

## HYDROLOGISCH ONDERZOEK WATERWINNING HENGEL

Rapportage

22.1931.0

juli 1994



Opdrachtgever : Provincie Overijssel

**HYDROLOGISCH ONDERZOEK  
WATERWINNING HENGELO**

Rapportage

22.1931.0

juli 1994

**IWACO B.V.  
Vestiging Noord  
Postbus 2198  
9704 CD Groningen  
(050) 73 44 55**

#### **COLOFON:**

IWACO B.V.  
Vestiging Noord  
Postbus 2198, 9704 CD Groningen  
Wegalaan 5, 9742 NA Groningen  
Telefoon (050-734455)  
Telefax (050-711430)

13 juli 1994  
Voedingsgebieden, responskarakteristiek  
Prov. Overijssel  
Hengelo  
024

Projectnummer: 22.1931.0  
Projecttitel: Hydrologisch onderzoek waterwinning  
Hengelo (22.1931.0)  
Rapporttitel: Rapportage  
Opdrachtgever: Provincie Overijssel

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.



**INHOUDSOPGAVE**

|           |                                                                                                |           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INLEIDING</b>                                                                               | <b>1</b>  |
| 1.1       | Opdracht                                                                                       | 1         |
| 1.2       | Achtergronden onderzoek                                                                        | 1         |
| 1.3       | Doelstelling onderzoek                                                                         | 2         |
| 1.4       | Opbouw van het verslag                                                                         | 3         |
| <b>2.</b> | <b>WERKWIJZE</b>                                                                               | <b>4</b>  |
| 2.1       | Opzet en ijking grondwatermodel                                                                | 4         |
| 2.2       | Berekening van het voedingsgebied, de verdeling in<br>deelgebieden en de responskarakteristiek | 4         |
| 2.3       | Berekening van de ligging van de 25- en 50-jaars zone in het<br>bepompte pakket                | 5         |
| <b>3.</b> | <b>OPZET GRONDWATERMODEL</b>                                                                   | <b>6</b>  |
| 3.1       | Inventarisatie gegevens                                                                        | 6         |
| 3.2       | Keuze modelgebied                                                                              | 6         |
| 3.3       | Modelopzet                                                                                     | 6         |
| 3.4       | IJking                                                                                         | 9         |
| <b>4.</b> | <b>RESULTATEN</b>                                                                              | <b>10</b> |
| 4.1       | Inleiding                                                                                      | 10        |
| 4.2       | Scenario 0.25 Miljoen m <sup>3</sup> /jaar                                                     | 10        |
| 4.2.1     | Voedingsgebied                                                                                 | 10        |
| 4.2.2     | Responscurve                                                                                   | 11        |
| 4.2.3     | Verblijftijden bepompt pakket                                                                  | 12        |
| 4.3       | Scenario 0.50 Miljoen m <sup>3</sup> /jaar                                                     | 13        |
| 4.3.1     | Voedingsgebied                                                                                 | 13        |
| 4.3.2     | Responscurve                                                                                   | 14        |
| 4.3.3     | Verblijftijden in het bepompt pakket                                                           | 15        |
| 4.4       | Scenario 1.00 Miljoen m <sup>3</sup> /jaar                                                     | 16        |
| 4.4.1     | Voedingsgebied                                                                                 | 16        |
| 4.4.2     | Responscurve                                                                                   | 17        |
| 4.4.3     | Verblijftijden bepompte pakket                                                                 | 18        |
| 4.5       | Gevoeligheidsanalyse resultaten                                                                | 19        |
| 4.5.1     | Inleiding                                                                                      | 19        |
| 4.5.2     | Gevoeligheid voedingsgebied                                                                    | 19        |
| 4.5.3     | Gevoeligheid responscurve                                                                      | 20        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>                                                             | <b>21</b> |
| <b>6.</b> | <b>LITERATUURLIJST</b>                                                                         | <b>22</b> |

## BEGRIPPENLIJST

Hieronder wordt een aantal in dit rapport gehanteerde begrippen gedefinieerd. De definities zijn specifiek voor deze studie. De begrippen staan in alfabetische volgorde.

### Afdekkend pakket

De laag grond die zich tussen het maaiveld en het bepompte pakket bevindt.

### Bepompte pakket

Het watervoerende pakket waaruit het grondwater onttrokken wordt.

### Beschermingsgebied

Het door de Provincie Overijssel vastgestelde gebied rond een drinkwaterwinning, waarvoor een bepaalde regelgeving van kracht is (verbodsbepalingen) om de kwaliteit van het drinkwater (op langere termijn) te garanderen. Het hier bedoelde beschermingsgebied is gebaseerd op een verblijftijd van 25 jaar in het bepompte pakket.

### Intrekgebied

Het aaneengesloten gebied waarbinnen grondwater in het bepompte pakket in de winning terecht komt. Een intrekgebied wordt bepaald door de horizontale projectie van alle stroombanen die, beginnend aan maaiveld, de winning bereiken. De buitenste stroombanen, die de winning bereiken, vormen de begrenzing van het intrekgebied. Het totale gebied binnen deze buitenste stroombanen is het intrekgebied. Gebieden binnen deze buitenste stroombanen, waarvan het water niet naar de winning stroomt (lokale kwel-infiltratie-systemen zoals beekdalen) worden dus ook tot het intrekgebied gerekend.

### Responscurve

De grafische kromme, waarmee de responskarakteristiek van een winning wordt afgebeeld.

### Responskarakteristiek

Een relatie tussen de volumefluxen (deelstromen van het gewonnen water) en de verblijftijden van deze deelstromen. In een responskarakteristiek wordt het cumulatieve aandeel van het gewonnen water (in percentage van de totale onttrekking) uitgezet tegen de langste verblijftijd van dit cumulatieve aandeel.

### Verblijftijd

De tijd die het grondwater nodig heeft om vanaf een bepaald punt naar de winning toe te stromen.

### Verblijftijdzone

Een gebied van waaruit het onttrokken grondwater, tussen twee bepaalde verblijftijden, de winning bereikt.

### Voedingsaandeel

Een deel van de totale hoeveelheid onttrokken grondwater, dat in een bepaald voedingsgebied de bodem intrekt. Een voedingsaandeel wordt uitgedrukt in een percentage van het onttrekkingsdebiet.

## 1. INLEIDING

### 1.1 OPDRACHT

Op 12 december 1990 heeft de Provincie Overijssel opdracht gegeven aan IWACO B.V. een onderzoek uit te voeren naar intrekgebieden van drinkwaterwinningen in Overijssel. Dit onderzoek bestaat uit 3 fasen:

- 1- Fase 1 betreft een voorstudie naar alle drinkwaterwinningen in de provincie Overijssel. Op basis van deze voorstudie is een selectie gemaakt van de drinkwaterwinningen waarvoor het intrekgebied en de verblijftijden berekend worden in de fases 2 en 3. Fase 1 is afgerond in oktober 1991 (IWACO, 1991).
- 2- Op 10 september 1991 heeft de Provincie Overijssel opdracht gegeven voor de uitvoering van fase 2. Deze fase behelst de berekening van de intrekgebieden en verblijftijden van een aantal geselecteerde drinkwaterwinningen. Het betreft de winningen Herikerberg, Goor, Holten, Nijverdal, Brucht, Archemerberg, Wierden, Hooge Hexel, Hammerflie en Witharen. Fase 2 is afgerond in juli 1993 (IWACO, 1993)
- 3- In fase 3 komen mogelijk de overige drinkwaterwinningen in Overijssel aan bod. In het kader van fase 3 heeft de provincie Overijssel IWACO opdracht gegeven tot het uitvoeren van hydrologisch modelonderzoek voor de drinkwaterwinning Hengelo. De resultaten van dit onderzoek worden gepresenteerd in dit rapport.

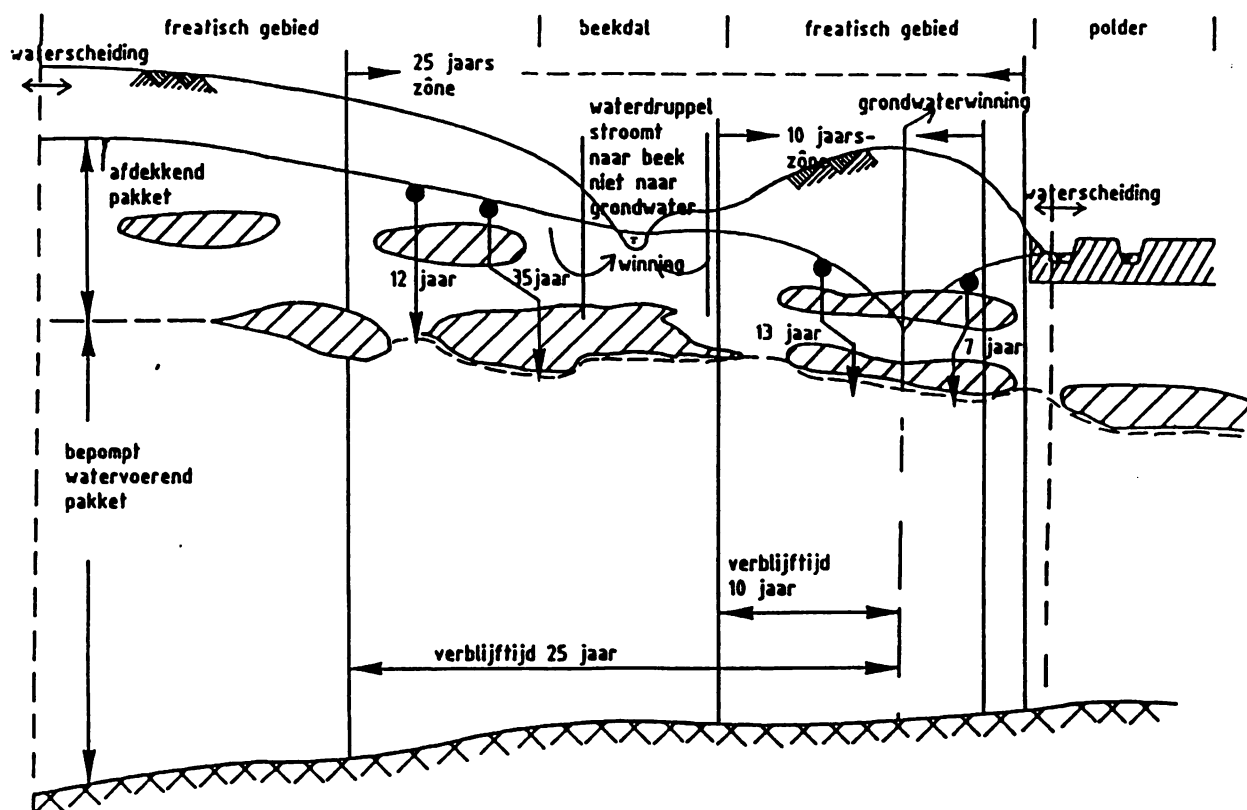
### 1.2 ACHTERGRONDEN ONDERZOEK

Met de aanwijzing in 1989 van grondwaterbeschermingsgebieden door de Provincie Overijssel is een aanzet gegeven tot een betere bescherming van het grondwater als bron voor de drinkwatervoorziening.

De grens van de grondwaterbeschermingsgebieden is vastgesteld op basis van het door de V-TCB in 1986 uitgebrachte advies "Berekeningsgrondslag grondwaterbeschermingsgebieden". Dit advies is door de provincies overgenomen in het "model grondwaterbeschermingsplan en verordening". Uitwerking van dit advies betekent dat voor freatische winningen en winningen met semi-spanningswater, de beschermingszones worden vastgesteld aan de hand van de 10- en 25-jaars verblijftijdzones van het water in het bepompte pakket. Voor winningen uit volkomen spanningswater wordt in dit advies het bepalen van de beschermingszones op basis van de 10- en 25-jaars verblijftijdzones achterwege gelaten. De werkwijze, die de V-TCB aanbeveelt, is gericht op de bescherming van een bepaalde leeftijdsklasse van het opgepompte water.

De Commissie Bescherming Waterwingebieden gaf aan dat het toekomstige grondwaterbeschermingsbeleid zou moeten worden gebaseerd op de bescherming van een nader te bepalen gedeelte van het onttrokken water, in plaats van bescherming van een bepaalde leeftijdsklasse. Dit is een benadering die gericht is op intrekgebieden.

Bij deze benadering wordt de verblijftijd in het afdekkend pakket (= bodemlagen boven het bepompte pakket) ook in beschouwing genomen.



**Figuur 1.1** Verblijftijd in watervoerend en afdekkend pakket

Als het afdekkend pakket dik is en de weerstand tegen grondwaterstroming hoog, dan kan de verblijftijd in dit pakket aanzienlijk zijn.

