

NN31545.1488

1488

I

oktober 1983

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

PROGRAMMA VAN ONDERZOEK NAAR DE BEHOEFTE EN  
EFFECTEN VAN WATERAANVOER NAAR HET ZANDGEBIED IN  
WESTELIJK NOORD-BRABANT

ir. P.J.M. van Boheemen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking



CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0165 3852

ISBN 0 000 0165 3852

18 APR. 1984

## I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING, PROBLEEM EN DOEL	1
2. REGIO'S DIE VOOR WATERAANVOER IN AANMERKING KOMEN	4
3. GEKOZEN REKENTECHNIEK	9
4. FASERING VAN HET TOTALE ONDERZOEK	14
5. NADERE UITWERKING VAN HET ONDERZOEKSPROGRAMMA	16
5.1. Deelproject 1. Bepaling van de behoefte aan oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden	16
5.2. Deelproject 2. Bepaling van de omvang en effecten van infiltratie	16
5.2.1. Inhoudelijke aspecten van de studie voor Zundert/Rijsbergen	17
5.2.2. Organisatorische aspecten van de studie voor Zundert/Rijsbergen	19
5.3. Deelproject 3. Integratie van de resultaten van de deelprojecten 1 en 2	20
6. RELATIE MET ANDERE ONDERZOEKEN	21
7. LITERATUUR	22

## 1. INLEIDING, PROBLEEM EN DOEL

Voor het in kaart brengen van de mogelijkheden om landbouwgebieden rondom het in aanleg zijnde Zoommeer straks vanuit genoemd meer van water te voorzien is door de provinciale besturen van Zeeland en Noord-Brabant de Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer in het leven geroepen. Het zandgebied in westelijk Noord-Brabant vormt één van de gebieden die, gezien de ligging, vanuit het toekomstige Zoommeer van water zou kunnen worden voorzien. In verband hiermede zijn binnen de Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer thans de volgende vragen aan de orde:

- welke regio's binnen het zandgebied van westelijk Noord-Brabant zouden tegen aanvaardbare kosten vanuit het toekomstige Zoommeer kunnen worden voorzien;
- in hoeverre bestaat in bovenbedoelde regio's behoefte aan beschikbaarheid van oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden en welke hoeveelheden water zijn nodig voor het compenseren van de infiltratie vanuit de op peil te houden waterlopen;
- welke effecten heeft wateraanvoer in bovenbedoelde regio's op de watervoorziening van de gewassen en de winningsmogelijkheden van grondwater.

Aan het eerstgenoemde probleem wordt thans door de Landinrichtingsdienst gewerkt.

De twee andere vraagstukken vormen het thema van het in deze nota beschreven onderzoeksprogramma. Met de uitvoering van dit programma wordt nagestreefd kennis te vergaren omtrent de aanpak van vragen aangaande de behoefte aan en effecten van wateraanvoer in hellende zandgebieden en het daadwerkelijk beantwoorden van dergelijke vragen voor het zandgebied in westelijk Noord-Brabant.

Alvorens over te gaan tot het bespreken van het uit te voeren onderzoek zal eerst in het kort worden aangegeven welke conclusies ten aanzien van het eerstgenoemde vraagstuk zijn getrokken na een verkennende studie door de Landinrichtingsdienst, aangezien deze in belangrijke mate van invloed zijn geweest op het uiteindelijk vastgestelde onderzoeksprogramma.



## 2. REGIO'S DIE VOOR WATERAANVOER IN AANMERKING KOMEN

Door medewerkers van de Landinrichtingsdienst is verkend welke regio's binnen het zandgebied in westelijk Noord-Brabant, bedoeld wordt op regio's binnen de gebieden VIII tot en met XI in figuur 1, vanuit het Zoommeer van water zouden kunnen worden voorzien tegen aanvaardbaar geachte kosten. Er is uitsluitend gelet op de mogelijkheden binnen Nederland. Wateraanvoer via waterlopen op Belgisch grondgebied is vooralsnog buiten beschouwing gebleven, terwijl, technisch gezien, wel enkele aantrekkelijk ogende mogelijkheden voorhanden zijn.

Geconstateerd werd dat de meest gunstige omstandigheden zich voordoen in het stroomgebied van de Aa of Weerijds (fig. 2). Water dat vanuit het Zoommeer via Dintel en Mark naar Breda kan worden gevoerd, zou via de Aa of Weerijds langs de kernen van Rijsbergen en Zundert circa 10 m kunnen worden opgevoerd naar de plaats waar genoemd riviertje de Belgisch-Nederlandse grens passeert. Het opgepompte water zou vervolgens via een aan te leggen koppelleiding langs de grens in westelijke richting kunnen worden gevoerd en worden afgelaten op de waterlopen die door de koppelleiding worden gekruisd. Aldus zou een gebied kunnen worden bereikt met een oppervlakte van circa 20 000 ha. Het betreffende gebied vormt ruwweg gesproken de binnen Nederland gelegen westelijke helft van het stroomgebied van de Aa of Weerijds en omvat het grondgebied van de gemeenten Zundert en Rijsbergen (fig. 1).

