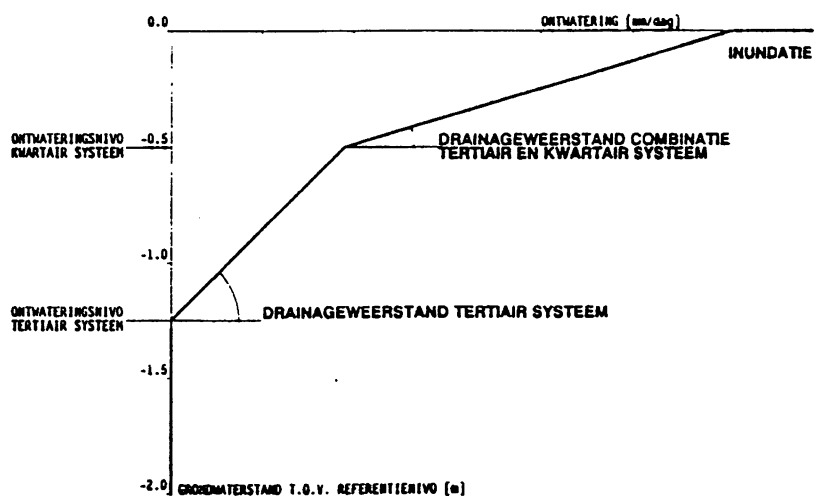
4.4 NIET-STATIONAIRE BEREKENING

In dit rapport wordt voor de niet-stationaire berekeningen
gebruik gemaakt van een door Broks-Adviezen aangeleverde
dataset van het modelgebied van de periode 1981 tot en met
1990. Er wordt gerekend met kwartalen waardoor er 40 rekenpe-
rioden zijn.

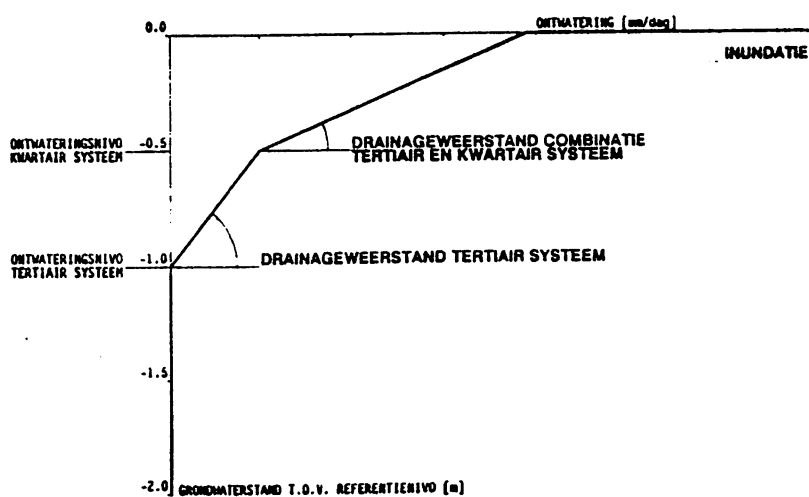
Het iteratiecriterium voor de stijghoogteconvergentie is
gesteld op 0,0001 meter. Hierdoor is een voldoende nauwkeurig-
heid gewaarborgd voor de berekende resultaten.



Figuur 4.2 Drainage/infiltratie hoofdwaterlopen



Figuur 4.3 Gebiedsontwateringsfunctie kwelgebieden



Figuur 4.4 Gebiedsontwateringsfunctie overige gebieden

5. DIEPINFILTRATIE IN DE SLENK

Om te onderzoeken of diepinfiltratie in de slenk mogelijk is, dienen de aan het project verbonden randvoorwaarden en de herkomst van het infiltratiewater te worden beschreven.

5.1 RANDVOORWAARDEN

De randvoorwaarden van het infiltratieproject zijn:

- de netto grondwaterwinning dient meer dan 6 miljoen m³ per jaar te zijn;
- er wordt uitgegaan van een winning waarbij 4 miljoen m³ per jaar in Manderveen en 2 miljoen m³ per jaar in Manderheide wordt onttrokken. Dit gebeurt alternerend: in het zomerseizoen wordt 1,4 miljoen m³ in Manderveen en 1,6 miljoen m³ in Manderheide gewonnen; in het winterseizoen is dit respectievelijk 2,6 en 0,4 miljoen m³. Deze winningssituatie zonder infiltratie wordt de referentiesituatie genoemd;
- het te infiltreren water dient in elk geval ten goede te komen aan de waterhuishouding in het doelgebied tijdens het zomerseizoen. Onder waterhuishouding wordt hier verstaan de grondwaterstand en de afgevoerde hoeveelheid water. Het doelgebied is in figuur 1 getekend;
- het te infiltreren water mag in het winterseizoen geen wateroverlast binnen het doelgebied veroorzaken;
- de infiltratie vindt bij voorkeur in het tweede watervoevende pakket plaats in verband met de grondwaterkwaliteitsbescherming.

5.2 HERKOMST VAN HET INFILTRATIEWATER

In delen van het onderzoeksgebied waar de stijghoogte van het diepe pakket groter is dan de stijghoogte van het freatische pakket vindt kwel plaats. Hiertoe behoort voornamelijk het doelgebied.

Vooral tijdens perioden met een neerslagoverschot vindt er kwel plaats: als het grondwater het breukvlak bij Manderveen bereikt, stroomt het over de rand van de slenk heen. De grondwaterwinningen van pompstations Manderveen en Manderheide beperken de kwelflux maar ten dele, zodat een groot deel van het aanstromende water door de aanwezige ontwateringsmiddelen in de winterperiode uit het doelgebied wordt afgevoerd.

Er wordt dus gebiedseigen grondwater via het oppervlaktewater ten westen van de breukvlakken afgevoerd. Dit af te voeren oppervlaktewater wordt gebruikt voor diepinfiltratie. Het water wordt stroomafwaarts uit een afwateringskanaal, bijvoorbeeld het Geestersche stroomkanaal, opgepompt. Het wordt alleen dan gewonnen wanneer er sprake is van een voldoende afvoer van het afwateringskanaal. Doorgaans is dit in de winterperiode. De maximale hoeveelheid water die kan worden gewonnen is circa 8 miljoen m³ per jaar (mondelinge mededeling, waterschap Regge en Dinkel, 1991);

6. BEREKENINGEN

Dit hoofdstuk behandelt de berekeningen die voor de diepinfiltratie van belang worden geacht. Paragraaf 6.1 geeft de uitgangssituatie van de berekeningen weer. Paragraaf 6.2 behandelt de berekeningsdoelen. Uitgaande van deze doelen wordt een fasering binnen de berekeningen aangebracht. Vervolgens wordt de opzet van de berekeningen aan de hand van parameters en meetpunten in paragraaf 6.3 uiteengezet.

6.1 UITGANGSPUNTEN VAN DE BEREKENINGEN

Er zijn stationaire- en niet-stationaire berekeningen uitgevoerd. De stationaire berekeningen hebben tot doel een beeld te krijgen van de mate waarin het hydrologische systeem reageert op diepinfiltratie. Er kunnen echter geen bergingsveranderingen worden waargenomen, omdat het stationaire model geen rekening houdt met langjarige- en seizoenmatige effecten. Laatstgenoemde effecten bepalen echter voor een groot deel de veranderingen binnen het hydrologische systeem [9]. Het niet-stationaire model ondervangt dit probleem door de bergingsveranderingen in de berekeningen mee te nemen.

Om tot meer nauwkeurige resultaten te komen, zullen daarom alleen de berekeningsresultaten van het niet-stationaire model worden geïnterpreteerd en besproken. Dit model is door Broks gebruikt op invoergegevens van de periode 1981 tot en met 1990.

6.2 DOEL VAN DE BEREKENINGEN

Deze paragraaf behandelt de doelstellingen die bij de berekeningen worden nagestreefd. Aansluitend wordt de werkwijze uitgelegd. De berekeningen zijn ingedeeld in drie fasen, te weten:

- I. Reaktietijd.
- II. Continue infiltratie.
- III. Extra winning.

Fase I: Reaktietijd

Binnen dit onderzoek wordt de tijdspanne tussen het moment van infiltratie en het moment van een maximale verhoging van de grondwaterstand als gevolg van deze infiltratie, de reaktietijd genoemd.

De doelen van de eerste fase-berekeningen zijn: het bepalen van de aanwezigheid van de reaktietijd, het bepalen van de reaktietijdgrootte en bepalen van welke factoren deze afhankelijk is en in welke mate.

Het uitgangspunt voor de reaktietijd-berekeningen wordt hieronder stapsgewijs uitgelegd:

- het water wordt in de winter voor infiltratie uit een kanaal gehaald, maar is pas in de zomerperiode nodig. Het heeft daarom geen zin om het water tijdens de winter binnen het doelgebied te infiltreren, aangezien dit water via het ontwateringstelsel reeds uit het onderzoeksgebied

- is verdwenen voordat de zomerperiode is aangebroken;
- het water dient daarom tijdelijk, waarschijnlijk voor een half jaar, te worden geborgen;
- een voorstel is om gebruik te maken van de bergingscapaciteit van de watervoerende pakketten in de slenk, bij voorkeur het eerste pakket;
- indien het water geborgen kan worden zal er een zekere reaktietijd optreden.

De grootte van de reaktietijd is waarschijnlijk afhankelijk van:

- de bergingscapaciteit;
- de afstand tussen infiltratieplaats en doelgebied;
- de hoeveelheid infiltratiewater.

Om de reaktietijd te meten wordt gebruik gemaakt van een infiltratiestoot. Dit is een eenmalige infiltratie binnen één kwartaal. De reaktietijd kan zichtbaar worden gemaakt door middel van een tijdstijghoogtelijn. Deze wordt voor een meetpunt (zie § 6.3.3) berekend. De tijdstijghoogtelijn met infiltratie wordt dan over de tijdstijghoogtelijn zonder infiltratie (referentie) gelegd.

