emmen en het water

7D57

797 D 57

emmen en het water

Assen, mei 1980

ISN = 23101R-01

RAPPORT VAN DE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

14 AUG. 1985

Inhoud

1.	Samenvatting, resultaten en conclusies	5
2.	Inleiding:	
	2.1 geschiedenis van het onderzoek	9
	2.2 doel en opzet	10
	2.3 financiering	10
	2.4 gebiedsgrootte	10
	2.5. onderzoekswerkzaamheden	10
3.	Onderzoek:	
	3.1 bestaande onderzoekingen	13
	3.2 aanvullende onderzoekingen	13
4.	Geologie:	
	4.1 tertiair	17
	4.2 kwartair	17
	4.3 holoceen	19
5.	Waterhuishouding:	
	5.1 Drents Plateau	21
	5.2 het Hunzedal	21
	5.3 zuidelijk veengebied	22
	5.4 schematisering van gebiedstypen naar het afvoerstelsel	22
6.	Geohydrologisch modelonderzoek:	
	6.1 inleiding	25
	6.2 geohydrologische schematisering	27
	6.3 geohydrologische constanten	30
	6.4 relatie tussen grondwater en oppervlaktewater	31
	6.5 resultaten van de berekeningen	34
7.	Beschrijving belangen en gevolgen van ingrepen:	
	7.1 landbouw	41
	7.2 recreatie en Schansmeer	44
	7.3 drinkwatervoorziening	45
	7.4 industriële onttrekkingen	46
	7.5 overige onttrekkingen	49
	7.6 natuur en landschap.	49
	Lijst van bijlagen	53
	Literatuur	55

1. Samenvatting, resultaten en konklusies

Met het grondwaterbeheer wordt beoogd een aantal belangen te dienen zoals drink- en industriewatervoorziening, landbouw, natuurbehoud en rekreatie. De samenhang tussen deze belangen en grondwater is zo nauw, dat elke ingreep in de bestaande hydrologische toestand in meer of mindere mate een herverdeling van water betekent. Teneinde de gevolgen van een ingreep en de daarmee gepaard gaande herverdeling te kunnen beoordelen, is een goed inzicht in de gevolgen van een verandering nodig.
Een zware ingreep in het gebied Emmen was de sterk toenemende grondwaterwinning ten behoeve van de industriewatervoorziening in de zestiger jaren(zie figuur op blz.26). Daar het inzicht in de gevolgen van deze ontwikkeling slechts beperkt was, werd in 1970 aan het rijksinstituut voor drinkwatervoorziening(R.I.D.) opdracht gegeven een geohydrologisch onderzoek uit te voeren op basis van bestaande gegevens. Hierover werd in 1972 gerapporteerd. Dit rapport leidde er toe dat in 1974 een nader onderzoek startte. Hierin werd later tevens het onderzoek opgenomen naar de hydrologische gevolgen van een zeilmeer(Schansmeer). Sinds 1976 wordt het onderzoek gecoördineerd door wat thans de hydrologische stuurgroep Drenthe is. Deze riep ten behoeve van deze werkzaamheden de geohydrologische werkgroep Emmen in het leven. De werkgroep kreeg als opdracht:

- een beter inzicht te verkrijgen in het hydrologisch systeem in en rond Emmen en de faktoren die daarbij een rol spelen, teneinde een betere belangenafweging tussen de verschillende gebruikers van oppervlakte- en grondwater in en rond Emmen mogelijk te maken;
- het onderzoek zodanig uit te voeren dat zo spoedig mogelijk vragen omtrent de hydrologische problemen rond het Schansmeer (bijlage 1), zij het in eerste instantie globaal, zullen kunnen worden beantwoord.

Uit de opdracht blijkt dat het accent duidelijk ligt op de hydrologische gevolgen van een ingreep. Ten behoeve van de belangenafweging is het echter ook nodig dat er inzicht bestaat in de wijze waarop het water gebruikt wordt, of gebruikt zal gaan worden, van welk belang het water daarbij is, wat de gevolgen zijn en welke alternatieven er zijn indien geen water beschikbaar gesteld wordt of indien de hoeveelheid water die thans ter beschikking staat, vermindert. Deze onderwerpen zijn studies apart en worden op andere plaatsen aangepakt. Leden van de werkgroep zijn op de hoogte van dit onderzoek.
Daardoor is binnen de werkgroep ook kennis hierover aanwezig. Gezien het achterliggende doel van deze studie, heeft de werkgroep gemeend dat het uit te brengen rapport aan waarde wint indien ook hierover iets in het rapport wordt opgenomen. In hoofdstuk 7 is dit gerealiseerd. Hierin is par. 7.6. tot stand gekomen in overleg met de afdeling ecologie van de P.P.D.
De aangesneden onderwerpen konden in dit verband echter slechts zeer summier en onvolledig behandeld worden. Hoofdstuk 7 moet dan ook, gezien de taak van de werkgroep, min of meer beschouwd worden als een toegift ten behoeve van een verdere gedachtenvorming.

De werkgroep begon haar werkzaamheden met het inventariseren van de bestaande gegevens(par. 3.1). Nog ontbrekende gegevens van belang voor het onderzoek, werden verzameld(par. 3.2). De beschikbare gegevens zijn vervolgens beschreven(par. 3.2, par. 4 t/m par. 5.3), geschematiseerd(par. 5.4 en par. 6.2) en gekwantificeerd(par. 6.3 en par. 6.4) zodat er berekeningen mee uitgevoerd konden worden(par. 6).
De volgende hydrologische ingrepen zijn doorgerekend:

- Een ingegraven rekreatiemeer van 300, resp. 200 ha, waarin drie alternatieve meerpeilen zijn doorgerekend. Deze meerpeilen(resp. 10.5, 11.0 en 11.5 m + N.A.P.) zijn in het (superpositie) model ingevoerd als verlagingen c.q. verhogingen ten opzichte van het huidige freatisch vlak. Een belangrijke onzekerheid is de hydraulische weerstand welke zal ontstaan op de bodem van het rekreatiemeer. Enerzijds is gerekend met een relatief kleine, anderzijds met een relatief grote meerbodemweerstand.
- Een toename van de grondwaterwinning van het pompstation Valtherbos(WMD) met 7 miljoen m3/jaar.
- Een afname van de industriële grondwaterwinning ten zuiden van Emmen met 5 miljoen m3/jaar, respektievelijk een toename van 10 miljoen m3/jaar.

Bij alle berekeningen is uitgegaan van een stationair(niet in de tijd veranderend) stromingsbeeld in een zomertoestand en in een wintertoestand. De resultaten van de berekeningen zijn beschreven in par. 6.5 en weergegeven op de bijlagen 7 t/m 16. Daarnaast is een overzicht van de berekeningsresultaten gegeven in tabel 2 (blz. 35).

De verrichte werkzaamheden leiden tot de volgende konklusies:

Ten gevolge van het realiseren van het rekreatiemeer zal de beïnvloeding van de grondwaterstand in de omgeving van de rekreatiewijk beperkt zijn. De invloed op het gebied rond Emmen(De Hondsrug) is te verwaarlozen. Een belangrijker aspekt is de toestroming naar en de wegzijging uit het meer, evenals de kwel naar en de infiltratie vanuit het oppervlaktewater. In het algemeen treedt in het gebied ten zuiden van de rekreatiewijk een infiltratie op vanuit het oppervlaktewater, terwijl in het noordelijke gebied door de aanleg van het meer in het algemeen een extra kwel naar het oppervlaktewater zal optreden. De totale hoeveelheid netto wegzijging uit het meer(wegzijging min toestroming) is het kleinst en de totale beïnvloeding van de omgeving het geringst bij handhaving van een meerpeil van ca. 11 m + N.A.P.
Indien het Schansmeer gerealiseerd wordt op de in dit rapport aangegeven plaats, verdient het daarom aanbeveling hierin een peil te handhaven van 11 m + N.A.P.
De plaats van het Schansmeer is in dit rapport als een planologisch gegeven beschouwd.

Het pompstation Valtherbos is gelegen op een hoge rug(Hondsrug) met diepe grondwaterstanden zonder oppervlaktewaterafvoer. Op deze hoge rug kan hierdoor geen extra voeding worden verkregen vanuit het oppervlaktewater, waardoor de extra onttrekking van dit pompstation resulteert in aanzienlijke verlagingen van de grondwaterstanden op de Hondsrug. In dit gebied bevindt zich echter ook

thans de grondwaterstand reeds op zodanige diepte dat deze verlaging voor de plantengroei(natuur en milieu, landbouw) geen merkbare gevolgen heeft.
De extra onttrokken hoeveelheid wordt aangevuld vanuit twee stroken langs de oostelijke en westelijke rand van de Hondsrug, respektievelijk in het Hunzedal en in het Sleenerstroomgebied. In deze gebieden kan dit echter wel leiden tot een groter vochttekort in de zomer.
De uitbreiding waarmee in dit rapport gerekend is (7.000.000 m3 per jaar), is groter dan de te verwachten uitbreiding van het pompstation tot 1990(5.000.000 m3 per jaar) volgens het tienjarenplan '78 van de vereniging van exploitanten van waterleidingbedrijven in Nederland(VEWIN).
De gevolgen van een onttrekking zijn bij deze berekeningen ongeveer evenredig met de grootte van de onttrekking. De gevolgen bij een onttrekking van 5.000.000 m3 per jaar zijn dus eenvoudig te berekenen door de verlagingen bij een onttrekking van 7.000.000 m3 per jaar met $\frac{5}{7}$ te vermenigvuldigen.

De industriële onttrekkingen in Zuid Emmen zijn in eenzelfde type gebied(Hondsrug) gelegen als het pompstation Valtherbos.
De afname van deze onttrekking heeft ten opzichte van de periode met grotere onttrekkingen een verhoging van de grondwaterstanden op de Hondsrug tot gevolg. Daardoor stroomt meer af naar lager gelegen gebieden. Dit water wordt o.a. opgevangen in de watergangen in de flanken van de Hondsrug.
Doordat dit water hier wordt weggevangen, neemt in deze gebieden de verhoging van de grondwaterstand af. De berekening voor een toename van de industriële winning is vergelijkbaar met de berekeningen voor pompstation Valtherbos: aanzienlijke dalingen van de grondwaterstanden op de Hondsrug en kleinere verlagingen en voeding vanuit het oppervlaktewater in de lagere gebieden langs de randen van de Hondsrug.
Ook hier geldt dat, binnen redelijke grenzen, mag worden geïnterpoleerd en geëxtrapoleerd naar andere onttrekkingshoeveelheden en diverse berekeningsresultaten mogen worden samengenomen.

Gekonstateerd wordt dat na de sterke toeneming van de grondwaterwinning in de regio Emmen in de zestiger jaren de winning in de zeventiger jaren is terug gelopen. De indruk bestaat dat een verdergaande bezuiniging bij het industriële waterverbruik technisch bezien, mogelijk is. Een verdergaande bezuiniging zal echter steeds meer inspanning en grotere financiële inspanningen vragen. Deze financiële inspanningen dienen afgewogen te worden tegen het gebruik dat anders van dit water gemaakt zou worden. Bij voorbaat moet niet uitgesloten worden geacht dat uitbreiding van de grondwaterwinning door de industrie boven het huidige niveau (1979) mogelijk is.

Naar de mening van de werkgroep zijn met het thans voorliggende rapport relatief veel hydrologische gegevens beschikbaar ten behoeve van de besluitvorming over het te voeren grondwaterbeleid in de regio Emmen.

Voor wat betreft de grondwaterwinning wordt verwacht dat deze besluitvorming in de komende jaren plaats zal vinden bij het tot stand komen van het grondwaterplan; voor het Schansmeer na het doorlopen van de planologische procedures.
Na deze besluitvorming zal bezien dienen te worden in hoeverre nader onderzoek nodig is, o.a. zoals aanbevolen in het deelrapport "Modelonderzoek inzake een aantal hydrologische aspekten van grondwaterwinning en de aanleg van een rekreatiemeer in de gemeente Emmen"(R.I.D. 1978).
Bij het realiseren van het Schansmeer of een grondwaterwinning zal uiteraard nog een nader detailonderzoek nodig zijn naar de gevolgen van deze ingrepen.

2. Inleiding

2.1 Geschiedenis van het onderzoek

Direkte aanleiding tot een nader geohydrologisch onderzoek rond Emmen vormen de grote grondwateronttrekkingen in dit gebied en de gevolgen daarvan voor de omgeving.
In 1969 vestigde de direkteur van de n.v. Waterleiding Maatschappij Drenthe de aandacht op de zorgelijke situatie van het grondwater in Emmen. In verband met het specialistische karakter van een in te stellen onderzoek werd in 1970 aan het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening opdracht gegeven een geohydrologisch onderzoek uit te voeren op basis van bestaande gegevens.
Het R.I.D. rapporteerde hierover in 1972 in het rapport "Geohydrologisch onderzoek Emmen".
In verband met de beperktheid van de hoeveelheid beschikbare gegevens werd aanbevolen een aantal aanvullende onderzoeken uit te voeren ten einde een duidelijker beeld te krijgen van de grondwaterstroming in en rond Emmen.
In 1974 gaf het provinciaal bestuur aan het R.I.D. opdracht dit nadere onderzoek uit te voeren.
Inmiddels werden bij de gemeente Emmen plannen ontwikkeld voor de aanleg van een rekreatiewijk aan de oostelijke voet van de Hondsrug waarin opgenomen een zeilmeer (Schansmeer) met een wateroppervlakte van ongeveer 300 ha.
De uitwerking en de beoordeling van dit plan vergde eveneens nader onderzoek ten aanzien van de waterhuishouding en de geohydrologische gesteldheid van de bodem ter plaatse.
Aangezien in het gebied rond Emmen reeds enige jaren hydrologisch onderzoek had plaatsgevonden, werd door het provinciaal bestuur in 1976 aan de gemeente Emmen voorgesteld deze onderzoeken te koördineren en te laten uitvoeren onder leiding van de bestaande hydrologische werkgroep "Drenthe" (later technisch-hydrologische Stuurgroep "Drenthe"), waarin samenwerken
- het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening (R.I.D.)
- Landinrichtingsdienst (L.I.D.)
- de n.v. Waterleidingmij "Drenthe" (W.M.D.)
- de Drentse waterschapsbond (W.S.)
- de provinciale waterstaat van Drenthe (P.W.)

Na de instemming met dit voorstel door de gemeente werd een vertegenwoordiger van gemeentewerken Emmen aan de werkgroep toegevoegd.
In verband met de werkbaarheid werd uit de stuurgroep voor deze onderzoeken een aparte groep, de geohydrologische werkgroep "Emmen" geformeerd waarin zitting namen:

ir. W. Cramer	- R.I.D.
ir. H.L.M. Rolf	- R.I.D.
drs. T. Csengö	- W.M.D.
ing. W.H. Naarding	- L.I.D.
ing. F.C. Hamster	- W.S. De Veenmarken
ing. W.J. Tonnis	- W.S. Bargerbeek
ir. F.J.M. Backbier	- Emmen
ir. J.A. Los	- P.W.
ing. A.W. Grootjans	- P.W.

Naderhand is drs. M.W. ter Wee van de Rijks Geologische Dienst (R.G.D.) tot de werkgroep toegetreden.

2.2 Doel en opzet

Het doel van de door de werkgroep te verrichten Geohydrologisch onderzoek was:

2.2.1 een beter inzicht te verkrijgen in het hydrologisch systeem in en rond Emmen en de faktoren die daarbij een rol spelen, teneinde een betere belangenafweging tussen de verschillende gebruikers van oppervlakte- en grondwater in en rond Emmen mogelijk te maken.

2.2.2 het onderzoek zodanig uit te voeren dat zo spoedig mogelijk vragen omtrent de hydrologische problemen rond het Schansmeer (bijlage 1), zij het in eerste instantie globaal, zullen kunnen worden beantwoord.

2.3 Financiering

Voor deze onderzoeken werd door het provinciaal bestuur *f* 70.000,— en door de gemeente Emmen *f* 75.000,— beschikbaar gesteld.

2.4 Gebiedsgrootte

Het onderzoekgebied (zie bijlage 1) heeft een grootte van 30 x 33 km. Het uiteindelijke gebied van het rekenmodel werd beperkt tot 23 x 25 km.
Dit maakt het mogelijk de geohydrologische modelinvoer ter plaatse van de modelranden dezelfde nauwkeurigheid te geven als de invoer binnen het modelgebied.
Teneinde aan de opdracht te voldoen werd door het R.I.D. een modelonderzoek uitgevoerd inzake een aantal hydrologische aspekten van grondwaterwinning en de aanleg van een rekreatiemeer. Aangezien dit modelonderzoek een zeer essentieel onderdeel is geweest van het totale onderzoek is in par. 6 hieraan wat uitgebreider aandacht besteed.

2.5 Onderzoekswerkzaamheden

Ten behoeve van het onderzoek zijn door de verschillende (deelnemende) instanties deelonderzoeken uitgevoerd. Over deze onderzoeken werd gerapporteerd in de hierna genoemde deelrapporten van de werkgroep.