De bovengenoemde koppelleiding zou kunnen worden doorgetrokken tot de Vlette Vaart (fig. 2) om een smalle strook gronden in het traject Schijf-Rucphen-Roosendaal eveneens van water te kunnen voorzien.

Ook voor het zandgebied in de omgeving van Bergen op Zoom en Wouw is een aanvoerplan ontworpen. Het door dit plan bestreken gebied is circa 10 000 ha groot. De haalbaarheid van het plan is duidelijk kleiner dan die van het plan voor de omgeving Zundert/Rijsbergen. Een meer concrete uitspraak lijkt pas goed mogelijk, wanneer voor de omgeving Zundert/Rijsbergen een gedetailleerd onderzoek naar de kosten en baten van wateraanvoer is afgerond.

Wateraanvoer naar de overige, nog niet nader genoemde gedeelten van het zandgebied wordt nog minder haalbaar geacht. In dit verband

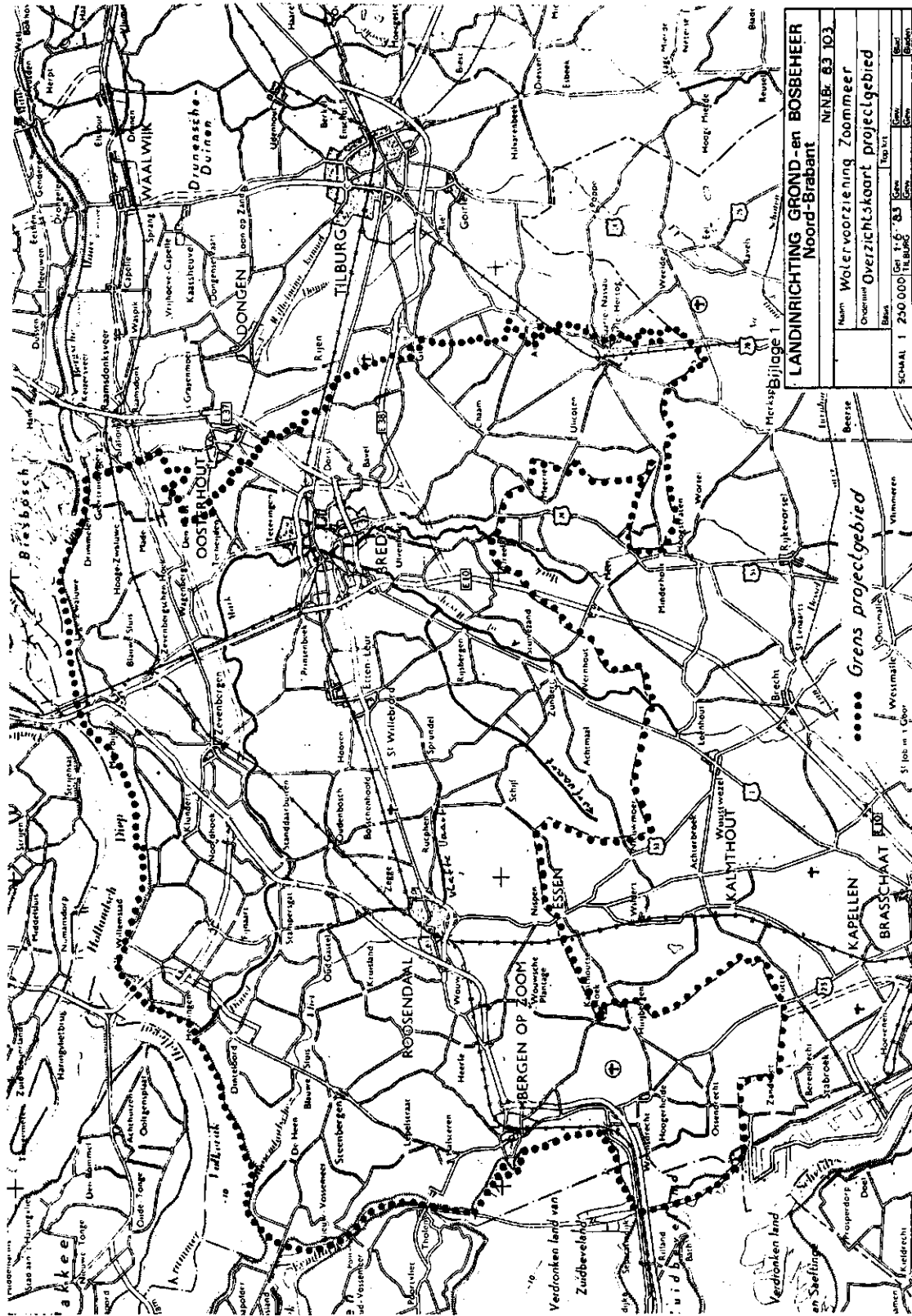


Fig. 2. Topografische kaart voor de omgeving van Zundert en Rijsbergen

moet gedacht worden aan wateraanvoer naar de omgeving van Woensdrecht/Huybergen/Ossendrecht/Putte, de omgeving van Roosendaal/Nispen en de omgeving van Nieuw-Ginneken/Chaam/Baarle-Nassau.