Fase II: Continue infiltratie

Nadat in fase I het gedrag van het hydrologisch systeem onder invloed van een infiltratiestoot is bestudeerd, wordt in fase II gekeken naar de effecten van de infiltratie. Hierbij speelt de mate waarin een grondwaterstandsverhoging binnen het doelgebied optreedt als gevolg van een continue infiltratie in kwartaal 1 en 4 (winterhalfjaar) een grote rol.

Het doel van fase II is het meten van de effecten van de infiltratie, enerzijds door continue te infiltreren, anderzijds door verdubbeling van de hoeveelheid infiltratiewater toe te passen.

Het meten van de effecten gebeurt aan de hand van tijdstijghoogtelijnen van een aantal peilbuizen. De gebruikte peilbuizen worden in § 6.3.3 genoemd. Gekeken wordt naar de stijghoogteverandering ten opzichte van de referentiesituatie: wat is de maximale, minimale en gemiddelde grondwaterstandsverhoging op verschillende plaatsen binnen en buiten de slenk, en betekent een verdubbeling van de infiltratiehoeveelheid een verdubbeling van deze verhoging?

Fase III: Extra winning

Doelstelling fase III: het bepalen van de maximale extra winningshoeveelheid als gevolg van diepinfiltratie, op basis van de optredende grondwaterstandsverandering.

Fase III simuleert een situatie zoals die zich in de toekomst zou kunnen voordoen. Het onderscheidt zich van fase I en II doordat het niet alleen een studie naar het gedrag van infiltratie op het hydrologische systeem is, maar ook een studie die de hydrologische potenties van diepinfiltratie bestudeert.

De berekeningsresultaten worden weergegeven als tijdstijghoogtelijnen ten opzichte van de referentiesituatie. Net als in fase I en II is hierdoor een referentieniveau met stijghoogte $H=0$ af te lezen. Indien $H \geq 0$ dan is er geen verslechtering ten opzichte van de referentie; indien $H < 0$ dan is er wel een verslechtering ten opzichte van de referentiesituatie. Er dient bepaald te worden welke extra hoeveelheid water er gewonnen kan worden onder de voorwaarde dat er ten opzichte van de referentiesituatie geen verslechtering van de waterhuishouding optreedt. De extra hoeveelheid wordt gewonnen door pompstation Manderveen.

In fase III kunnen er naast verhogingen-, ook verlagingen van de grondwaterstand optreden. Daarom worden er isohypsenkaarten gebruikt zodat het hele gebied onder de loep wordt genomen. De periode waarvan het isohypsenpatroon wordt berekend is kwartaal 3 van 1989, welke representatief wordt geacht voor een droge periode. Dit kwartaal is gekozen op grond van de meteorologische gegevens van de periode 81/90 [9].

6.3 OPZET VAN DE FASE-BEREKENINGEN

De aard en omvang van de parameters in berekeningsfase I t/m III, wordt in paragraaf 6.3.1 besproken. Vervolgens wordt in paragraaf 6.3.2 per fase aangegeven wat de waarden van de parameters zijn. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk komen de vaste meetpunten, c.q. de peilbuizen, aan de orde.

6.3.1 Parameters

Er zijn 5 parameters die binnen dit onderzoek van belang worden geacht, te weten:

1. *De infiltratielokatie:*

Bij de lokatiekeuze wordt uitgegaan van 4 criteria:

- een zo ver mogelijke oostelijke ligging van de infiltratieputten in verband met het bergend vermogen van het freatische pakket dat daardoor benut wordt;
- een spreiding qua afstand tussen de infiltratieputten onderling, en afstand tussen infiltratieput en doelgebied. Dit vanwege de invloed van de infiltratielokatie op de grootte van de reaktietijd en de grootte van de grondwaterstandsverandering;
- een spreiding in ligging ten opzichte van de stromingspatronen. Hoe gunstiger het stromingspatroon, hoe effectiever de infiltratie is. Onder een gunstig stromingspatroon wordt verstaan: een overheersende stroming in de watervoerende pakketten in de richting van het doelgebied. Het stromingspatroon is afgeleid uit de isohypsenkaart van de referentiesituatie. De kaart van het stromingspatroon is getekend in figuur 23;
- een dermate grote afstand tussen infiltratiepunt tot de waterwinplaatsen Manderveen en Manderheide, dat de onttrekkingsinvloed zo klein mogelijk wordt gehouden.

Op grond van bovenstaande vier criteria zijn vier infiltratielokaties in de slenk aangewezen die op figuur 24 zijn ingetekend. Ze worden A, B, C en D genoemd.

2. *Het tijdstip van infiltratie:*

Aangezien het water doorgaans in de winterperiode kan worden gewonnen uit het ontwateringssysteem en in dezelfde periode dient te worden geïnfiltreerd, zijn kwartalen 1 en 4 aangewezen als tijdstip van infiltratie. In Modflow vindt er een continue infiltratie binnen het kwartaal plaats.

3. *De hoeveelheid infiltratiewater:*

De minimale hoeveelheid infiltratiewater is 2 miljoen m³ per jaar, terwijl het maximum 8 miljoen m³ per jaar bedraagt. Het minimum is bepaald op grond van de berekeningsnauwkeurigheid (modelmatig); het maximum op grond van de winningshaalbaarheid.

4. *Het pakket van infiltratie:*

De voorkeur gaat uit naar infiltratie in het diepe watervoerende pakket. Infiltratie in het freatische pakket wordt echter ook in de berekeningen meegenomen, aangezien het van be-

lang is dat inzicht wordt verkregen in het gedrag van het hydrologische systeem. Infiltratie in het freatische pakket vergroot dit inzicht.

5. *De extra winningshoeveelheid:*

De waarde die aan deze parameter wordt toegekend is, wat betreft de bovengrens, onbeperkt. Dit vanwege de doelstelling dat er zoveel mogelijk extra water dient te worden gewonnen. De minimum hoeveelheid wordt op nul gesteld.

6.3.2 Parameterwaarden

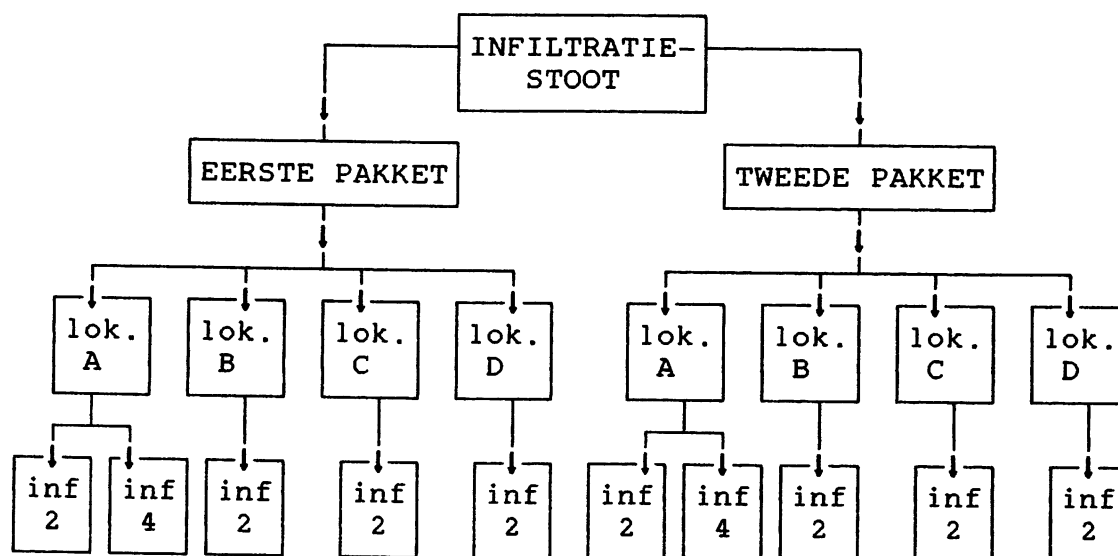
De waarden die aan de parameters worden toegekend, zijn per berekeningsfase opgesteld.

Fase I

Parameters:

Lokaties : A, B, C en D
 Infiltratiehoeveelheden : 2 of 4 miljoen m³ per jaar
 Infiltratiekwartaal : 1 van 1982 (stoot)
 Infiltratiepakket : 1^e en 2^e watervoerende pakket
 Winningshoeveelheid : 6 miljoen m³ per jaar

Er wordt 2 miljoen m³ per jaar geïnfilteerd (de minimaal toegestane hoeveelheid) en 4 miljoen (een verdubbeling). De structuur van de berekeningen is op figuur 6.1 ingetekend. De afkortingen "lok." en "inf" betekenen respectievelijk infiltratielokatie en hoeveelheid infiltratie in m³ per jaar.



Figuur 6.1 berekeningsstructuur om de aard en omvang van de reaktietijd in fase I te bepalen.

Fase II

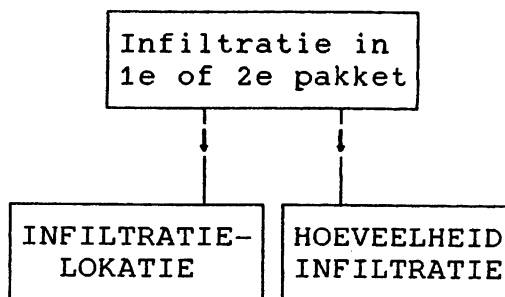
Parameters:

Lokaties : keuze uit A, B, C en D
 Infiltratiehoeveelheden : 2 en 4 miljoen m³ per jaar
 Infiltratiekwartaal : 1 en 4 (continue)
 Infiltratiepakket : keuze uit 1^e en 2^e pakket
 Winningshoeveelheid : 6 miljoen m³ per jaar

In fase II wordt geïnjecteerd in het watervoerend pakket welke in fase I de beste perspectieven heeft geboden. De hoeveelheden infiltratiewater worden gelijk gesteld aan de hoeveelheden in fase I zodat onderlinge vergelijking van fase I en II mogelijk is. De berekeningsstructuur van fase II is in figuur 6.2 getekend.