Bij de 'intrekgebieden-benadering' wordt tevens rekening gehouden met lokale en (sub)regionale systemen waardoor het neerslagoverschot kan verdwijnen naar het oppervlaktewater en niet in de winning terecht komt. In figuur 1.1 is één en ander nader toegelicht. In deze afbeelding vormt de globaal horizontaal lopende onderbroken lijn de scheiding tussen het bepompte pakket en het daarboven gelegen afdekkende pakket. In het bepompte pakket zijn de verblijftijdzones van 10 en 25 jaar (in dit pakket) aangegeven. In het hierboven gelegen afdekkend pakket zijn enige verblijftijden in dit pakket afgebeeld. Door de aanwezigheid van slechtdoorlatende kleilagen (gearceerd weergegeven) kunnen de verblijftijden in het afdekkend pakket oplopen tot boven de 25 jaar. Tevens is in deze afbeelding een voorbeeld gegeven van een lokaal systeem: het beekdal. Binnen dit lokale systeem stroomt het water niet (via het bepompte pakket) naar de winning, maar stroomt het water naar de beek en vervolgens het gebied uit.

In het NMP is het actiepunt A-215 opgenomen. Naar aanleiding van dit actiepunt zullen de gezamenlijke provincies een standpunt bepalen in hoeverre bescherming kan worden gegeven aan intrekgebieden van kwetsbare waterwinningen. Hierop vooruitlopend heeft de Provincie Overijssel van een aantal drinkwaterwinningen het intrekgebied en de verblijftijden laten bepalen (IWACO, 1993).

In aanvulling hierop wordt in deze studie het intrekgebied en de verblijftijden van de drinkwaterwinning Hengelo bepaald.

Het resultaat van deze studie zal worden gebruikt als beleidsonderbouwend document voor een herziening van het grondwaterbeschermingsbeleid van de Provincie Overijssel.

Verder kan deze studie van belang zijn bij de inrichting van een grondwaterkwaliteitsmeetnet rond de waterwinning en het treffen van aanvullende grondwaterbeschermingsmaatregelen.

### 1.3 DOELSTELLING ONDERZOEK

De waterwinning Hengelo is één van de pompstations van de Waterleiding Oost-Twente. Het waterleidingbedrijf en de Provincie willen in verband met de bescherming van de kwaliteit van het op te pompen water meer inzicht in de hydrologische situatie van de winplaats.

Doel van het onderzoek is om voor de grondwaterwinning Hengelo het volgende vast te stellen:

- de ligging van het voedingsgebied van de winning;
- de responskarakteristiek voor de verblijftijd in de verzadigde zone.
- de ligging van de verblijftijdzones van 10, 25, 50 en 100 jaar. Per zone wordt aangegeven hoe zij procentueel bijdraagt aan de totale winning.
- de ligging van de 25 en 50 jaars zone in het bepompte pakket.

De benodigde berekeningen worden uitgevoerd met een geijkt en geverifieerd model. De uit te voeren berekeningen hebben betrekking op winningen van respectievelijk 0.25, 0.50 en 1.00 miljoen m<sup>3</sup>/jaar.

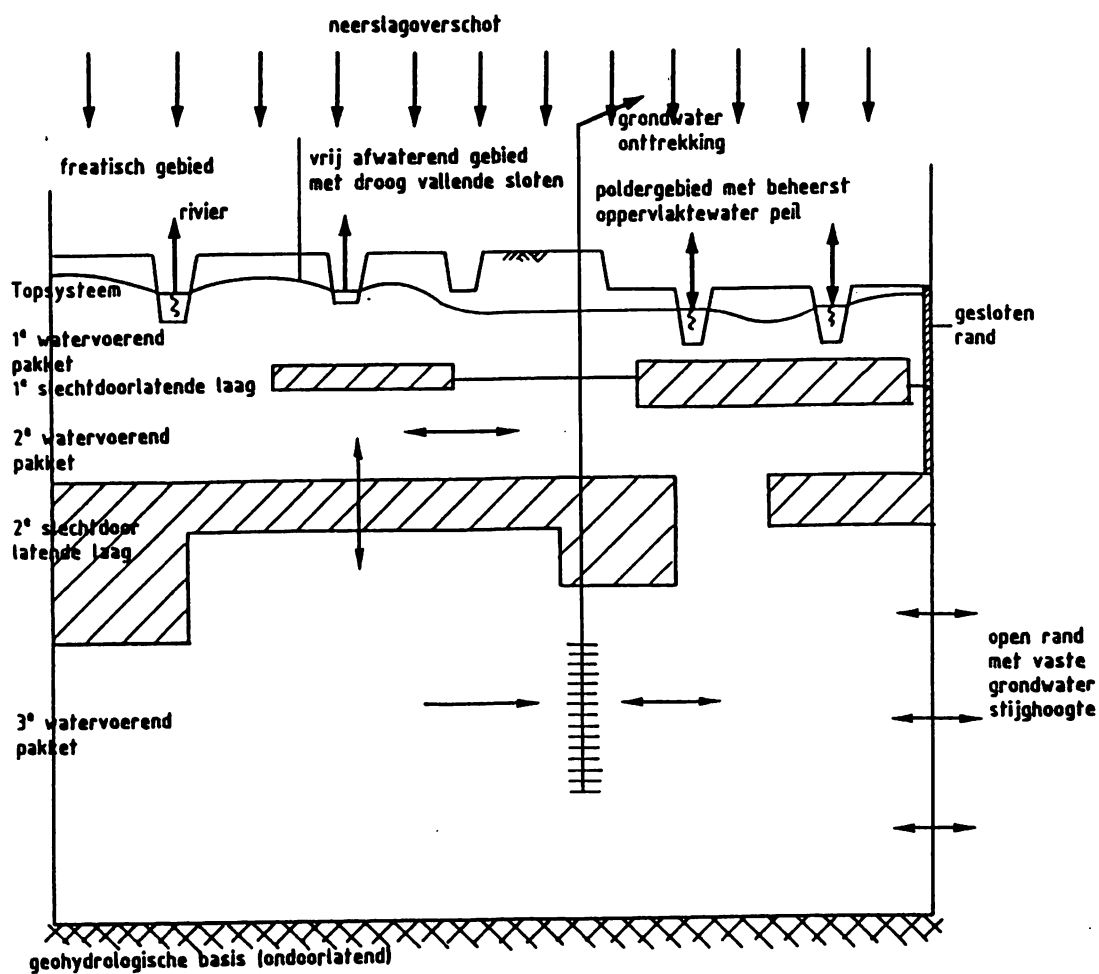


## 1.4 OPBOUW VAN HET VERSLAG

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de gebruikte methodiek nader toegelicht. Hierbij komt het volgende aan de orde:

- opzet en ijking van het model
- wijze van berekening van de voedingsgebieden
- analyse van de betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten
- de gebruikte gegevens

In hoofdstuk 3 wordt de opzet van het hydrologisch model en de resultaten van de ijking nader besproken. In hoofdstuk 4 wordt per onttrekkingsscenario de berekeningsresultaten weergegeven. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies van het onderzoek. De technische bijlage bevat alle gebruikte basisgegevens voor zover niet beschreven in het hoofdrapport.



**Figuur 2.1 Opzet grondwatermodel**

## 2. WERKWIJZE

### 2.1 OPZET EN IJ KING GRONDWATERMODEL

De berekening van de voedingsgebieden en de verblijftijden zijn uitgevoerd met het numerieke pakket TRIWACO/TRACE. Met het TRIWACO/TRACE-pakket kan de grondwaterstroming 3-dimensionaal worden berekend. Ten behoeve van de modellering is de ondergrond onderverdeeld in watervoerende pakketten (met voornamelijk horizontale stroming) en slecht doorlatende lagen (met alleen verticale stroming). In figuur 2.1 is een dergelijke onderverdeling weergegeven. Het model wordt aan de onderzijde begrensd door de geohydrologische basis. Door deze basis stroomt geen water het model in of uit. De zijranden van het model kunnen naar believen worden ingevoerd als open randen (waarover water het model in en uit kan stromen) of dichte randen, al dan niet met vast opgelegde stijghoogte.

Voor de ijking is gezocht naar een lang hydrologisch gelijke periode. Zowel 1985 als 1986 zijn hydrologisch gezien gemiddelde jaren. Om de gevolgen van bergingsverschillen op de berekeningsresultaten te voorkomen is voor de berekening derhalve gekozen voor 1986. IJken op een vergelijkbare periode eerder dan 1985 is niet zo zinvol, omdat er dan veel minder meetgegevens beschikbaar zijn. Om deze reden is voor de verificatie dan ook een jaar gekozen na 1986. De verificatie van de ijking wordt verricht met gegevens van een extreme situatie. De verificatie is gebaseerd op het hydrologisch gezien "natte" jaar 1988. Vanwege de systeemtraagheid aan de oostkant van het modelgebied is het beter om te verifiëren op het laatste "natte" jaar van een periode van meerdere "natte" jaren achter elkaar. Ten tijde van de keuze van de ijk- en verificatie-periode waren er echter geen gegevens voorhanden over een periode van meerdere "natte" (dan wel meerdere "droge") jaren. Het moge duidelijk zijn dat de verificatie op peilbuizen in gebieden met dikke onverzadigde zones minder goede resultaten zal geven dan de ijking.

### 2.2 BEREKENING VAN HET VOEDINGSGEBIED, DE VERDELING IN DEELGEBIEDEN EN DE RESPONSKARAKTERISTIEK

De voedingsgebieden en verblijftijden van de grondwateronttrekkingen zijn berekend voor een gemiddelde hydrologische situatie. Hiervoor is het langjarig gemiddelde van 1951 tot 1981 gebruikt. Verder is uitgegaan van de meest recente ontwateringssituatie.

Voor het bepalen van de responskarakteristiek en het voedingsgebied is de baan berekend die een waterdeeltje door de (verzadigde) bodem aflegt vanaf de freatische grondwaterspiegel. Dit proces wordt ook wel aangeduid als "tracen".

Wanneer een waterdeeltje in een put uitkomt, behoort het startpunt tot het voedingsgebied. In ieder knooppunt van het elementennetwerk is op deze wijze een trace-berekening uitgevoerd. Omdat het elementennetwerk nabij de winningen sterk is verdicht, wordt hier een relatief grote nauwkeurigheid bereikt.

Bovengenoemde informatie is gebruikt om deelgebieden te onderscheiden met een zekere verblijftijdsspreiding (bijv. 50 tot 100 jaar).

Ieder knooppunt in het elementennetwerk vertegenwoordigt een zeker oppervlak: het invloedsoppervlak ( $\text{m}^2$ ). Wanneer er sprake is van infiltratie in het knooppunt, vertegenwoordigt dit knooppunt tevens een infiltratieflux ( $\text{mm/jaar}$ ). De infiltratieflux, vermenigvuldigd met het invloedsoppervlak geeft de hoeveelheid water aan die (gemiddeld) jaarlijks infiltreert in het invloedsoppervlak ( $\text{m}^3$ ).