Opgemerkt wordt dat bij de uitgevoerde verkenning louter gelet is op de verhouding tussen de kosten van wateraanvoer naar de betreffende regio's en de extra baten die als gevolg van een eventuele wateraanvoer door de landbouw binnen die regio's behaald zouden kunnen worden. Voordelen van andere sectoren dan landbouw zijn niet in de verkenning meegenomen.

Ten aanzien van het belang van de sector drink- en industriewatervoorziening kan het volgende worden opgemerkt. In het gebied ten zuiden van Breda, omvattende de gemeenten Zundert, Rijsbergen, Nieuw-Ginneken, Chaam en Baarle-Nassau, wordt op dit moment slechts op één plaats een noemenswaardige hoeveelheid grondwater gewonnen, te weten te Zundert (1 miljoen m<sup>3</sup> per jaar voor industriële doeleinden). Thans wordt door de 'Provinciale Commissie ad hoc grondwaterwinning in westelijk Noord-Brabant' nagegaan in hoeverre bedoeld gebied zich leent voor de vestiging van nieuwe grondwaterwinningen.

Ten westen van het laatstgenoemde gebied liggen wel enkele belangrijk grondwaterwinplaatsen (fig. 3). De namen van die winplaatsen en de omvang van de in 1981 plaats gevonden onttrekkingen zijn vermeld in het onderstaande overzicht.

Winplaats	Onttrekking 1981	Vergunningshoeveelheid (1000 m <sup>3</sup> )
Halsteren	1 780	2 500
Bergen op Zoom	4 523	5 000
Wouw	2 439	4 000
Roosendaal	3 362	5 000
Hoeven	10 012	15 000
Rucphen	7 764	10 500
	<u>29 880</u>	<u>42 000</u>





De geraamde beïnvloeding van het freatische grondwater bij een onttrekking gelijk aan de vergunningshoeveelheid is als volgt:

- Halsteren : Nagenoeg geen invloed.
- Bergen op Zoom : Geen invloed op landbouwgronden.
- Wouw : Beïnvloeding max. 20 à 30 cm verlaging van de grondwaterstand. Opbrengstdepressies gering; betreft wel aanzienlijke oppervlakte.
- Roosendaal : Geringe beïnvloeding over een groot gebied (schaal ca. 3 km). Verlagingen max. 10 à 20 cm. Geringe depressies, wel gevoelig gebied voor verandering van de grondwaterstand.
- Hoeven : Nagenoeg geen invloed. Verlagingen worden sterk gespreid door weerstandbiedende lagen.
- Rucphen : Aanzienlijke freatische beïnvloeding over een groot gebied. De winning ligt centraal in een relatief hooggelegen gebied (Rucphense bossen). Met name de laaggelegen randgebieden zijn gevoelig voor verlagingen van de grondwaterstand. Voor deze winning loopt een schadeklacht van circa 150 landbouwers.

Het is gewenst dat op korte termijn wordt nagegaan of de belangen van de drink- en industriewatervoorzieningssector aanleiding geven tot een herziening van de conclusies met betrekking tot de haalbaarheid van de diverse aanvoerplannen. In het vervolg van deze nota wordt voortgebouwd op de conclusies die bij de verkenning door de Landinrichtingsdienst werden getrokken.

### 3. GEKOZEN REKENTECHNIEK

Zoals reeds in hoofdstuk 1 werd uiteengezet, zal het aan de orde zijnde onderzoek gericht moeten zijn op het vinden van antwoorden op de volgende vragen:

- a. in welke mate is behoefte aan oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden;
- b. welke waarden bereikt de infiltratie vanuit de op peil te houden waterlopen;
- c. welke effecten heeft op peil houden van waterlopen op de watervoorziening van de gewassen en de winningsmogelijkheden van grondwater.

ad a. Deze vraag kan worden opgelost wanneer bekend is welke aanvullende waterbehoefte de gewassen op de langs de waterlopen gelegen gronden hebben. Dit betekent dat berekeningen zouden moeten worden gemaakt van de vochttekorten die zich bij bedoelde gewassen voordoen. De Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer heeft hierin reeds voorzien. Inmiddels is namelijk gestart met vochttekortberekeningen met behulp van het model LAMOS (REULING, 1983) voor alle gronden in het zandgebied van westelijk Noord-Brabant. Te zijner tijd zullen de uitkomsten van deze berekeningen worden gebruikt voor het vaststellen van de meeropbrengsten die bij een aanvullende watervoorziening optreden. In aansluiting daarop zal voor die gronden waar de geldelijke meeropbrengst groter is dan de geraamde beregeningskosten, nagegaan worden welke hoeveelheid water met de toepassing van beregening gemoeid is. Hierbij zal ook gebruik worden gemaakt van het inmiddels voor dat doel uitgebreide model LAMOS.