Constante
parameter:

Variabele
parameters:



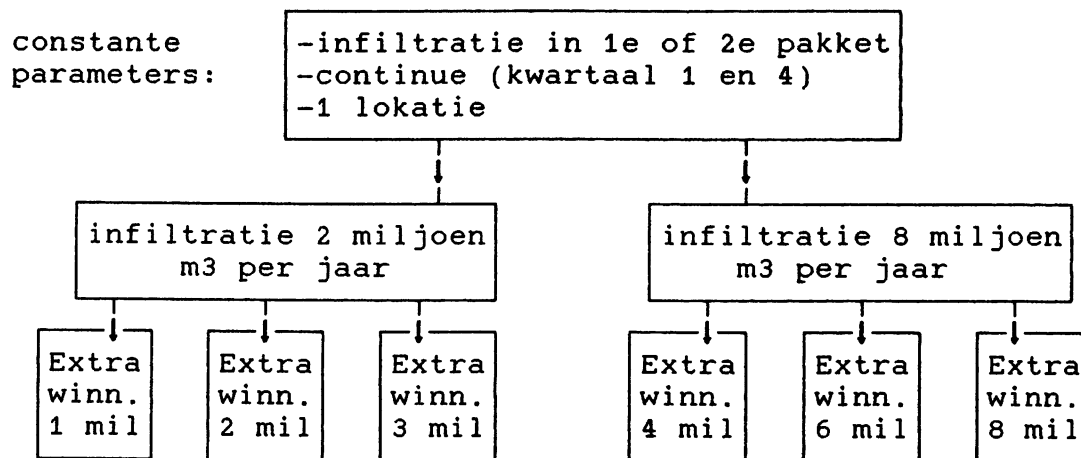
Figuur 6.2 Berekeningsstructuur van fase II

Fase III

Parameters:

Lokaties : keuze uit A, B, C en D
 Infiltratiehoeveelheid : 2 en 8 miljoen m³ per jaar
 Infiltratiekwartaal : 1 en 4 (continue)
 Infiltratiepakket : keuze uit 1^e en 2^e pakket
 Winningshoeveelheden : 7, 8, 9, 10, 12 en 14 miljoen m³ per jaar

De infiltratie vindt continue plaats en wel jaarlijks in kwartaal 1 en 4. De hoeveelheid infiltratie wordt op 2 en 8 miljoen m³ per jaar gesteld; de hoeveelheid extra winning wordt variabel gesteld. Net als in fase II wordt in fase III geïnjecteerd in het watervoerend pakket welke in fase I de beste perspectieven heeft geboden. Er wordt één infiltratielokatie gekozen op basis van de resultaten van fase I en II. De berekeningsstructuur is in figuur 6.3 getekend.



Figuur 6.3 Berekeningsstructuur fase III

6.3.3 Meetpunten

De berekeningsresultaten worden weergegeven door middel van tijdstijghoogtelijnen (TSL) van een viertal peilbuizen. Daarnaast worden isohypsenkaarten van het onderzoeksgebied berekend. De TSL en isohypsen worden voor het eerste watervoerende pakket weergegeven omdat deze de grondwaterstandsveranderingen laten zien.

De TSL en de isohypsenkaart worden vergeleken met de referentiesituatie, zodat grondwaterstandsverhogings- en verlagingspatronen zijn waar te nemen.

De selectie van de peilbuizen vindt plaats op basis van:

- onderlinge verschillen in plaatsafhankelijkheid; ze vertonen een oostwest- en noordzuid-ligging;
- onderlinge verschillen qua geohydrologische situering. Gekeken wordt naar peilbuizen binnen en buiten het doelgebied;
- representativiteit voor het doelgebied.

De peilbuizen zijn op figuur 24 in kaart gebracht. Ze worden hieronder genoemd. De nummers zijn volgens TNO.

- 28 F 32: binnen de slenk en buiten het doelgebied;
- 28 F 12: binnen de slenk, in het oostelijk gedeelte van het doelgebied en bij het westelijk breukengebied;
- 28 F 73: buiten de slenk en in het zuidwestelijk gedeelte van het doelgebied;
- 28 E 24: buiten de slenk en in het noordwestelijk gedeelte van het doelgebied.

7. BEREKENINGSRESULTATEN

Hoofdstuk 7 is een rapportage van de resultaten van de berekeningen uit fase I, II en III. De grafische weergave van tijdstijghoogtelijnen en isohypsen speelt daarbij een belangrijke rol. Er wordt tekst en uitleg gegeven met daaraan gekoppeld de interpretatie en conclusies van de uitvoergegevens. Het grafische gedeelte is vanwege de omvang in een bijlage opgenomen. Achtereenvolgens komen de reaktietijd- (7.1), de continue- (7.2) en de extra-winningsberekeningen (7.3) aan de orde. In de figuren zijn de infiltratieresultaten ten opzichte van de referentiesituatie weergegeven, dat wil zeggen, voor de vier peilbuizen zijn de stijghoogten van de referentie afgetrokken van de stijghoogten van de infiltraties. Voor het verlagingspatroon zijn voor het gehele gebied de isolijnen van de grondwaterstandsverlaging getekend. Twee bijlagen vormen hier een uitzondering op: bijlage 1 geeft de tijdstijghoogtelijnen van de 4 peilbuizen in de referentiesituatie weer en bijlage 28 geeft de isohypsenkaart van het referentiekwartaal (1989/3) weer. Bij de isohypsenkaart en de verlagingspatronen hoort een overlay, waarop een topografisch overzicht staat afgebeeld.

7.1 RESULTATEN FASE I

De subparagrafen 7.1.1 t/m 7.1.3 behandelen achtereenvolgens de reaktietijd, het staartverloop en de grondwaterstandsverhoging.

7.1.1 Reaktietijd

Infiltratie in het diepe- en freatische pakket

Infiltratie in het diepe pakket:

De reaktietijd berekend in peilbuizen 28F32 en 28F12 (binnen de slenk), is circa 1 kwartaal; het systeem reageert direct vanwege de zeer geringe bergingscoëfficiënt van 0,003 in het diepe pakket (bijlage 2 en 3).

De reaktietijd berekend in peilbuizen 28F73 en 28E24 (buiten de slenk), is groter, namelijk circa 3 kwartalen (bijlage 4 en 5). Dit komt hoofdzakelijk door het ontwateringsstelsel ten westen van Manderveen. Deze heeft een niet-lineaire functie waardoor de grondwaterstandsverhoging in de winter wordt afgevlakt. In de zomerperiode is de afvoer via het ontwateringsstelsel relatief kleiner zodat de verhogingspiek dan pas valt.

Infiltratie in het freatische pakket:

De reaktietijd varieert binnen de slenk (28F32 en 28F12) van circa 3 kwartalen tot circa 4 jaar (bijlage 7 en 8).

De peilbuizen 28F73 en 28E24 geven een reaktietijd van circa 3 kwartalen (bijlage 9 en 10).

De reaktietijd blijkt voor infiltratie in het freatische pakket groter te zijn dan bij infiltratie in het diepe pakket. Dit komt hoofdzakelijk door verschillen in bergingscapaciteit.

Deze capaciteit is voor het diepe pakket 0,003 en voor het freatische pakket 0,12 tot 0,20. De toename van de berging in het freatische pakket is de voornaamste reden dat er een vertraging in het systeem optreedt.

Lokatie-afhankelijkheid

De grootte van de reaktietijd is bij infiltratie in het tweede watervoerende pakket niet lokatie-afhankelijk. Dit geldt voor alle peilbuizen (bijlage 2 t/m 5).

Indien geïnfiltreerd wordt in het eerste watervoerende pakket (bijlage 7 t/m 10) blijkt de lokatie wel belangrijk te zijn voor de grootte van de reaktietijd. Dit geldt echter niet voor de peilbuizen buiten de slenk (28F73 en 28E24), maar voor de peilbuizen in de slenk (28F32 en 28F12). Laatstgenoemde peilbuizen geven voor lokatie D en A de kleinste reaktietijd, namelijk respectievelijk circa 3 en circa 5 kwartalen. Lokaties C en B geven relatief de grootste reaktietijd, namelijk respectievelijk circa 3 en 4 jaar (bijlage 7 en 8). Het grote verschil is te wijten aan een combinatie van enerzijds de afstand tussen meetpunt en injectiepunt, en anderzijds de ligging van meetpunt en lokatiepunt ten opzichte van de stromingsrichting. Hoe kleiner de afstand, hoe kleiner de reaktietijd. Hoe beter de ligging binnen een gunstig stromingspatroon, hoe kleiner de reaktietijd.

Dat de peilbuizen binnen het doelgebied geen plaatsafhankelijkheid aangeven wat betreft de grootte van de reaktietijd, komt doordat de waterhuishouding in het doelgebied in hoge mate afhankelijk is van de stijghoogte van het diepe watervoerende pakket (zie bijlage 9 en 10). Op het moment dat er op een willekeurige lokatie binnen de slenk water in het freatische pakket wordt geïnfiltreerd, zal er een grotere inzigging naar het diepe pakket plaatsvinden, aangezien ΔH tussen het 1^e en het 2^e pakket groter wordt. Vanwege de zeer kleine bergingscapaciteit van het diepe pakket zal de stijghoogte in dit pakket direct sterk toenemen. Dit veroorzaakt een directe reactie binnen het doelgebied.

Verdubbeling van de infiltratiehoeveelheid

De hoeveelheid infiltratiewater blijkt geen invloed te hebben op de grootte van de reaktietijd (zie bijlage 6 en 11). Dit geldt voor infiltratie in het diepe- en freatische pakket.

7.1.2 Staartverloop

Het staartverloop kan omschreven worden als de manier waarop de grondwaterstandsverandering reageert nadat de maximale verandering door de peilbuizen is waargenomen. Men kan ook spreken van een naijlingseffect.

Alle infiltraties in fase I kennen een naijlingseffect die een negatief exponentieel verloop heeft.