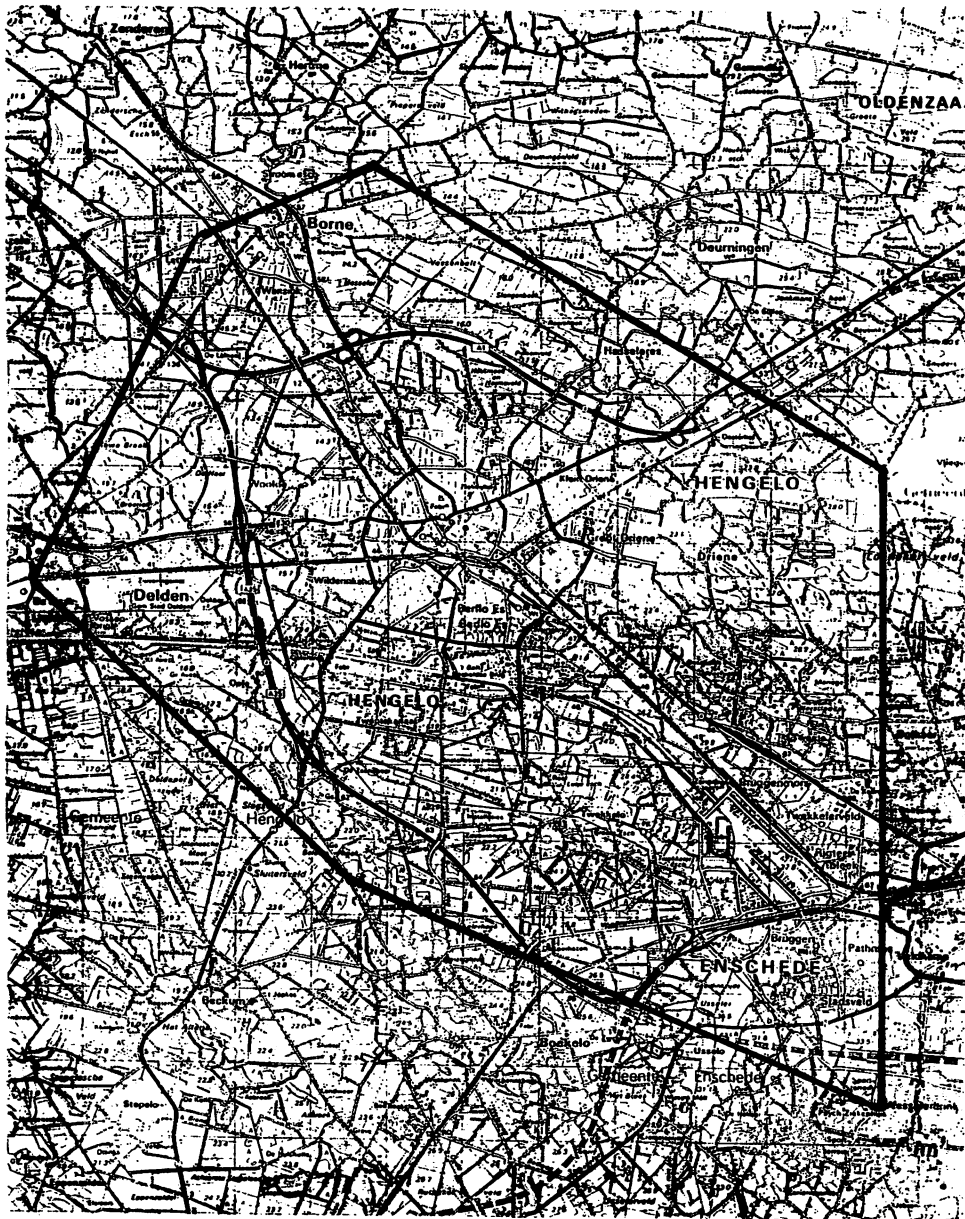
Uit de trace-berekening blijkt of deze hoeveelheid water uiteindelijk in de put terecht komt en dus bijdraagt aan de winningshoeveelheid.

Wanneer deze informatie (aandeel van de winning (%), verblijftijd (jaar)) van alle knooppunten wordt gecombineerd, ontstaat de responskarakteristiek. Hierin wordt de relatie tussen de volumeflux en de verblijftijd weergegeven. Dit zegt iets over de kwetsbaarheid van de winning.

## 2.3 BEREKENING VAN DE LIGGING VAN DE 25- EN 50-JAARS ZONE IN HET BEPOMPTE PAKKET

De eerste generatie grondwaterbeschermingsgebieden is vastgesteld op basis van het door de V-TCB in 1986 uitgebrachte advies "Berekeningsgrondslag grondwaterbeschermingsgebieden". Uitwerking van dit advies betekent dat voor freatische winningen en winningen met semi-spanningswater, de beschermingszones worden vastgesteld aan de hand van de 10- en 25-jaars verblijftijdzones van het water in het bepompte pakket.

Naast de "voedingsgebieden-benadering" is ook deze methodiek in dit onderzoek toegepast. Op deze wijze kan worden vergeleken of het beschermingsgebied op basis van de 'oude' methodiek wezenlijk andere resultaten oplevert in vergelijking met de resultaten op basis van de 'nieuwe' methodiek.



Figuur 3.1 Ligging Modelgebied

### **3. OPZET GRONDWATERMODEL**

#### **3.1 INVENTARISATIE GEGEVENS**

Bij het opzetten en ijken van het grondwatermodel is gebruik gemaakt van een groot aantal gegevens:

- diverse geohydrologische, geologische en geofysische studies
- diverse grondwatermodelstudies
- boorgegevens RGD
- grondwaterstandsgegevens DGV-TNO
- topografische kaarten schaal
- waterschapskaarten
- foto-atlas Overijssel
- bodemkaart
- onttrekkingsgegevens waterwinningen Provincie Overijssel
- neerslag- en verdampingsgegevens KNMI

Achterin dit rapport is een literatuurlijst opgenomen. Hierin is vermeld welke rapporten en eventuele andere informatiebronnen zijn gebruikt. Een nadere toelichting op de verwerking van deze gegevens wordt vermeld in de technische bijlage.

#### **3.2 KEUZE MODELGEBIED**

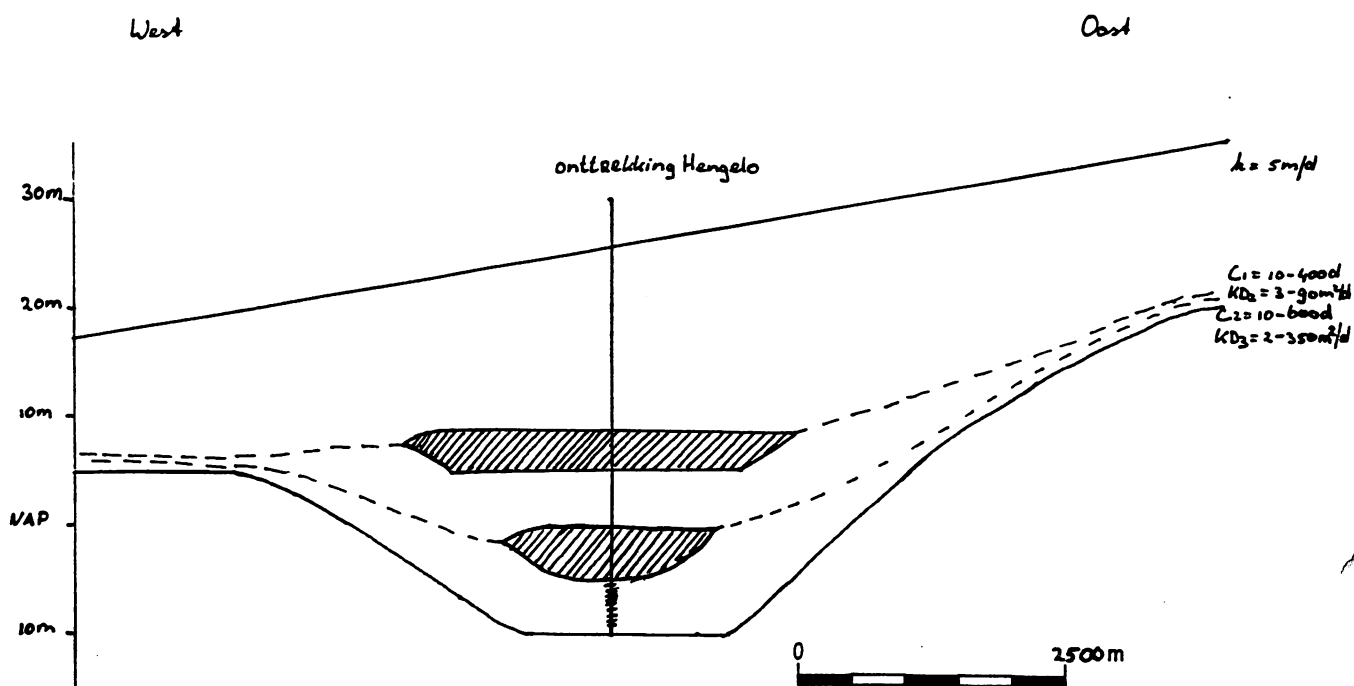
De grootte van het modelgebied is bepaald op basis van het isohypsenpatroon aangegeven in TNO (1985). Het modelgebied is zodanig groot gekozen dat verwacht mag worden dat bij verschillende onttrekkingsdebieten de stijghoogten en fluxen (in het centrale deel van het modelgebied) niet beïnvloed worden door de modelranden. De modelranden zijn bovendien zodanig gekozen dat ze zoveel mogelijk loodrecht op de isohypsen staan. Dit heeft als voordeel dat hier als randvoorwaarde een gesloten modelrand gebruikt kan worden in plaats van een opgegeven peil of flux. In figuur 3.1 is de ligging van het modelgebied weergegeven.

#### **3.3 MODELOPZET**

De bodemopbouw in het onderzoeksgebied wordt gekenmerkt door een bekkenstructuur. Tijdens de ijsijden is een bekken uit de tertiaire ondergrond geschuurd. Deze kleiïge Tertiaire afzettingen vormen de geohydrologische basis in het model. De geohydrologische basis ligt op maximaal 10m-NAP. Het bekken is opgevuld met afzettingen van de Formatie van Drente en Twente. De afzettingen van Drente betreffen fijne tot grove (slibhoudende) zanden. De Formatie van Twente bestaat voornamelijk uit door de wind afgezette al dan niet leemhoudende zanden.

Op grond van het voorkomen van verschillende kleilagen nabij de winning is de ondergrond voor het model opgedeeld in drie watervoerende pakketten. De grove zanden van de Formatie van Drente zijn opgenomen in het derde watervoerend pakket van waaruit het grondwater onttrokken wordt. De dikte van dit pakket varieert van 0 tot 10 meter, afhankelijk van het reliëf van de Tertiaire ondergrond. De fijne zanden van de Formatie van Drente zijn opgenomen in het tweede watervoerend pakket.





Figuur 3.2 Schematisatie modelgebied

Dit pakket heeft een dikte van 0.5 tot 12 meter. De weerstandsbiedende laag tussen het derde en tweede watervoerend pakket wordt gevormd door de kleiïge afzettingen van de Formatie van Drente. Het eerste watervoerend pakket wordt gevormd door de fijne soms leemhoudende zanden van de Formatie van Twente. Het eerste watervoerend pakket is in het model beschouwd als een freatisch watervoerend pakket. De scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket wordt gevormd door kleiïge afzettingen van de Formatie van Drente en de leemhoudende zanden van de Formatie van Twente. Daar waar geen weerstandsbiedende lagen aanwezig zijn (ten oosten en ten westen van Hengelo) is de dikte van het tweede en derde watervoerend pakket geschematiseerd als een dunne laag. Hierdoor wordt de totale watervoerende dikte vrijwel geheel tot het eerste watervoerend (=freatisch) pakket gerekend. Figuur 3.2 geeft een west-oost dwarsdoorsnede van het modelgebied.

Aan de bovenzijde van het model is een zogenaamd topsysteem aangebracht. Hiermee wordt de bovenrandvoorwaarde aan het model toegevoegd. Deze bovenrandvoorwaarde bepaald of er sprake is van een gebied met een beheerst peil (polder), een vrijafwaterend gebied of zelfs een freatisch gebied zonder sloten. Het topsysteem regelt hoeveel water er wordt afgevoerd en hoeveel water er doorstroomt naar de verzadigde zone. Dit hangt ondermeer af van de slootdichtheid, de ontwateringsdiepte, de grondsoort, het bodemgebruik, e.d. Al deze gegevens kunnen in het topsysteem worden verwerkt.

Het model beslaat een oppervlak van ca. 80 km<sup>2</sup>. De belangrijkste waterlopen die in het model opgenomen zijn, zijn het Twenthekanaal en de koppelleiding ten oosten van Hengelo. Naast de drinkwaterwinning Hengelo zijn 2 grondwaterwinningen in het model opgenomen, tabel 3.1. De grondwaterwinningen onttrekken uit het derde watervoerend pakket.

| Grondwaterwinning | Onttrekkingsdebiet<br>1986 [10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j] | Onttrekkingsdebiet<br>1988 [10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /j] |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Hengelo           | 0.8675                                                         | 0.8905                                                         |
| Hasselo           | 0.6401                                                         | 0.5260                                                         |
| Holec             | 0.1017                                                         | 0                                                              |

Tabel 3.1 Grondwaterwinningen en onttrekkingsdebieten in het model Hengelo

De 15 winputten van de drinkwaterwinning Hengelo zijn afzonderlijk in het model opgenomen. Rond deze winputten is een dicht knopen-netwerk gelegd dat geleidelijk minder dicht wordt totdat een knooppuntsafstand van 100 m is bereikt. Op grotere afstand, 2km stroomopwaarts en 1 km stroomafwaarts, van de winning is de knooppuntsafstand 200 m. Dit alles resulteert in een netwerk van ongeveer 3700 knopen en 7000 elementen.