In het bovenstaande is niet gesproken over het meenemen in de berekeningen van het effect van wateraanvoer op de grondwaterstand. Indien dit bedoeld effect van betekenis zou zijn, hetgeen uit het onder punt c gerangschikte onderzoek moet blijken, dient dit alsnog in de berekeningen te worden betrokken.

ad b en c. Het onderzoek naar de omvang en de effecten van de infiltratie dient te worden uitgevoerd met behulp van een numeriek gebiedsmodel. De beperkingen die kleven aan de toepassing van analytische formules, worden te bezwaarlijk geacht. Het stromingsproces zou dan ingrijpend geschematiseerd moeten worden.

Zoals gesteld, een goed perspectief is aanwezig bij gebruik van een numeriek gebiedsmodel, met name bij keuze voor een versie waarbij de onverzadigde en verzadigde zone zijn gekoppeld en waarmee op niet-stationaire of pseudo-stationaire basis kan worden gerekend. Het rekenwerk dat dan wordt verricht, is nogal omvangrijk en moeilijk controleerbaar vanwege de vele interacties waaraan aandacht wordt besteed. Er is daarom ook overwogen om een benadering te kiezen, waarbij de stromingsprocessen in de onverzadigde en verzadigde zone los van elkaar worden gezien, het doorrekenen van de twee deelsystemen eventueel meerdere keren plaats vindt in de vorm van een iteratief proces en met het grondwaterstromingsmodel alleen enkele stationaire situaties worden geanalyseerd. Bij zo'n benadering zou gewerkt kunnen worden met het model LAMOS voor de bestudering van het verticale stromingsproces in de onverzadigde zone. Dit model, waarmee dan op pseudo-stationaire basis berekeningen worden uitgevoerd, zou in dat geval gevoed dienen te worden met een grondwaterstandafvoerrelatie die is vastgesteld met het gekozen grondwaterstromingsmodel.

Voor de bestudering van de stromingen in de verzadigde zone zou een keuze kunnen worden gedaan uit de modellen FEMSAT (VAN BAKEL, 1978), GROMULA (BROKS, 1979) en TRIST (LEYNSE, 1980). Elk van deze modellen werkt volgens de eindige elementenmethode. Het studiegebied zou dan in driehoekige elementen moeten worden opgedeeld. Vervolgens zouden de geohydrologische opbouw en het oppervlaktewatersysteem zodanig geschematiseerd moeten worden dat ze in het gekozen model kunnen worden ingevoerd. Hetzelfde geldt met betrekking tot de stromingssituatie op de randen van het gebied. Daarbij kan worden gekozen voor een specificatie van de stijghoogten

van het grondwater of voor een specificatie van de fluxen. Met behulp van het gekozen grondwaterstromingsmodel zou kunnen worden nagegaan welke grondwaterstand zich bij enkele stationaire stromingssituaties (natte zomerperiode, droge zomerperiode, e.d.) in de diverse elementen voordoet. Het opzetten van dergelijke berekeningen brengt met zich mee, dat aan het model ook gegevens moeten worden toegeleverd over de intensiteit van de grondwaterafstroming in de diverse elementen. Bedoeld wordt hier: de som van de fluxen vanaf het freatisch vlak in de richting van diepere niveau's en het oppervlaktewatersysteem. Tegelijk met gegevens over de grondwaterstand in de diverse elementen komen uiteindelijk als modeluitkomst ook gegevens beschikbaar over de voeding van het oppervlaktewatersysteem (omvang van de afvoer c.q. infiltratie).

Wanneer de bovengenoemde procedure is uitgevoerd voor verschillende stationaire stromingssituaties, kan uit de daarbij verkregen rekenresultaten voor elk element worden nagegaan welke samenhang aanwezig is tussen de hoogte van de grondwaterstand en de intensiteit van de grondwaterafstroming. Daarbij zou dan onderscheid moeten worden gemaakt tussen situaties zonder wateraanvoer en situaties met wateraanvoer.

Voor die elementen in het studiegebied waarvoor wordt vastgesteld dat wateraanvoer een duidelijk effect heeft op de grondwaterstand-afvoerrelatie, zou in een volgend stadium van het onderzoek met behulp van het model LAMOS kunnen worden nagegaan of wateraanvoer ook effecten heeft op de watervoorziening van de gewassen vanuit de verzadigde zone. Door in de modelberekeningen ook enkele denkbeeldige grondwaterwinningen mee te nemen zou eveneens een indruk kunnen worden verkregen van de effecten van wateraanvoer op de winningsmogelijkheden van grondwater. De aard van de gekozen rekenmethode brengt met zich mee dat alleen uitspraken modelijk zijn aangaande waterwinningen met een stationair karakter.