2.5.1 Weerd, B. van de: "Onderzoek wegzijging in het derde pand van het Oranjekanaal"
I.C.W. - nota 826 1974

2.5.2 "Inventarisatie geologische gegevens van Emmen en omgeving"
R.G.D. rapport 10151 1975

2.5.3 Rolf, H.L.M.: "Uitwerking van twee pompproeven bij Emmererfscheidenveen(Dr)"
deelontwerp T.H. Delft 1975

2.5.4 Rolf, H.L.M.: "Geohydrologisch (model)onderzoek in de regio Emmen"
hoofdontwerp T.H. Delft 1977 x)

2.5.5 "Modelonderzoek inzake een aantal hydrologische aspekten van grondwaterwinning en de aanleg van een recreatiemeer in de gemeente Emmen"
R.I.D. 1978

2.5.6 Statische gegevens per decade omtrent neerslag minus verdamping ten behoeve van het onderzoek Schansmeer. 1961 - 1971
K.N.M.I. brief 8 maart 1976 no. 20941

2.5.7 Uitwerking van drie pompproeven bij Sleen, Achterste Erm en Klazienaveen
P.W. 1975 en R.I.D. 1980.

In het navolgende zal een korte omschrijving worden gegeven van het beschikbare en het aanvullende veldonderzoek, geologische opbouw en de waterhuishoudkundige situatie van het gebied. Hierbij komen verschillende aspekten van bovengenoemde deelrapporten aan de orde.
In hoofdstuk 6 zal vervolgens het modelonderzoek Emmen (R.I.D. deelrapport) 2.5.5. in het kort worden samengevat.
Naast de berekende geohydrologische gevolgen betreffende de grondwaterwinning bij Emmen en de aanleg van het Schansmeer komen hierbij ook de algemene geohydrologische opbouw en de relaties tussen grondwater en oppervlaktewater ter sprake.
In hoofdstuk 7 zullen tenslotte de gevolgen van de verschillende (geo)hydrologische ingrepen tegen het licht van de diverse betrokken belangen worden toegelicht.

x) De informatie die gegeven wordt in 2.5.4. en van belang is voor dit onderzoek is verwerkt in het rapport genoemd onder 2.5.5.

3. Onderzoek

3.1. Bestaande onderzoekingen

Uit de inventarisatie van bekende bestaande gegevens bleek dat uit de navolgende rapporten bruikbare gegevens waren te verkrijgen.

Geologie:

3.1.1 Rijks Geologische Dienst, Geologische opbouw van Drenthe - rapport no. 877 1972

3.1.2 Stichting voor Bodemkartering; De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Sleenerstroom - rapport no. 547 - 1962

3.1.3 Stichting voor Bodemkartering; Bodemkaart 1:50.000 Rekonstruktie Groningse - Drentse Veenkoloniën - 1972

3.1.4 Grontmij n.v.; Bodemonderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van de rekreatiewijk Emmen. 1969

Waterhuishouding:

3.1.5 Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding: Elektrische modelonderzoek naar infiltratie vanuit evenwijdige wijken. (I.C.W. nota 920) Gewenste grondwaterstand in de jonge veenkoloniën. (I.C.W. nota 911)

3.1.6 Koopman en Niehof. Afstudeerrapport H.T.S. omtrent de waterhuishouding in het Schansmeergebied (recreatiewijk Emmen - 1974).

Geohydrologie:

3.1.7 Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening; Geohydrologisch Onderzoek Emmen 1972.

3.1.8 R.I.D. Pompproefrapporten, Westenesch, Valtherbos en Gasselte 1960, 1963 en 1970

3.1.9 R.I.D. Rapport inzake de hydrologische consequenties van een stijging van de grondwaterspiegel voor een geprojekteerde weginsnijding bij Zuidbarge (gem. Emmen) 1974.

3.1.10 Werkgroep Regionaal Geohydrologisch onderzoek in de provincie Drenthe, uitgevoerd ten behoeve van de planning van grondwateronttrekking 1969 - 1975, 1976 en 1978.

3.2 Aanvullende onderzoekingen

Voor de aanvulling van de benodigde gegevens werd het navolgende onderzoeksprogramma opgesteld.

3.2.1 Inventarisatie van de bestaande geologische gegevens van Emmen en omgeving.

3.2.2 Geo-elektrisch onderzoek omtrent mogelijke stuwingen in het Schansmeergebied.

3.2.3 Het plaatsen van 17 boringen, waarvan 2 in het Schansmeergebied.

3.2.4 Het houden van 5 pompproeven, waarvan 2 in het Schansmeergebied.
3.2.5 Onderzoek inzake relatie grondwater/oppervlaktewater in de door de grondwaterwinning in Emmen mogelijk beinvloede gebieden.
3.2.6 Verzamelen van neerslagcijfers en de bewerking hiervan.
3.2.7 Wegzijging uit het Oranjekanaal en de Verlengde Hoogeveensche Vaart.
3.2.8 Het plaatsen van ondiepe peilbuizen in de onder 3.2.5 genoemde gebieden.
3.2.9 De chemische samenstelling van het grondwater.

Nadere omschrijving.

ad. 3.2.1 Aan de Rijks Geologische Dienst werd opdracht verstrekt de bestaande geologische gegevens in het onderzoeksgebied te verzamelen.
Deze verzamelde gegevens werden vastgelegd in het rapport "Inventarisatie geologische gegevens van Emmen en omgeving" (R.G.D.-1975).

ad. 3.2.2 Aangezien uit het in 3.2.1 bedoelde rapport bleek dat er langs de Hondsrugrand bij Emmerschans stuwingen voorkomen, werden door de dienst Grondwaterverkenning - T.N.O. in een 5-tal raaien geo-elektrische metingen verricht omtrent het voorkomen en het verloop van grof- en fijnzandige banen teneinde te kunnen beoordelen of en zo ja hoe de stuwingen zich in het Schansmeergebied voortzetten.
Een juiste interpretatie van de verkregen gegevens bleek echter niet mogelijk.

ad. 3.2.3 In een raai van Achterste Erm naar Emmerschans werden 9 boringen geplaatst tot een diepte van ongeveer 50 m beneden maaiveld, alsmede een zestal die zodanig werden gesitueerd dat ze als peilputten konden worden gebruikt bij de onder 3.2.4 genoemde pompproeven.
In het Schansmeer werden 2 boringen geplaatst van resp. 45 m en 20 m beneden maaiveld die tot pompputten werden afgewerkt.
De boringen zijn aangegeven op bijlage 1.
Voor het houden van pompproeven op deze putten werden tevens 7 peilputten aangebracht.
De boorbeschrijvingen werden verzorgd door de R.G.D.
Door D.G.V.-T.N.O. werden bovendien in een drietal boringen boorgatmetingen verricht (bijlage 2).

ad. 3.2.4 Voor de berekening van bodemkonstanten in het betrokken gebied werden 3 pompproeven gehouden op bestaande pompputten in Achterste Erm, Sleen en Klazienaveen.
De uitwerking van de pompproeven werd verzorgd door de provinciale waterstaat en het R.I.D.(R.I.D. 1980).
In de in het Schansmeer geplaatste pompputten werden eveneens pompen stopproeven gehouden.
De uitwerking hiervan werd onder leiding van het R.I.D. verricht door een student (H.L.M. Rolf) van de Technische Hogeschool te Delft, die dit als deelrapport gebruikte bij zijn afstudeerwerk (Rolf 1975).

ad. 3.2.5 In een tweetal gebieden, te weten het Boerwijken gebied van het waterschap Bargerbeek en in Klazienaveen-Noord van het waterschap de Veenmarken werden bij totaal 5 bestaande stuwen door P.W. afvoermeetstations ingericht met behulp van Fisher en Porter pondsbandapparatuur en klepstandaanwijzers(bijlage 1).
De dagelijkse begeleiding van deze meetapparatuur wordt verzorgd door de betrokken waterschappen.
De ijking van deze stuwen werd door middel van stroomsnelheidsmetingen verzorgd door de Rijks- en Provinciale waterstaat die eveneens de verkregen gegevens verwerkten.
Door P.W. werden metingen verricht omtrent de minimum afvoeren.
Door de waterschappen Loo- en Drostendiep, Bargerbeek en Veenmarken zijn gegevens ingebracht omtrent slootdichtheid, slootdiepte, stuwpeilen en afvoeren van binnen het beïnvloedingsgebied gelegen bemalen gebieden.

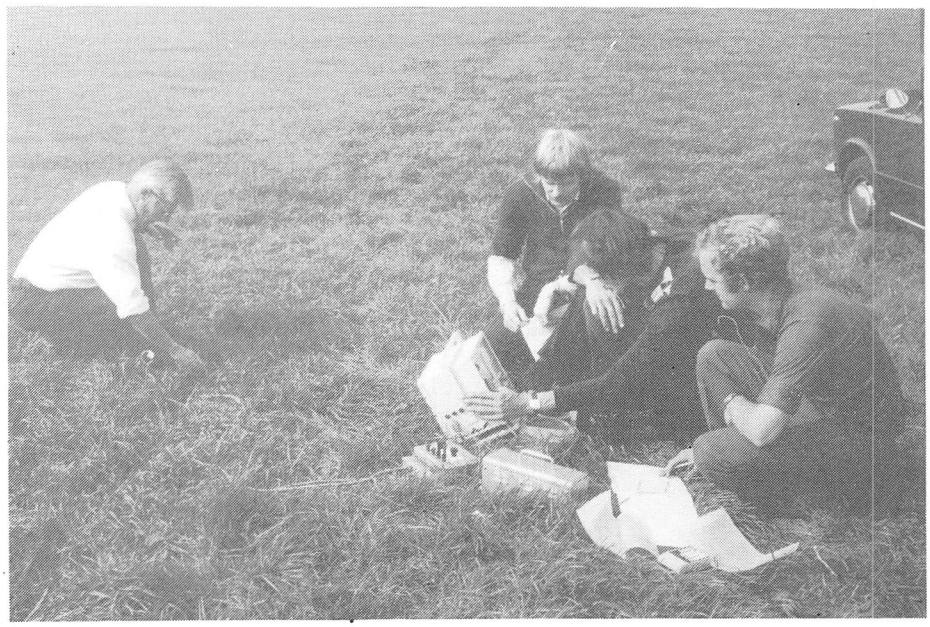
ad. 3.2.6 Neerslag. Door het K.N.M.I. te de Bilt werd een onderzoek ingesteld wat de peilschommelingen in het Schansmeer zullen zijn uitsluitend tengevolge van neerslag en verdamping. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de waarnemingscijfers per decade over de jaren 1911 t/m 1970. Op basis van deze gegevens werd door de gemeente Emmen een grafiek samengesteld waarop de frequentie van de waterspiegel onderschrijding is aangegeven. Uitgegaan is van het peil per 1 april (bijlage 3).
De bewerkingen van het K.N.M.I. zijn ter inzage bij de provinciale waterstaat van Drenthe.

ad. 3.2.7 Door het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (I.C.W.) werden wegzijgingsmetingen verricht in het derde pand van het Oranjekanaal. Het I.C.W. rapporteerde hieromtrent in het rapport no. 826 1974 "Onderzoek wegzijging in het derde pand van het Oranjekanaal". Door P.W. werden dergelijke metingen gedaan in de Verlengde Hoogeveensche Vaart tussen Klazienaveen en Zwartemeer.
Evenals in het Oranjekanaal bleek hier de wegzijging minimaal als gevolg van een wellicht sterk afsluitende laag in de kanaalbodem.

ad. 3.2.8 In de onder 3.2.5 genoemde onderzoeksgebiedjes t.w. Boerwijken en Klazienaveen-Noord werden resp. 20 en 14 ondiepe peilbuizen aangebracht die met een frequentie van 2 maal per maand door P.W. en het waterschap de Veenmarken worden waargenomen (zie bijlage 1).
Een 5-tal van deze buizen werd voorzien van automatische meetapparatuur(Seba). De verwerking van de waarnemingen berust bij P.W.

ad. 3.2.9 Voor de beoordeling van eventuele toekomstige veranderingen in de waterkwaliteit van het Schansmeer tengevolge van ingelaten oppervlakte of kwelwater werden uit de ge-

plaatste boringen grondwatermonsters genomen, die werden geanalyseerd op het provinciaal laboratorium en op het laboratorium van het Gemeentelijke Waterleiding Bedrijf Groningen te de Punt. Deze analyse-uitkomsten werden in dit onderzoek verder buiten beschouwing gelaten, aangezien dit buiten de taakstelling van het onderzoek lag.
Voor een eventueel nader in te stellen hydrochemisch onderzoek in de toekomst worden deze analyse-uitkomsten waardevol geacht.



Geo-elektrische meting Emmerschans

4. Geologie

4.1 Tertiair

Onder het grove watervoerend pakket liggen fijne leemhoudende zanden. Het betreft hier pliocene afzettingen van de Formatie van Scheemda (bijlage 4).
In het noordelijk gedeelte van het onderzoekingsgebied komen ze voor op een diepte van ± 65 m - N.A.P. en in het zuiden op ongeveer 35 m - N.A.P. Zeer lokaal kunnen op het fijne tertiaire zand kleine restanten grover rivierzand voorkomen, die ook van tertiaire ouderdom zijn.
De echte afsluitende klei wordt gevonden op 100 à 150 m - N.A.P. Dit is een zeeklei, donkergrijs tot zwart uit het Mioceen.

4.2. Kwartair

4.2.1. Onder pleistoceen

De rivierafzettingen uit deze periode ontbreken nagenoeg.
In de zuidoostelijke hoek van het onderzoekgebied komen fijne tot zeer grove, niet leemhoudende zanden voor van de Formatie van Enschede.
De bovenkant ligt op een diepte van ca. 30 m - N.A.P. naar het noorden toenemend tot een 40 m - N.A.P.

4.2.2. Midden - Pleistoceen

De belangrijkste grofzandige lagen behoren tot de Formatie van Urk. Het basale deel van deze formatie, de zgn. "Mengzone", bestaat uit grof tot zeer grof zand en heeft een dikte die globaal ligt tussen de 5 en 15 meter. Plaatselijk is deze laag afgedekt met een 20 à 50 cm dikke leemlaag(de zgn. "Groene Bank").
Het jongere deel van de Formatie van Urk bestaat in het algemeen uit fijne zanden met een dikte, die ligt tussen de 5 en 15 meter.
De rivierzanden van de Formatie van Urk zijn afgezet tijdens het zgn. "Cromerien Complex", een periode in het Midden Pleistoceen met een afwisseling van koude en warme tijden.
Tijdens de laatste warme tijd is in deze omgeving een klei afgezet, die de fijne zanden van de Formatie van Urk afdekt de zgn. "Cromerklei".
De dikte van deze kleilaag binnen het verbreidingsgebied is zeer variërend van ca. 0.5 m tot ca. 2 meter.

Tijdens het Elsterien zijn fijne soms leemhoudende zanden afgezet die behoren tot de Formatie van Peelo.
De dikte varieert van 15 tot 25 meter.
In de zouttektonische bekkens o.a. bij Schoonloo, kunnen nog grotere diktes voorkomen.

De bovenvermelde afzettingen komen, door het landijs gestuwd voor in de omgeving van Emmen. Deze stuwingsverschijnselen zijn duidelijk waargenomen in enkele zandgroeven bij Emmerschans.
Hierdoor is een patroon van grove en fijne in oost-west richting lopende, zandbanen ontstaan, min of meer loodrecht op de richting van de Hondsrug.
Ter plaatse van Emmerschans varieert de breedte van deze banen van ongeveer 10 tot 50 meter.
Het is niet uigesloten dat deze stuwingen een duidelijk merkbare invloed hebben op de plaatselijke grondwaterstroming.
Gedurende het Saalien is op het Drents plateau een keileemlaag afgezet behorende tot de Formatie van Drenthe.
Het landijs heeft dit gestuwde gebied afgeschaafd en er keileem overheen afgezet.
Het Drents plateau wordt aan de oostkant begrensd door het Hunzedal.
Dit dal is door smeltwater van het Saale landijs uitgeschuurd.
De erosiebasis ligt in deze omgeving tot ongeveer 25 m - N.A.P.
Gedurende het Saalien zijn in het dal smeltwater zanden afgezet, deze zanden zijn plaatselijk grof ontwikkeld, hetgeen van belang is voor het doorlaatvermogen van het ondiepe watervoerend pakket.

4.2.3. Boven pleistoceen

Voorts zijn er in het Hunzedal tijdens het Eemien fijne zanden en kleien afgezet, terwijl ook plaatselijk veenlagen voorkomen.
Tegen de oostelijke flank van de Hondsrug zijn zowel onder als boven het veenpakket grove zanden aangetroffen.
Dit grove en plaatselijk ook fijnzandige hellingmateriaal, is in erosieperioden tijdens eind Saalien en vroeg Weichselien vanaf de hoger gelegen Hondsrug in het dal afgezet.

FLANK HONDSRUG

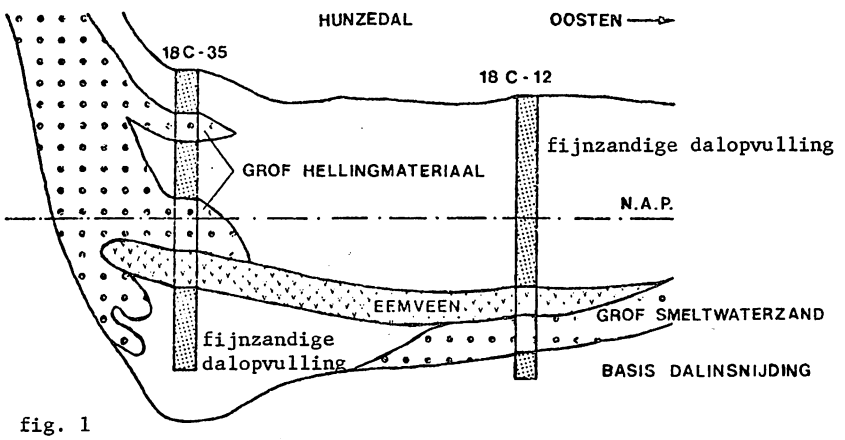


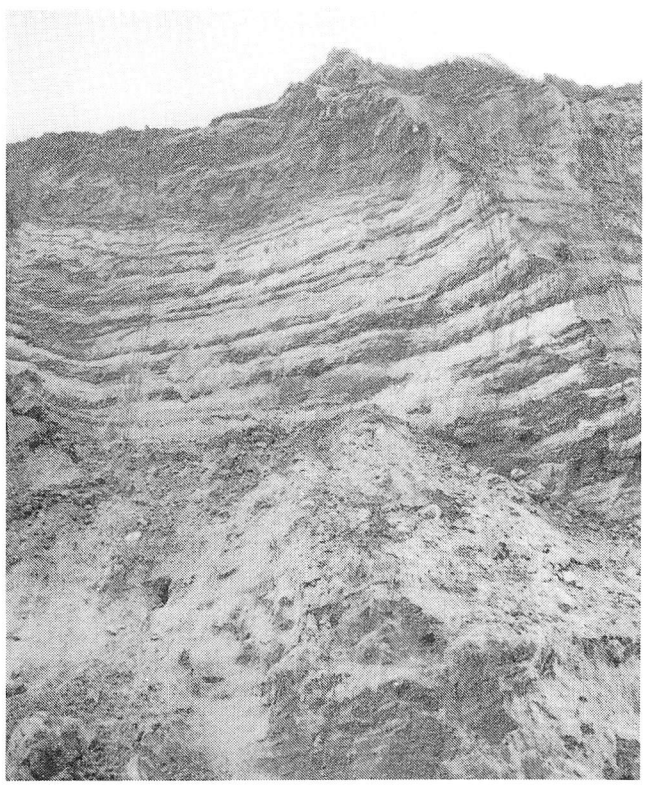
fig. 1

Errata:

pag. 19 Voor "erosie" op regel 1 toevoegen:
"Gedurende het Midden Weichselien heeft het gehele gebied bloot gestaan aan"
erosie waardoor delen van oudere formaties zijn verdwenen. Op het plateau is de keileem sterk aangetast en plaatselijk zelfs helemaal verdwenen. Later in het Weichselien heeft weer sedimentatie plaats gevonden. Het Hunzedal is verder opgevuld met fluviatiele zanden (beekzanden), deze behoren tot de Formatie van Twente, deels kunnen deze ook eolisch zijn ontwikkeld. De dikte van deze zanden varieert van ca. 15 m aan de randen tot ca. 20 m in het midden van het dal.
In dezelfde tijd is op het Drents plateau een meestal dunne laag dekzand door de wind afgezet, ook behorende tot de Formatie van Twente.