De peilbuizen buiten de slenk (28F73 en 28E24) laten een sinusvormig staartverloop zien (bijlage 4,5,9 en 10). Uit de figuren blijkt namelijk dat er in de zomerperiode een relatief grotere grondwaterstandsverhoging plaats vindt dan in de winterperiode. Dit is te wijten aan het ontwateringsstelsel ten westen van de twee westelijke breukvlakken. In de winter is de grondwaterstand gemiddeld hoger dan in de zomer en hoe hoger de grondwaterstand, hoe groter de afvoer via het ontwateringsstelsel en hoe kleiner de grondwaterstandsverhoging.

7.1.3 Verhoging van de grondwaterstand

Infiltratie in het diepe pakket

De peilbuizen binnen de slenk (28F32 en 28F12) geven een maximale grondwaterstandsverhoging van circa 75 cm (zie bijlage 2 en 3). Er zijn twee verschillen aan te wijzen.

Ten eerste geven de infiltraties in lokaties A t/m D verschillende grondwaterstandsverhogingen aan. Dit is te wijten aan de ligging van de infiltratielokaties binnen het stromingspatroon van het tweede watervoerende pakket (zie figuur 23). Lokatie D ligt binnen een gunstig stromingspatroon ten opzichte van de peilbuizen 28F32 en 28F12 en geeft daardoor de grootste grondwaterstandsverhogingen. Hieruit is ook te verklaren dat infiltratie in lokatie B de geringste verhogingen te weeg brengt en infiltratie in lokatie A en C qua verhogingspatroon er tussen in liggen.

Ten tweede geven peilbuizen 28F12 en 28F32 onderling verschillende grondwaterstandsverhogingen aan. Ondanks de grotere afstand tot de infiltratielokatie geeft peilbuis 28F12 incidenteel zelfs grotere verhogingen dan peilbuis 28F32. Dit is te wijten aan de geringere bergingscapaciteit van het freatische pakket aan de westrand van de slenk: 0,12. Hierdoor kan een grotere grondwaterstandsverhoging optreden dan peilbuis 28F32 aangeeft. Laatstgenoemde peilbuis ligt namelijk centraal in de slenk waar de bergingscapaciteit 0,20 is.

De peilbuizen buiten de slenk (28F73 en 28E24) geven een maximale grondwaterstandsverhoging van circa 11 cm. (zie bijlage 4 en 5). Peilbuis 28F73 geeft de minste spreiding binnen het verhogingspatroon van de vier infiltratielokaties (bijlage 4). Dit heeft twee redenen. Ten eerste de afvlakking die het ontwateringsstelsel buiten de slenk uitoefent op het verhogingspatroon. Een groot deel van het aangevoerde infiltratiewater wordt daardoor direct uit het gebied verwijderd door de aanwezige ontwateringsmiddelen. Dit verklaart ook de geringere verhogingswaarden ten opzichte van de waarden die de peilbuizen binnen de slenk aangeven.

Ten tweede de gunstige ligging van peilbuis en infiltratielokaties qua stromingspatroon.

Voorgaande maakt ook duidelijk waarom er wél een spreiding binnen het verhogingspatroon van de vier infiltratielokaties in peilbuis 28E24 is waar te nemen (bijlage 5). Dit is namelijk hoofdzakelijk te wijten aan de ongunstige ligging van

infiltratie- en meetpunt binnen het stromingspatroon. Ook bij deze peilbuis geldt dat er een sterk afvlakkend effect door het ontwateringsstelsel optreedt, zodat de grondwaterstandsverhogingen relatief gering zijn.

Infiltratie in het ondiepe pakket

Peilbuis 28F32 geeft een maximale grondwaterstandsverhoging van circa 110 cm bij infiltratie in lokatie D. Voor lokaties A, C en B is deze verhoging respectievelijk circa 80, 30 en 20 cm. (zie bijlage 7).

Peilbuis 28F12 geeft ook een maximale grondwaterstandsverhoging bij infiltratie in lokatie D, namelijk circa 50 cm. Voor lokaties A, B en C geldt een maximale verhoging van respectievelijk circa 20, 11 en 8 cm. (bijlage 8).

Voorgaande wijst twee belangrijke verschillen aan.

Ten eerste geeft peilbuis 28F32 voor alle infiltratielokaties grotere grondwaterstandsverhogingen aan dan peilbuis 28F12.

Ten tweede is de verhoging in beide peilbuizen sterk infiltratielokatie-afhankelijk. Dit komt hoofdzakelijk door de kleinere afstand tussen infiltratielokaties en peilbuis 28F32.

Wordt de afstand tussen infiltratie- en meetpunt groter (een grotere oostelijke ligging in de slenk), dan wordt een groter oppervlak van de slenk voor berging benut, waardoor de grondwaterstandsverhoging geringer wordt.

De verhogingspatronen die peilbuizen 28F73 en 28E24 aangeven, maken duidelijk dat er een infiltratielokatie-afhankelijkheid is (bijlage 9 en 10). Infiltratielokatie D en A geven de grootste grondwaterstandsverhogingen, terwijl infiltratie in lokaties B en C zeer geringe verhogingen te weeg brengen. Dit heeft twee oorzaken. Ten eerste een verschil in afstand tussen meet- en infiltratiepunt, en ten tweede een verschil in ligging ten opzichte van een gunstig stromingspatroon.

De maximale grondwaterstandsverhogingen die peilbuis 28E24 aangeeft zijn kleiner dan die van peilbuis 28F73, namelijk respectievelijk circa 5 en circa 12 cm. Dit komt hoofdzakelijk door de ongunstige situering van peilbuis 28E24 ten opzichte van de infiltratielokaties qua afstand en stromingspatroon.

Verdubbeling van de infiltratiehoeveelheid

Peilbuis 28F73 (buiten de slenk) geeft aan dat een verdubbeling van de infiltratiehoeveelheid een verdubbeling van de grondwaterstandsverhoging te weeg brengt (zie bijlage 6 en 11).

7.2 RESULTATEN FASE II

Bijstellen van parameters

In fase II worden de waarden van een tweetal parameters bijgesteld. Dit gebeurt op grond van de resultaten van fase I. Het gaat om:

1. Het watervoerende pakket van infiltratie.
2. De infiltratielokatie.

- ad 1. Er wordt in het diepe watervoerende pakket geïnfilteerd. Dit omdat de reaktietijd bij infiltratie in het diepe pakket onafhankelijk is van de infiltratielokatie. Daarbij is de reaktietijdgrootte circa 2 kwartalen, waardoor de positieve effecten zich in het zomerseizoen manifesteren. Tevens is het verhogingspatroon in het doelgebied niet afhankelijk van het pakket van infiltratie.
- ad 2. Er wordt in lokaties A, C en D geïnfilteerd. Lokatie B gaf de slechtste perspectieven wat betreft het verhogingspatroon. Om de lokatie-afhankelijkheid bij een continue infiltratie te bepalen, is ervoor gekozen om de drie overige lokaties ook in fase II mee te nemen.

Resultatenbespreking

Een verdubbeling van de infiltratiehoeveelheid van 2 naar 4 miljoen m³ per jaar geeft:

- effecten in de slenk: de stijghoogteverandering van peilbuis 28F32 is tussen een infiltratie met 2 miljoen m³ per jaar en een infiltratie met 4 miljoen m³ per jaar, lineair (bijlage 12 en 16). De oorzaak hiervan is het bergingsvermogen van het freatische pakket. Twee maal zoveel infiltratie geeft een dubbele grondwaterstandsverhoging;
- effecten in het gedeelte bij de westelijke breukranden: er treedt lineariteit qua verhogingspatroon op (peilbuis 28F12, bijlage 13 en 17). De stijghoogteverandering en de maximale verhoging is hier echter kleiner dan in de slenk. De oorzaak hiervan is dat het geïnfilteerde water in het diepe pakket terhoogte van de slenkrand voor een groot deel wordt afgevoerd naar het gebied buiten de slenk;
- effecten in het gebied buiten de slenk (28F73 en 28E24): De stijghoogteverandering is hier tussen een infiltratie van twee of vier miljoen m³ per jaar, niet-lineair (bijlage 14, 15, 18 en 19). De oorzaak hiervan is het ontwateringsstelsel buiten de slenk. Dit niet-lineaire stelsel geeft bij een meer af te voeren hoeveelheid grondwater een grotere afvoer.

Infiltreren in verschillende lokaties geeft:

- voor infiltratielokatie D over het algemeen de beste resultaten. De maximale grondwaterstandsverhoging is in peilbuizen 28F32, 28F12 en 28E73 groter dan bij infiltra-

- tie in lokaties A en C;
- voor infiltratielokatie C over het algemeen een beter resultaat dan lokatie A wat betreft de grondwaterstandsverhoging in 28F32 en 28F12. Het geeft echter de slechtste resultaten binnen het doelgebied (28F73 en 28E24);
- voor infiltratielokatie A het beste resultaat wat betreft de maximale grondwaterstandsverhoging in peilbuis 28E24.

7.3 RESULTATEN FASE III

Bijstellen van parameters

In fase III is ervoor gekozen om in lokatie A te infiltreren. Dit in verband met de beste perspectieven die A biedt wat betreft de grondwaterstandsverandering in peilbuis 28E24. Uit de resultaten van fase II is gebleken dat infiltratie een relatief geringe grondwaterstandsverhoging in deze peilbuis te weeg brengt. Aangezien 28E24 in het doelgebied ligt zal de grondwaterstandsverandering in deze peilbuis in fase III een belangrijk criterium zijn. Er is met 2 en 8 miljoen m³ per jaar geïnfiltreerd. De extra winning varieert tussen de 1 en 8 miljoen m³.