De bovenstaande aanpak vraagt dat een schatting wordt gemaakt van de onderlinge samenhang tussen de intensiteiten van de grondwaterafstroming in de diverse elementen. Gedoeld wordt op het beantwoorden van de vraag: wanneer in een bepaalde stromingssituatie, bijvoorbeeld een droge zomerperiode, in element x een grondwaterafstroming van  $a \text{ mm.dag}^{-1}$  optreedt, welke waarde heeft dan de grondwaterafvoer in element y? Vanwege het hellende karakter van het studiegebied is deze vraag erg moeilijk te beantwoorden. Een hulpmiddel wordt gevormd door de resultaten van de onder ad a genoemde berekeningen met het model LAMOS. Gedoeld wordt op de uitkomsten met betrekking tot het langjarig gemiddelde van de in het zomerhalfjaar optredende grondwaterafvoer zoals die uit gegevens over het gemiddelde grondwaterstandsverloop (GVG, GLG) kunnen worden terugerekend. Genoemd probleem kan worden omzeild, wanneer het effect van wateraanvoer op het stromingsproces in de verzadigde zone zou worden vastgesteld door toepassing van het superpositie-beginsel. Zo'n aanpak houdt in dat de bestaande situatie niet wordt doorgerekend en gegevens over de huidige toestand niet als toetsing c.q. ijking worden gebruikt. Enige controle op de juistheid van de modelberekeningen is dan moeilijk uitvoerbaar.

De problemen die zoals gemeld verbonden zijn aan het gebruik van een losgekoppeld model voor de verzadigde zone, worden op dit moment zodanig bezwaarlijk geacht, dat bij het opstellen van het aan de orde zijnde onderzoeksprogramma uitgegaan is van het gebruik van het model GELGAM (DE LAAT en AWATER, 1980), een model waarbij de verzadigde en onverzadigde zone gekoppeld zijn, de stroming in de onverzadigde zone pseudo-stationair wordt benaderd en de stroming in de verzadigde zone niet-stationair. Zwaar heeft ook geteld dat in het zandgebied van westelijk Noord-Brabant betrekkelijk veel grondwater wordt gewonnen voor de beregening van land- en tuinbouwgewassen. Het winnen van grondwater voor beregeningsdoeleinden is een sterk niet-

stationair proces. Bij de verworpen rekentechniek zouden louter stationaire grondwaterstromingssituaties worden geanalyseerd, hetgeen onvoldoende mogelijkheden zou bieden om de grondwaterwinningen voor beregeningsdoeleinden mee te nemen.

Ter illustratie van de belangrijkheid van het grondwatergebruik voor beregeningsdoeleinden is onderstaand overzicht opgenomen. Het overzicht heeft betrekking op de situatie in de droge zomer van 1976 (VAN BOHEEMEN en DE WILDE, 1979). Nadien zou het gebruik van grondwater binnen de land- en tuinbouw nog verder zijn toegenomen. Spoedig zal op grond van de antwoorden op een vraag bij de landbouwtelling van mei 1983 een beter beeld kunnen worden verkregen van de sinds 1976 plaats gevonden ontwikkeling.

Gemeente	Beregende of bevlode oppervlakte in procenten van de oppervlakte cultuurgrond (klasse)	Percentage behandelde grond waarop grondwater is toegediend (klasse)	Gebruikte hoeveelheid grondwater omgeslagen over de totale oppervlakte van de gemeente (klasse)
Zundert	10 - 20	60 - 80	5 - 25 mm
Rijsbergen	20 - 40	60 - 80	25 - 50 mm
Rucphen en Vorscheneinde	10 - 20	80 - 98	50 - 100 mm
Roosendaal en Nispen	10 - 20	60 - 80	5 - 25 mm
Wouw	5 - 10	60 - 80	5 - 25 mm
Bergen op Zoom	20 - 40	80 - 98	5 - 25 mm

#### 4. FASERING VAN HET TOTALE ONDERZOEK

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat voor drie regio's in het zandgebied van westelijk Noord-Brabant een aanvoerplan is uitgewerkt, te weten de regio Zundert/Rijsbergen, een gebied nabij Rucphen en de omgeving van Bergen op Zoom/Wouw. Het plan voor het laatstgenoemde gebied wordt qua haalbaarheid laag ingeschat (wanneer alleen landbouwbelangen in de afweging worden betrokken). Het als tweede genoemde gebied heeft voor inpassing in een modelstudie een minder geschikte vorm (S-achtig). Het plan voor de regio Zundert/Rijsbergen daarentegen lijkt haalbaar en is qua vorm geschikt voor inpassing in een model.

Vanwege de beperkte beschikbaarheid van onderzoekscapaciteit en het gebrek aan resultaten van vergelijkbare studies is gekozen voor een fasering van het totale onderzoek. In eerste instantie zal de aandacht worden gericht op de regio Zundert/Rijsbergen. Naast de aan het begin van dit hoofdstuk genoemde aspecten heeft bij het nemen van deze beslissing meegespeeld, dat het gebied bij Rucphen deel uitmaakt van een groter gebied, waarin momenteel door het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (RID) met het model TRIST door middel van superpositiebeschouwingen onderzoek wordt verricht naar de invloed van de voorkomende grondwaterwinningen op de grondwaterstand. Mogelijk kan later worden voortgebouwd op de onderzoekservaringen van het RID.