4.3. Holoceen

Gedurende het huidige Holoceen is een vrij dikke laag hoogveen gevormd in het moerassige Hunzedal. Dit hoogveen is vrijwel geheel afgegraven.
Alleen de basis wordt nog in boringen in het Hunzedal aangetroffen als een dunne restveenlaag met een dikte die in het algemeen varieert van 0 tot 1,2 meter.
Slechts in een zeer smalle strook langs de flank van de Hondsrug komen veendikten voor welke groter zijn dan 1,20 meter. Ook in het zuidelijke gebied en plaatselijk in het Sleenerstroomgebied komen aan het maaiveld veenafzettingen voor. Deze zijn echter vrijwel altijd dunner dan 1,20 m.



Stuwingen in de Hondsrug

5. Waterhuishouding

Het onderzoekgebied omvat grote delen van de waterschappen Loo- en Drostendiep, Bargerbeek en de Veenmarken (zie bijlage 1) waarvan de onderlinge grenzen op de Hondsrug zijn gelegen.
Hydrologisch is het gebied globaal onder te verdelen in
Drents Plateau (inklusief Hondsrug en de rug Veenoord - Schoonloo)
Hunzedal
zuidelijke veengebieden.

5.1. Drents Plateau

Het Drents Plateau is relatief hooggelegen gebied waarin weer twee hogere ruggen zijn te onderscheiden:
De Hondsrug en de rug tussen Veenoord en Schoonloo.
Vooral de Hondsrug is voor dit onderzoek van veel belang.

In de hogere ruggen bevindt de grondwaterstand zich op vrij grote diepte beneden het maaiveld; ter plaatse is geen afvoerstelsel aanwezig is. Het neerslagoverschot infiltreert hier naar de ondergrond en wordt door middel van grondwaterstroming uiteindelijk afgevoerd naar de hier aanwezige grondwateronttrekkingspunten of naar lager gelegen gebieden.
Langs de rand van de Hondsrug bevinden zich veelal kwelgebieden waarin het neerslagoverschot uit de ruggen tot afvoer komt in het afvoerstelsel. In deze kwelgebieden zal het stelsel veelal gedurende het hele jaar waterhoudend zijn. In de rest van de lager gelegen gebieden op het Drents Plateau kan een gedeelte van het neerslagoverschot infilteren en wordt hoogstens het ter plaatse aanwezige neerslagoverschot afgevoerd. In de zomer kunnen de leidingen in deze gebieden dan ook gedeeltelijk of geheel droog komen te staan, hetgeen mede afhankelijk is van de mate van peilbeheersing. De hoofdwatergangen van het oppervlaktewaterstelsel zijn in deze gebieden overwegend gelegen in de oude beekdalen tussen de twee hogere ruggen. De belangrijkste hoofdwatergang is de Sleenerstroom.
In zuidwestelijke richting neemt de hoogteligging van het Plateau geleidelijk af tot ca. 10 m + N.A.P. in de omgeving van Coevorden. Het Drents Plateau gaat hier geleidelijk over in het zuidelijke veengebied met ondiepe grondwaterstanden en een afwateringsstelsel dat in het algemeen wat beter waterhoudend is.
Aan de oostzijde grenst het Drents Plateau aan het Hunzedal.

5.2. Hunzedal

Het Hunzedal, het gehele gebied ten oosten van de Hondsrug, is hier voornamelijk een typisch veenkoloniaal gebied bestaande uit vlakke afgegraven hoogveengronden. Het afwateringsstelsel is voor het grootste deel gegraven ten behoeve van de ontginning van het veengebied. Ten opzichte van het Drents Plateau is het een laag gelegen gebied, waarin een extra verlaging is ontstaan door het vrijwel geheel afgraven van de hoogveenlaag. De grondwater-

stand varieert plaatselijk van 0,70 - 1,50 m beneden maaiveld in de winter en kan dalen tot 2 - 2,5 m beneden maaiveld in de zomer. De hoogteligging verloopt zeer geleidelijk van ca. N.A.P. + 15 m in het zuiden tot ca. N.A.P. + 5 m in het uiterste noorden. Aan de westzijde gaat het dal zeer abrupt over in De Hondsrug. De helling van deze flank kan variëren van 1:200 tot 1:20. Het geplande rekreatiemeer bevindt zich op geringe afstand van deze flank(bijlage 1).

5.3. Zuidelijke veengebieden

Het zuidelijke veengebied is hydrologisch vergelijkbaar met het Hunzedal.
Uit het verdere onderzoek is gebleken dat het zuidelijk veengebied voor de problematiek rond Emmen slechts van sekundair belang is (zie hoofdstuk 6.5.).
In het gebied bevinden zich nog een aantal grondwaterwinningen die daarom in dit onderzoek niet aan de orde komen.

In de gebieden is van oudsher veel aandacht besteed aan de waterbeheersing. Als gevolg van de door de waterschappen uitgevoerde verruiming van bestaande en de aanleg van nieuwe waterlopen is de waterstaatkundige situatie gewijzigd. Tevens zijn in de waterlopen stuwen aangebracht ten einde de waterpeilen zo goed mogelijk te kunnen regelen en daarmee een zo gunstig mogelijke grondwaterstand voor de gewassen, speciaal in het groeiseizoen te verkrijgen, met daarnaast aanvulling van het grondwater buiten het groeiseizoen. Ook in het beschouwde gebied wordt steeds meer getracht om met behulp van stuwen een zekere mate van peilbeheersing toe te passen.
In de tijden van neerslagtekort in de zomer zal aan een optimale peilbeheersing niet kunnen worden voldaan zonder de mogelijkheid van het inlaten van voldoende water van buiten af.
Voor het onderzoeksgebied bestaat die mogelijkheid momenteel slechts ten dele.
Uit het Oranjekanaal en de Verlengde Hoogeveensche Vaart kan water worden ingelaten(zie bijlage 1).
De aanvoermogelijkheid uit het IJsselmeer door middel van een aantal gemalen is echter beperkt.

5.4. Schematisering van gebiedstypen naar het afvoerstelsel

Voor wat betreft het afvoerstelsel is de volgende hydrologisch-schematische indeling gemaakt.

5.4.1 Geen afvoerstelsel: het hele neerslagoverschot infiltreert naar het diepe grondwater en er is geen afvoerstelsel aanwezig (op de hogere ruggen van het Drents Plateau).

5.4.2 Vrij afwaterend stelsel: er is een afvoerstelsel aanwezig waarin geen peilbeheersing mogelijk is. Als het neerslagoverschot plus de eventuele kwel gelijk wordt aan nul, dan staat het gehele stelsel droog. Dit type is aanwezig langs en in de flanken van de hogere ruggen.

5.4.3 Stelsel met gestuwde afwatering: de afvoer wordt vertraagd met behulp van stuwen (waterkonservering); en er is geen mogelijkheid om water in te laten. In feite betreft het hier dus vrij afwaterende gebieden met een kunstmatig vergrote berging. Dit type wordt aangetroffen op het Plateau (de sloten van het Sleenerstroomgebied) en in de hogere delen van het Hunzedal.

5.4.4 Gedeeltelijk beheerst stelsel: gestuwde gebieden met een afvoerstelsel waarin in beperkte mate water kan worden ingelaten. Dit met name op die plaatsen waar water vanuit het Oranjekanaal en de Hoogeveensche Vaart kan worden ingelaten.

5.4.5 Volledig beheerste stelsel: het oppervlaktewaterpeil kan volledig worden beheerst door middel van afvoeren of inlaten van water.
Slechts een aantal van de bemalen gebieden langs de Hoogeveensche Vaart en het Stads Compascuumkanaal kunnen tot dit type worden gerekend.

6. Geohydrologisch modelonderzoek

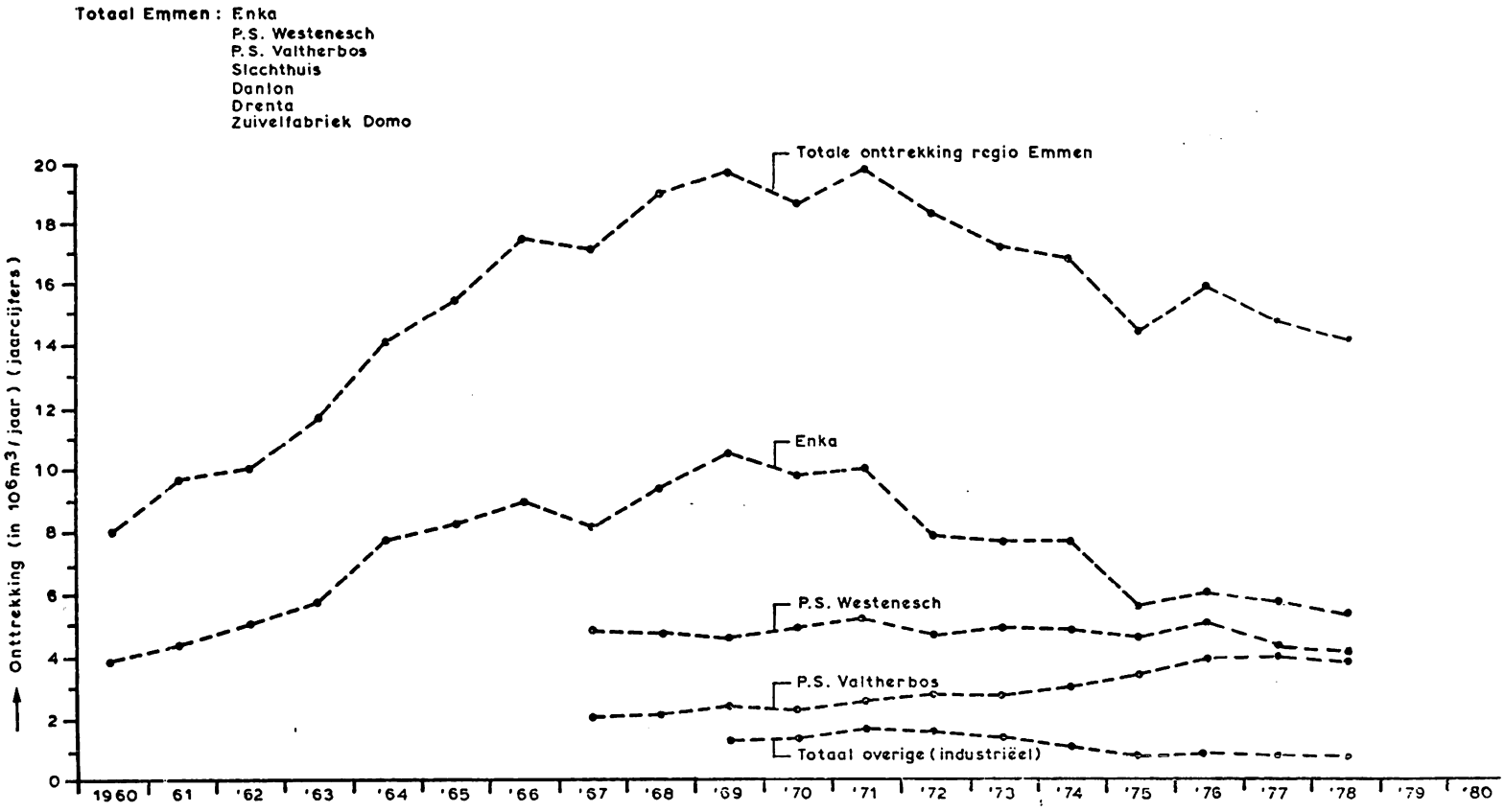
6.1. Inleiding

In het kader van de werkzaamheden van de Hydrologische Werkgroep Emmen is een geohydrologisch onderzoek verricht in de regio Emmen(R.I.D. 1978).
Ten behoeve van dit onderzoek zijn berekeningen uitgevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van een computermodel gebaseerd op de eindige-elementen-methode.
Uitgaande van het superpositiebeginsel zijn met behulp van het model alleen de veranderingen berekend welke ontstaan als gevolg van een ingreep in de bestaande stromingstoestand van het grondwater. Hoewel rekening wordt gehouden met verschillen in de winterperiode en in de zomerperiode, wordt de bestaande stromingstoestand (nulsituatie) in de modelberekeningen dus buiten beschouwing gelaten.
De uiteindelijke, gewijzigde stromingstoestand van het grondwater zou in grote lijnen kunnen worden verkregen door de berekende veranderingen op te tellen (superponeren) bij de bestaande, van jaar tot jaar variërende hydrologische zomer- of wintertoestand.
Met behulp van dit superpositiemodel zijn een aantal berekeningen uitgevoerd inzake de gevolgen van een aantal alternatieven met betrekking tot wijzigingen van de onttrekkingshoeveelheid van grondwater in de regio Emmen en de aanleg van het geplande recreatiemeer(Schansmeer) ten oosten van Emmen. De onttrekkingsberekeningen betreffen met name het pompstation Valtherbos (Waterleidingmaatschappij Drenthe) ten noorden van Emmen en de industriële winning (ENKA) ten zuiden van Emmen.
Het verloop van de verschillende grondwateronttrekkingen is weergegeven in de grafiek op blz.26.

Vooral de onttrekking van ENKA is voor de grondwaterstroming in de omgeving van Emmen van groot belang. Voor deze onttrekking zijn met behulp van het model verschillende alternatieven doorgerekend.
De modelberekeningen betreffende het pompstation Valtherbos hebben tot doel om de vergunningsaanvrage voor een verdere uitbreiding van deze winning beter te kunnen beoordelen. Voor de winplaats Westenesch is geen uitbreiding te verwachten.
Ten aanzien van het Schansmeer zijn diverse alternatieven berekend m.b.t. het meerpeil en de grootte van het wateroppervlak.
De plannen betreffende de aanleg van een recreatiemeer zijn nog in een voorlopig stadium. Het onderhavige onderzoek heeft tot doel om een indicatie te geven van de mogelijke regionale invloeden van een dergelijk meer.
Berekeningen van de niet-stationaire aspekten kunnen mogelijk worden uitgevoerd in een later stadium van de plannen, wanneer een aantal principe-beslissingen zijn genomen t.a.v. meerpeilen, afmetingen etc.

Tenslotte zijn een aantal berekeningen uitgevoerd waarbij verschillende modelparameters onafhankelijk van elkaar zijn gevarieerd. Met hulp van deze berekeningen wordt een indruk verkregen

GRAFIEK GRONDWATERWINNING REGIO EMMEN



van de gevoeligheid van de verschillende modelparameters op de berekeningsresultaten.
In de hierna volgende paragraven zal een korte samenvatting worden gegeven van de geohydrologische schematisering van de ondergrond, de daarbij geschatte waarden van de geohydrologische constanten en de modelrelaties tussen het grondwater en het oppervlaktewater.
Tenslotte zullen in paragraaf 6.5 de berekende modelresultaten worden weergegeven.

6.2. Geohydrologische schematisering

Uit de geologische opbouw blijkt dat de ondergrond in het algemeen bestaat uit een diepe grofzandige watervoerende laag, aan de onderzijde begrensd door een pakket fijne zanden welke in de zeer diepe ondergrond wordt afgesloten door een ondoorlatende kleibasis.
Boven de grofzandige laag bevindt zich een dik pakket fijne zanden welke plaatselijk in twee pakketten is verdeeld door de aanwezigheid van een weerstandbiedende klei-, veen- of leemlaag.
Dit pakket is aan het maaiveld veelal afgedekt door een laag keileem of restveen. Het geohydrologisch onderzoek is gebaseerd op gegevens voorzover deze beschikbaar en bekend waren in 1975.
Sedertdien zijn ondermeer aanvullende gegevens uit geo-elektrisch onderzoek van de WMD ter beschikking gekomen.
Ten behoeve van het rekenmodel is de werkelijke opbouw geschematiseerd tot een systeem van twee homogene watervoerende pakketten, gescheiden en aan de bovenzijde begrensd door weerstandbiedende lagen en aan de onderzijde afgesloten door een ondoorlatende basis (bijlagen 5 en 6).
De opbouw en de schematisering zijn hieronder in tabelvorm weergegeven.