De natuurlijke grondwateraanvulling wordt bepaald door twee termen: de neerslag en de verdamping. De neerslag is per modelknooppunt bepaald door lineaire interpolatie uit puntneerslaggegevens. De neerslag is derhalve niet constant over het modelgebied. In tabel 3.2 zijn de neerslagcijfers van de geraadpleegde neerslagstations weergegeven in het ijkjaar (1986) en het verificatiejaar (1988).

| Neerslagstation | neerslag<br>1986<br>mm/jaar | neerslag<br>1988<br>mm/jaar |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Almelo          | 773                         | 941                         |
| Enschede        | 771                         | 823                         |
| Hengelo         | 778                         | 849                         |
| Twenthe         | 777                         | 789                         |
| Hellendoorn     | 789                         | 961                         |
| Oldenzaal       | 806                         | 895                         |
| Weerselo        | 814                         | 850                         |
| Rekken          | 749                         | 844                         |
| Markelo         | 772                         | 920                         |

Tabel 3.2 Gemeten neerslaghoeveelheden in het ijkjaar (1986) en het verificatiejaar (1988).

Het K.N.M.I. publiceert van een aantal meteo-stations verdampingscijfers. De potentiële verdamping is afhankelijk van de bodembedekking. De verdampings-cijfers zijn vermenigvuldigd met een bodembedekking afhankelijke factor (de gewasfactor) om de potentiële verdamping te verkrijgen. De gewasfactoren zijn ontleend aan het Cultuurtechnisch Vadecum (K.N.M.I, 1986 en 1988), (Cultuurtechnische vereniging, 1988).

In tabel 3.3 zijn de aldus verkregen verdampingscijfers opgenomen voor het ijk- en verificatiejaar.

| Landgebruik   | Verdamping 1986<br>(mm/jaar) | Verdamping 1988<br>(mm/jaar) |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| gras          | 519                          | 478                          |
| open water    | 649                          | 497                          |
| bos en natuur | 574                          | 510                          |

Tabel 3.2 Verdamping in het ijkjaar (1986) en het verificatiejaar (1988).

Voor het landgebruik is gebruik gemaakt van de topografische kaart schaal 1:25.000.

Een groot gedeelte van het modelgebied is bebouwd en heeft riolering. Bij de berekening van de natuurlijke grondwateraanvulling is aangenomen dat 50% van de neerslag in de bebouwde kom afgevangen wordt door het rioleringstelsel. Voor industriegebied is aangenomen dat 70% van de neerslag opgevangen wordt door het rioleringstelsel.

### 3.4 IJ KING

Het model is geijkt en geverifieerd aan de hand van stijghoogtegegevens. Een model wordt geijkt aan een werkelijk voorgekomen situatie om na te gaan in hoeverre het model de "werkelijkheid" benadert. Verificatie van het model is niets meer dan een "tweede" ijking op een andere werkelijk voorgekomen situatie om na te gaan of de "eerste" ijking niet op toeval berust. Daarmee wordt voorkomen dat het model slechts in één situatie betrouwbare resultaten zou geven. Het spreekt voor zich dat de ijk-situatie duidelijk dient te verschillen van de verificatie-situatie.

Er is geijkt op de gemiddelde stijghoogte waarnemingen van 1986 en geverifieerd op die van 1988. Een aantal peilbuizen zijn buiten de ijking en verificatie gehouden omdat de schommeling van de stijghoogte erg extreem was. Daarnaast zijn een aantal peilbuizen niet gebruikt omdat de maaiveldshoogte meting van de peilbuizen niet overeenkomen met maaiveldshoogte in de omgeving. De resultaten van de ijking en verificatie staan in tabel 3.3.

|                        | aantal<br>peilbuizen | gemiddelde<br>absolute<br>afwijking (cm) | standaard<br>deviatie | maximale<br>afwijking<br>(cm) |
|------------------------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Landbouwbuizen: ijking | 42                   | 29                                       | 40                    | 155                           |
| verificatie            | 42                   | 30                                       | 41                    | 142                           |
| Peilbuizen WP3: ijking | 25                   | 22                                       | 33                    | 105                           |
| verificatie            | 25                   | 32                                       | 46                    | 142                           |

Tabel 3.3 Resultaten van de ijking en de verificatie model Hengelo.

De afwijkingen in de ijk- en verificatie-situatie zijn vergelijkbaar, hetgeen erop duidt dat met name de drainage- en infiltratie weerstanden in het model juist zijn ingeschat. Als gevolg van de ruime discretisatie ver weg van de winning en het grote verhang in het modelgebied is het niet mogelijk een betere ijking te verkrijgen zonder verfijning van het netwerk. Aangezien de minder goede buizen van de ijking dichtbij de modelrand liggen heeft een grotere ijkingsinspanning geen invloed op de voor dit onderzoek gewenste resultaten. Vanwege het geringe aantal waarnemingen in het tweede watervoerend pakket is er niet geijkt op stijghoogtewaarnemingen in het tweede watervoerend pakket.

## 4. RESULTATEN

### 4.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de responskarakteristieken en voedingsgebieden, opgedeeld in verblijftijdzones, van de drie scenario's gepresenteerd en wordt een overzicht gegeven van de verblijftijden in het bepompt pakket. De voedingsgebieden en verblijftijdzones zijn vastgesteld door te "tracen" vanaf maaiveld. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de verticale reistijd. De verblijftijden in het bepompt pakket zijn bepaald vanaf de onderkant van het filter.

### 4.2 SCENARIO 0.25 MILJOEN M<sup>3</sup> /JAAR

#### 4.2.1 Voedingsgebied

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de herkomst en de ouderdom van het water is het gebied rond de winning onderverdeeld in zogenaamde verblijftijdzones. Binnen een zone varieert de verblijftijd van het onttrokken water binnen de vastgestelde grenzen. De aangehouden onderverdeling is als volgt:

|               |          |      |
|---------------|----------|------|
| blauwe zones: | < 10     | jaar |
| groene zones: | 10 - 25  | jaar |
| gele zones:   | 25 - 50  | jaar |
| oranje zones: | 50 - 100 | jaar |
| rode zones:   | > 100    | jaar |

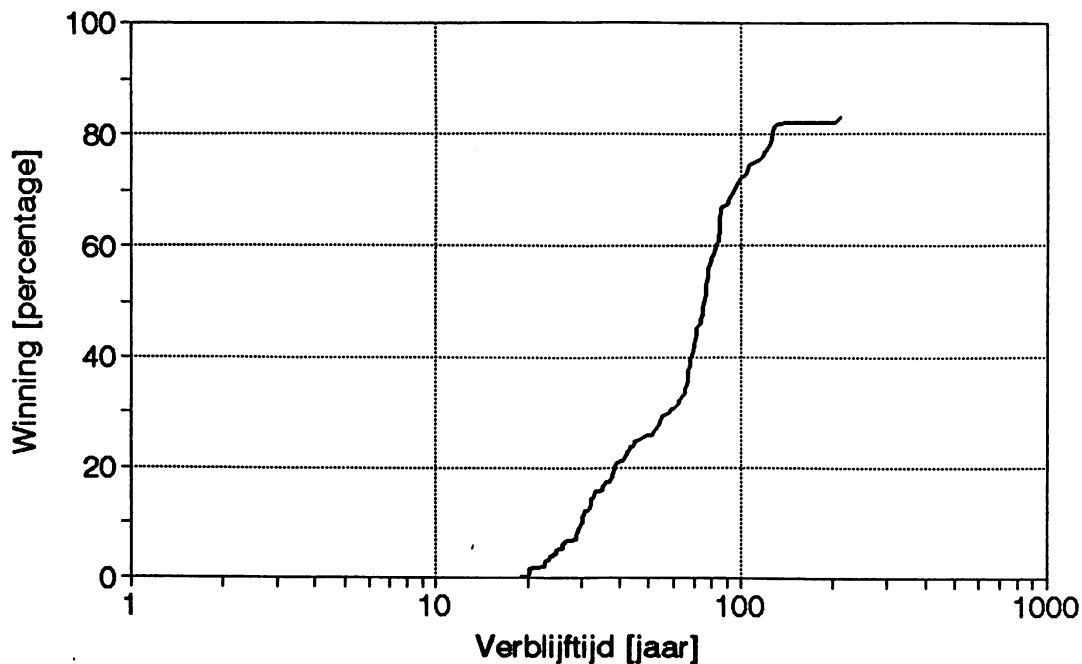
Naast de indeling in verblijftijdzones is per gebied bepaald wat het aandeel van de voeding van de winning is.

In figuur 4.1 zijn de verblijftijdzones afgebeeld voor het scenario van een onttrekking van 0.25 miljoen m<sup>3</sup>/j. Tevens is aangegeven welk aandeel van de winning uit een bepaald deel van het gebied afkomstig is. Voedingspercentages minder dan 0.5% zijn hierbij weggelaten. Tenslotte zijn in de figuur de huidige grondwaterbeschermingsgebieden rondom het pompstation Hengelo.

De 50-jaarszone van dit scenario valt volledig in het grondwaterbeschermingsgebied II. Ca. 45% van het onttrokken water komt niet uit het huidige grondwaterbeschermingsgebied.

## Responscurve 0,25 miljoen m<sup>3</sup>/j

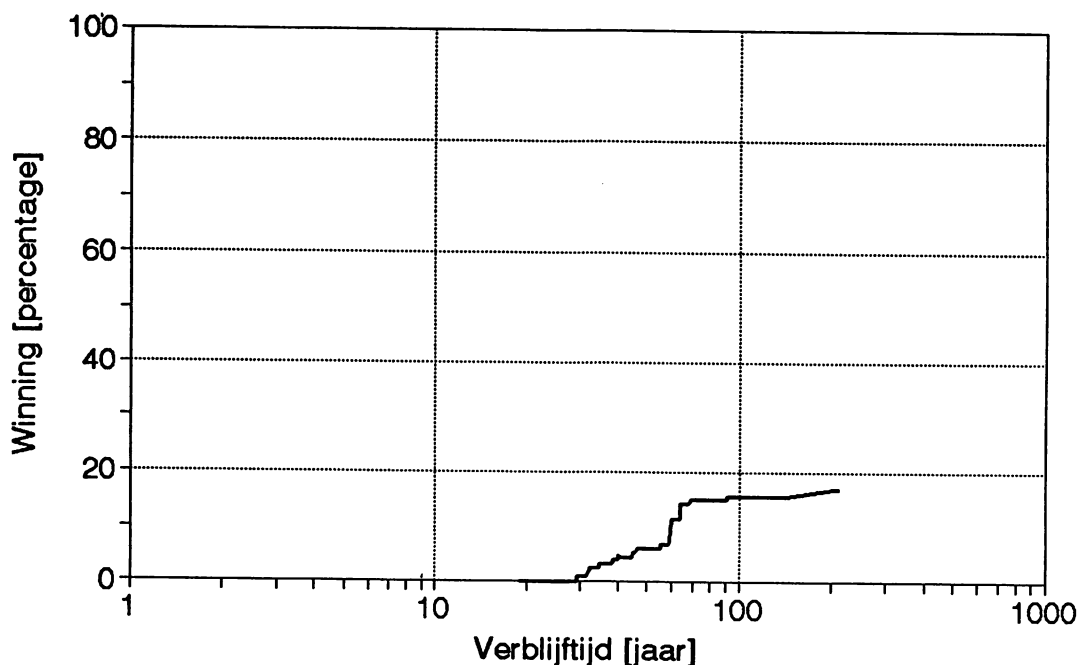
Aandeel grondwater



Figuur 4.2a Responsecurve Hengelo (0.25 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel grondwater

## Responscurve 0,25 miljoen m<sup>3</sup>/j

Aandeel oppervlaktewater



Figuur 4.2b Responsecurve Hengelo (0.25 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel oppervlaktewater

#### 4.2.2 Responscurve

In een responscurve van een winning wordt de relatie tussen de volumefluxen en de verblijftijd weergegeven. Deze relatie zegt iets over de kwetsbaarheid van de winning.

In de responscurve voor de grondwaterwinning Hengelo wordt onderscheid gemaakt tussen het aandeel dat via het oppervlaktewater opgepompt wordt en het aandeel dat via het grondwater onttrokken wordt.

In figuur 4.2a en 4.2b worden de responscurves van beide aanvoerwegen weergegeven. Uit de responscurves blijkt dat ongeveer 18% via het oppervlaktewater opgepompt wordt. Ca. 15% van het opgepompte water heeft een verblijftijd van meer dan 100 jaar.



#### 4.2.3 Verblijftijden bepompt pakket

In figuur 4.3 zijn de 25- en 50-jaars verblijftijdzones in het bepompt pakket afgebeeld. De 25-jaarsverblijftijdzone valt net buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. De 50-jaarsverblijftijdzone ligt ruim buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. Doordat bij deze benadering de verticale reistijd buiten beschouwing wordt gelaten, beslaat eenzelfde verblijftijdzone in figuur 4.3 groter oppervlak dan in figuur 4.1.