Voorts is als uitgangspunt gekozen dat het onderzoek naar de behoefte aan oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden en het onderzoek naar de omvang en effecten van infiltratie in aparte deelprojecten op te splitsen, aangezien de uitvoering van die onderzoeken bij verschillende instellingen plaats vindt. Het totale onderzoeksprogramma heeft hierdoor de volgende opbouw gekregen:

deelproject 1: bepaling van de behoefte aan oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden.

deelproject 2: bepaling van de omvang en de effecten van infiltratie vanuit waterlopen.

Binnen dit deelproject is weer onderscheid gemaakt tussen:



fase 1: gebied Zundert/Rijsbergen

fase 2: gebied Rucphen

fase 3: gebied Bergen op Zoom/Wouw.

deelproject 3: integratie van de resultaten van de deelprojecten 1 en  
2.

## 5. NADERE UITWERKING VAN HET ONDERZOEKSPROGRAMMA

### 5.1. Deelproject 1. Bepaling van de behoefte aan oppervlaktewater voor beregeningsdoeleinden

Zoals reeds in hoofdstuk 3 werd gesteld, vormt dit deelproject een uitbreiding van het reeds lopende onderzoek naar de vochttekorten die momenteel in het zandgebied van westelijk Noord-Brabant optreden. De wijze waarop een en ander dient te worden uitgevoerd, is in hoofdlijnen reeds gegeven. Een meer gedetailleerde beschrijving is pas goed mogelijk wanneer het effect van wateraanvoer op de grondwaterstand en de watervoorziening van de gewassen is vastgesteld (deelproject 2).

### 5.2. Deelproject 2. Bepaling van de omvang en effecten van infiltratie

Binnen dit deelproject worden drie fasen onderscheiden. Het verloop van fase 1 waarbinnen een onderzoek voor de omgeving Zundert/Rijsbergen zal plaats vinden, is nader uitgewerkt.

Bij de uitvoering van fase 2, een onderzoek voor de omgeving Rucphen, kan mogelijk worden voortgebouwd op de resultaten van het modelonderzoek dat thans voor het gebied Rucphen in uitvoering is bij het RID. Bij de eventuele start van fase 2 zal hierover nader overleg dienen plaats te vinden. Een nadere uitwerking van fase 2 is daarom nog niet uitgevoerd.

Ook de nadere uitwerking van fase 3 is uitgesteld. De reden hiervoor is dat de haalbaarheid van het plan voor wateraanvoer naar de omgeving Bergen op Zoom/Wouw laag wordt ingeschat. Voorts lijkt het raadzaam de ervaringen in fase 1 af te wachten, hetgeen ook voor de planning van fase 2 geldt.

Bij de nadere uitwerking van fase 1 is onderscheid gemaakt tussen inhoudelijke en organisatorische aspecten. In twee subparagrafen komen die categoriën achtereenvolgens aan de orde.

### 5.2.1. Inhoudelijke aspecten van de studie voor Zundert/Rijsbergen

De studie voor de omgeving Zundert/Rijsbergen bestaat ruwweg gezien uit de onderstaande werkzaamheden. Het gekozen rekenmodel werkt met een tijdstap van een decade (10 dagen). De uitvoering van enkele onderstaande werkzaamheden zal hierop afgestemd dienen te zijn.

#### a- Bestudering en aanpassing van het model GELGAM.

Enige tijd moet worden gereserveerd voor het bekend geraken met het zeer complexe model GELGAM. Voorts zal enige inspanning nodig zijn voor het aanpassen van de versie die in het onderzoek zal worden gebruikt. Bij de planning van het onderzoek is uitgegaan van een gebruik van de modelversie die in beheer is bij de Dienst Informatie Verwerking (DIV) van Rijkswaterstaat. Gewenst is dat deze modelversie zodanig wordt aangepast dat het gebruik van grondwater voor beregeningsdoeleinden in de berekeningen kan worden meegenomen en een afleiding mogelijk is van de potentiële gewasverdamping uit gegevens over de open waterverdamping.

#### b- Begrenzing van het studiegebied.

Op basis van een nadere verkenning van de waterhuishouding in de regio Zundert/Rijsbergen zullen de grenzen van het door het model in beschouwing te nemen gebied moeten worden vastgesteld. De mogelijkheden van het model zouden daarbij een rol kunnen spelen.

#### c- Netwerkgeneratie voor het studiegebied.

Het model GELGAM vraagt dat het studiegebied wordt geschematiseerd tot een netwerk van knooppunten in een vierkantsverband. De dichtheid van het netwerk kan in beperkte mate gevarieerd zijn binnen het studiegebied.