<table>
<tr><th>opbouw:</th><th>globale dikte (meters)</th><th colspan="2">geohydrologische schematisering</th><th>belangrijkste geohydrol. parameters</th></tr>
<tr><td>keileem en restveen</td><td>0-2</td><td colspan="2" rowspan="2">relatie oppervlaktewater-grondwater</td><td rowspan="2">bodem + radiale weerstand C_1</td></tr>
<tr><td>watergangen</td><td>1-2 (bodemdiepte)</td></tr>
<tr><td>fijne, soms slibhoudende zanden, plaatselijk grover</td><td>20-30</td><td rowspan="3">ondiepe (eerste) watervoerende pakket (bij afwezigheid weerstandbiedende laag</td><td rowspan="2">ondiepe (eerste) waterv. pakket</td><td>doorlaatvermogen k_1D_1</td></tr>
<tr><td>plaatselijk veen, klei of leem</td><td>0-10</td><td rowspan="2">weerstandbiedende laag</td><td rowspan="2">hydraulische weerstand C_2</td></tr>
<tr><td>fijne, soms slibhoudende zanden</td><td>5-30</td><td>fictieve C_2-waarde</td></tr>
<tr><td>grove zanden</td><td>10-25</td><td rowspan="2">diepe (tweede) watervoerende pakket</td><td rowspan="2">diepe (tweede) watervoerende pakket</td><td rowspan="2">doorlaatvermogen k_2D_2</td></tr>
<tr><td>fijne, veelal slibhoudende zanden (Plioceen)</td><td>50-100</td></tr>
<tr><td>klei (Mioceen)</td><td></td><td colspan="2">ondoorlatende basis</td><td>oneindige hydraulische weerstand</td></tr>
</table>

Tabel 1

De aangenomen geohydrologische schematisering impliseert een aantal vereenvoudigingen (zie ook bijlage 4):

- De ondoorlatende (model)basis bevindt zich op het niveau van de bovenkant van de fijnzandige tertiaire afzettingen. De werkelijke afsluitende tertiaire kleiafzettingen bevinden zich op veel grotere diepte (zie hoofdstuk 4.1). Voor het tussengelegen fijnzandige en veelal slibhoudende pakket, wordt aangenomen dat dit een te verwaarlozen bijdrage levert aan de diepe grondwaterstroming.
- Het diepe (2e) watervoerende pakket is niet homogeen en bestaat gedeeltelijk uit fijne, en gedeeltelijk uit grove zandpakketten. Indien mogelijk sluit de bovenkant van dit watervoerende pakket aan bij de onderzijde van de weerstandbiedende (C_2) lagen.
  Bij afwezigheid van deze weerstandbiedende lagen heeft de bovenkant van dit pakket een fictief karakter, en wordt geleidelijk aansluiting gezocht met de bovenkant van het grove zandpakket.

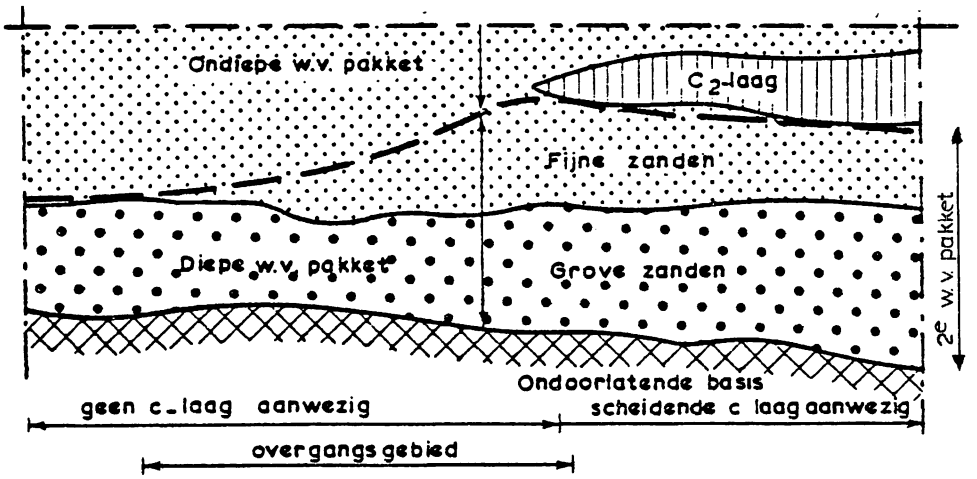


fig. 2. Schematisering bovenkant diepe watervoerend pakket.

- In de omgeving van Emmen is vrijwel de gehele ondergrond sterk verstoord door glaciale stuwing. Het effekt van deze verstoringen op de geohydrologische opbouw en de geohydrologische constanten is met de beschikbare gegevens niet vast te stellen. Vooral de aanwezigheid van, vrijwel verticaal opgestuwde, afwisselend goed doorlatende en slecht-doorlatende banen kan een sterke beïnvloeding van de lokale grondwaterstroming betekenen.
- Zoals vermeld komen de weerstandbiedende lagen in een groot deel van het gebied niet, of nauwelijks voor. In deze gebieden heeft de hydraulische weerstand C_2 in het model een fictieve (lage) waarde.
  In de overige gebieden, en dan met name het oosten en het zuidoosten van het onderzoekgebied, bestaan de weerstandbiedende lagen in geologisch opzicht overwegend uit twee typen afzettingen:
  de eemiene klei- en veenlagen, welke op een aantal plaatsen in het Hunzedal worden aangetroffen,
  en de kleilagen uit het cromerien, welke in het oosten en het zuidoosten op een groot aantal plaatsen aanwezig lijken te zijn.
  Een modeltechnische complicatie is hierbij dat deze eem- en cromerlagen elkaar plaatselijk overlappen(figuur 3).

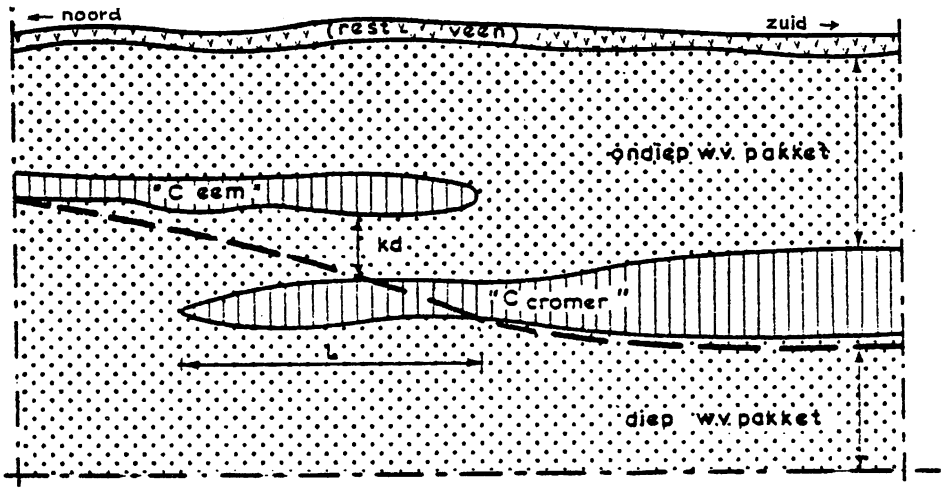


fig. 3. Schematisering C - laag.

- De dikte van het ondiepe (1e) watervoerende pakket wordt bepaald door het niveauverschil tussen de (gedeeltelijk fictieve) bovenkant van de weerstandbiedende laag en het niveau van het freatisch vlak of de onderkant van de keileemafzettingen of restveenlagen (fig. 4).

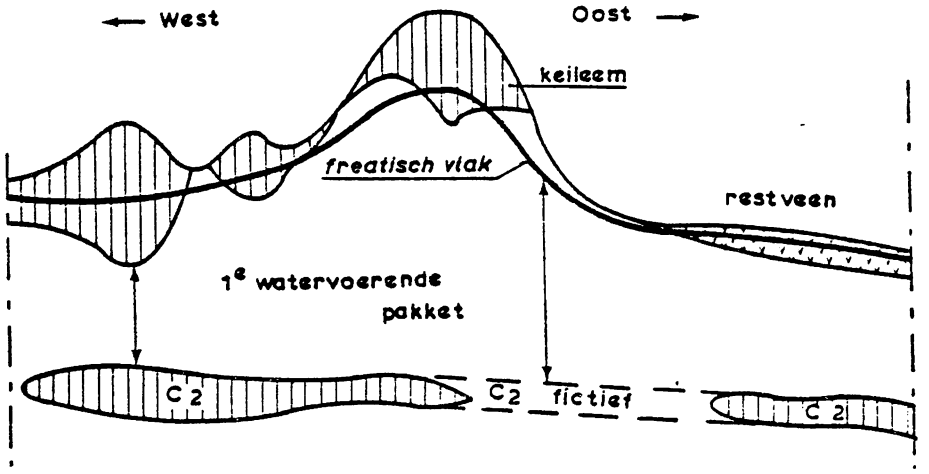


fig. 4 Dikte variatie van het 1e watervoerende pakket

Hoewel het ondiepe watervoerende pakket overwegend bestaat uit fijnzandige afzettingen komen met name in het Hunzedal ook grove saaliene (smeltwater) zanden voor, hetgeen plaatselijk tot een belangrijke verhoging van het doorlaatvermogen (k D) leidt. De ligging van deze zanden ten opzichte van de weerstandbiedende (eem-) afzettingen is hierbij van groot belang (fig. 5).

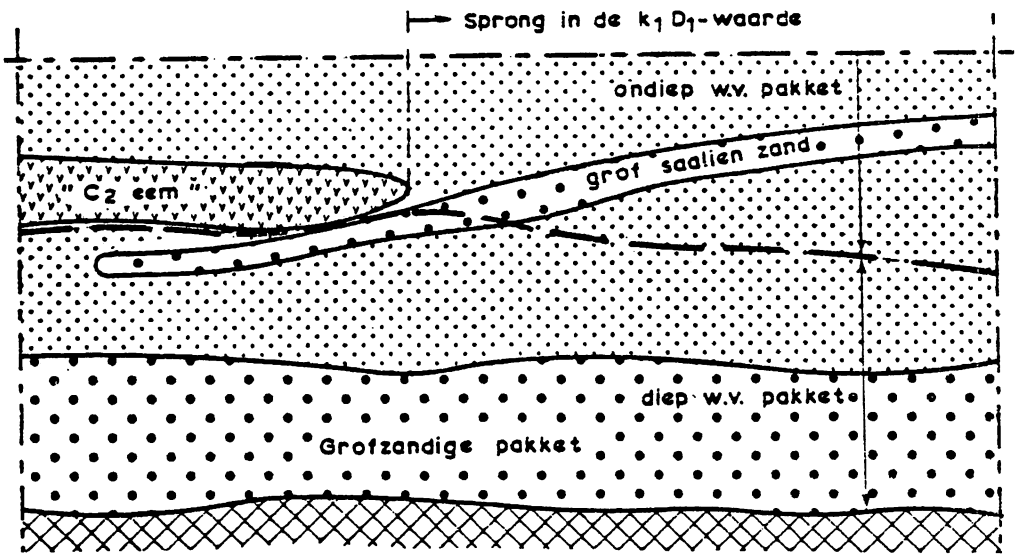


fig. 5 Grofzandige afzettingen in het ondiepe watervoerende pakket.

6.3. Geohydrologische constanten

Ten behoeve van de berekeningen worden de eigenschappen van de ondergrond met betrekking tot stroming van water vastgelegd in zgn. bodemconstanten. De doorlatendheid wordt hierbij weergegeven in een kD-waarde; deze geeft aan hoe gemakkelijk water door een watervoerend(zand)pakket stroomt (hoe hoger de kD hoe "gemakkelijker"). De c-waarde is een maat voor de weerstand die een slecht doorlatende laag biedt tegen doorstroming met water (hoe hoger de c, hoe slechter doorlatend). Met gebruikmaking van alle beschikbare gegevens uit pompproeven, capaciteitsproeven, boringen en stijghoogtemetingen zijn voor het hele gebied de waarden van de geohydrologische constanten geschat. Voor deze gegevens leveren de pompproefresultaten ongetwijfeld de meest betrouwbare en direkte gegevens. Binnen het onderzoekgebied zijn tot 1976 zeven van dergelijke proeven gehouden in het diepe watervoerende pakket.
Pompproefgegevens aangaande de ondiepe ondergrond ontbreken vrijwel in het gehele gebied. Dit is in overeenstemming met het veel grotere belang van het diepe watervoerende pakket voor de drinkwatervoorziening. Door middel van een ondiepe pompproef is wel een waarde van het ondiepe doorlaatvermogen berekend ter plaatse van Emmererfscheidenveen, waar, door de geplande aanleg van het recreatiemeer de ondiepe ondergrond een belangrijke rol speelt.
De meest betrouwbare bodemconstanten (kD- en c-waarden) worden verkregen uit pompproeven. Deze zijn echter kostbaar, waardoor het op deze wijze verzamelen van bodemconstanten beperkt blijft. De overige benodigde kD-waarden zijn daarom verkregen uit capaciteitsproeven alsmede door de toepassing van de granulaire schattingsmethode uit boorbeschrijvingen, een en ander in relatie met de uit de pompproeven verkregen gegevens. Op deze wijze is met de beschikbare middelen en gegevens zo goed mogelijk het

doorlaatvermogen k_2D_2 voor het diepe watervoerende pakket en k_1D_1 voor het ondiepe watervoerende pakket bepaald (zie bijlage 5, respektievelijk bijlage 6). De weergegeven waarden zijn ingevoerd in het rekenmodel.
Voor het schatten van de hydraulische weerstanden c_2 waren slechts in Klazienaveen en Emmererfscheidenveen (t.p.v. het Schansmeer) bruikbare waarden uit pompproeven bekend. Voorts is hierbij gebruik gemaakt van de aangenomen verbreiding en de diktegegevens van de doorboorde weerstandbiedende lagen. Bij het schatten van de c_2 -waarden is aangenomen dat de weerstandbiedende (Cromer- en eem-)lagen binnen het verbreidingsgebied homogeen zijn.
Doordat de hoedanigheid van deze weerstandbiedende lagen slechts op een beperkt aantal plaatsen uit boringen en pompproeven bekend is, is het geenszins onmogelijk dat de afzettingen anders van samenstelling, of zelfs volledig "lek" zijn, terwijl bovendien de aangenomen verbreidingsgrenzen niet geheel juist kunnen zijn. Zoals eerder vermeld moet bovendien rekening worden gehouden met elkaar plaatselijk overlappende weerstandbiedende lagen.
Een en ander betekent dat de geschatte c_2 -waarden, zeker in verhouding tot de geschatte kD-waarden, minder betrouwbaar zijn.
De c_2 -waarden zijn in het R.I.D.-rapport in kaartvorm weergegeven.

6.4 Relatie tussen grondwater en oppervlaktewater

Er is bij het onderzoek veel aandacht besteed aan de relatie tussen het grondwater en het oppervlaktewater.
Doordat in de onderhavige berekeningen gebruik wordt gemaakt van een (stationair) superpositiemodel blijft de nuttige neerslag buiten beschouwing. Immers, de nuttige neerslag wordt beschouwd als een niet beïnvloede flux (waterstroom per eenheid van oppervlak) naar het freatisch vlak, zodat uit deze nuttige neerslag geen extra voeding kan worden verkregen. Een aanname hierbij is dat de verdampingsreduktie in de zomer klein is ten opzichte van de extra voeding uit het oppervlaktewater.
Een belangrijke modeltechnische consequentie van het bovenstaande is dat het ondiepe watervoerende pakket aan de bovenzijde alleen gevoed wordt vanuit het oppervlaktewater, zodat de ondiepe keileem en veenlagen alleen een rol spelen voorzover zij van belang zijn bij de vaststelling van de relatie tussen grond- en oppervlaktewater.

Het onderzoek naar de relatie tussen grond- en oppervlaktewater heeft geleid tot een nieuwe formulering van deze relatie:
de numerieke benadering van de horizontale stroming in het eerste water voerende pakket wordt gekoppeld aan een nieuwe analytische (tweedimensionale) oplossing van de stromingstoestand in de ondiepe verzadigde ondergrond.
De relatie geeft (voor elk model knooppunt) het verband tussen de voeding vanuit het oppervlaktewater (dA) en de potentiaal verandering in het ondiepe watervoerende pakket. Voorts kan worden aangenomen dat dit verband over een zeker trajekt lineair is. De nieuwe analytische oplossing is in principe geschikt voor de bepaling van de evenredigheidsconstante (drainage- resp. infiltratieweerstand) in dit lineaire verband. Deze bepaling geschiedt aan de hand van de hydrologische eigenschappen van het

oppervlaktewaterstelsel en de ondiepe ondergrond zoals de natte slootdoorsnede, de slootbodemweerstand, slootafstanden, doorlatendheid en ongelijkheid van de doorlatendheid in vertikale en horizontale richting (anisotropie) van de ondiepe ondergrond. Uit het onderzoek is gebleken dat met name de onbekendheid van de slootbodemweerstand de betrouwbaarheid van de aldus bepaalde drainageweerstanden belangrijk doet verminderen.

Betreffende het trajekt waarover de relatie lineair mag worden verondersteld zijn binnen het onderzoekgebied drie typen te onderscheiden (fig. 6):

A. Vaste oppervlaktewaterpeilen
B. Variërende oppervlaktewaterpeilen in relatie met de afvoer en de grondwaterstand
C. Diepe grondwaterstanden zonder oppervlaktewaterafvoer.