## 4.3 SCENARIO 0.50 MILJOEN M<sup>3</sup> /JAAR

### 4.3.1 Voedingsgebied

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de herkomst en de ouderdom van het water is het gebied rond de winning onderverdeeld in zogenaamde verblijftijdzones. Binnen een zone varieert de verblijftijd van het onttrokken water binnen de vastgestelde grenzen. De aangehouden onderverdeling is als volgt:

|               |          |      |
|---------------|----------|------|
| blauwe zones: | < 10     | jaar |
| groene zones: | 10 - 25  | jaar |
| gele zones:   | 25 - 50  | jaar |
| oranje zones: | 50 - 100 | jaar |
| rode zones:   | > 100    | jaar |

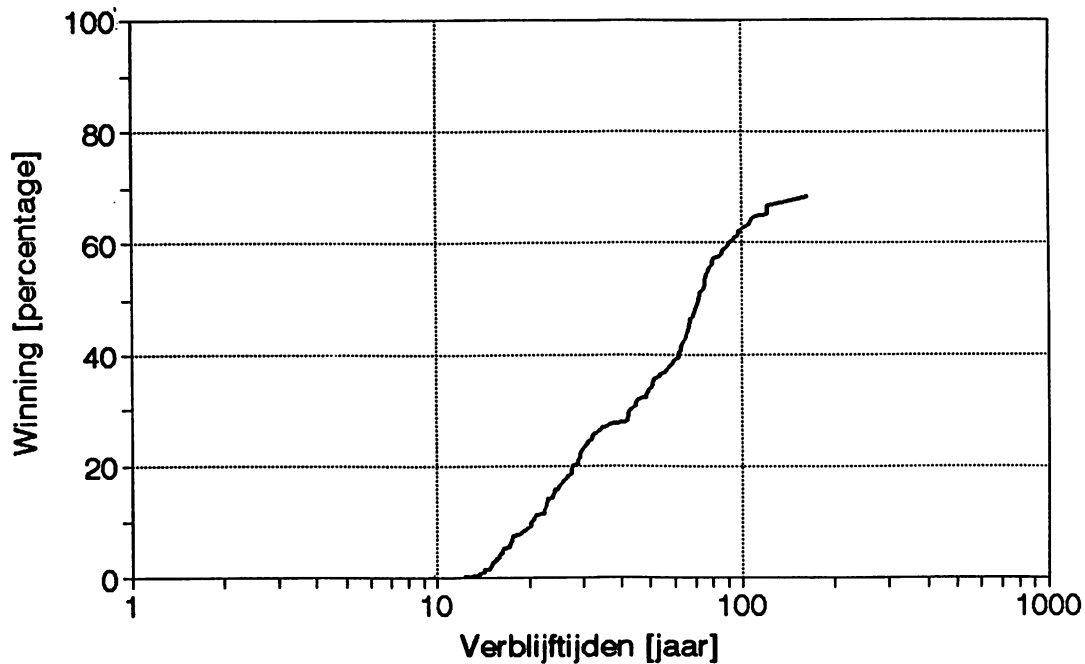
De groter dan 100-jaarszone is alleen afgebeeld wanneer dit in het huidige beschermingsgebied ligt. Naast de indeling in verblijftijdzones is per gebied bepaald wat het aandeel van de voeding van de winning is.

In figuur 4.4 zijn de verblijftijdzones afgebeeld voor het scenario van een onttrekking van 0.50 miljoen m<sup>3</sup>/j. Tevens is aangegeven welk aandeel van de winning uit een bepaald deel van het gebied afkomstig is. Tenslotte zijn in de figuur de huidige grondwaterbeschermingsgebieden rondom het pompstation Hengelo weergegeven.

In dit scenario ligt een klein gedeelte (ca. 2%) van de 50-jaarsverblijftijdzone buiten het huidige grondwaterbeschermingsgebied. Ca. 38% van het onttrokken water is afkomstig uit het huidige grondwaterbeschermingsgebied.

## Responscurve 0,5 miljoen m<sup>3</sup>/j

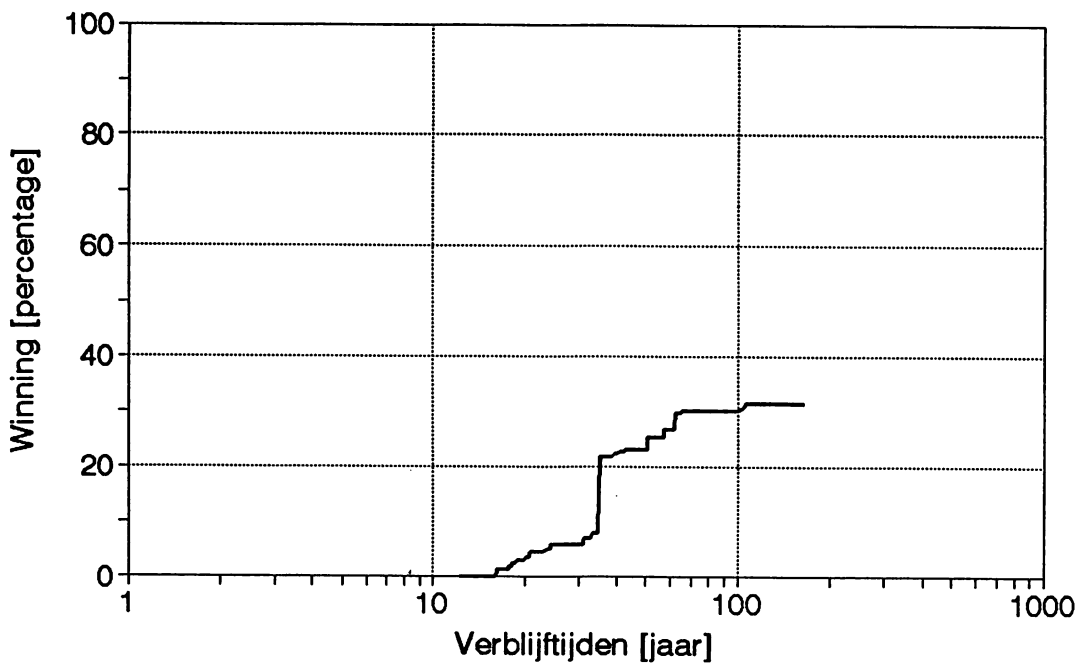
Aandeel grondwater



Figuur 4.5a Responscurve Hengelo (0.50 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel grondwater

## Responscurve 0,5 miljoen m<sup>3</sup>/j

Aandeel oppervlaktewater



Figuur 4.5b Responscurve Hengelo (0.50 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel oppervlaktewater

#### 4.3.2 Responscurve

In een responscurve van een winning wordt de relatie tussen de volumefluxen en de verblijftijd weergegeven. Deze relatie zegt iets over de kwetsbaarheid van de winning.

In de responscurve voor de grondwaterwinning Hengelo wordt onderscheid gemaakt tussen het aandeel dat via het oppervlaktewater opgepompt wordt en het aandeel dat via het grondwater onttrokken wordt. In figuur 4.5a en 4.5b worden de responscurves van beide aanvoerwegen weergegeven.

Het aandeel via het oppervlaktewater onttrokken grondwater neemt toe ten opzichte van het 0.25 miljoen m<sup>3</sup>/j scenario als gevolg van het feit dat bij dit onttrekkingsdebiet water uit de zwaairom van het Twenthekanaal onttrokken wordt.

#### 4.3.3 Verblijftijden in het bepompt pakket

In figuur 4.6 zijn de 25- en 50-jaars verblijftijdzones in het bepompt pakket afgebeeld. De 25-jaarsverblijftijdzone valt buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. De 50-jaarsverblijftijdzone ligt ruim buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. Doordat bij deze benadering de verticale reistijd buiten beschouwing wordt gelaten, beslaat eenzelfde verblijftijdzone in figuur 4.6 groter oppervlak dan in figuur 4.4.

#### 4.4 SCENARIO 1.00 MILJOEN M<sup>3</sup> /JAAR

##### 4.4.1 Voedingsgebied

Om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen de herkomst en de ouderdom van het water is het gebied rond de winning onderverdeeld in zogenaamde verblijftijdzones. Binnen een zone varieert de verblijftijd van het onttrokken water binnen de vastgestelde grenzen. De aangehouden onderverdeling is als volgt:

|               |          |      |
|---------------|----------|------|
| blauwe zones: | < 10     | jaar |
| groene zones: | 10 - 25  | jaar |
| gele zones:   | 25 - 50  | jaar |
| oranje zones: | 50 - 100 | jaar |
| rode zones:   | > 100    | jaar |

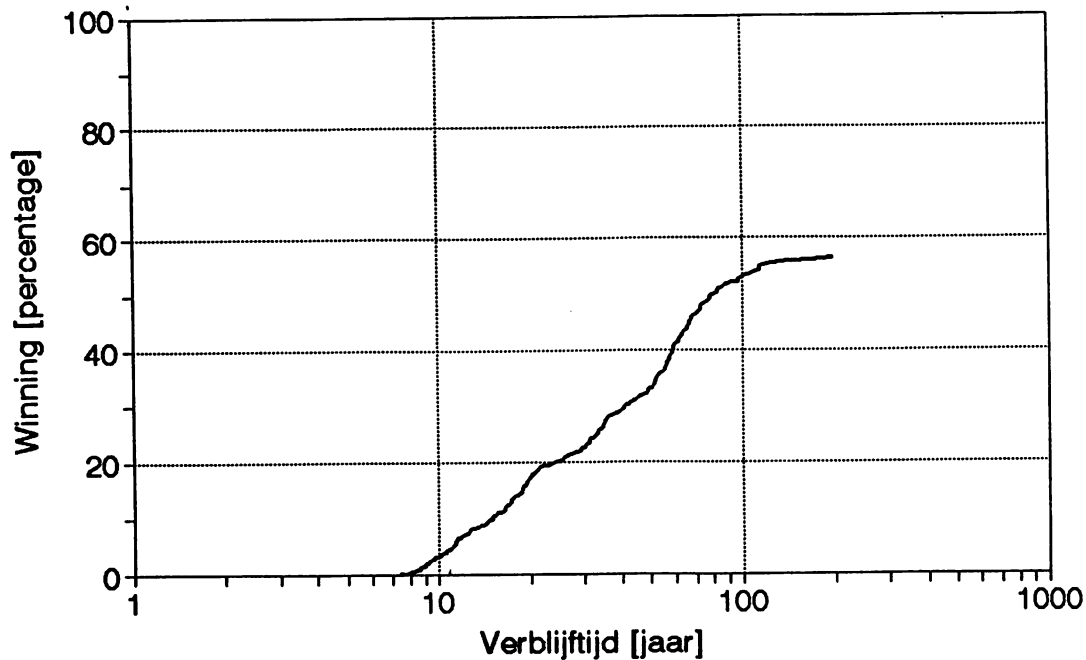
De groter dan 100-jaarszone is alleen afgebeeld wanneer dit in het huidige beschermingsgebied ligt. Naast de indeling in verblijftijdzones is per gebied bepaald wat het aandeel van de voeding van de winning is.

In figuur 4.7 zijn de verblijftijdzones afgebeeld voor het scenario van een onttrekking van 1.00 miljoen m<sup>3</sup>/j. Tevens is aangegeven welk aandeel van de winning uit een bepaald deel van het gebied afkomstig is. Tenslotte zijn in de figuur de huidige grondwaterbeschermingsgebieden rondom het pompstation Hengelo weergegeven.

De 25-jaarszone ligt voor een groot gedeelte in het huidige grondwaterbeschermingsgebied. De 50-jaars verblijftijdzone ligt met name ten weste van het huidige grondwaterbeschermingsgebied II. Ca. 75% van het onttrokken water komt uit het huidige grondwaterbeschermingsgebied.