#### d- Definiëring van de door te rekenen periode(n).

Vooralsnog wordt gedacht aan het doorrekenen van een zeer droge zomer. Op deze wijze is het mogelijk de bovengrenzen van de behoefte en effecten van wateraanvoer vast te stellen. Na afloop van die berekeningen zou overwogen dienen te worden of het doorrekenen van een andere situatie zinvol is. In de overweging zouden ook de kosten van het geplande wateraanvoersysteem kunnen worden betrokken.

- e- Invoer in het model van gegevens over het oppervlaktewatersysteem. In dit verband wordt gedacht aan een specificatie van de drainage- c.q. infiltratieweerstand van de in het studiegebied voorkomende waterlopen en het peil in die waterlopen tijdens de door te rekenen periode (decadecijfers).  
Er dienen twee sets invoergegevens samengesteld te worden; één voor de situatie zonder wateraanvoer en één voor de situatie met wateraanvoer.
- f- Invoer in het model van gegevens over de verzadigde zone. Hieronder valt het schematiseren van de geohydrologische opbouw ter plaatse van de onderscheiden knooppunten, met andere woorden het vaststellen van de  $kD$ -waarden van de watervoerende lagen en de  $c$ -waarden van de weerstandbiedende lagen.  
Daarnaast dient een schematisering plaats te vinden van de in het studiegebied voorkomende grondwateronttrekkingen voor de drink- en industriewatervoorziening. Ook moet een specificatie worden uitgevoerd van de stijghoogten van het grondwater op de randen van het studiegebied of van de aldaar voorkomende fluxen (decadecijfers). Ook het definiëren van de stijghoogte van het grondwater in de diverse knooppunten aan het begin van de door te rekenen periode valt onder dit punt.
- g- Invoer in het model van gegevens over de onverzadigde zone. Gedoeld wordt op het invoeren van gegevens over de bodemfysische eigenschappen van de onverzadigde zone en het bodemgebruik in de diverse knooppunten (waterkarakteristiek en capillair geleidingsvermogen van de aanwezige bodemlagen), gegevens over de open waterverdamping en de neerslag in de door te rekenen periode (decadecijfers) en gegevens over het watergehalte van de bodem in de diverse knooppunten bij de start van het rekenproces.
- h- Invoer in het model van gegevens over het gebruik van grondwater voor beregeningsdoeleinden.  
Nodig is dat aan het model wordt opgegeven in welke knooppunten en volgens welke criteria (toelaatbare uitdrogingsgrens van de bodem, giftgrootte) beregening met grondwater wordt toegepast. Eventueel kunnen meerdere varianten worden gedefinieerd.

i- Berekenen van de hoeveelheid water die aangevoerd moet worden voor het compenseren van de infiltratie vanuit de op peil te houden waterlopen.

Het programma voorziet in het berekenen van balansen voor het oppervlaktewatersysteem. De tekorten die in de balans voor de situatie met wateraanvoer voorkomen, geven aan welke aanvoer nodig is voor het compenseren van de infiltratie vanuit de op peil te houden waterlopen (decadecijfers).

j- Berekenen van het effect van wateraanvoer op de watervoorziening van de gewassen.

Als uitvoer levert het model GELGAM per decade en per knooppunt een waarde voor de optredende evapotranspiratie. Door de uitkomsten voor de situatie zonder wateraanvoer naast die voor de situatie met wateraanvoer te leggen, kan een inzicht worden verkregen van het effect van wateraanvoer op de watervoorziening van de gewassen.

k- Berekenen van het effect van wateraanvoer op de winningsmogelijkheden van grondwater.

Het winnen van grondwater heeft ondermeer effecten op de grondwaterstand en de watervoorziening van de gewassen. Voor beide facetten levert het model GELGAM waarden. Door enkele varianten ten aanzien van de grondwaterwinning door te rekenen en de daarbij verkregen uitkomsten te vergelijken, zullen conclusies kunnen worden getrokken ten aanzien van het effect van wateraanvoer op de winningsmogelijkheden van grondwater.

#### 5.2.2. Organisatorische aspecten van de studie voor Zundert/Rijsbergen

Gestreefd wordt naar het opnemen van de voor de omgeving Zundert/Rijsbergen te verrichten studie in het onderzoeksprogramma van het ICW. Redenen hiervoor zijn:

- het zeer specialistische karakter van de studie;
- het gebrek aan ervaringen met een dergelijke studie;
- de doelstelling van de studie;
- de betrokkenheid van het ICW bij de Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer.

Ten behoeve van de modelberekeningen dienen diverse gegevens te worden verzameld. Afhankelijk van het type zal dit door het ICW gebeuren dan wel door een van de andere instellingen die in de Werkgroep Landbouwwatervoorziening Zoommeer zijn vertegenwoordigd. Tot het verzamelen van gegevens in het veld zal in principe niet worden overgegaan.

De diverse onderdelen van het onderzoeksprogramma vragen naar schatting de volgende tijdsinspanningen.