Meetstuw Emmerschans

	TYPE C	TYPE B	TYPE A
NULSITUATIE :	DIEPE GRONDWATERSTAND	VARIERENDE OPPERVLAKTEWATERPEILEN (VRIJE AFWATERING)	VASTE OPPERVLAKTEWATERPEILEN (GESTUWD. GEHEEL OF GEDEELTELIJK BEHEERST)
	AFVOER A = o	AFVOER A = POSITIEF (DRAINAGEDEBIET)	AFVOER A = POSITIEF OF NEGATIEF (INFILTRATIE)
LOKATIE	HOGE RUGGEN	FLANKEN VAN DE HOGE RUGGEN	OVERIGE LAGERGELEGEN GEBIEDEN
SUPERPOSITIE :	dA = o	dA ≤ A	dA = ONBEPERKT
	GEEN RELATIE TUSSEN φ_1 EN dA	$dA = \frac{\varphi_1}{a}$ VOOR $\varphi_1 < H$ dA = A VOOR $\varphi_1 \geq H$	$dA = \frac{\varphi_1 - SP}{C_1} = \frac{\varphi_1}{C_1}$ (SP = o)

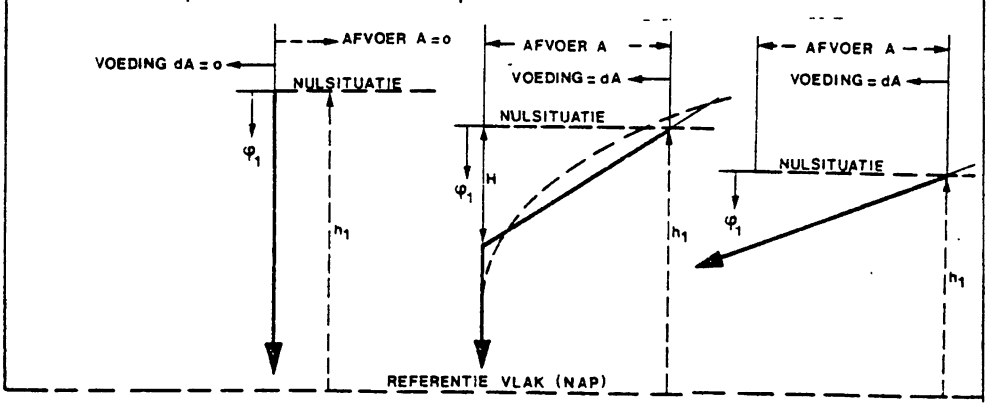


fig. 6. Overzicht relatie grondwater-oppervlaktewater per deelgebied.

Hoewel het in dit verband te ver voert om uitgebreid in te gaan op de verschillende typen, kan worden opgemaakt dat de belangrijkste verschillen zijn gelegen in de mate waarin het oppervlaktewaterpeil wordt beïnvloed door de verandering φ_1. Zo zal bij een min of meer vrij afwaterend stelsel (volgens type B) in het geval van een dalende potentiaal φ_1 ook het oppervlaktewaterpeil geleidelijk dalen, terwijl de watergangen uiteindelijk (bij φ_1 = H) droog zullen vallen. Voorts zij vermeld dat meerdere redenen kunnen worden aangegeven waarom alle gebruikte relaties ook over de lineair aangenomen trajekten in werkelijkheid niet geheel lineair zullen zijn.
Indien de verschillende typen relaties worden vergeleken met de in paragraaf 5.2 aangegeven waterhuishoudkundige indeling dan

correspondeert type A met de gebieden 5.4.4 en 5.4.5. (gedeeltelijk of volledig beheerst stelsel), type B met de gebieden 5.4.2 en 5.4.3 (vrij afwaterend of gestuwde afwatering), terwijl type C aanwezig is in gebied 5.4.1 (geen afvoerstelsel).
Tenslotte is in het model een mogelijkheid aanwezig om afzonderlijke watergangen met een vast peil in te voeren ("rivierinvoer", type D).
Deze mogelijkheid kon worden gebruikt voor watergangen welke hetzij qua afmetingen, hetzij qua type een afwijkend karakter hebben. Zo kan b.v. de Sleenerstroom in vergelijking met het vrije- of gestuwde detailafwateringsstelsel van het Sleenerstroomgebied het beste in model worden gebracht als een afzonderlijke watergang met een vast (althans niet belangrijk door φ_1 te beïnvloeden) peil.
Voorts is deze mogelijkheid ook gebruikt om het geplande recreatiemeer en de verschillende alternatieven daarbij, in het (superpositie) model onder te brengen. Een belangrijke, moeilijk te schatten parameter is hierbij de te verwachten hydraulische weerstand langs de meerbodem (cm).
Een globale beschouwing betreffende deze meerbodemweerstand is in een appendix bij het R.I.D.-rapport opgenomen (R.I.D. 1978).

6.5 Resultaten van de berekeningen.

Algemeen
In totaal werden met het superpositiemodel 13 berekeningen uitgevoerd, waarvan 2 met betrekking tot het ps Valtherbos, 3 voor een wijziging van de industriële winning ten zuiden van Emmen en 8 berekeningen met betrekking tot het geplande recreatiemeer. De berekeningsresultaten zijn weergegeven op bijlagen 7 t/m 16. Op deze bijlagen is de verandering van de grondwaterstanden (in centimeters) ingetekend. Op bijlagen 12 t/m 16(onttrekkingsberekeningen) is tevens de hoeveelheid voeding weergegeven in mm/dag. Deze voeding is gelijk aan de afvoervermindering van het oppervlaktewaterstelsel.

Op bijlage 17 is een nieuwe (balans)indeling van het modelgebied weergegeven. Hierop is het totale modelgebied onderverdeeld in 11 deelsystemen. Per deelsysteem is de totale hoeveelheid voeding bepaald. Deze hoeveelheid is gelijk aan de extra af-/aanvoer van het oppervlaktewater in het desbetreffende deelsysteem (m3/dag) en is weergegeven in tabel 2.

Met nadruk zij vermeld dat alle resultaten zijn uitgedrukt in extra grootheden t.o.v. de bestaande (nul)situatie. Dit geldt zowel voor extra debieten (totaal, of per oppervlakte-eenheid), als voor de verlagingen respektievelijk verhogingen. Onder de bestaande situatie dient in dit geval te worden verstaan een gemiddelde zomer-, c.q. een gemiddelde wintertoestand, waarbij in het gebied van het w.s. De Veenmarken rekening is gehouden met het nieuwe stuwpeilenplan, waarbij tevens is aangenomen dat de wijken in het Hunzedal zich in een betere onderhoudstoestand bevinden dan thans het geval is.

In het onderstaande wordt nader op de resultaten van de diverse berekeningen ingegaan.

Onttrekkingsberekeningen:

Nummer Deelsysteem Oppervlakte (ha)			1 (4850)	2 (10725)	3 (12050)	4 (4400)	5 (3100)	6 (5400)	7 (2750)	8 (700)	9 (4875)	10 (3350)	11 (5200)
locatie	extra debiet	seizoen											
Valtherbos	+ 7	zomer	- 162	- 10593	- 38	- 626	- 762	- 5750	- 44	- 647	- 29	- 21	- 101
" "	+ 7	winter	- 51	- 11253	- 20	- 515	- 708	- 5594	- 42	- 558	- 28	- 19	- 84
Industrie	- 5	zomer	+ 84	+ 5211	+ 246	+ 4762	+ 1497	+ 913	+ 4	+ 420	+ 6	+ 41	+ 454
" "	- 5	winter	+ 38	+ 5446	+ 167	+ 4845	+ 1451	+ 883	+ 4	+ 393	+ 6	+ 38	+ 388
" "	+10	zomer	- 222	- 8249	- 673	- 11187	- 3099	- 1893	- 8	- 867	- 13	- 84	- 960

positief: totale hoeveelheid extra kwel naar oppervlaktewater (m^3/dag);
negatief: " " infiltratie vanuit oppervlaktewater (m^3/dag).
Voor indeling deelsystemen zie bijlage 17

RECREATIEMEER:

Nummer Deelsysteem Oppervlakte (ha)				1 (4850)	2 (10725)	3 (12050)	4 (4400)	5 (3175)	6 (5557) (5624)	7 (2750)	8 MEER (300) (200)	9 (4941) (4974)	10 (3375)	11 (5200)
peil	alternatief*)	seizoen	meerbodem-weerstand											
10.5+	B	zomer	klein	- 4	- 191	- 7	- 136	- 7584	+ 3342	+ 5	+ 6987	- 575	- 1730	- 103
11.0+	A	zomer	klein	- 2	- 113	- 4	- 75	- 4188	- 466	- 1	+ 5357	- 46	- 431	- 53
11.0+**)	B	zomer	groot	- 2	- 83	- 3	- 68	- 4126	+ 3532	+ 11	+ 908	+ 260	- 376	- 51
11.0+**	B	zomer	klein	- 1	- 33	- 3	- 58	- 4139	+ 10729	+ 31	- 6683	+ 565	- 361	- 49
11.0+	B	winter	klein	- 0	- 9	- 1	- 41	- 3781	+ 11549	+ 43	- 8492	+ 813	- 47	- 36
11.5+	A	zomer	klein	- 0	- 2	- 0	- 7	- 776	+ 654	+ 2	- 1086	+ 513	+ 102	- 2
11.5+**	B	zomer	groot	+ 0	+ 29	+ 0	- 1	- 749	+ 5133	+ 20	- 6161	+ 925	+ 799	- 0
11.5+	B	zomer	klein	+ 2	+ 120	+ 1	+ 19	- 698	+ 17428	+ 55	- 19606	+ 1666	+ 998	+ 5

*) Alternatief A: 200 hectare.
Alternatief B: 300 hectare.

**) Veranderingen van de grondwaterstand weergegeven op bijlage 15en16

Tabel 2 Balansresultaten (totale hoeveelheden voeding per deelsysteem in m^3/dag).

Invloed van het recreatiemeer

Teneinde een globale indicatie te verkrijgen van de invloed van het geplande recreatiemeer ("Schansmeer") werden met het model 8 berekeningen uitgevoerd.
Bij de berekeningen (zie tabel 2) is onderscheid gemaakt tussen een aantal verschillende uitgangspunten.

1. Er zijn berekeningen gemaakt voor 3 verschillende meerpeilen: 10.5, 11.0 en 11.5 meter + N.A.P.
2. Er is onderscheid gemaakt tussen twee alternatieven voor het totale meeroppervlak (zie ook bijlage 18)
   - Alternatief A, met een open-wateroppervlakte van 200 ha, voornamelijk gelegen aan de zuidkant van de geplande recreatiewijk.
   - Alternatief B, met een open-wateroppervlakte van 300 ha. Hierbij is het plan aan de noordzijde uitgebreid met 100 ha.
3. Inzake de nulsituatie bij de berekening is onderscheid gemaakt tussen een zomer- en een wintertoestand.
4. Voor wat betreft de weerstand van de meerbodem is gerekend met grote en relatief kleine weerstanden.

Met deze uitgangspunten zijn de in tabel 2 weergegeven 8 combinaties gemaakt.

In de tabel is onder deelsysteem 8 de totale netto in- of uitstroming vanuit het meer naar de ondergrond aangegeven. Deze hoeveelheid, verhoogd met het eventuele neerslagoverschot op het open-wateroppervlak is gelijk aan de totale hoeveelheid die uit het meer moet worden afgevoerd, resp. aangevoerd om het meerpeil te handhaven. De resultaten voor wat betreft deze hoeveelheid blijken voor de diverse berekeningen sterk te variëren. Vooral de weerstandswaarde van de meerbodem heeft een belangrijke invloed.

De extra stroming van het ondiepe grondwater is in figuur 7 schematisch weergegeven voor een meerpeil van 11.0 meter + N.A.P.
Voor het goede begrip zij vermeld dat het meerpeil in model is gebracht als een verandering (Mp) ten opzichte van de huidige grondwaterstand. Deze grondwaterstand is in het noordelijke meer-gedeelte b.v. N.A.P. + 10.2 meter. Bij een meerpeil van N.A.P. + 11 meter bedraagt de aangebrachte verhoging Mp ter plaatse dus 80 centimeter.
De verandering van de grondwaterstanden (φ_1) bij de handhaving van een meerpeil van 11+ (alternatief B, zomertoestand) zijn respektievelijk bij een kleine en een relatief grote meerbodemweerstand weergegeven op de bijlagen 7 en 8. De berekeningsnauwkeurigheid is zodanig dat de veranderingen zijn weergegeven in klassen.
Tengevolge van het aanbrengen van het open-wateroppervlak blijken verlagingen op te treden ten zuiden van het meer en verhogingen ten noorden van het meer. Dit gaat gepaard met infiltratie vanuit het oppervlaktewater ten zuiden van het meer en extra kwel naar het oppervlaktewater ten noorden van het meer (resp. de balansgebieden 5 en 6 in tabel 2).

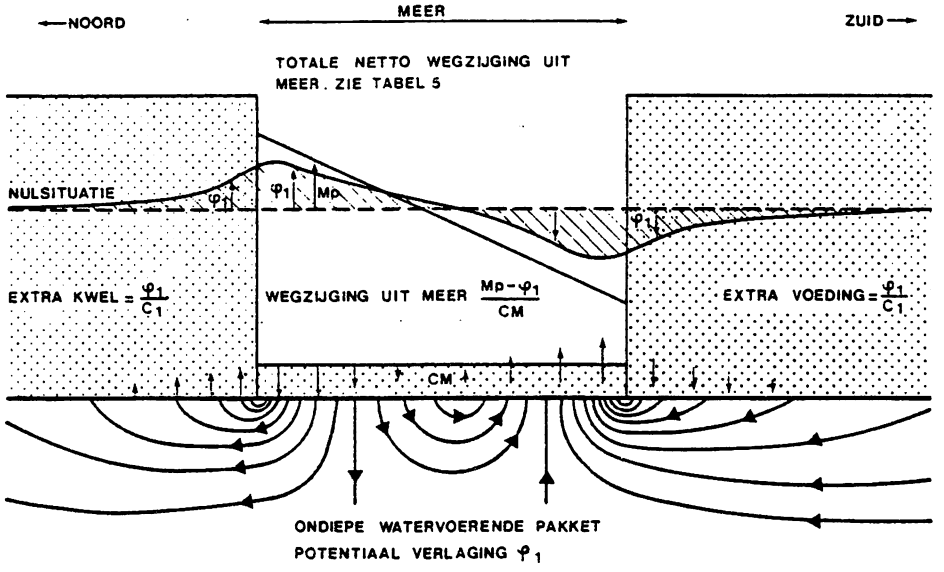


fig. 7. Schema ondiepe grondwaterstroming in superpositie (meer 11 +)

Op bijlage 9 zijn de veranderingen van de grondwaterstanden weergegeven bij een meerpeil van 11.5+ (alternatief B, zomertoestand) bij een grote waarde voor de meerbodemweerstand. Hierbij blijkt voornamelijk een (geringe) verhoging van de grondwaterstand op te treden ten noorden van het meer. De totale wegzijging uit het meer en de totale kwel ten noorden van het meer is sterk afhankelijk van de werkelijke waarde van de meerbodemweerstand (zie tabel 2).

Uit de verschillende berekeningen m.b.t. het recreatiemeer kan het volgende worden geconcludeerd.

1. Bij een meerpeil van ca. 11 meter + N.A.P. zal de totale wegzijging uit, of toestroming naar het meer het kleinst zijn. De werkelijke hoeveelheid is echter sterk afhankelijk van de weerstand welke zal ontstaan op de bodem van het meer; bij een kleine weerstand zou de totale wegzijging ca. 8000 m3/dag bedragen, terwijl er een hoeveelheid van 1000 m3/dag zou kunnen toestromen als op de meerbodem een grote weerstand wordt opgebouwd. Uit globaal aanvullend onderzoek is echter gebleken dat de vorming van een dergelijke grote bodemweerstand langs natuurlijke weg uiterst onwaarschijnlijk is.
2. Het verschil tussen de berekeningsresultaten in een zomertoestand en een wintertoestand is klein ten opzichte van de afwijkingen welke optreden als gevolg van de variaties van andere modelparameters.
3. Op die plaatsen in het meer waar in de uiteindelijke situatie wegzijging optreedt zal een weerstand worden opgebouwd op de meerbodem. De waarde van deze weerstand zal in de tijd

toenemen en is sterk afhankelijk van de hoeveelheid wegzijging en de mate waarin het water b.v. slib bevat.
Een grotere meerbodemweerstand heeft vooral kleinere verhogingen ten noorden van het meer tot gevolg en een aanzienlijke afname van de totale hoeveelheid wegzijging uit het meer; bij een meerpeil van 11.5+ wordt b.v. de wegzijging gereduceerd van 19.000 tot 6.000 m3/dag. Zoals reeds is opgemerkt moeten echter de berekeningen met kleinere meerbodemweerstanden, en dus met grotere verhogingen ten noorden van het meer en een grotere hoeveelheid wegzijging, als het meest reëel worden beschouwd.

4. De veranderingen van de grondwaterstanden blijven beperkt tot een gebied van slechts enkele kilometers buiten de recreatiewijk. In het algemeen is de verandering van de grondwaterstand op 1 km afstand van het meer reeds kleiner dan 5 centimeter.
   Door het ontbreken van voeding in de omgeving van Emmen(Hondsrug) zijn de veranderingen in zuidwestelijke richting enigszins groter.
   De verhogingen ten noorden van het meer zouden enigszins worden gereduceerd indien een grotere meerbodemweerstand wordt aangenomen (bijlagen 7 en 8).
   Indien een meerpeil van 11.5+ zou worden gehandhaafd treden vrijwel uitsluitend verhogingen van de grondwaterstand op, welke echter vrijwel nergens groter zullen zijn dan 5 centimeter(bijlage 9).
5. Uit berekeningen van het K.N.M.I. blijkt dat afgezien van de hoeveelheden in tabel 2 uit klimatologisch oogpunt in een normaal zomerseizoen 280.000 m3 water naar de plas van 200 ha moet worden toegevoerd om de plas op peil te kunnen houden en dat gemiddeld eens per 10 jaar 600.000 m3 of meer zal moeten worden toegevoerd. Bij een plas van 300 ha worden deze cijfers 1½ maal zo hoog.
   De onderhavige resultaten voor het recreatiemeer hebben een globaal en indicatief karakter. Indien gewenst zou in de toekomst de invloed van een dergelijk recreatiemeer in detail kunnen worden beschouwd.
   In dat geval zou echter gebruik moeten worden gemaakt van een (niet-stationair) model met een aangepast knooppuntennetwerk. Een voorwaarde voor dergelijke detailberekening zou tevens moeten zijn dat nader onderzoek wordt gedaan naar de vorming van een hydraulische weerstand op de bodem van het recreatiemeer.