## Responscurve 1.0 miljoen m<sup>3</sup>/j

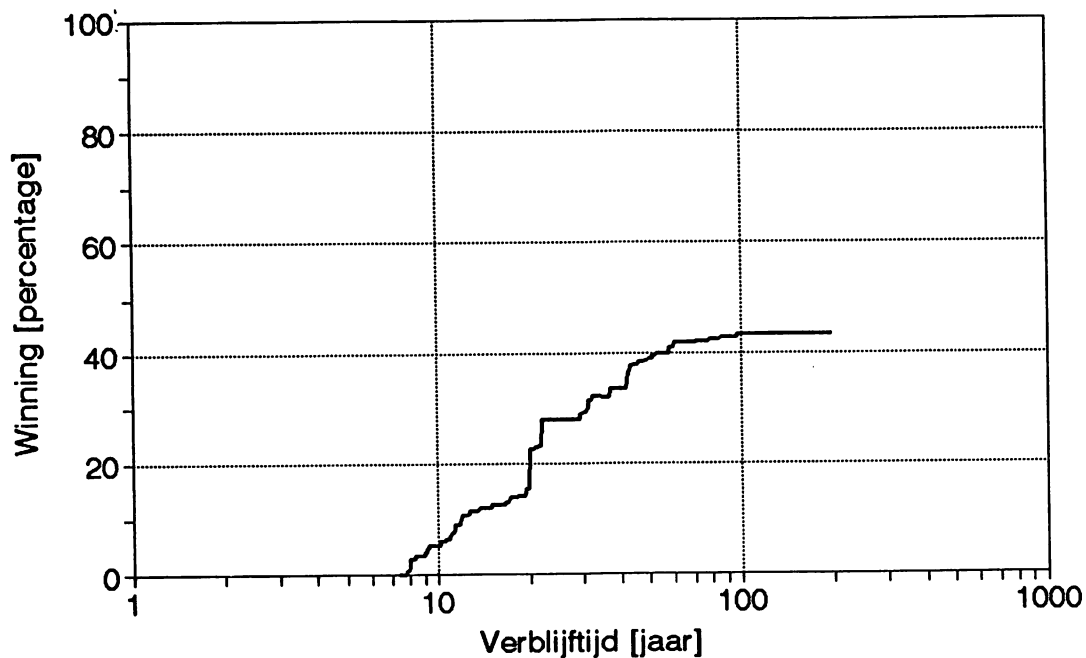
Aandeel grondwater



Figuur 4.8a Responsecurve Hengelo (1.00 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel grondwater

## Responscurve 1.0 miljoen m<sup>3</sup>/j

Aandeel oppervlaktewater



Figuur 4.8b Responsecurve Hengelo (1.00 miljoen m<sup>3</sup>/j),  
aandeel oppervlaktewater

#### 4.4.2 Responscurve

In een responscurve van een winning wordt de relatie tussen de volumefluxen en de verblijftijd weergegeven. Deze relatie zegt iets over de kwetsbaarheid van de winning.

In de responscurve voor de grondwaterwinning Hengelo wordt onderscheid gemaakt tussen het aandeel dat via het oppervlakte water opgepompt wordt en het aandeel dat via het grondwater onttrokken wordt.

De responscurven van de winning Hengelo, scenario 1,0 miljoen m<sup>3</sup>/j, wordt weergegeven in figuur 4.8a en 4.8b. Uit de responscurve blijkt dat het grootste deel (ca. 95%) een verblijftijd heeft van minder dan 100 jaar. Verder blijkt dat de hoeveelheid water opgepompt via het oppervlaktewater groter is. Dit wordt veroorzaakt doordat meer water uit het Twenthekanaal onttrokken wordt. Bij een kleiner onttrekkingsdebiet speelt het Twenthekanaal een minder belangrijke rol.



#### 4.4.3 Verblijftijden bepompte pakket

In figuur 4.9 zijn de 25-en 50-jaars verblijftijdzones in het bepompt pakket afgebeeld. Van de 25-jaarsverblijftijdzone valt een klein gedeelte buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. De 50-jaarsverblijftijdzone ligt buiten het grondwaterbeschermingsgebied II. Doordat bij deze benadering de verticale reistijd buiten beschouwing wordt gelaten, beslaat eenzelfde verblijftijdzone in figuur 4.9 groter oppervlak dan in figuur 4.7.

4.5 GEVOELIGHEIDSANALYSE RESULTATEN

4.5.1 Inleiding

Om niet tot een grote onoverzichtelijke hoeveelheid sterk op elkaar lijkende resultaten te komen, wordt de gevoeligheidsanalyse samengevat in één enkele berekening: een zogenaamde worst-case. In deze berekening zijn een aantal parameters zodanig veranderd dat verwacht wordt dat deze veranderingen een groter voedingsgebied tot gevolg hebben.

De volgende parameters zijn veranderd:

- 1. Halvering van de natuurlijke grondwateraanvulling.
- 2. Verdubbeling van de doorlatendheid in de watervoerende pakketten.
- 3. Verdubbeling van de weerstand van de scheidende lagen.

De worst-case is uitgevoerd met een onttrekkingsdebiet van 1.0 miljoen m³/j. Om een indruk te krijgen van de verandering van de stijghoogte is in tabel 4.1 de verandering ten opzichte van het 1.0 miljoen m³/j-scenario weergegeven ter plaatse van de stijgbuizen.

|                | aantal<br>peilbuizen | gemiddelde<br>absolute<br>afwijking (cm) | standaard<br>deviatie | maximale<br>afwijking<br>(cm) |
|----------------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Landbouwbuizen | 42                   | 32                                       | 47                    | 164                           |
| Peilbuizen WP3 | 25                   | 19                                       | 25                    | 66                            |

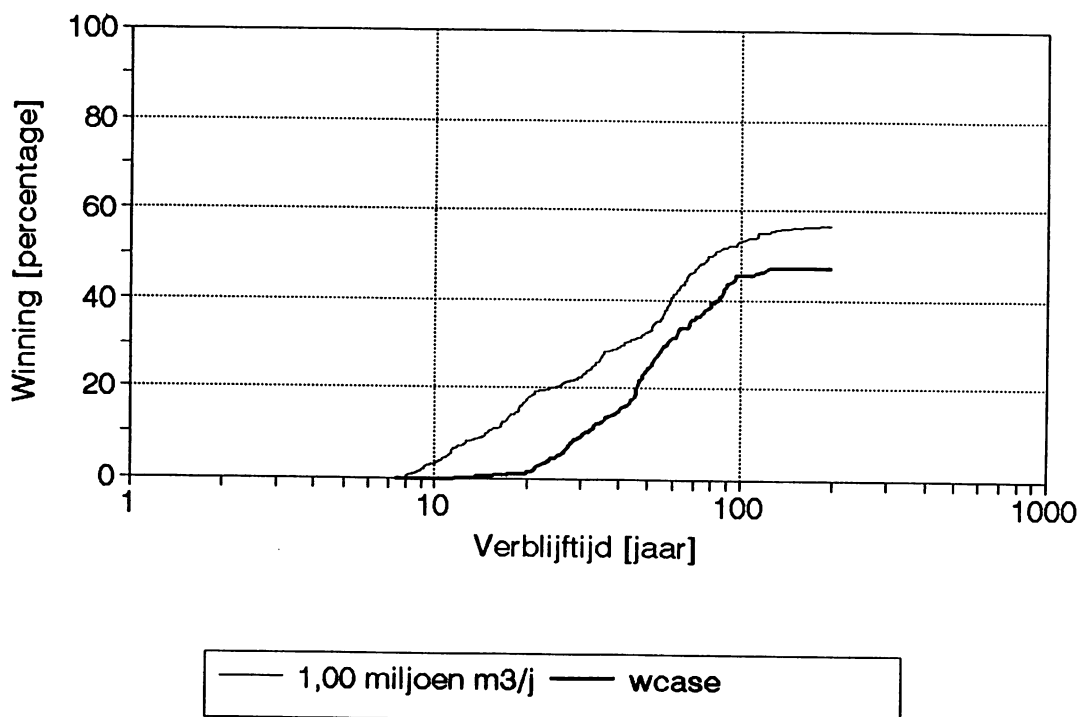
Tabel 4.1 Stijghoogteveranderingen worst-case ten opzichte van het 1.00 miljoen m³/j-scenario.

4.5.2 Gevoeligheid voedingsgebied

In figuur 4.10 zijn de verblijftijdzones van het worst-case scenario afgebeeld. Tevens is aangegeven welk deel van de winning uit een bepaalde zone afkomstig is. In vergelijking met de rekensituatie (figuur 4.7) is het totale oppervlak van het voedingsgebied behoorlijk toegenomen. De oorzaak hiervan is een sterk verminderde voeding in het worst-case scenario. Er zal nu water van grotere afstand aangevoerd moeten worden. Dit betekent een vergroting van het voedingsgebied.

## Responscurve worst-case

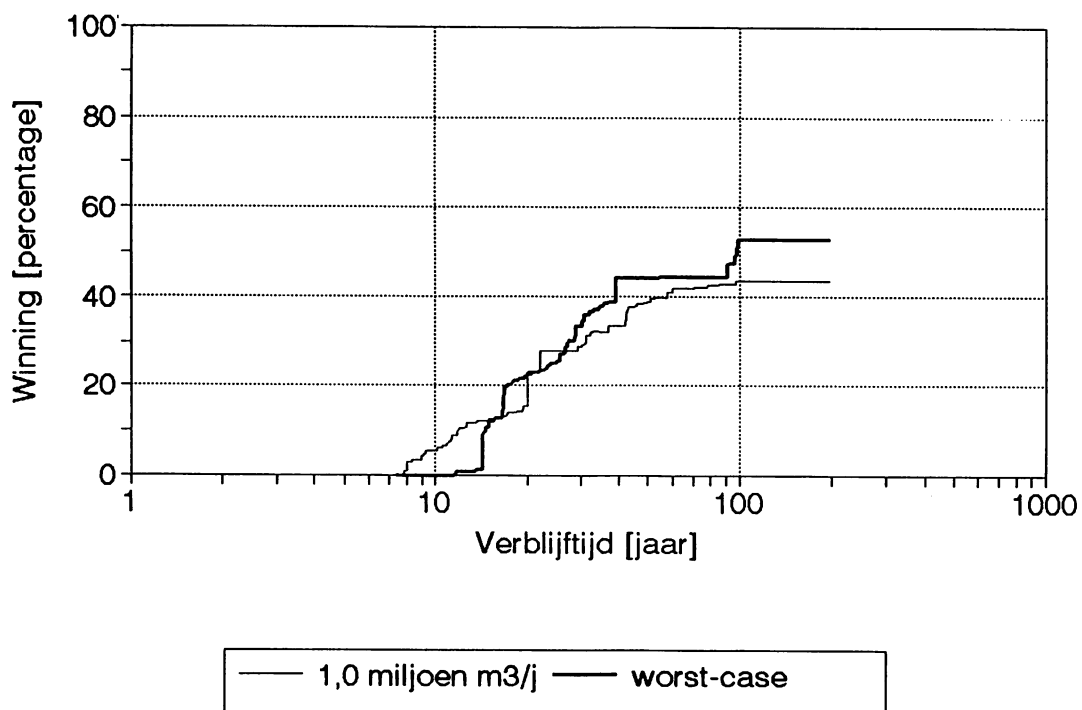
Aandeel grondwater



Figuur 4.11a Responsecurve Hengelo (worst-case),  
aandeel grondwater

## Responscurve worst-case

Aandeel oppervlaktewater



Figuur 4.11b Responsecurve Hengelo (worst-case),  
aandeel oppervlaktewater

#### 4.5.3 Gevoeligheid responscurve

De responscurves voor het worst-case scenario zijn weergegeven in figuur 4.10a en 4.10b. Opvallend is dat in het worst-case scenario het aandeel oppervlaktewater is toegenomen. Dit wordt veroorzaakt door een grotere onttrekking uit het Twenthekanaal.

Uit de responscurve voor het aandeel grondwater blijkt dat de winning minder kwetsbaar is geworden. De curve is wat naar rechts opgeschoven. De oorzaak hiervan is een sterk verminderde voeding in het worst-case scenario. Er zal nu water van grotere afstand aangevoerd moeten worden wat een grotere verblijftijd met zich mee brengt

## 5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

1. Met behulp van de gevolgde berekeningsmethodiek (TRIWACO/TRACE-programmatuur) is een redelijk inzicht verkregen van de voedingsgebieden, verblijftijden en voedingsaandelen van de verschillende onttrekkingsscenario's voor de drinkwaterwinning Hengelo.
2. Uit de berekende responscurves blijkt dat de drinkwaterwinning kwetsbaar is voor verontreinigingen aan het maaiveld. Ca. 85 tot 95% van het onttrokken water heeft een verblijftijd van minder dan 100 jaar.
3. Het aandeel uit het oppervlaktewater neemt toe met het onttrekkingsdebiet. Bij het onttrekkingsdebiet van 0.5 en 1.0 miljoen m<sup>3</sup>/j wordt water uit de zwaairom van het Twenthekanaal onttrokken.

## 6. LITERATUURLIJST

Cultuurtechnische vereniging, 1988. Cultuurtechnisch vademecum.

IWACO, 1991. Intrekegebieden van drinkwaterwinningen Overijssel. Fase 1; Voorstudie (rapportage). Rapportnummer 22.1641.0

IWACO, 1993. Onderzoek intrekgebieden drinkwaterwinningen Overijssel. Fase 2. Rapportnummer 22.0641.0.