Onderdeel	Gevraagde tijdsinspanning (mensedagen)
bestudering en aanpassing van het model	40
begrenzing van het studiegebied	} 10
netwerkgeneratie	
definiëring van de door te rekenen periode(n)	5
invoer van gegevens in het model	
- oppervlaktewatersysteem	40
- verzadigde zone	40
- onverzadigde zone	40
- gebruik grondwater voor berekening	5
berekenen van de invloed van wateraanvoer op	
- infiltratie	} 20
- watervoorziening van de gewassen	
- winningsmogelijkheden van grondwater	20
rapportage	60
totaal	<u>280</u>

### 5.3. Deelproject 3. Integratie van de resultaten van de deelprojecten 1 en 2

In het kader van dit deelproject zullen de aanvoerbehoeften ten behoeve van berekening en infiltratie die voor vergelijkbare situaties uit de deelprojecten 1 en 2 volgen, moeten worden gesommeerd.

## 6. RELATIE MET ANDERE ONDERZOEKEN

Gewezen werd reeds op de mogelijke bruikbaarheid van de resultaten van een onderzoek door het RID naar de invloed van de nabij Rucphen voorkomende grondwaterwinningen op de grondwaterstand.

Vermeldenswaardig is ook een ander bij het RID lopend onderzoek. Het betreft hier een studie naar de vergelijkbaarheid van grondwaterwinningen voor beregeningsdoeleinden en die voor de drink- en industriewatervoorziening. Het zandgebied van Noord-Brabant wordt als studiegebied gebruikt.

Eveneens van belang wordt geacht het onderzoek dat door het RID met het model GELGAM is verricht voor het proefgebied Sleen, een zandgebied in Drenthe met wateraanvoer (VAN DRECHT en VAN LANEN, 1981, 1982; VAN LANEN, 1983). Getracht is om de waterhuishouding te simuleren en antwoord te geven op vragen naar het effect van wijzigingen in het peilbeheer en het gebruik van grondwater voor beregeningsdoeleinden.

Tot slot wordt erop gewezen dat IWACO thans een geohydrologisch onderzoek uitvoert in een gebied ten zuiden van Breda ten behoeve van de 'Provinciale Commissie ad hoc grondwaterwinning in westelijk Noord-Brabant'. Binnen het studiegebied van de IWACO valt ondermeer de regio Zundert/Rijsbergen. IWACO bestudeert de effecten van diepe grondwaterwinningen op de freatische grondwaterstand en zal naar verwachting het onderzoek in 1983 afronden. Inmiddels is reeds over enkele delen van dat onderzoek gerapporteerd.

## 7. LITERATUUR

- AWATER, R.H.C.M. en P.J.M. DE LAAT, 1980. Groundwater flow and evapotranspiration. A simulation model. Report Commission Study Water Res. Man. Gelderland, Arnhem.
- BAKEL, P.J.T. VAN, 1978. A numerical model for non-stationary saturated groundwater flow in a multi-layered system. ICW nota 1077.
- BOHEEMEN, P.J.M. VAN en G.J.S. DE WILDE, 1979. De watervoorziening van de land- en tuinbouw in het droge jaar 1976. ICW Regionale Studies 15.
- BROKS, A.P.M. en D. DIJKSTRA, 1979. GROMULA, numeriek model voor de berekening van potentialen en debieten bij grondwaterstromingen welke voldoen aan de wet van Darcy. Waterloopkundig Laboratorium.
- COMMISSIE GRONDWATERWET WATERLEIDINGBEDRIJVEN, 1977. Nota met betrekking tot de grondwaterwinning in westelijk Noord-Brabant.
- DRECHT, G. VAN en H.A.J. VAN LANEN, 1981. Hydrologische modelstudie in het kader van het vooronderzoek in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel I. Bepaling van invoergegevens. RID-rapport HY.H 81-23.
- , 1982. Hydrologische modelstudie in het kader van het vooronderzoek in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel II. Berekeningsresultaten. RID-rapport HY.H 82-15.
- IWACO, 1982. Rapportage over fase 1 van het onderzoek betreffende het gebied "Ten zuiden van Breda" (Inventarisatie van geohydrologische gegevens van het gebied "Ten zuiden van Breda" en eerste berekeningen van te verwachten grondwaterstandsdingen bij verdergaande grondwaterwinning).
- LAAT, P.J.M. DE en R.H.C.M. AWATER, 1978. Groundwater flow and evapotranspiration. A simulation model. Part 1. Theory. Basisrapport GWG, Provincie Gelderland, Arnhem.
- LANEN, H.A.J. VAN, 1983. Aanvullend onderzoek met het model GELGAM in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel III. Hydrologische effecten van intensieve berekening uit het grondwater en het eerder opzetten van stuwen. RID-rapport HY.H 83-13.



LEYNSE, A. Gebruikershandleiding voor de programma's TRIST, TRISA, TRISB en TRISC. Programma's voor de berekening van stationaire grondwaterstroming. Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening Rapport HYH-80-6.

REULING, Th., 1983. Gebruikershandleiding voor het model LAMOS. Landinrichtingsdienst.