<u>Een toename van de winning van het ps. Valtherbos met 7.0 miljoen m3 per jaar</u>

Met het superpositiemodel zijn twee berekeningen gemaakt: een berekening van de veranderingen in een zomertoestand en een berekening van de veranderingen in een wintertoestand.
De balansresultaten zijn weergegeven in tabel 2 en de verlaging van grondwaterstanden zijn ingetekend op bijlagen 10 en 11. Op de bijlagen is tevens de hoeveelheid voeding per oppervlakte-eenheid weergegeven in mm/dag.
Uit het verlagingspatroon blijkt dat op de Hondsrug, waar het grondwater niet kan worden gevoed, aanzienlijke verlagingen ontstaan welke zich voortplanten naar twee stroken langs de randen

van de Hondsrug, respektievelijk in het Hunzedal en in het Sleenerstroomgebied. Ter plaatse wordt het systeem gevoed vanuit het oppervlaktewater en neemt de verlaging van de grondwaterstand af.
Mede doordat het Sleenerstroomgebied een minder dicht oppervlaktewaterstelsel (inklusief drainage) heeft, dat bovendien in de zomer gedeeltelijk droogvalt, zijn de verlagingen in dit gebied in vergelijking met het Hunzedal enigszins groter.

Bij vergelijking tussen de zomertoestand en de wintertoestand blijkt dat de verlagingen in de zomer overal groter zijn. Met name in het Sleenerstroomgebied zijn de verlagingen in de zomer globaal ca. 2 x zo groot als de verlagingen in de winter. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door de droogvallen van watergangen in de zomer. Op de Hondsrug en in het Hunzedal zijn de verlagingen in de zomer ca. 1.2 x zo groot als de verlagingen in de winter.
Met behulp van het model werd berekend dat slechts in enkele (vrijafwaterende) modelknooppunten langs de flanken van de Hondsrug de afvoervermindering zodanig groot is dat de sloten droogvallen. In werkelijkheid is de mate van droogvallen sterk afhankelijk van de plaatselijk aanwezige grondwaterstand en het drainagedebiet. Deze gegevens waren bij het uitvoeren van de berekeningen onvoldoende bekend, zodat van plaats tot plaats aan de hand van de berekende verlagingen en voedingen zou moeten worden onderzocht of er in werkelijkheid de kans bestaat dat de sloten droogvallen.

Veranderingen van de industriële winningen ten zuiden van Emmen.
Er zijn twee berekeningen uitgevoerd naar de veranderingen bij een afname met 5 miljoen m3 per jaar, respectievelijk in een zomertoestand en in een wintertoestand. Er is een derde berekening uitgevoerd voor een toename met 10 miljoen m3 per jaar in een zomertoestand.

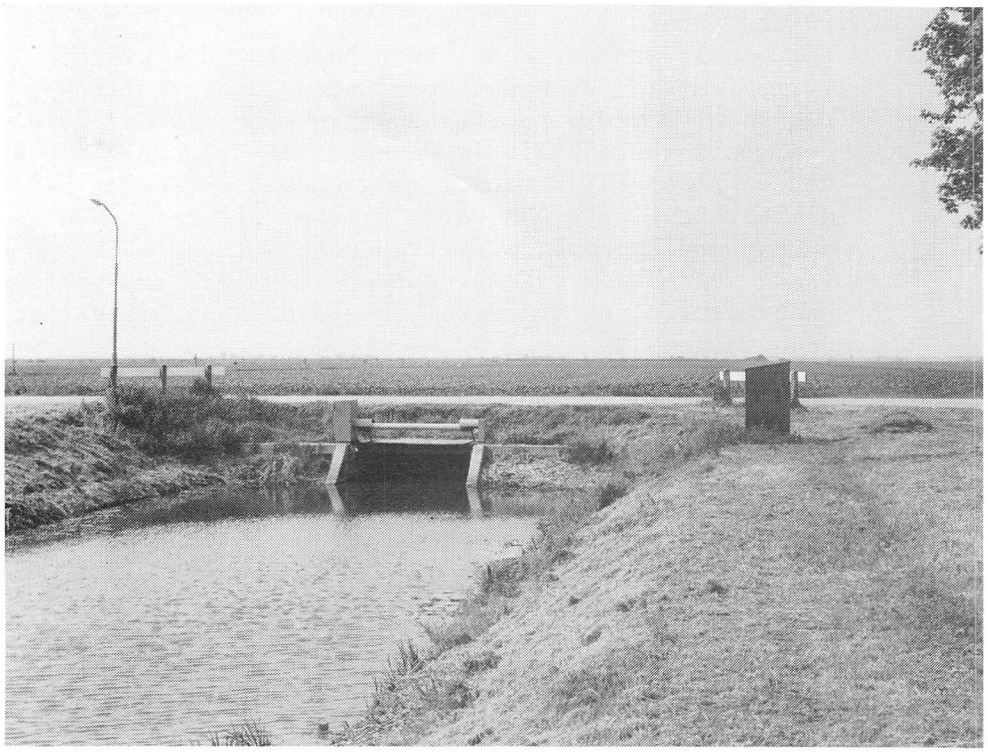
De balansresultaten zijn wederom weergegeven in tabel 2 en de verhogingen, resp. verlagingen gecombineerd met de kwel, resp. voeding per oppervlakteeenheid zijn ingetekend op de bijlagen 12 en 14.
Ook bij deze berekeningen blijkt dat het systeem gevoed wordt vanuit het oppervlaktewater in de gebieden langs de randen van de Hondsrug.
Bij de berekeningen voor een afnemende industriële winning betreft het hier in feite een extra hoeveeheid kwel naar het oppervlaktewater, gecombineerd met een verhoging van de grondwaterstanden. Watergangen welke in de huidige uitgangstoestand droogstaan zouden tengevolge van deze verhoging watervoerend kunnen worden. In welke mate dit in werkelijkheid het geval zal zijn zou aan de hand van de resultaten van plaats tot plaats moeten worden bekeken.

Bij de berekeningen is onderscheid gemaakt tussen een toenemende en een afnemende winning, omdat bij een afnemende winning een enigszins ander systeem is aangehouden. Bij de berekeningen voor een afnemende winning zijn in het model, in de nulsituatie, ook droogstaande watergangen ingevoerd volgens type B. Bij verge-

verhogingen

lijking tussen de grondwaterstandverhogingen in een winteren een zomertoestand, bijlagen 12 en 13, blijkt dat de ~~verhoudingen~~ in de zomertoestand in het gebied langs de zuidrand van de Hondsrug (Waterschap Bargerbeek) en in het Sleenerstroomgebied globaal ca. 1.5 x zo groot te zijn als de verhogingen in de wintertoestand. Op de Hondsrug en in het Hunzedal zijn de verhogingen in de zomer ca. 1.2 x zo groot.

Bij alle resultaten moeten worden bedacht dat in een groot gedeelte van het modelgebied (Hunzedal, Sleenerstroomgebied en het zuidelijke Veengebied), is aangenomen dat het oppervlaktewaterstelsel op peil kan worden gehouden. Dit betekent dat de berekende (extra) hoeveelheden infiltratie, resp. kwel, zoals weergegeven in tabel 2 en op de bijlagen 10 t/m 14, in voldoende mate kunnen worden aangevoerd, resp. afgevoerd.



Emmererfscheidenveen - Middenweg

7. Beschrijving belangen en gevolgen van ingrepen

7.1. Landbouw

Planten hebben voor hun groei water nodig. Er bestaat dan ook een relatie tussen de beschikbare hoeveelheid grondwater en de opbrengst van het gewas. De plant onttrekt het benodigde water via zijn wortelsysteem aan de bodem. Dit water kan op twee manieren in de grond aanwezig zijn. Beneden de grondwaterspiegel is de poriënruimte tussen de gronddeeltjes geheel gevuld met water. Boven de grondwaterspiegel, in de onverzadigde zone, is de vulling minder volledig. Deze neemt in het algemeen af naarmate de afstand tot aan de grondwaterspiegel groter wordt. Bij cultuurgewassen bevinden zich de wortels in de laatstgenoemde zône.
Door neerslag wordt het aan de bodem onttrokken water weer aangevuld. In de zomer verdampen de planten echter meer dan er uit de neerslag in de bodem dringt. Er wordt dan ingeteerd op de in de bodem aanwezige voorraad water. De vochtlevering vindt plaats vanuit de bodemvochtvoorraad in de onverzadigde zône. Indien de afstand van de plantenwortels tot aan de grondwaterspiegel niet te groot is, kunnen door capillaire opstijging(zgn. capillaire "nalevering") vanuit het verzadigde grondwater eventueel optredende vochttekorten in de onverzadigde zône aangevuld worden. Bij hoge gronden is deze afstand echter te groot zodat op deze hoge gronden een daling van de grondwaterstand(bv. door het vergroten van grondwateronttrekkingen of tengevolge van het Schansmeer, zie bijlagen 7 t/m 16) geen gevolg zal hebben voor de gewassen.
Anders is het gesteld in gebieden waar de grondwaterstand zich op een zodanig niveau t.o.v. het maaiveld bevindt dat wel capillaire nalevering kan plaatsvinden. Vermindering van capillaire nalevering betekent vrijwel altijd oogstderving. Capillaire nalevering vindt plaats in de overgangsgebieden en de lagere gronden. Met name in de overgangsgebieden kan een voor de landbouw van belang zijnde grondwaterstand zich echter slechts handhaven dank zij de stroming van grondwater uit hoger gelegen gebieden, bv. door kwel uit de Hondsrug. Door het winnen van grondwater in deze hooggelegen gebieden zal minder tot afstroming komen, hetgeen plaatselijke dalingen van de grondwaterstand tot gevolg kan hebben. Van de grootte van deze dalingen in het diepe watervoerende pakket geeft hoofdstuk 6 een indruk. Ditzelfde geldt voor veranderingen in de grondwaterstand tengevolge van de aanleg van een groot meer.
Uit het voorgaande blijkt duidelijk dat de vertaling van te verwachten dalingen van de grondwaterstand in opbrengstderving van de landbouw van plaats tot plaats, afhankelijk van de daar aanwezige omstandigheden, sterk kan wisselen. Het hangt af van het verbouwde gewas, bodemphysische eigenschappen, zoals het vochthoudend vermogen van de bodem en de capillaire nalevering, waarbij onder andere ook het thans aanwezige grondwaterstandsverloop en de beïnvloeding daarvan door een grondwaterwinning van belang is. Voor een deel kunnen deze gegevens ontleend worden aan de bodemkaart.
Een gedetailleerde uitwerking van optredende schade tengevolge van een hydrologische ingreep voert echter in het kader van

deze studie te ver (Dit vindt bv. bij waterwinning plaats bij vergunning voor wateronttrekking).
Behalve dat berekening van de oogstderving ten gevolge van een grondwaterwinning een ingewikkelde zaak is, blijkt voorts uit het gevoerde beleid dat de eventueel veroorzaakte schade niet uitsluitend economisch beoordeeld wordt. Immers, in dat geval zou er bij de beoordeling van een aanvraag voor het winnen van grondwater uitsluitend zorg voor gedragen hoeven te worden dat er voldoende veldgegevens verzameld worden om de schade te kunnen beoordelen. De waterleidingbedrijven zijn toch, evenals ieder ander, volgens de wet verplicht de aan anderen toegebrachte schade te vergoeden. Dat het niet uitsluitend om een economisch vertaalbare oogstderving gaat kan mogelijk verklaard worden o.a. uit het feit dat de landbouw voor een streek van groter belang is dan uit de geldelijke opbrengst van de oogst tot uitdrukking komt. Herverdeling van water, hetgeen b.v. het afgeven van een vergunning grondwater te onttrekken in wezen is, wordt daarmee een beleidszaak.
Gezien tegen deze achtergrond is het duidelijk dat de meest aantrekkelijke oplossing, ondervanging van oogstderving is door het treffen van zodanige voorzieningen dat schade wordt voorkomen (zgn. "compenserende maatregelen"), met name indien een aanzienlijke oogstderving in het geding is.
Van nature komen bij de landbouw watertekorten voor. De inspanningen ter vermindering van dit tekort geven een indruk van het belang dat water tenminste heeft voor de landbouw.
In het watertekort kan worden voorzien door wateraanvoer. Het aan te voeren water is in dit geval voor een klein gedeelte afkomstig van lozingen van onttrokken grondwater. Het overige deel wordt van buiten de provincie aangevoerd(IJsselmeer). De kosten die met de aanvoer gemoeid zijn, zijn o.a. afhankelijk van de toe te rekenen kosten voor de aanvoer door de kanalen. In "Water naar Drenthe" worden hiervoor bedragen genoemd. Nadat het water aangevoerd is, moet het bij de plant gebracht worden. Het is hier gebruikelijk dit te doen door middel van infiltratie of door beregening.
Infiltratie van water vindt plaats via de in het gebied aanwezige watergangen(zie hoofdstuk 6 en I.C.W. nota no. 920). Infiltratie is een naar verhouding goedkope en weinig arbeidsintensieve manier voor het aanvullen van het watertekort. Vermindering van het watertekort door infiltratie ter plaatse is echter slechts mogelijk bij een niet te diepe grondwaterstand(capillaire nalevering moet mogelijk zijn).
Volledigheidshalve wordt hierbij opgemerkt dat infiltratie ook op hoge gronden nuttig kan zijn, bv. indien het gaat om vergroting van de winbare hoeveelheid grondwater.
De hoeveelheid water die via infiltratie naar de wortels gevoerd kan worden is beperkt. Dit kan tot gevolg hebben dat door het verlagen van de grondwaterstand door een grondwateronttrekking de mogelijkheid om via infiltratie de landbouw optimaal van water te voorzien, ook wordt beperkt.
Een bijzondere wijze van infiltreren is met behulp van een buisinfiltratiesysteem. Het infiltratieoppervlak, en dus ook de te infiltreren hoeveelheid water, wordt daarmee, ten opzichte van infiltratie via de in het gebied aanwezige watergangen, aanzienlijk verhoogd.
In gebieden waar het grondwater zich zo diep beneden maaiveld bevindt dat geen capillaire nalevering plaats kan vinden, zal

door beregening voldoende water bij de plant gebracht kunnen worden. Het brengen van water bij de plant door beregening is echter aanzienlijk arbeidsintensiever en duurder dan door middel van open infiltratie.
In het rapport "Water naar Drenthe" worden ook hiervoor bedragen genoemd. De bedragen worden lager naarmate de waterbehoefte per ha groter is. Hieruit vloeit voort dat bij verlaging van de grondwaterstand het voor ook thans reeds droogtegevoelige gronden in het algemeen eerder aantrekkelijk wordt over te gaan de beregening, en zo eventuele oogstderving te compenseren, dan bij gronden die in ongestoorde toestand niet of weinig droogtegevoelig zijn(zie ook "Water naar Drenthe", blz. 145).
Realisering van het Schansmeer zal plaatselijk ook verhoging van de grondwaterstand tot gevolg hebben(zie fig. 7 en bijlage 16). In die gebieden waar daardoor de grondwaterstand uit landbouwkundig oogpunt te hoog dreigt te worden, zal het peilbeheer aangepast dienen te worden. Met name speelt dit aan de noordzijde van het rekreatiemeer.
Een alternatief is het aanbrengen van een aangepast drainagestelsel in het gebied.
Voor het oplossen van deze problematiek zal, evenals voor de problematiek die samenhangt met de grondwaterstandsverlaging ten gevolge van het Schansmeer, bij realisering van het Schansmeer nader overleg nodig zijn.

Landbouwgebied Emmerschans

7.2 Rekreatie en Schansmeer

Blijkens het basisrapport "Rekreatiewijk Emmen" heeft het oude agrarische kern- en kerkdorp Emmen reeds van ouds een centrumfunktie vervuld voor de regio. Tot ongeveer 1945 is de groei van deze funktie geleidelijk gegaan en kon de ontwikkeling van een verzorgingsapparaat, zonder bewuste planologische ingrepen, zich daarbij aanpassen.
Toen Emmen in de na-oorlogse jaren meer onder invloed kwam van gerichte planologische- en stimuleringspolitiek bleek het bewaren van dit evenwicht aanmerkelijk moeilijker te gaan.
De sektor rekreatie vraagt volgens dit rapport het dringendst aandacht. In het streekplan zuid-oost Drenthe staat hierover:
"Openluchtrecreatievoorzieningen zullen in voldoende mate aanwezig moeten zijn; afwisseling en bereikbaarheid zijn daarbij van groot belang. In oost- en zuidoost-Drenthe zijn voorzieningen voor de dagrecreatie in voldoende mate aanwezig. Een groot aantal recreatieplassen met een grote capaciteit kenmerkt het gebied. Daarnaast zijn er enige recreatiecentra zoals het openluchtmuseum in Schoonoord. Opvallend is toch dat de voorzieningen naar verhouding eenzijdig zijn. In verband daarmee is een beleidsuitspraak in het streekplan ten aanzien van de verscheidenheid van voorzieningen op zijn plaats. Ook ten aanzien van plannen voor de dagrecreatie zal een kwalitatieve toetsing worden toegepast; de aspekten die in de beschrijving zijn genoemd, komen daarbij aan de orde.
Het verdient aanbeveling om bij nieuwe voorzieningen vooral het veenkoloniale deel van het streekplangebied te kiezen. Enerzijds kan dit een ontlasting van de Hondsrug betekenen, anderzijds kan dit een extra dimensie voor de veenkoloniën betekenen, mits een dergelijke voorziening gepaard gaat met enigerlei vorm van landschappelijke ontwikkeling."

"Een te ontwikkelen concentratiepunt voor de dagrecreatie in de vorm van een meer bij Emmen, heeft het voordeel in de nabijheid van een grote bevolkingsconcentratie, de verscheidenheid van de recreatievoorzieningen te verhogen. Voorwaarde is dan wel, dat het geen vergrote recreatieplas wordt, waarvan er immers in het streekplangebied reeds vele aanwezig zijn. Het meer zal van zodanige grootte moeten zijn, dat de sportieve recreatie gebonden aan "groter vaarwater" een kans krijgt. Momenteel wordt door de gemeente Emmen gedacht aan een terrein met een omvang van ± 400 ha, voor de langere termijn denkt de gemeente aan een terrein van ongeveer 1.000 ha."

Het benodigde wateroppervlak hierbinnen is onder meer bepaald door:
1. de verwachtingen omtrent het gebruik
2. de geschiktheidseisen van de watersport
3. de aan te leggen maatstaven van de zelfreinigende werking van het meer
4. de eisen van waterhuishoudelijke aard.

In eerste instantie is uitgegaan van een wateroppervlak van ± 300 ha.

Op bijlage 19 is een en ander nader aangegeven.