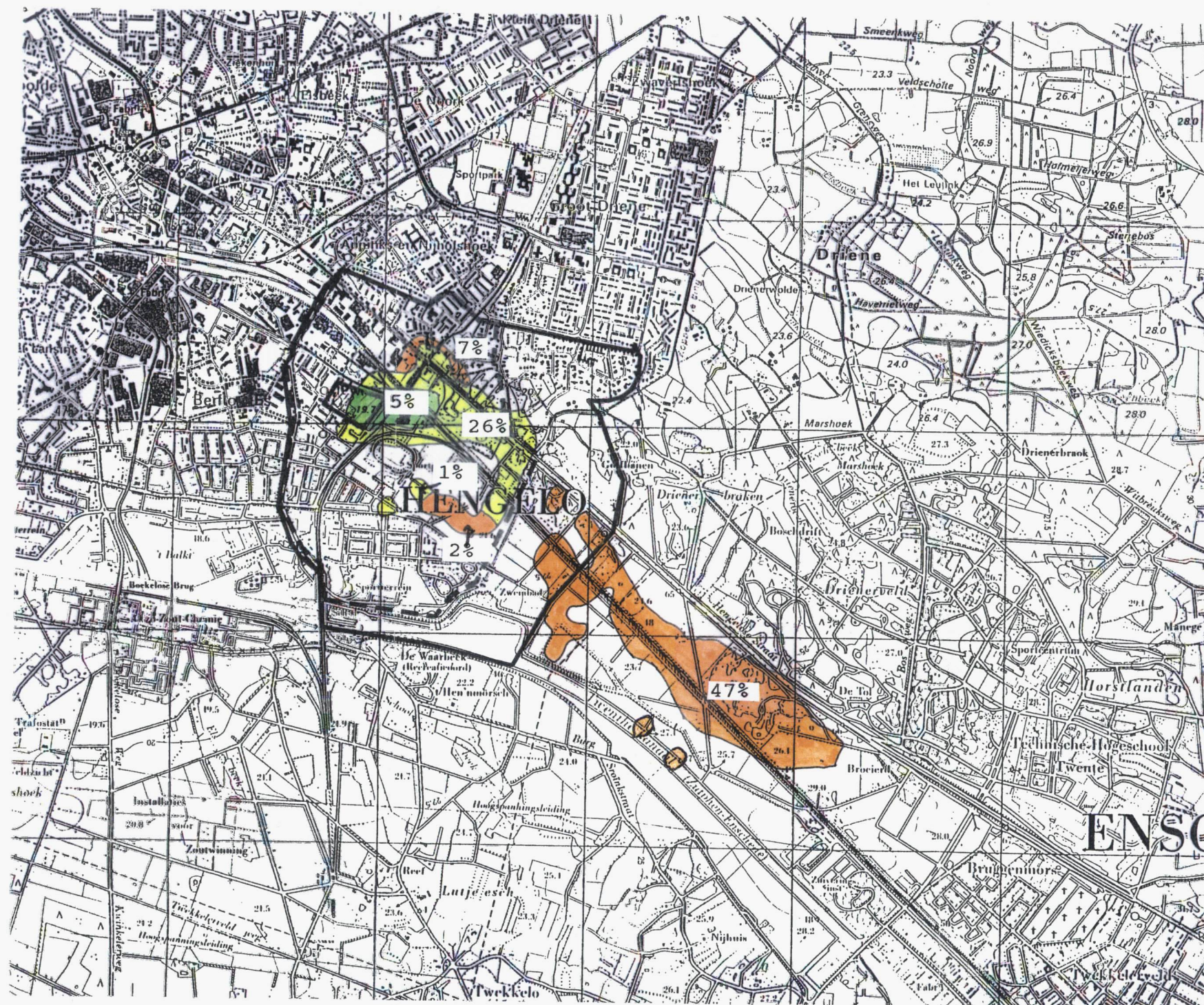
KNMI, 1986. Maandoverzicht van de neerslag in Nederland.

KNMI, 1988. Maandoverzicht van de neerslag in Nederland.

TNO, 1974. Grondwaterkaart van Nederland, 28oost, 29, 34oost, 35.

TNO, 1985. Inventarisatie grondwatergegevens in de provincie Overijssel.





# Legenda

- 0 - 10 jaar
- 10 - 25 jaar
- 25 - 50 jaar
- 50 - 100 jaar
- > 100 jaar
- Waterwingebied
- Grondwaterbeschermingsgebied I
- Grondwaterbeschermingsgebied II



0 1250 m

|                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|-------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Opdrachtgever                                                     |  | Provincie Overijssel                                                                                                                                                                                                                                                     |          |
| Project                                                           |  | Getekend                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gezien   |
| Intrekgebied en verblijftijden<br>pompstation Hengelo             |  | KP                                                                                                                                                                                                                                                                       | KP       |
|                                                                   |  | Figuurnummer                                                                                                                                                                                                                                                             | Datum    |
| Omschrijving                                                      |  | 4.1                                                                                                                                                                                                                                                                      | mei 1994 |
|                                                                   |  | Tekeningsnummer                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
| Verblijftijden vanaf maaiveld (0.25 miljoen m <sup>3</sup> /jaar) |  | <div> <div>IWACO</div> <div>                     Adviesbureau voor water en milieu<br/>                     Postbus 2198, 9704 CD Groningen<br/>                     Wegalaan 5, Groningen<br/>                     Telefoon (050) 734.455                 </div> </div> |          |

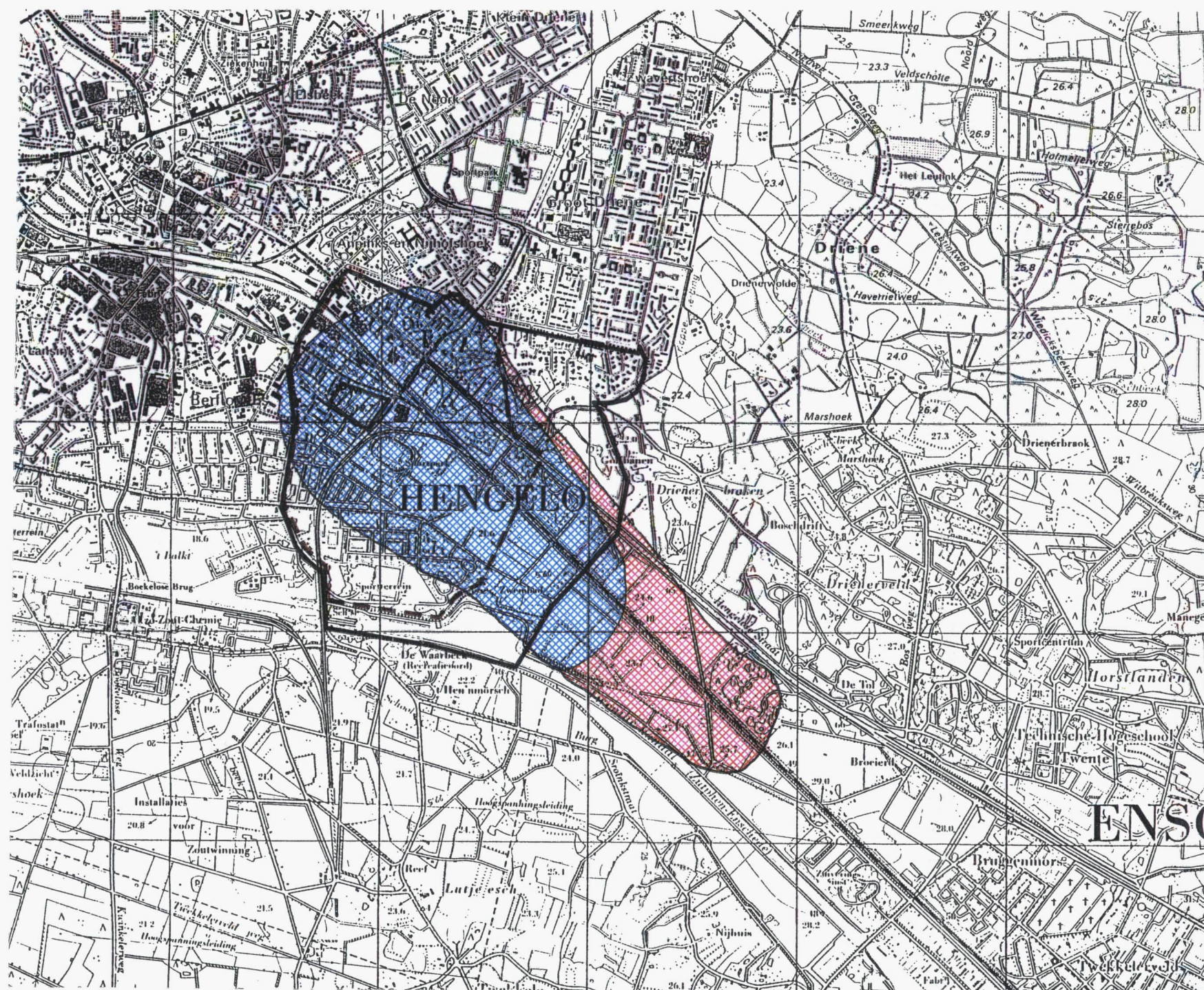












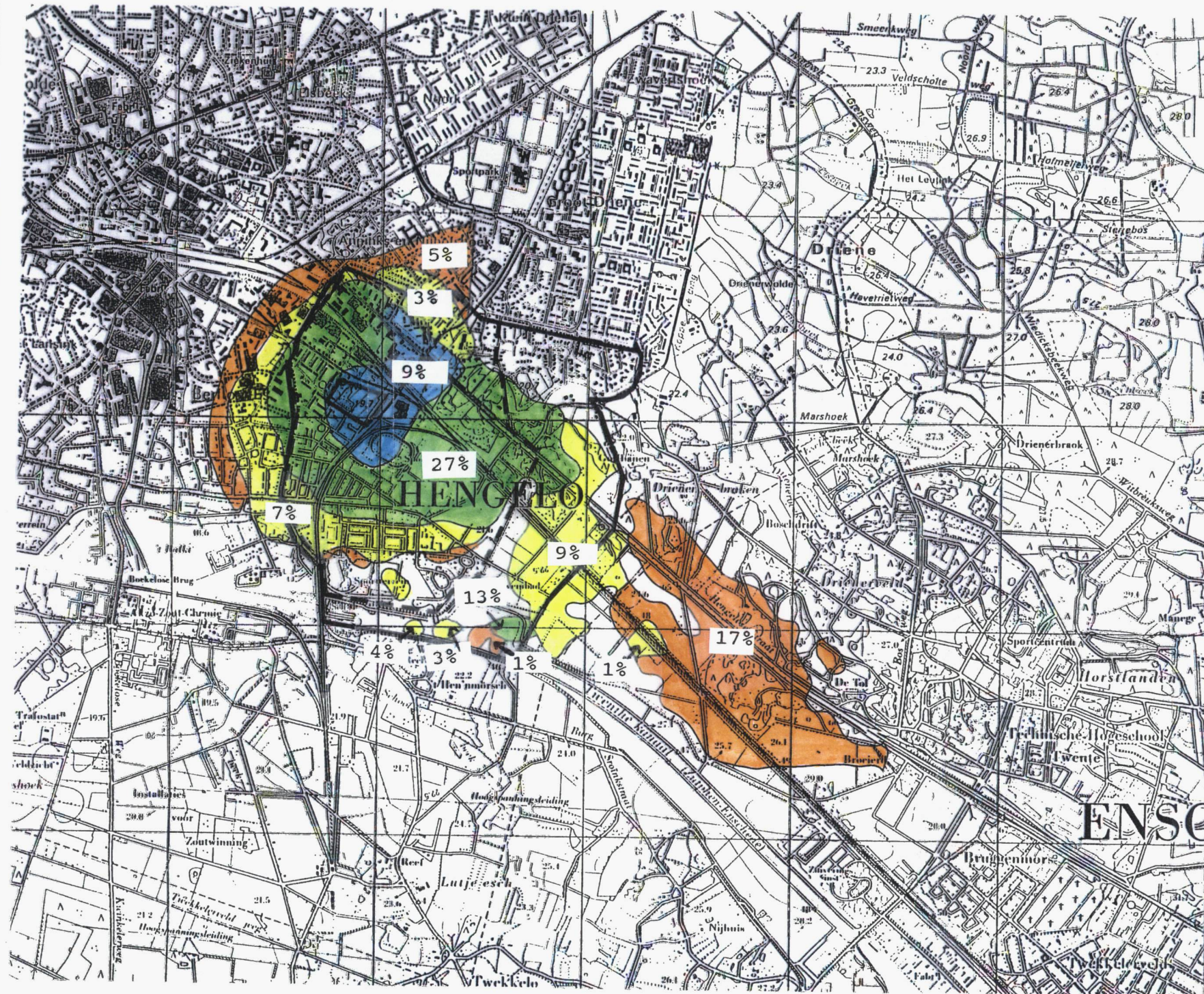
Legenda

-  0 - 25 jaar
-  25 - 50 jaar
-  Waterwingebied
-  Grondwaterbeschermingsgebied I
-  Grondwaterbeschermingsgebied II



|               |                                                       |                                       |                                   |                                                                                                                         |  |
|---------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Opdrachtgever |                                                       | Provincie Overijssel                  |                                   | IWACO                                                                                                                   |  |
| Project       | Intrekgebied en verblijftijden<br>pompstation Hengelo | Getekend<br>KP<br>Figuurnummer<br>4.6 | Gezien<br>KP<br>Datum<br>mei 1994 | Adviesbureau voor water en milieu<br>Postbus 2198, 9704 CD Groningen<br>Wegalaan 5, Groningen<br>Telefoon (050) 734.455 |  |
| Omschrijving  | Verblijftijden bepompt pakket (0.5 miljoen m3/jaar)   |                                       |                                   |                                                                                                                         |  |