Infiltratie 2 miljoen m³ per jaar (bijlage 20/22/24/26):

- een extra winning van 1 miljoen m³ per jaar heeft geen nadelige gevolgen voor de grondwaterstand in alle vier peilbuizen. Het verlagingspatroon (bijlage 29), geeft aan dat in het gehele doelgebied een grondwaterstandsverhoging optreedt. Dit geldt ook voor het gehele onderzoeksgebied;
- een extra winning van 2 miljoen m³ per jaar is aanvaardbaar voor peilbuizen 28F32, 28F12 en 28F73. Peilbuis 28E24 geeft in de zomerperiode een grondwaterstands daling van enkele centimeters. Het verlagingspatroon (bijlage 30) geeft een maximale grondwaterstandsverlaging van 20 cm. ten westen van pompstation Manderveen;
- een extra winning van 3 miljoen m³ per jaar is voor peilbuizen 28F32 en 28F12 aanvaardbaar. Peilbuis 28F73 geeft in de zomerperiode een verslechtering, terwijl peilbuis 28E24 een algehele daling van de grondwaterstand weer geeft.

Infiltratie 8 miljoen m³ per jaar (bijlage 21/23/25/27):

- een extra winning van 4 miljoen m³ per jaar geeft een algehele verhoging van de grondwaterstand in zomer en winter. In peilbuis 28E24 is deze verhoging in de zomerperiode echter minimaal. Het verlagingsspatroon geeft aan dat in een relatief klein gebied ten westen van pompstation Manderveen een grondwaterstandsverlaging optreedt van minder dan 10 cm. (bijlage 31);
- een extra winning van 6 miljoen m³ geeft voor peilbuizen 28F32, 28F12 en 28F73 een grondwaterstandsverhoging in zomer en winter. De grondwaterstandsverlaging in peilbuis 28E24 is onaanvaardbaar;
- een extra winning van 8 miljoen m³ per jaar geeft een verbetering voor peilbuizen 28F32 en 28F12. Peilbuis 28F73 geeft in de zomerperiode een verslechtering, terwijl peilbuis 28E24 een algehele daling van de grondwaterstand weergeeft.

8. CONCLUSIES VAN DE RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de conclusies van de berekeningsresultaten van fase I, II en III puntgewijs uiteengezet. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de fasen onderling.

Watervoerend pakket van infiltratie

- De reaktietijd is niet afhankelijk van de infiltratielokatie bij infiltratie in het diepe pakket.
- De reaktietijd is wel afhankelijk van de lokatie bij infiltratie in het ondiepe pakket.
- Infiltratie in het diepe pakket verdient de voorkeur boven infiltratie in het ondiepe pakket. Dit omdat de reaktietijd een dusdanige grootte heeft dat de maximale verhoging na circa 3 kwartalen vanaf het tijdstip van infiltratie plaats vindt. Deze reaktietijd is dus gunstig voor het zomerseizoen.

Infiltratielokatie

- De grondwaterstandsverhoging is afhankelijk van de plaats van infiltratie. Dit komt vanwege de invloed van het stromingspatroon.
- Infiltratie in lokatie D (zie fig. 24) geeft over het algemeen de beste resultaten. De infiltratie heeft echter een te zuidelijk geïoriënteerd beïnvloedingsgebied, waardoor het noorden van het doelgebied amper bereikt wordt.
- Infiltratie in lokatie A (zie fig. 24) geeft minder goede resultaten maar heeft als positief punt dat het beïnvloedingsgebied het noorden van het doelgebied wel kan bereiken.
- Infiltratie in lokaties B en C (zie fig. 24) geven minder goede resultaten doordat ze te ver oostelijk en te ver zuidelijk in de slenk liggen.
- Infiltreren in het gebied ten zuidwesten van pompstation Manderheide (lokatie A) levert, gezien het beïnvloedingsgebied van de infiltratie, de beste resultaten op. Hierdoor wordt het hele doelgebied bereikt.

Effecten van de infiltraties en de extra winning

- De invloed van de extra waterwinningen op de grondwaterstandsverlaging is het grootst in het noorden van het doelgebied, ten westen van pompstation Manderveen (peilbuis 28E24). In dit gebied is de invloed van de infiltratie (een grondwaterstandsverhoging) het kleinst.
- Hoe zuidelijker in het doelgebied, hoe kleiner de invloed van de extra waterwinning op de grondwaterstandsverlaging (peilbuis 28F73).
- Hoe zuidoostelijker in de slenk, hoe groter de invloed van de infiltraties en hoe kleiner de invloed van de extra waterwinning (peilbuizen 28F32 en 28F12).

Extra winning

- Uitgaande van een infiltratie van 2 miljoen m³ per jaar kan er een extra winning tussen de 1 en 2 miljoen m³ per jaar plaatsvinden.
- Uitgaande van een infiltratie van 8 miljoen m³ per jaar kan er een extra winning van maximaal 4 miljoen m³ per jaar plaatsvinden.

9. HET BESLUIT KUNSTMATIGE INFILTRATIE DRINKWATERVOOR-
ZIENING

In dit hoofdstuk zal de problematiek rond het besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening, oftewel de K.I.D. worden beschreven. Dit zal zoveel mogelijk in chronologische volgorde gebeuren zodat goed te zien is welke punten belangrijk zijn en welke punten tot discussies hebben geleid. Toch is nog niet met duidelijkheid te zeggen hoe de situatie in de toekomst zal zijn omdat de K.I.D. nog sterk in beweging is.

9.1 HET ONTSTAAN VAN DE K.I.D.

In deze paragraaf zal een samenvatting worden gegeven van het ontstaan van het ontwerp besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening.

In december 1979 is door de raad van de Europese Gemeenschappen een grondwaterrichtlijn opgesteld. Bekend onder de naam EG-grondwaterrichtlijn. Deze richtlijn heeft tot doel "het voorkomen van verontreiniging van het grondwater door stoffen die behoren tot de families en groepen van stoffen die worden vermeld in lijst I of II (zie bijlage 32), en het zoveel mogelijk beperken of beëindigen van de gevolgen van de bestaande verontreiniging". Voor infiltratie van water wordt aangegeven dat hiervoor een speciale vergunning moet worden verleend. Een dergelijke vergunning wordt pas verleend indien er geen gevaar is voor verontreiniging van het grondwater. Dat de vergunning "moet" worden verleend geeft aan dat de lidstaten niet zelf mogen bepalen wanneer een vergunning wordt geweigerd. Het enige criterium waarop een vergunning mag worden geweigerd is dat er geen gevaar mag bestaan voor verontreiniging van het grondwater. Hier volgt direct uit dat het grondwater en met name de kwaliteit ervan onder controle moet staan. Een voorafgaand onderzoek naar de kwaliteit van bodem en grondwater en de te verwachten kwaliteit van bodem en grondwater wordt bij infiltratie van water niet expliciet door de richtlijn aangegeven [19].

Sinds september 1984 is de Grondwaterwet volledig van kracht. Hierin waren een aantal regels voor kunstmatige infiltratie vastgelegd. Deze hadden tot gevolg dat kunstmatige infiltraties op dit moment slechts mogen plaatsvinden indien op grond van de grondwaterwet door Gedeputeerde Staten een vergunning is verleend. Aan deze vergunning kunnen een aantal voorschriften worden verbonden ter bescherming van de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen zoals die van boeren, natuurorganisaties en waterleidingbedrijven. Deze voorschriften kunnen op zowel kwantiteits- als kwaliteitsaspecten betrekking hebben [10].

De bovenstaande regeling diende echter gewijzigd te worden na het arrest van het Europese Hof van Justitie van september 1987, dat Nederland veroordeelde vanwege het slechts gedeeltelijk uitvoeren van de EG-Grondwaterrichtlijn. Deze tekortkoming was het feit dat aan de vergunning voorschriften kunnen

worden verbonden ter bescherming van de bij het grondwaterbeheer betrokken belangen. Dit geeft, volgens het Hof, aan de vergunning verlenende instantie (de Provincie) te veel vrijheid, zij kunnen namelijk zelf bepalen wat deze voorschriften inhouden. Door middel van het besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening en een hiermee samenhangende wijziging in de Grondwaterwet wil men deze tekortkoming rechtzetten [17].

9.2 INHOUD VAN HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.

In deze paragraaf wordt de essentie van de K.I.D. verwoord door middel van een uittreksel van de K.I.D. zelf.

In het kader van de K.I.D. dienen bij een vergunningaanvraag tot infiltratie bij de Provincie de bijbehorende stukken naar de Minister van VROM gestuurd te worden. De betreffende stukken zijn:

- de aanvraag om een vergunning;
- de resultaten van een onderzoek naar de hoedanigheden van de bodem en van de te verwachten gevolgen voor de hoedanigheden van de bodem ter plaatse van de voorgenomen kunstmatige infiltratie;
- de voorgenomen voorzieningen ter voorkoming van verontreiniging of aantasting van de bodem;
- indien het een verandering betreft van de gewijzigde werkwijze, het voorgenomen tijdstip van deze wijziging;
- de kadastrale aanduiding en een plattegrondtekening van het terrein waar kunstmatig is of zal geïnfiltreerd;
- een beschrijving van de wijze waarop de kunstmatige infiltratie plaatsvindt of zal plaatsvinden;
- de voorgenomen tijdsduur van de kunstmatige infiltratie.

De Minister van VROM kan aan de hand van de verleende stukken een verklaring van geen bezwaar afgeven indien het belang van de bodem zich niet tegen een infiltratie verzet en er in ieder geval geen gevaar bestaat voor verontreiniging van het grondwater. Aan deze verklaring zullen in ieder geval voorschriften worden verbonden op het gebied van de controle frequentie en de samenstelling van het te infiltreren water. Advies hierover kan worden verleend door B & W, G.S. en de Technische commissie Bodembescherming.

Met dit besluit op basis van de Wet Bodembescherming worden de bodemkwaliteitsaspecten van kunstmatige infiltraties ten behoeve van de drinkwatervoorziening geregeld. Het uitgangspunt bij dit besluit is dat ook op de lange termijn de winning van drinkwater uit de bodem waarin kunstmatig water wordt geïnfiltreerd, mogelijk blijft. De doelstelling van dit besluit is dan ook de eventueel optredende nadelige effecten voor de bodemkwaliteit te ondervangen. Gedeputeerde Staten zijn belast met de handhaving van de vergunning.