Bij de plaatskeuze hebben zowel de gemeentelijke visies als de in vorengenoemde nota's ontwikkelde gedachten een rol gespeeld zoals:
a. de ligging ten opzichte van het bevolkingscentrum
b. de relatie met het Drents Plateau
c. de relatie met het veenkoloniaal gebied met weinig natuurlijke rekreatiemogelijkheden
d. een goede bereikbaarheid.

De resultaten van het onderzoek omtrent de invloed van het meer op de waterhuishoudelijke situatie is weergegeven in hoofdstuk 6.5.

Het kader waarin deze plannen werden geplaatst zijn ontleend aan de navolgende nota's:

1. Facet-streekplan voor natuurschoon en rekreatie in de provincie Drenthe - 1966.
2. 2e nota over de ruimtelijke ordening in Nederland - 1967.
3. Het Noorden op weg naar het jaar 2000 - 1967.
4. Landschappelijke en rekreatieve mogelijkheden bij zandwinning in de provincie Drenthe - 1969.
5. Meerjarenplan voor het rijksbeleid op het gebied van de openluchtrekreatie
   1971 - 1975
   1972 - 1976.
6. Noorden des Lands - 1972.
7. Interimrapport rekonstruktie van Groningse en Drentse Veenkoloniën - 1972.
8. Het streekplan oost- en zuidoost Drenthe.

7.3. Drinkwatervoorziening

De eigenaar van een waterleidingbedrijf is volgens de Waterleidingwet (art. 4) verplicht "..... zorg te dragen, dat de levering van deugdelijk drinkwater aan de verbruikers in zijn distributiegebied gewaarborgd is in zodanige hoeveelheid en onder zodanige druk als het belang der volksgezondheid vereist".

In verschillende rapporten en publicaties wordt benadrukt dat de bereiding van drinkwater uit grondwater, vooral ook uit oogpunt van volksgezondheid, duidelijk de voorkeur verdient boven oppervlaktewater.
Eveneens uit dit oogpunt blijkt het in de praktijk bij de drinkwatervoorziening onmogelijk aparte voorzieningen te maken voor water waarvan hoge eisen worden gesteld, zoals voor menselijke consumptie of hoogwaardig industrieel gebruik en water waarbij met een mindere kwaliteit zou kunnen worden volstaan, zoals spoel- en waswater. Al het door de openbare drinkwatervoorziening geproduceerde water zal dus van dezelfde goede kwaliteit dienen te zijn en omdat in Drenthe nog voldoende grondwater voorhanden is zal dat water uit grondwater bereid worden.

De vraag naar drinkwater neemt nog steeds toe. Deze toename wordt veroorzaakt enerzijds door de groei van de bevolking, door verbeterde sanitaire voorzieningen en door het toenemende

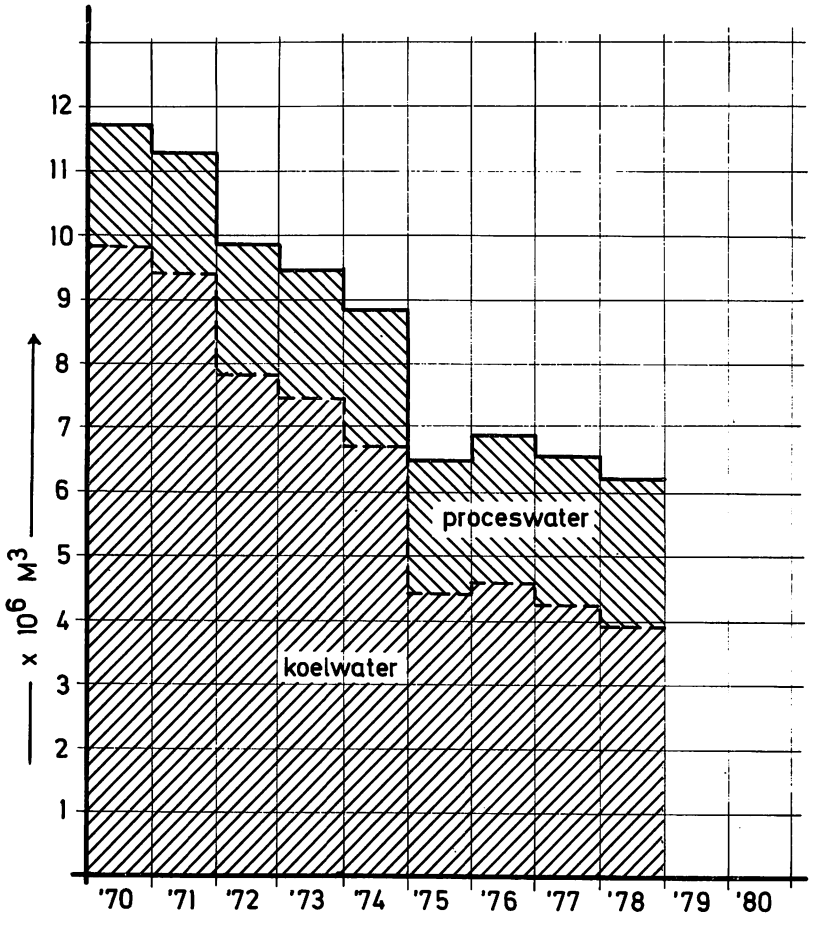
aantal waterverbruikende huishoudelijke apparaten, anderzijds door eventuele groei in het industriële verbruik.

Waar het water het best gewonnen kan worden om te voldoen aan de toenemende vraag, vormt een onderdeel van het gevoerde (grond-)waterbeleid. In de nota "Achtergronden en Toekomst van het grondwaterbeleid in Drenthe" is onder andere uiteengezet hoe dit beleid met behulp van het opstellen van een grondwaterplan gekonkretiseerd kan worden. In dit grondwaterplan zullen de plaatsen naar voren komen die veelbelovend zijn voor het realiseren van een toekomstige grondwaterwinning. Dit rapport levert een aantal basisgegevens die nodig zijn voor het opstellen van het grondwaterplan. Met de eerste voorbereidingen om te komen tot het grondwaterplan is thans een begin gemaakt. Daarnaast is door de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN) in 1978 een tienjarenplan opgesteld. Hierin is de voor 1990 geplande capaciteit van de produktiemiddelen opgenomen. Volgens dit tienjarenplan zal in de regio zuidoost van de N.V. Waterleidingmaatschappij "Drenthe" een totale waterbehoefte bestaan in 1990 van ca. 15 miljoen m3. Deze behoefte denkt men te dekken uit de produktie van pompstation Westenesch van 5 miljoen m3/jaar (de reeds sinds jaren bereikte eind-capaciteit van dit pompstation) en uit pompstation Valtherbos met een uiteindelijke jaarlijkse capaciteit van ca. 9 miljoen m3.
Dit pompstation heeft in 1977 een produktie van ca. 4 miljoen m3 bereikt. De eventuele gevolgen voor de omgeving van een uitbreiding tot de genoemde 9 miljoen m3/jaar zijn in dit rapport beschreven.
De resterende hoeveelheid, nodig om de 15 miljoen m3 jaarproduktie te bereiken, moet uit een nieuw te stichten pompstation worden geleverd.

7.4. Industriële onttrekkingen

7.4.1 De grondwaterwinning door de industrie is geconcentreerd op het industrieterrein aan de zuidzijde van Emmen. De winning gebeurt door een vijftal bedrijven te weten; de Enka B.V., de Danlon B.V., de Drentha B.V., het openbaar slachthuis en de zuivelfabriek "Noordbarge". Van deze bedrijven is de Enka B.V. de grootste onttrekker met een percentage van ± 80% van de totale winning. In grafiek I zijn de jaarlijks onttrokken hoeveelheden grondwater door de industrie vanaf 1970 uitgezet. Hierbij is een onderverdeling gemaakt in het gebruik van het grondwater voor proces- en koelwater. Het gebruik van grondwater voor proceswater dient daarbij te worden aangemerkt als het "hoogwaardige" gebruik. Dit in tegenstelling met het gebruik van grondwater voor koeldoeleinden waarbij het alleen gaat om de konstante lage temperatuur van 10 à 11 graden C. Uit de grafiek blijkt dat de industriële winning van 1978 ten opzichte van 1970 met 5,5 miljoen m3 is gedaald. Deze daling is voornamelijk te danken aan het gevoerde beleid

ten aanzien van het grondwater en de verontreiniging van het oppervlaktewater. Met name door het instellen van lozingsheffingen ('73-'74) werd het voor bedrijven rendabel waterbesparende maatregelen te nemen. In de grafiek komt dit tot uiting in de grote verbruiksdaling van 1975. Deze daling is in de bedrijven veelal tot stand gekomen door een sanering van het koelwaterverbruik (zie grafiek). Het koelwaterverbruik is in de periode 1970 - '78 teruggebracht van 85% naar 61% van het totaal verbruik. De heffing op de lozing van schoon koelwater op het riool d.m.v. een volumekorrektie, alsmede de toekomstige heffing op de grondwateronttrekking maken dit gebruik van het grondwater ekonomisch steeds minder aantrekkelijk. Met name door het te voeren grondwaterbeleid t.a.v. koelwater en de te verwachten heffing op de grondwateronttrekking zal het koelwaterverbruik in de komende jaren verder dalen. Een daling, die voornamelijk is te verwachten bij die bedrijven, waarbij de sanering van het koelwater langzamer is verlopen, doordat geen heffingsplicht lag op het rechtstreeks lozen van koelwater op het oppervlaktewater.
Dit laatste is ook van toepassing op de grootste verbruikers in de gemeente Emmen de Enka B.V. en de c.z. "Noordbarge".



INDUSTRIËLE GRONDWATERWINNING

Het beleid is er in de komende jaren op gericht het grondwaterverbruik voor koelingsdoeleinden verder terug te dringen. De mogelijkheden hiervoor kunnen worden verkregen door toepassing van de volgende punten:

1. hergebruik bij doorstroomkoeling
2. aanschaf van waterbesparende apparatuur
3. circulatiekoeling
4. alternatieve koelmethoden (oppervlaktewater, lucht)
5. retourbron of put
6. doorleveren van koelwater aan het waterleidingbedrijf.

7.4.2 Kosten waterbesparing.

Het oppompen van grondwater kost een bedrijf in Drenthe 25-50 ct/m3 voor koeldoeleinden (inkl. afschrijving put, pomp en leidingen) en voor proceswater 60 tot 90 ct/m3. Voor bedrijven die voor hun lozing aangewezen zijn op het riool, komen daar nog lozingsheffingen en rioolrechten bij.
De lozingsheffing op onvervuild water (koelwater) bedraagt 25-40 ct/m3 en de rioolrechten $\pm$ 10 ct/m3.
Het zal duidelijk zijn dat het met name voor de bedrijven in deze omstandigheden ekonomisch aantrekkelijk kan zijn waterbesparende maatregelen te nemen. Voor de bedrijven is overschakelen op een ander koelsysteem dan ook meer een ekonomische dan een technische zaak. Voor de keuze welk type koelsysteem dient te worden gekozen, is van betekenis te weten voor welk procestype de installatie is bestemd, welke prijs, kwaliteit en temperatuur het koelwater heeft, in welke kwanta het geleverd kan worden en welke de exploitatiekosten, inclusief de onderhouds- en reparatiekosten zijn. Daarbij behoren uiteraard ook de kosten van de elektrische energie, welke faktor van uitermate groot belang is voor de koelinstallaties, aangezien de koelkapaciteit en de daarbij opgenomen elektrische energie afhankelijk is van de verdampingstemperatuur en nog meer van de kondensatietemperatuur. Naast genoemde faktoren zal bij de keuze voor een ander koelsysteem ook de ligging van het bedrijf een belangrijke rol spelen, zoals aanwezigheid van oppervlaktewater (innamekosten 10 ct/m3) en woonkernen (geluidsoverlast koeltorens).
Besparingen in het grondwaterverbruik kunnen naast het toepassen van circulatiekoeling en de alternatieve koelmethoden (oppervlaktewater en lucht) worden verkregen door het koelwater in de ondergrond te lozen of het door te leveren aan het waterleidingbedrijf.
Dit laatste punt vindt in Nederland nog geen toepassing, omdat daartoe verschillende organisatorische en technische hindernissen overwonnen moeten worden.
Omtrent het lozen van koelwater in de bodem kan worden vermeld dat dit in Drenthe geen toepassing vindt.
Of de kosten van investering, onderhoud en afschrijving van put, pomp en leidingen, die aan dit retouren zijn verbonden in de Drentse situatie verantwoord zijn is derhalve niet bekend.

Na het van kracht worden van de grondwaterwet zal het te voeren beleid op effektieve wijze voortgezet kunnen worden. Alle onttrekkers van grondwater zullen dan opnieuw een vergunning dienen aan te vragen(art. 57 van de ontwerp grondwaterwet). Dan bestaat tevens de mogelijkheid tot het toekennen van een financiële tegemoetkoming indien de extra kosten van een alternatieve koelingswijze zo hoog op zouden lopen dat ze redelijkerwijs niet ten laste van het bedrijf gebracht kunnen worden (art. 41 en 50). Deze schadevergoeding zal betaald kunnen worden uit de in te stellen provinciale heffing op de grondwateronttrekking (en wordt dus door de onttrekker zelf betaald).
Een verder terugdringen van de thans aanwezige industriële grondwaterwinning lijkt derhalve reëel.

7.5. Overige onttrekkingen

De onttrekkingen in dit hoofdstuk worden beperkt tot die in de landbouw (beregening), daar de "overige" incidenteel en niet plaatsgebonden zijn (brandblussingen en bronbemalingen).
Binnen het rekenmodel vinden de grondwateronttrekkingen in de landbouw voornamelijk plaats in twee gebieden namelijk binnen de gebieden 't Haantje - Noord Sleen - Noordbarge en Dalen - Dalerveen - Hoogeveensche Vaart. In het eerste gebied, een onderdeel van de Sleenerstroom, is vergunning afgegeven voor het beregenen van 150 hectare en in het tweede 70 hectare. In het Sleenerstroomgebied betreft het hoofdzakelijk de gronden in de uitgevoerde ruilverkaveling, die liggen op de overgang van het stroomdal naar de hogere ruggen. Op de essen wordt nagenoeg niet beregend, hetgeen mogelijk komt door de betere bodemprofielen. De hoeveelheid grondwater, waarover voor beregening per jaar mag worden beschikt, is gebaseerd op een gift van 3 mm per dag gedurende 4 maanden.
Buiten de genoemde twee gebieden vinden langs de randen van het rekenmodel nog een aantal beregeningen plaats. Het beregende aantal hectares komt daarmee op 220 + 80 = 300, hetgeen een maximale hoeveelheid grondwater is van bijna 1,1 miljoen m3.
In het rapport "Water naar Drenthe" worden toekomstige beregeningspercentages genoemd. De mogelijkheden van beregening met grondwater zullen in het (nog te maken) grondwaterplan aan de orde komen.
Uitvoering van de in het rapport "Water naar Drenthe" genoemde minimum plannen betekent voor de twee gebieden, waarin momenteel beregend wordt vanuit het grondwater, dat ze voor een groot deel beregend kunnen worden vanuit het oppervlaktewater. Dit oppervlaktewater dient te komen vanuit het Oranjekanaal en de Hoogeveensche Vaart.

7.6. Natuur en landschap

Voor een beschrijving van de gevolgen van hydrologische ingrepen in natuur en landschap is het goed om een onderscheid te maken

tussen de algemene gevolgen voor flora en fauna in het agrarisch cultuurlandschap en de meer specifieke gevolgen in bossen en natuurgebieden.

In beide gevallen geldt dat er zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspekten aan de orde zijn. Het gaat niet alleen om hoeveél water er voor de planten en dieren beschikbaar is, maar vooral ook hoe de minerale samenstelling van dat water is. Water dat via de ondergrond (als kwel) in een sloot of plas terechtkomt, heeft een geheel andere samenstelling dan regenwater of water dat oppervlakkig toestroomt. Water dat in droge zomers vanuit het IJsselmeer wordt aangevoerd heeft weliswaar een betere kwaliteit dan Rijnwater(door sedimentatie en bijmenging) maar heeft duidelijk een mindere kwaliteit dan het van nature in het gebied aanwezige water.

In beide gevallen geldt ook, dat het voor veel planten en dieren van doorslaggevend belang is hoe hoog en hoe laag de extreme waterstanden zullen zijn en over welke perioden hoge en lage standen zullen optreden. Dit maakt het moeilijk om op basis van gemiddelde standen, zoals die bij dit onderzoek zijn berekend, de gevolgen voor natuur en landschap te voorspellen. Bovendien is uit vegetatieonderzoek gebleken dat vooral de duur van de hoge waterstanden in het begin van het groeiseizoen (het voorjaar) de verhouding tussen de verschillende plantesoorten bepaalt.

Nu worden in het agrarisch cultuurlandschap de waterstanden mede bepaald door de profielen van de waterlossingen en het stuwenbeheer. In dat opzicht is er de laatste tientallen jaren in het onderzoeksgebied veel veranderd. Op de beide ruggen in het gebied is de hydrologische toestand relatief het minst veranderd, omdat het een infiltratiegebied is. Wel zijn er deze eeuw plaatselijk sloten en greppels gegraven zodat oppervlakkige afvoer en infiltratie nu sneller plaatsvinden en er ook eerder in het jaar een oppervlakkige uitdroging op kan treden dan vroeger.
Kleine plaatselijke verschillen in infiltratiesnelheid door het vóórkomen van keileemlagen en hoogteverschillen kunnen voor natuur en landschap van belang zijn. Hierdoor is het mogelijk dat ook bovenop de ruggen vochtige situaties aanwezig zijn. Indien deze vochtige plekken in relatief lage delen van het gebied liggen moet het niet bij voorbaat uitgesloten worden geacht dat op deze plaats het grondwaterregiem mede bepaald wordt door de grondwaterstijghoogte in het diepe watervoerende pakket. Langs de flanken van de Hondsrug spelen kwelsituaties een belangrijke rol. De situatie in het dal van de Sleenerstroom is moeilijk in te schatten, omdat hier onlangs een ingrijpende ruilverkaveling heeft plaatsgevonden.
Er is echter alle reden om te veronderstellen dat, bij een voldoende infiltratie op de Hondsrug, in dit dal een herstel van kwelvegetaties in en langs de sloten zal plaatsvinden.
In de wijken van het veenkoloniale gebied zijn bij Odoorneerveen, maar sterker nog in het Hunzedal, belangwekkende vegetaties aangetroffen. Het I.S.P.-rapport over het uitgevoerde hydro-biologisch onderzoek wijst op een ook in landelijk opzicht bijzondere ecologische omstandigheden ten oosten van de Hondsrug (Claassen en van Gijsen 1978).