# Legenda

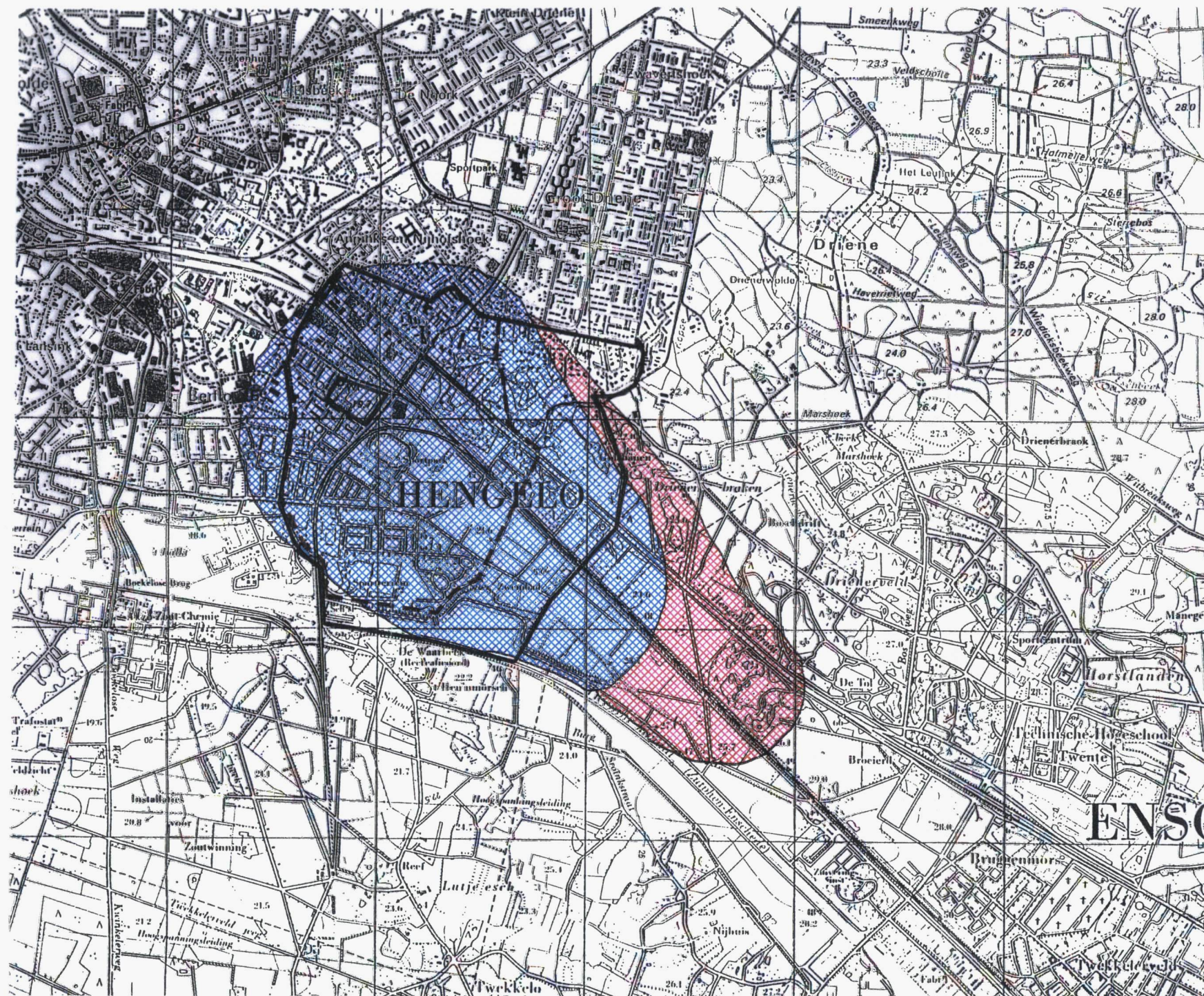
- 0 - 10 jaar
- 10 - 25 jaar
- 25 - 50 jaar
- 50 - 100 jaar
- > 100 jaar
- Waterwingebied
- Grondwaterbeschermingsgebied I
- Grondwaterbeschermingsgebied II



0 1250 m

|                                                                   |  |                      |          |                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|--|----------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opdrachtgever                                                     |  | Provincie Overijssel |          | <div>IWACO</div> <div>Adviesbureau voor water en milieu</div> <div>Postbus 2198, 9704 CD Groningen</div> <div>Wegalaan 5, Groningen</div> <div>Telefoon (050) 734.455</div> |
| Project                                                           |  | Getekend             | Gezien   |                                                                                                                                                                             |
| Intrekgebied en verblijftijden<br>pompstation Hengelo             |  | KP                   | KP       |                                                                                                                                                                             |
|                                                                   |  | Figuurnummer         | Datum    |                                                                                                                                                                             |
| Omschrijving                                                      |  | 4.7                  | mei 1994 |                                                                                                                                                                             |
| Verblijftijden vanaf maaiveld (1.00 miljoen m <sup>3</sup> /jaar) |  | Tekeningnummer       |          |                                                                                                                                                                             |





# Legenda

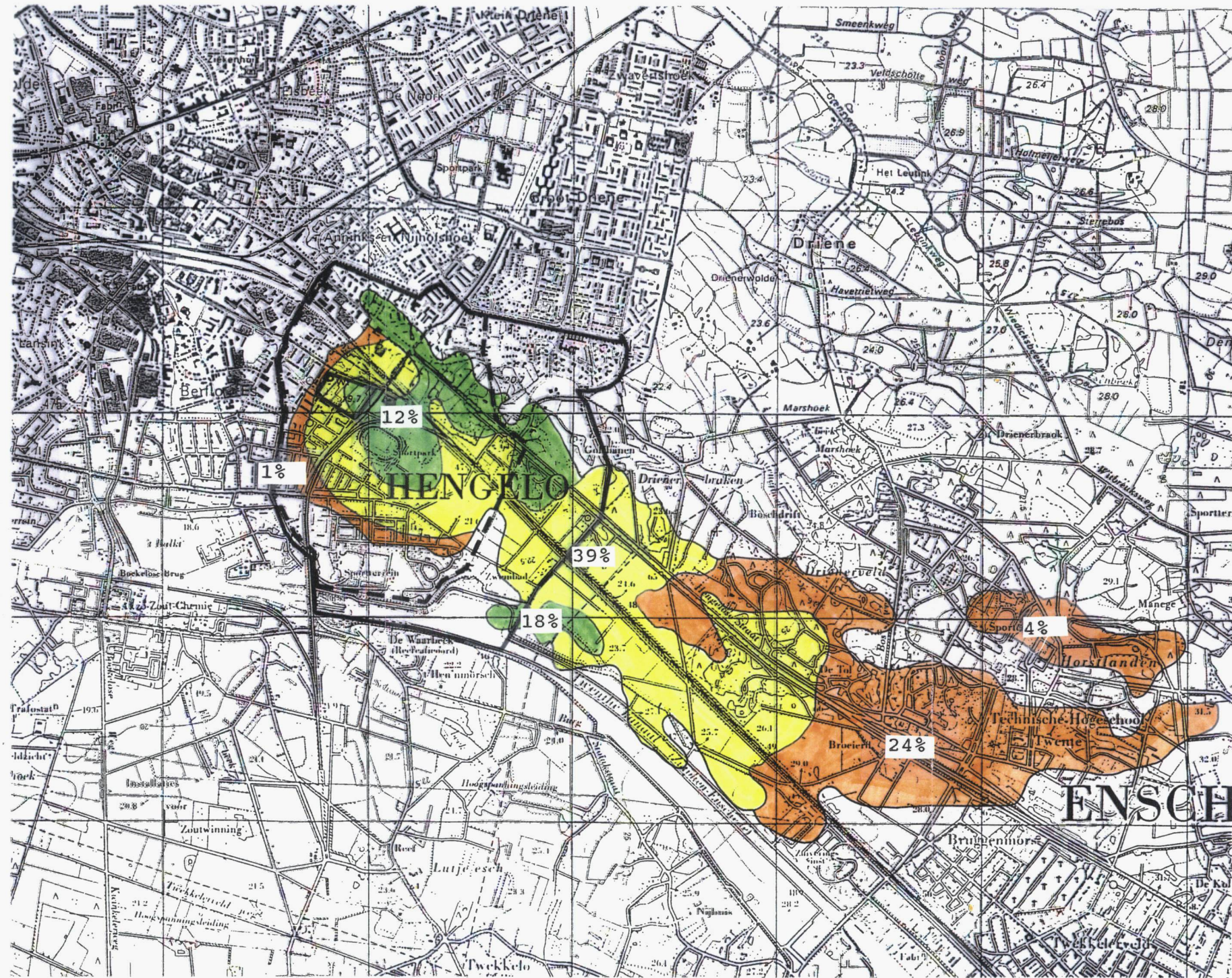
-  0 - 25 jaar
-  25 - 50 jaar
-  Waterwingebied
-  Grondwaterbeschermingsgebied I
-  Grondwaterbeschermingsgebied II



0 1250 m

|                                                       |  |                                                     |          |                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Opdrachtgever                                         |  | Provincie Overijssel                                |          | IWACO<br>Adviesbureau voor water en milieu<br>Postbus 2198, 9704 CD Groningen<br>Wegalaan 5, Groningen<br>Telefoon (050) 734.455 |
| Project                                               |  | Getekend                                            | Gezien   |                                                                                                                                  |
| Intrekgebied en verblijftijden<br>pompstation Hengelo |  | KP                                                  | KP       |                                                                                                                                  |
|                                                       |  | Figuurnummer                                        | Datum    |                                                                                                                                  |
|                                                       |  | 4.9                                                 | mei 1994 |                                                                                                                                  |
| Omschrijving                                          |  | Verblijftijden bepompt pakket (1.0 miljoen m3/jaar) |          | Tekeningnummer                                                                                                                   |





# Legenda

- 0 - 10 jaar
- 10 - 25 jaar
- 25 - 50 jaar
- 50 - 100 jaar
- > 100 jaar
- Waterwingebied
- Grondwaterbeschermingsgebied I
- Grondwaterbeschermingsgebied II



0 1250 m

|               |                                                       |                                            |              |                |                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|----------------|-----------------------------------|
| Opdrachtgever |                                                       | Provincie Overijssel                       |              | IWACO          |                                   |
| Project       | Intrekgebied en verblijftijden<br>pompstation Hengelo |                                            | Getekend     | Gezien         | Adviesbureau voor water en milieu |
|               |                                                       |                                            | KP           | KP             | Postbus 2198, 9704 CD Groningen   |
|               |                                                       |                                            | Figuurnummer | Datum          | Wegalaan 5, Groningen             |
|               |                                                       |                                            | 4.10         | mei 1994       | Telefoon (050) 734.455            |
| Omschrijving  |                                                       | Verblijftijden vanaf maaiveld (worst-case) |              | Tekeningnummer |                                   |





**Hoofdkantoor en  
Afdeling Buitenland**

Hoofdweg 490  
Postbus 8520  
3009 AM Rotterdam  
Tel. : 010 - 4076543  
Fax : 010 - 2201005  
Telex : 24069 iwaco NL

**Milieulaboratorium en  
Regionale Vestiging West**

Hoofdweg 490  
Postbus 8520  
3009 AM Rotterdam  
Tel. : 010 - 4076543  
Fax : 010 - 2200025

**Regionale Vestiging Zuid**

Stationsplein 21-22  
Postbus 525  
5201 AM 's-Hertogenbosch  
Tel. : 073 - 874111  
Fax : 073 - 120776

**Regionale Vestiging Noord**

Wegalaan 5  
Postbus 2198  
9704 CD Groningen  
Tel. : 050 - 734455  
Fax : 050 - 711430