Om te bepalen of de bescherming van de bodem zich niet verzet tegen de kunstmatige infiltratie en er geen gevaar bestaat voor verontreiniging van het grondwater, moet door de aanvra-

ger een onderzoek worden uitgevoerd naar de actuele bodemkwaliteit en de verwachte gevolgen voor de kwaliteit van de bodem ten gevolge van de kunstmatige infiltratie. Omtrent de kwaliteit van het te infiltreren oppervlaktewater kan het volgende worden opgemerkt. Oppervlaktewater waarvan de samenstelling voldoet aan de referentiewaarden zoals gespecificeerd voor grondwater voor anorganische stoffen (A-waarde uit de bodemsanering) zal in principe geen aanleiding geven tot verontreiniging van de bodem en zal derhalve bij het verzoek om een verklaring van geen bezwaar geen vraagpunt opleveren. Indien het oppervlaktewater betreft met concentraties boven deze referentiewaarden zal moeten worden gezien hoe door aan de verklaring van geen bezwaar te verbinden voorschriften waarborgen kunnen worden gecreëerd ter voorkoming en zonodig uiteindelijke verwijdering van bezwaarlijke concentraties. Ook bij het optreden van afwijkende waarden t.o.v. de referentiewaarden voor de bodemkwaliteit kunnen via voorschriften waarborgen worden gecreëerd [17].

9.3 UITLEG VAN HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.

Deze paragraaf geeft aan waarom voor bepaalde constructies is gekozen en wat een aantal in de K.I.D. vermelde termen inhouden.

Het probleem waar de regering voor stond bij het voldoen aan de EG-grondwaterrichtlijn is het feit dat men te maken had met twee verschillende ministeries, namelijk die van V&W en die van VROM. Dit zou tot gevolg hebben dat de aanvrager twee vergunning zou moeten aanvragen die zelfs met elkaar in tegenspraak kunnen zijn. Daarom werd de constructie met de verklaring van geen bezwaar in het leven geroepen. Deze geeft bij de aanvraag tot een vergunning voor infiltratie in het kader van de Grondwaterwet, de verplichting dat tevens een verklaring van geen bezwaar van de minister van VROM moet worden aangevraagd. De minister toetst de infiltratie op het feit of het belang van de bodem zich niet tegen een infiltratie verzet en er in ieder geval geen gevaar bestaat voor verontreiniging van het grondwater. Een andere reden om de constructie van een verklaring van geen bezwaar in het besluit op te nemen is omdat deze verzekert dat het infiltreren van water op landelijk uniforme wijze wordt getoetst [25]. Op deze manier wordt de vrijheid van de vergunningverlenende instantie beperkt, waardoor aan de belangrijkste eis van het Europese Hof van Justitie wordt voldaan.

In de tekst van de K.I.D. wordt als definitie van kunstmatige infiltratie aangegeven "Infiltratie van oppervlaktewater t.b.v. de drinkwatervoorziening". Dit betekent dat infiltratie van water (oppervlakte- of grondwater) primair voor het compenseren van een grondwaterstandsaling, door grondwaterwinning, t.b.v. landbouw en natuur, volgens het ontwerp besluit K.I.D. niet onder de K.I.D. valt (ditzelfde geldt voor oeverinfiltratie en retourbemaling) [11].

De in de tekst gebruikte referentiewaarden zoals gespecifi-

ceerd voor grondwater, zijn de A-waarden uit de bodemsanering. (mondelinge informatie verkregen bij de VEWIN) Dit zijn waarden waarbij geen of nauwelijks sprake is van verontreiniging. Over het algemeen kan gezegd worden dat het te infiltreren water ongeveer drinkwater moet zijn (Mondelinge mededeling, KIWA N.V. en het ministerie van VROM).

In de tekst wordt de term oppervlaktewater gebruikt, de definitie hiervoor is in de juridische wereld uitsluitend bekend uit jurisprudentie van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Men kan er daarom van uitgaan dat ook bij het besluit K.I.D. deze definitie gebruikt wordt. De definitie is: Een, anders dan incidenteel aanwezige aan het aardoppervlak en aan de open-lucht grenzende watermassa (met inbegrip van een bedding waarin zodanige watermassa al dan niet voorkomt), tenzij daarin als gevolg van rechtmatig gebruik ten behoeve van een specifiek doel geen normaal samenhangend geheel van levende organismen en niet-levende omgeving (ecosysteem) aanwezig is, dan wel het een ter berging van afval gegraven bekken betreft waarin slechts in een overgangsfase water aanwezig is en zich nog geen normaal ecosysteem heeft ontwikkeld [10].

9.4 COMMENTAAR OP HET ONTWERP BESLUIT K.I.D.

Naar aanleiding van het uitbrengen van de K.I.D. en de bijbehorende wijziging van de Grondwaterwet is door een aantal instanties en personen commentaar gegeven op deze K.I.D.. De belangrijkste punten hieruit zijn in deze paragraaf vermeld.

In het ontwerp besluit K.I.D. wordt alleen kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater t.b.v. de drinkwatervoorziening genoemd. In de EG-grondwaterrichtlijn wordt echter geen onderscheid gemaakt in het doel van een infiltratie het spreekt daarom voor zich dat dit in de K.I.D. ook niet mag gebeuren.

De in de K.I.D. genoemde normen zijn onvoldoende duidelijk. In het bijzonder voor stoffen waarvoor geen referentiewaarden zijn beschreven. Tevens is onduidelijk wat de strekking zal zijn van de eventueel aan de vergunning verbonden voorschriften [11].

Aan de constructie met de verklaring van geen bezwaar kleven een aantal nadelen, namelijk: verzwaring en vertraging van de procedure, afwijking van het systeem van een integrale beoordeling van de vergunning en juridisch complex. Tevens geeft deze constructie te veel vrijheid aan de minister [11/25].

Er is sprake van kunstmatige infiltratie indien het infiltratie water met behulp van werken aan het oppervlaktewater is onttrokken en getransporteerd naar de plaats van infiltratie. Door deze definitie valt bijvoorbeeld oeverinfiltratie buiten de werkingssfeer van het besluit K.I.D. [17].

Bij de K.I.D. wordt zowel gelet op de grondwater- als op de bodemkwaliteit. Dit wordt door de meeste advies commissies en

door de leden van de tweede kamer als positief beschouwd. De EG-grondwaterrichtlijn lijkt hier echter geen ruimte voor te geven, ondanks dat er in de tweede kamer sprake was van interpretatie verschillen van een aantal artikelen. In de EG-grondwaterrichtlijn is alleen sprake van bescherming van het grondwater, er wordt zelfs gesproken over de reinigende werking van de bodem. Dit zou tot gevolg hebben dat er alsnog een tweede vergunning nodig zou zijn wat betreft de bescherming van de bodem excl. grondwater [26].

Het besluit K.I.D. is samen met de wijziging in de Grondwaterwet ook aan de Europese Commissie voorgelegd. Deze vindt manco's op een drietal punten. De eerste is het feit dat infiltraties die geen of gering gevaar voor het milieu opleveren niet getoetst zouden hoeven te worden. Ten tweede zou de controle beter geregeld moeten worden en tenslotte werd ook de al eerder vermelde, te grote, vrijheid van de Minister van VROM genoemd [25].

9.5 WIJZIGINGEN IN DE K.I.D. EN DE GRONDWATERWET

Gedurende de eerste maanden van 1991 is het ontwerp besluit K.I.D. door de Tweede Kamer verworpen. Er zullen ten gevolge hiervan een aantal wijzigingen plaatsvinden. Tot zover deze wijzigingen bekend of waarschijnlijk zijn worden ze hieronder besproken.

Het onderscheid dat in het ontwerp besluit K.I.D. werd gemaakt in het doel van een infiltratie is verdwenen. Dit heeft tot gevolg dat de eis van verklaring van geen bezwaar en de overige in het wetsvoorstel opgenomen voorschriften gaat gelden voor het infiltreren van water zonder meer. Hierdoor wordt ook de gebruikte definitie voor infiltratie veranderd in: "het in de bodem brengen van water ter aanvulling van het grondwater met het oog op het onttrekken van grondwater". Dit betekent dat alleen retourbemaling in het kader van grondwateronttrekking ten behoeve van het droogmalen en -houden van bouwputten en oeverinfiltratie, niet onder de K.I.D. vallen [25].

De vereiste van de Verklaring van geen bezwaar die door de minister van VROM verleent zou moeten worden is geheel verdwenen. De reden hiervoor was dat de Verklaring van geen bezwaar is ingevoerd in het kader van de Wet bodembescherming die door de provincie wordt uitgevoerd. Desondanks wordt de verklaring van geen bezwaar toch verleend door de minister. Dit zou nog niet door de provincie kunnen gebeuren omdat er nog geen uniform toetsingskader (normen) bestaat. Je kunt je hierbij afvragen waaraan de minister dan toetst. Het geheel wordt nog vreemder wanneer men bedenkt dat er slechts een beperkt aantal infiltraties plaatsvinden in een beperkt aantal provincies. Het ligt daarom voor de hand dat de provincies zelf de toetsing uitvoeren, mogelijk in onderling overleg of er moet een uniform landelijk toetsingskader komen dat wordt vastgelegd d.m.v. AMvB's in de Wet bodembescherming zodat de provincies hier aan kunnen toetsen. Een ander feit is dat de minister in de constructie met de verklaring van geen bezwaar te veel

vrijheid krijgt. Dit terwijl Nederland door het Europese Hof van Justitie juist was veroordeeld voor de te grote vrijheid die de Provincie had [25/26].

Een andere belangrijke wijziging is dat in het nieuwe ontwerp-besluit niet gelet dient te worden op de bodemkwaliteit doch uitsluitend op de grondwaterkwaliteit. De verklaring hiervoor is het feit dat in de EG-Grondwaterrichtlijn ook uitsluitend wordt gesproken van verontreiniging van grondwater. Toch is over dit onderwerp veel discussie geweest omdat nu een extra vergunning nodig is wat betreft de bodemkwaliteit. Dat druist in tegen het principe om één algehele milieuvergunning te ontwikkelen. Er wordt in de tweede kamer dan ook toegegeven dat het op zich handiger zou zijn om de bodemkwaliteit tegelijkertijd met de grondwaterkwaliteit te regelen in één vergunning. Maar de EG-grondwaterrichtlijn geeft hier geen ruimte voor, door het gegeven dat een lidstaat de vergunning niet naar eigen inzicht mag weigeren [25/26].

De kwaliteitsnormen, waar het ontwerp besluit K.I.D. bijzonder onduidelijk in was, zullen nu waarschijnlijk, in onderling overleg, worden vastgesteld door de Provincie. Doordat dit in onderling overleg gebeurd kan er toch een uniforme toetsing plaatsvinden terwijl toch de gehele procedure plaatsvindt bij de Provincie. Het is echter de bedoeling dat het Rijk alsnog met een landelijk toetsingskader komt die wordt vastgelegd in een algemene maatregel van bestuur op grond van de Wet bodembescherming. Op deze manier wordt de constructie met de verklaring van geen bezwaar geheel omzeild [26]. Wat de betreffende normen precies zullen zijn is nog niet bekend, maar de EG-grondwaterrichtlijn, zoals vermeld in paragraaf 5.1, doet vermoeden dat deze vrij streng zullen zijn.

Tenslotte dient de controle door middel van de voorschriften verbonden aan de vergunning duidelijk te worden vastgelegd. Wat dat betreft leek het commentaar van de Europese commissie overdreven omdat de K.I.D. hier al voldoende in voorzag.

Wanneer de nieuwe regeling van kracht wordt is niet bekend want dit is afhankelijk van allerlei inspraken, adviezen e.d. die binnen de procedure voor het opstellen van de betreffende regeling, plaats vinden. Men kan echter wel zeggen dat het eerder een kwestie van jaren zal zijn dan een kwestie van maanden. Dit ondanks de kennelijke spoed die betracht dient te worden met de invoering van de EG-grondwaterrichtlijn. Hierbij moet er aan gedacht worden dat het al 11 jaar geleden is dat de EG-grondwaterrichtlijn uitkwam en dat al ruim 3 jaar geleden Nederland m.b.t. deze richtlijn werd veroordeeld. Er bestaat nu het risico dat Nederland nog een maal veroordeeld wordt voor dezelfde nalatigheid.

9.6 PROCEDURE BIJ HET AANVRAGEN VAN EEN VERGUNNING

Deze gaat waarschijnlijk grotendeels gelijk met de vergunningsprocedure volgens de Grondwaterwet, omdat de vergunning ook wordt verleend in het kader van de Grondwaterwet. Gedeputeerde Staten (G.S.) verzenden de bij haar ingediende aanvraag aan de betrokken gemeenten, waterleidingbedrijven en de provinciale grondwatercommissie. B & W leggen de stukken ter inzage. Een ieder kan vervolgens gedurende een maand bezwaren indienen. Tevens wordt in één der gemeenten een hoorzitting gehouden. B & W zenden de stukken, de ingekomen bezwaarschriften en de mening van het college over een en ander aan G.S. terug. Vervolgens beschikken G.S..

Tijdens de vergunningsprocedure zullen G.S. de technische commissie grondwaterbeheer en de Provinciale grondwatercommissie om advies moeten vragen, tenzij deze hoorplicht in door de provincie op te stellen verordeningen voor bepaalde onttrekkingen of infiltraties van de boven vermelde registratie en vergunningsplicht worden uitgezonderd. De provincies kunnen op dit punt dus een eigen beleid voeren zij het onder goedkeuring van de Kroon. Om de uniformiteit van deze verordeningen te bevorderen is door de provincies een modelverordening opgesteld [10].

Parallel hieraan zal de toetsing aan de Wet bodembescherming plaatsvinden. Tevens zal er een toetsing dienen plaats te vinden die let op de bodemverontreiniging deze zal echter los staan van het voorafgaande en zal ook een andere vergunning opleveren.

9.7 CONCLUSIE

Bij het opstellen van deze conclusie gaan wij uit van de huidige stand van zaken en op ontwikkelingen die redelijkerwijs verwacht mogen worden aan de hand van de geschiedenis van het besluit K.I.D. en de daarmee samenhangende wijziging in de Grondwaterwet. Het is daarom belangrijk dat men beseft dat er mogelijk nog een aantal andere ontwikkelingen kunnen plaatsvinden die aan de hand van de beschikbare gegevens niet te voorzien zijn.

Voor de Waterleiding Maatschappij Overijssel zijn een aantal alternatieven voor infiltratie mogelijk, namelijk:

- infiltratie van gebiedseigen grondwater;
- infiltratie van gebiedsvreemd grondwater (onwaarschijnlijk);
- infiltratie van gebiedseigen oppervlaktewater;
- infiltratie van gebiedsvreemd oppervlaktewater.

Tevens kunnen deze alternatieven voor verschillende doelen worden toegepast namelijk: primair voor de drinkwatervoorziening of primair ter compensatie van nadelige effecten van grondwaterstanddaling als gevolg van de drinkwaterwinning.

Aan de hand van het ontwerp Besluit K.I.D. zouden alleen de infiltraties van oppervlaktewater primair t.b.v. de drinkwatervoorziening onder de K.I.D. vallen. Naar aanleiding van het advies van de centrale raad voor de milieuhygiëne werd echter de definitie van infiltratie overgenomen uit de Grondwaterwet zoals vermeld in paragraaf 9.5. Ten gevolge hiervan kwam elk vermeld alternatief onder de K.I.D. te vallen onafhankelijk van het doel van deze infiltratie. Dit betekent dus dat het WMO bij elke infiltratie met de K.I.D. te maken zal hebben.

Wanneer een infiltratie onder de K.I.D. valt dan dient er een vergaande zuivering plaats te vinden die leidt tot water van bijna drinkwaterkwaliteit.

De normen uit het ontwerp besluit K.I.D., voor zover die bekend waren bleken niet haalbaar voor de waterleidingmaatschappijen, in het bijzonder die waterleidingmaatschappijen die te maken hebben met infiltratie in de duinen. Deze hebben hier dan ook tegen geprotesteerd. Het wordt nog vreemder als men bedenkt dat naast de K.I.D. de overheid diepinfiltratie stimuleert.

Welke voorschriften aan de vergunning kunnen zijn verbonden is nog niet duidelijk, maar waarschijnlijk zullen deze voorschriften gelijk zijn aan die van het ontwerp besluit K.I.D. of anders terug te vinden zijn in de EG-grondwatterrichtlijn. Zo zouden er aan de verklaring van geen bezwaar in ieder geval voorschriften worden verbonden die betrekking hebben op het uit te voeren onderzoek naar de kwaliteit van de bodem en met betrekking tot de samenstelling van het water dat kunstmatig wordt geïnfiltreerd. Nu de verklaring van geen bezwaar is komen te vervallen zal dit worden overgenomen door de Provincie. Tevens dienen er volgens de EG-Grondwatterrichtlijn voorschriften te zijn die betrekking hebben op de controle van in het bijzonder de kwaliteit van het grondwater. Ook dit zal door middel van voorschriften aan de vergunning worden verbonden.

Noot van de auteurs

In werkelijkheid heeft het besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening een aantal naamveranderingen ondergaan. Dit was in eerste instantie een verandering in Besluit Kunstmatige Infiltratie Bodembescherming omdat naast de grondwaterkwaliteit ook de bodemkwaliteit betrokken was in het besluit. Later werd de naam veranderd in het Infiltratie Besluit. Om verwarring te voorkomen hebben wij in dit verslag consequent de naam besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening aangehouden.

10. EINDCONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN EVALUATIE

Dit hoofdstuk behandelt de eindconclusies en aanbevelingen voor mogelijkheden van diepinfiltratie (§ 10.1 en § 10.2). Tijdens het onderzoek is gebleken dat een aantal zaken door omstandigheden niet kon worden gedaan of niet goed uit de verf kwam. Deze hiaten en tekortkomingen worden in § 10.3 geëvalueerd.

10.1 EINDCONCLUSIES

Uit de berekeningsresultaten van het diepinfiltratieonderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De beste infiltratielokatie ligt ten zuidwesten van pompstation Manderheide en ten zuidoosten van pompstation Manderveen. Uitgedrukt in coördinaten van de Rijks Driehoeks Meting is dit het gebied tussen (X,Y): (251.000 , 496.000) en (253.000 , 497.000).
- Door middel van diepinfiltratie is het mogelijk om meer dan 6 miljoen m³ per jaar op winplaatsen Manderveen en Manderheide te onttrekken. De maximale extra winningshoeveelheid is 4 miljoen m³ per jaar, gewonnen op winplaats Manderveen, bij een infiltratiehoeveelheid van 8 miljoen m³ in het winterseizoen.
- Bij een maximale extra winning van 4 miljoen m³ per jaar treden er binnen het doelgebied geen negatieve hydrologische effecten voor landbouw en natuur op.

De inventarisatie-studie naar het Ontwerp-Besluit Kunstmatige Infiltratie Drinkwatervoorziening (K.I.D.) levert de volgende conclusie op:

- Het eerste Ontwerp-Besluit KID is door de Tweede Kamer verworpen. Dit betekent dat er binnen de KID het een en ander zal veranderen. Gedeeltelijk hebben deze wijzigingen al plaatsgevonden. Het lijkt in ieder geval zeker dat bij diepinfiltratie van gebiedseigen oppervlaktewater in de Reutumse Slenk de K.I.D. van toepassing zal zijn, waardoor hoogstwaarschijnlijk een aantal voorschriften aan de vergunning verbonden zullen worden, die leiden tot een verplichte zuivering van het te infiltreren gebiedseigen oppervlaktewater.

De resultaten van de diepinfiltratie-studie geven in combinatie met de resultaten van de K.I.D.-studie aan dat er niet alleen mogelijkheden zijn om infiltratie in de Reutumse Slenk toe te passen, maar dat infiltratie ook perspectief biedt.

10.2 AANBEVELINGEN

Diepinfiltratie in de Reutumse Slenk biedt perspectief om een extra winning te verkrijgen zonder dat er negatieve hydrologische effecten voor landbouw en natuur optreden. Het is aanbevelenswaardig om een vervolgonderzoek op te zetten. Hierbij dient aandacht te worden geschonken aan de volgende factoren.

1. Kwaliteitsaspecten.
2. Infiltratielokatie(s).
3. Hoeveelheid te infiltreren water.
4. Infiltratietechniek.

ad 1. Kwaliteitsaspecten.

Bij de kwaliteit speelt de vergunningsaanvraag een grote rol. Eén van de eisen die daarbij gesteld worden is dat de kwaliteit van het te infiltreren water bekend is en aan de normen voldoet. Deze normen worden in de toekomst waarschijnlijk binnen de K.I.D. vastgesteld. Het is daarom van belang dat de WMO de ontwikkelingen op het gebied van de K.I.D. blijft volgen en er onderzocht wordt wat de kwaliteit van het water uit het afvoerkanaal is.

Indien de kwaliteitsnormen bekend worden dient onderzocht te worden welke zuiveringsmethoden er voor het infiltratiewater van toepassing kunnen zijn.

ad 2. Infiltratielokatie(s).

Er is reeds aangegeven wat het beste gebied is waar geïnfiltreerd kan worden. Dit is echter op hydrologische basis bepaald. Om de exacte lokatie(s) vast te kunnen stellen is het nodig dat er een belangenafweging plaats vindt. Hierbinnen spelen belanghebbenden en betrokkenen een vooraanstaande rol. Men denke aan technici, terreinbeheerders, vergunningsverleners, grondgebruikers, etc. [18a].

ad 3. Hoeveelheid infiltratiewater

Om een beeld te kunnen krijgen van de hoeveelheid water dat uit het Geestersche Kanaal kan worden gepompt, is het nodig dat dit nader onderzocht wordt. Een voorstel is om verspreid over het jaar debietmetingen uit te voeren, eventueel in samenwerking met het Waterschap Regge en Dinkel.

ad 4. Infiltratietechniek

Er dient onderzocht te worden of infiltratie een technisch haalbare zaak is. Van welke factoren hangt dit af en wat zijn de beperkende factoren? Hoe dient de infiltratie in de praktijk te worden gebracht?

10.3 EVALUATIE

Er is een aantal facetten waaraan binnen dit onderzoek geen of weinig aandacht is besteed. Daarnaast zijn er enkele tekortkomingen geconstateerd. Ze worden in dit rapport puntsgewijs belicht.

1. Voor de referentiesituatie zijn alternerende grondwater-onttrekkingen gebruikt zoals Broks-Adviezen die in het concept-eindrapport heeft genoemd. Deze onttrekkingshoeveelheden komen echter niet met de vergunningsaanvraag overeen. Deze aanvraag heeft de volgende onttrekkingen: in de winter wordt 3 miljoen m³ in Manderveen en 0 miljoen m³ in Manderheide gewonnen; in de zomer zijn deze hoeveelheden respectievelijk 1 en 2 miljoen m³. Bij gebruik van de werkelijke onttrekkingshoeveelheden zullen de resultaten van fase I en II door deze onnauwkeurigheid nauwelijks veranderen. De resultaten van fase III kunnen hierdoor wel afwijken. Aanbevolen wordt om dit door middel van controleberekeningen te toetsen.
2. De aanduiding van de reaktietijd in kwartalen is onnauwkeurig. Het betrouwbaarheidsinterval ligt dan tussen plus één en min één kwartaal. Het verdient de aanbeveling om de berekeningsresultaten niet per kwartaal, maar per dag te laten uitvoeren. Het betrouwbaarheidsinterval is dan plus of min één dag.
3. Broks-Adviezen heeft gesteld dat de berekeningsresultaten van het computermodel ten westen van de twee westelijke breukvlakken, onder extreme omstandigheden minder betrouwbaar zijn [9]. Onder extreme omstandigheden worden bijvoorbeeld zeer natte- en droge jaren, en zeer grote onttrekkingshoeveelheden verstaan. Aanbevolen wordt om het model binnen dit gebied te verfijnen zodat nauwkeuriger uitspraken kunnen worden gedaan.
4. De grootte van de reaktietijd is waarschijnlijk ook afhankelijk van de kD- en C-waarden. Deze aanname is niet getoetst vanwege de beschikbare tijd.

LITERATUUR

- [1] Aelmans, F.C. Ing; Grondwaterkaart van Nederland. 28 Oost, 29, 34-Oost en 35. DGV-TNO Delft, maart 1974.
- [2] Bakker, de H., Locher, W.P.; Bodemkunde van Nederland, Deel 2, Bodemgeografie. Malmberg, Den Bosch, 1989.
- [3] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek Tubbergen, Inventarisatie. Projektnr. 10.112. Berlicum, juli 1984.
- [4] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek oorzaken droogteschade "Tubbergen". Projektnr. 11.112. 's Hertogenbosch, juni 1986.
- [5] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek "Tubbergen" - variant 3- Berekeningen ten behoeve van de vergunningsaanvraag. Projektnr. 11.216.1. 's Hertogenbosch, februari 1988.
- [6] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek "Tubbergen" - variant 4- Berekeningen ten behoeve van de vergunningsaanvraag. Projektnr. 11.217.1. 's Hertogenbosch, december 1988.
- [7] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek droogteschade in het gebied Tubbergen. Rapport 11.112, 's Hertogenbosch, 1989.
- [8] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek "Tubbergen" (6 miljoen m³/jaar bij Manderveen) en berekening landbouwschade "Tubbergen" (6 miljoen m³/jaar bij Manderveen). Rapport 11.257.1 en 11.257.2, 's-Hertogenbosch, januari 1989.
- [9] Broks Adviezen; Geohydrologisch onderzoek winplaatsen "Manderveen" en "Manderheide". Rapport 11.337, 's Hertogenbosch, 1991.
- [10] Brussaard, W., Drupsteen, Th.G., Gilhuis, P.C. en Koeman, N.S.J.; Milieurecht. W.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle, 1989.
- [11] Centrale Raad voor de Milieuhygiëne; Advies over het Ontwerp- Besluit kunstmatige infiltratie drinkwatervoorziening/ Voorstel tot wijziging van de Grondwaterwet. Den Haag, februari 1990.
- [12] Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven; Onderzoek naar de invloed van de grondwaterwinningen Manderveen en Manderheide op de stijghoogte van het grondwater. Utrecht, april 1981.
- [13] Engelen, G.B., Gieske, J.M.J., Los, S.O.; Grondwaterstromingstelsels in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, SDU Den Haag, juli 1984.

- [14] Goor, van L., Dijl, van G., Hydrogeologie van Nederland, Syllabus Deel I en II, I.A.H.L., 1989.
- [15] Landinrichtingsdienst Overijssel, afd. Onderzoek. Globale Landbouwschade bij verschillende grondwateronttrekkingsvarianten op de lokaties Manderveen, Manderheide en Vasserheide. November, 1988.
- [16] Ministerie van V.R.O.M.; Leidraad bodembescherming. SDU uitgeverij, 's Gravenhage, 1990.
- [17] Ministerie van V.R.O.M., Ontwerp besluit kunstmatige infiltratie drinkwatervoorziening, Staatscourant nr. 172, blz. 8, SDU uitgeverij, 's Gravenhage, september 1989.
- [18] Ministerie van V.R.O.M.; Uitvoering E.G.-grondwaterrichtlijn: inventarisatie technische maatregelen. Staatsuitgeverij, 's Gravenhage, 1983.
- [18a] Peters, J.H.; Ontwerp van een diepinfiltratiesysteem. Projectmatige aanpak met kengetallen. Uit: Diepinfiltratie, de theorie. Kiwa-mededeling 106, Nieuwegein, mei 1989.
- [19] Raad van de Europese Gemeenschappen; Richtlijn van de raad d.d. 17 december 1979, betreffende de bescherming van het grondwater tegen verontreiniging veroorzaakt door de lozing van bepaalde gevaarlijke stoffen, Publikatie blad van de Europese Gemeenschappen van 26 januari 1980, Brussel.
- [20] Stichting voor Bodemkartering; Geomorfologische kaart van Nederland; 1:50.000, Kaartblad 28-29, Stiboka Wageningen.
- [21] Stichting wetenschappelijke Atlas van Nederland, Deel 13, Geologie, Staatsuitgeverij, 's Gravenhage, 1985.
- [22] Stichting wetenschappelijke Atlas van Nederland, Deel 15, Water, Staatsuitgeverij, 's Gravenhage, 1986.
- [23] Stoffelen, G.H., Holst, van A.F.; Bodemkundig-hydrologisch onderzoek in het waterwingebied Mander. Fase II. Rapport nr.1807. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1985.
- [24] Stol, Ph. Th.; Een onderzoek naar de invloed van twee naburige alternerend werkende pompstations in de gemeente Tubbergen op het gronwaterregime in de omgeving. ICW-Nota 616, mei 1971.
- [24a] Topografische Dienst Emmen; Topografische kaart 1:50.000. Kaartblad Almelo 28 Oost.

- [25] Tweede Kamer der Staten Generaal, Wetsvoorstel nr 21.661, Enige wijzigingen van de Grondwaterwet met betrekking tot infiltratie, nr 1 t/m 22, 1989 t/m 1991. SDU uitgeverij, Den Haag.
- [26] Tweede Kamer der Staten Generaal, 50ste Vergadering 7 februari 1991 onderwerp: Wetsvoorstel "enige wijzigingen van de Grondwaterwet met betrekking tot infiltraties", nr 21 661, 's Gravenhage, februari 1991.
- [27] Vries, de J.J., Inleiding tot de hydrogeologie van Nederland, Ropodi N.V., Amsterdam
- [28] Werkgroep Geo-electrisch onderzoek TNO, Onderzoek Manderveen. Oktober, 1963.