De hoeveelheid kwelwater en de periode gedurende welke kwel optreedt, is sinds het begin van deze eeuw in oost-Nederland in het algemeen afgenomen. Kwel is een steeds zeldzamer wordende milieufaktor die van grote invloed kan zijn op flora en fauna. Als belangrijke effekten van kwel worden wel genoemd: de verhouding tussen verschillende mineralen (bv. Na, K, Ca, Mg), de verhouding tussen reducerende en oxyderende ionen, de binding van fosfaten door ijzerionen, permanente vochtigheid en stroming. De aard van het kwelwater kan nog weer verschillen naar gelang de verblijftijd en het transport door meer of minder kalkhoudende, watervoerende lagen.
Het verminderen van kwel door een grotere grondwateronttrekking zal ongetwijfeld een verdere verarming van flora en fauna tot gevolg hebben. Wanneer in een beperkt gebied bij het Schansmeer de kwel zou toenemen, kan dit op de lange duur enige verrijking betekenen. Bedacht moet echter worden dat natuurlijke processen veel tijd nodig hebben om een evenwichtssituatie te bereiken en dat geldt zeker bij het optreden van kwel. In eerste instantie zal toename van kwel het effekt hebben van een storing en dus leiden tot nivellering.
Een verdere nivellering van flora en fauna is ook te verwachten, wanneer in het agrarisch gebied maatregelen worden genomen ter kompensatie van lagere grondwaterstanden. Het plaatsen van stuwen betekent in veel gevallen het omvormen van waterlopen met (weinig) stromend water tot waterlopen met (veel) vrijwel stilstaand water. In stilstaand water treedt veel eerder een ophoging op van organisch materiaal en andere voedingsstoffen met als gevolg een 'bloei' van waterplanten en rotting van afstervende plantedelen voorzover zij niet mechanisch verwijderd worden.
Het aanvoeren van IJsselmeerwater betekent eveneens een verdere nivellering, doordat overal het van oorsprong zelfde water wordt ingelaten waarvan de kwaliteit afwijkt van het van nature aanwezige water.

Met betrekking tot de meer specifieke gevolgen in bossen en natuurgebieden kan nog het volgende worden opgemerkt.
Zowel in de bossen als op de heidevelden en -veldjes op de Hondsrug, komen delen voor met vochtminnende vegetaties. Deze vegetaties hangen waarschijnlijk samen met de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen in de (ondiepe) ondergrond. Indien de grondwaterstijghoogte in het diepe watervoerende pakket tenminste tot vrij dicht onder het maaiveld reikt, kan de ondiepe grondwaterstand door de diepe grondwaterstijghoogte beinvloed worden.
In de gedeelten van de boswachterijen Odoorn en Sleenerzand bij Odoornerveen is mogelijk een dergelijke relatie aanwezig tussen de vochtige plekken en diepe grondwater. Ook hier zijn enkele delen met vochtminnende vegetaties. De kwel langs de oostflank van de Hondsrug (in het Hunzedal) is hierboven al genoemd. In dit gebied zijn in sommige wijken interessante vegetaties aanwezig, die zeker zullen verdwijnen wanneer de kwel wegvalt. Een nadere inventarisatie van deze vegetatie is noodzakelijk om nauwkeurig na te kunnen gaan wat de mogelijke effekten van het Schansmeer zullen zijn.
Grote betekenis wordt vanuit het natuur- en landschapsbehoud gehecht aan de hydrologische situatie in het hoogveengebied 'Bargerveen' tussen Zwarte Meer en Weiteveen. Volgens de gepresenteerde berekeningen zal de invloed van de grondwater-

onttrekkingen en het Schansmeer op dit gebied te verwaarlozen klein zijn. In elk geval zal deze invloed niet meetbaar zijn tengevolge van de veel belangrijker effekten van enerzijds de ontginning van de aangrenzende, afgegraven veengebieden en anderzijds de maatregelen die ter bescherming van het reservaat met betrekking tot de waterhuishouding zijn en worden genomen. Een geringe invloed zou, volgens de berekeningen, verwacht kunnen worden in het hoogveenreservaat bij het Veenmuseum van Bargercompascuum. Hier geldt echter nog sterker dat de inrichtingsmaatregelen in en bij het gebied zelf een veel grotere invloed zullen hebben.

Lijst van bijlagen

		Tek.no. p.w.
Bijlage 1	Overzicht	80001
2	BoorgatmetingenDGV-TNO(bijl. 2a, 2b en 2c)	
3	Peilfluctuaties Schansmeer op basis van neerslaggegevens KNMI	80003
4	Statigrafische tabel	80004
5	Doorlaatvermogen van het diep 2e watervoerende pakket(k_2D_2)	80005
6	Doorlaatvermogen van het ondiepe watervoerende pakket(k_1D_1)	80006
7	Meerpeil 11 m + N.A.P. kleine meerbodemweerstand	80007
8	Meerpeil 11 m + N.A.P. grote meerbodemweerstand	80008
9	Meerpeil 11,5 m + N.A.P. grote meerbodemweerstand	80009
10	Toename onttrekking ps Valtherbos met 7 miljoen m3/jaar(wintertoestand)	80010
11	Toename onttrekking ps Valtherbos met 7 miljoen m3/jaar(zomertoestand)	80011
12	Afname industriële onttrekking met 5 miljoen m3/jaar(wintertoestand)	80012
13	Afname industriële onttrekking met 5 miljoen m3/jaar(zomertoestand)	80013
14	Toename industriële onttrekking met 10 miljoen m3/jaar(zomertoestand)	80014
15	Wijzigingen van grondwaterstanden(zomertoestand) ps Valtherbos +7, industrieel -5 meerpeil 11 m + N.A.P.	80015
16	Wijzigingen van grondwaterstanden(zomertoestand) ps Valtherbos +7, industrieel +10 meerpeil 11 m + N.A.P.	80016
17	Indeling deelsystemen waterbalans	80017
18	Modelinvoer recreatiemeer	80018
19	Schetsplan recreatiewijk	80019

Literatuur

Rijks Geologische Dienst(R.G.D.)
- Geologische opbouw Drenthe - 1972
- Inventarisatie geologische gegevens Emmen en omgeving - 1975
- Geologische opbouw Z.O. Groningen - 1974

Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening(R.I.D.)
- Geohydrologisch onderzoek Emmen - 1972
- Pompproefrapporten Westenesch, Valtherbos en Gasselte 1960 - 1963 - 1970
- Rapport inzake hydrologische konsekwenties van een stijging van de grondwaterspiegel voor een geprojekteerde weginsnijding bij Zuidbarge(Emmen) - 1974
- Te publiceren R.I.D. mededelingen inzake relatie tussen grond- en oppervlaktewater
- Regionaal geohydrologisch onderzoek in de provincie Drenthe deel B 1976 - 1978

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding(I.C.W.)
- F. Homma - Elektrisch modelonderzoek naar infiltratie vanuit evenwijdige wijken no. 920 - 1976
- T.S.B. van der Spelt - Gewenste grondwaterstand in de jonge veenkoloniën no. 911 - 1976
- B. van der Weerd - Onderzoek wegwijzing in het derde pand van het Oranjekanaal no. 826 - 1974

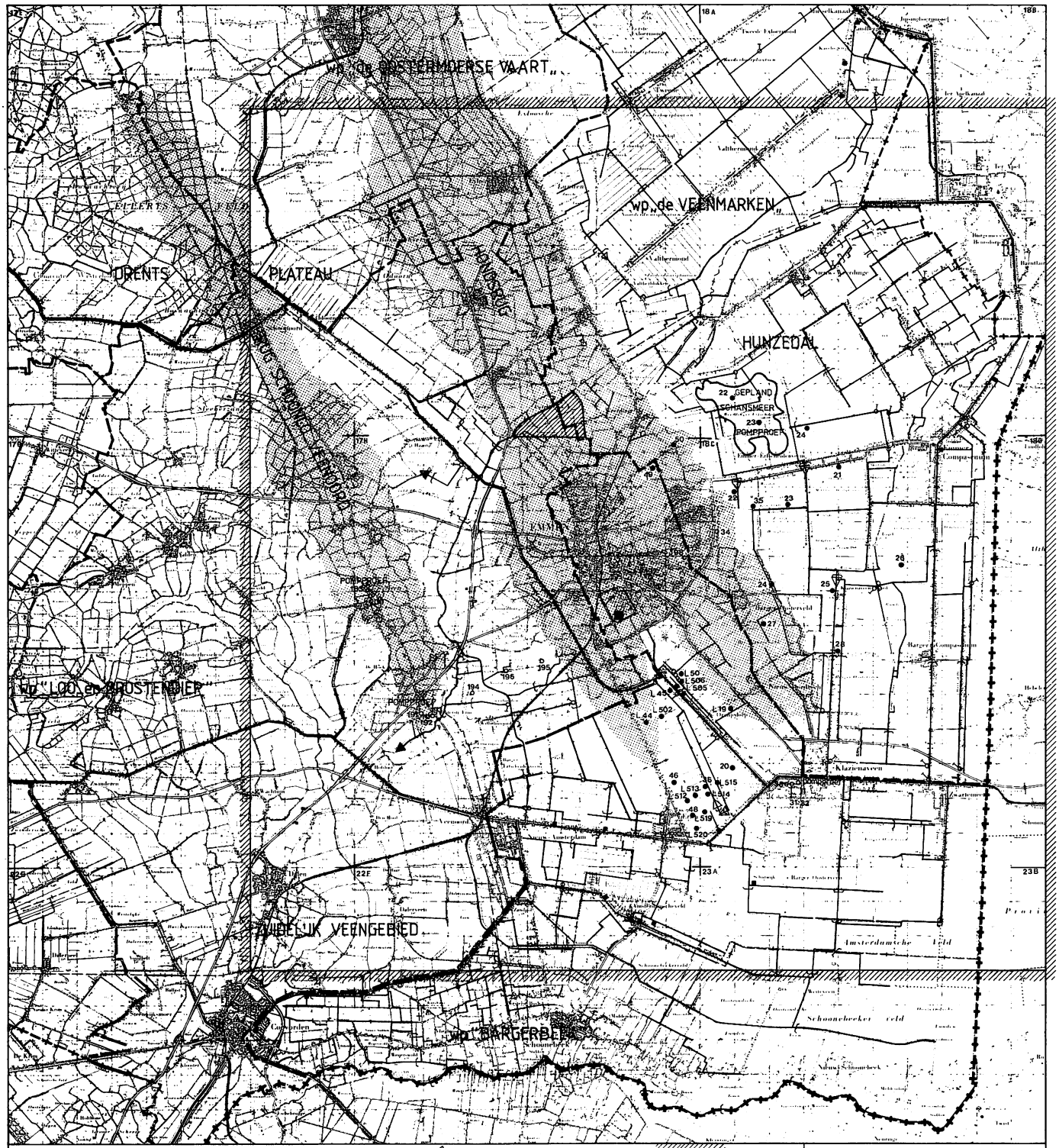
Koninklijke Nederlandse Heide Maatschappij(K.N.H.M.)
- Onderzoek naar de invloed van de vuilstort Emmerschans op het grondwater no. AA 08876 - 1975

Grontmij
- Bodemonderzoek t.b.v. de ontwikkeling van de rekreatiewijk Emmen - 1969

Stichting voor Bodemkartering(Stiboka)
- De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied "Sleenerstroom" no. 547 - 1962
- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, blad 17 West en 17 Oost - 1978

H.L.M. Rolf
- Uitwerking van 2 pompproeven bij Emmererfscheidenveen deelrapport T.H. Delft - 1975
- Verslag inzake de ervaringen bij het schatten van k - waarden uit boorbeschrijvingen met behulp van de granulaire schattingsmethoden, toegepast op het gebied rond Emmen.
  Praktisch werk(september 1975) bij het R.I.D. en T.H. Delft - 1977
- Geohydrologisch (model)onderzoek in de regio Emmen, hoofdontwerp T.H. Delft - 1977

Vereniging van gebruikers van stoomketels en krachtwerktuigen
- Koelwatervraagstukken - 1975



PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

OVERZICHT

REG.NO 80001 | BIJLAGE 1

DIENST GRONDWATERVERKENNING
AFDELING GEOFYSISCH ONDERZOEK

TNO

PROV. WATERSTAAT
Opdrachtgever: Drente
Voorl. nr:
Datum: 6-11-'74
Boorfirma: R. Haitjema
Type boring: luchtlift
Legenda: volgens normalisatie

Kaartblad: 18C
Boring nr. vlgs. R.I.D.: 18C-31
Coördinaten: 262.84-527.45

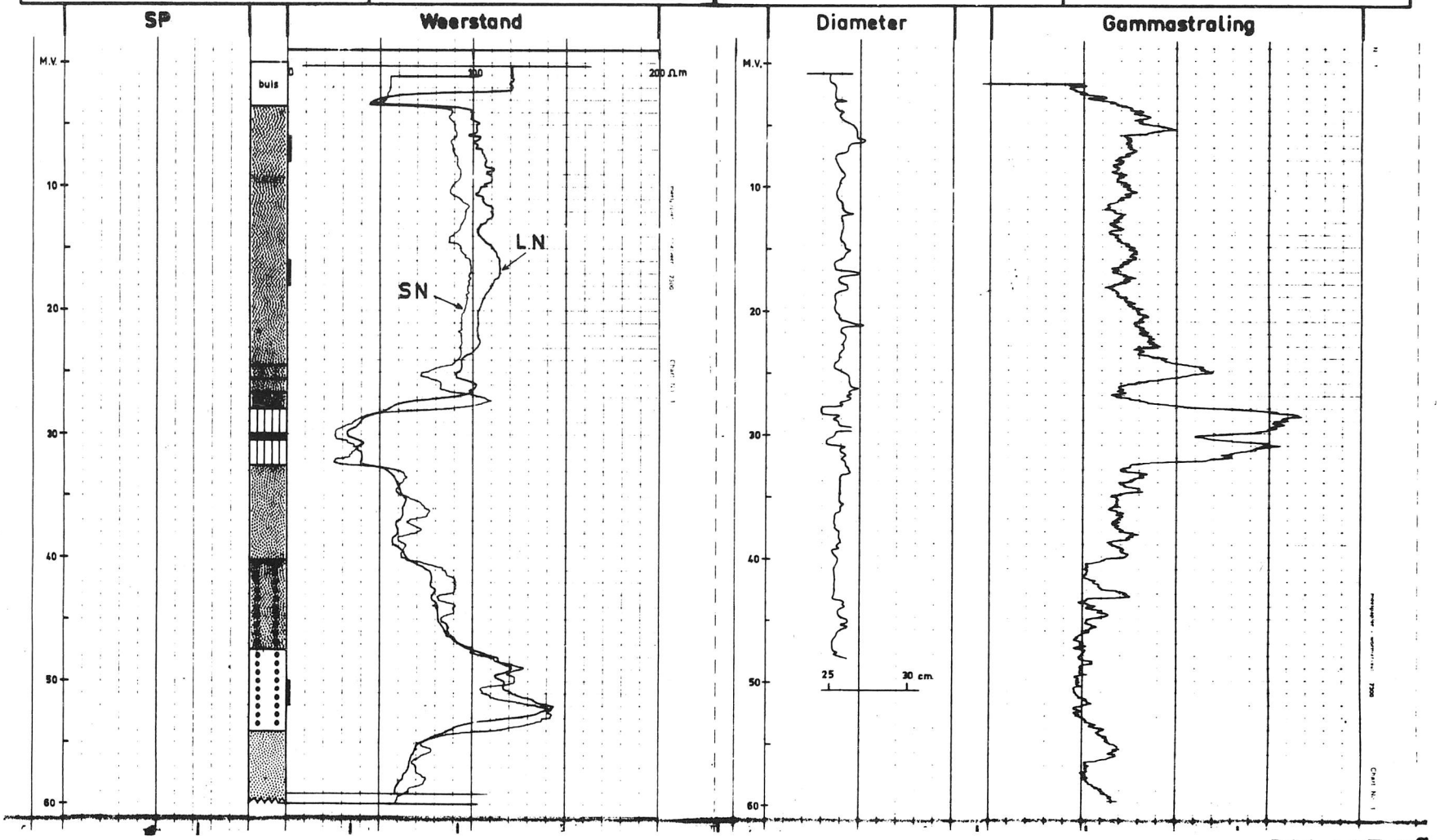
SP = Spontane Potentiaal
SN = weerstand el.afst.: 20 cm
LN = weerstand el.afst.: 100 cm

Lokatie: Klazienaveen
Hoogte maaiveld: ____ m N.A.P.
Diepte boring: 60 m
Diameter: 25 cm
Verbuizing tot: ____ m -M.V.

Spoeling
ρ_{sp} = 27,9 Ωm
Sg = ____ g cm
Samenstelling: ____

Kaartblad: 18C
Boring nr.: 18C-31
Coördinaten: 262.84-527.45
Datum: 6-11-'74
Interpretatie: Ewalts

Natuurlijke Gammastraling
Ophaalsnelheid: 7 m/min.
Tijdconstante: 5
Gevoeligheid: 1,8



BIJLAGE 2a

DIENST GRONDWATERVERKENNING
AFDELING GEOFYSISCH ONDERZOEK

TNO

Opdrachtgever: Prov. Waterstaat Drenthe
Voorl. nr:
Datum: 25-10-'74
Boorfirma: R. Haitjema
Type boring: zuigboring
Legenda: volgens normalisatie

Kaartblad: 17H
Boring nr. vlgs. R.I.D.: 17H-191
Coördinaten: 251.90 - 529.40

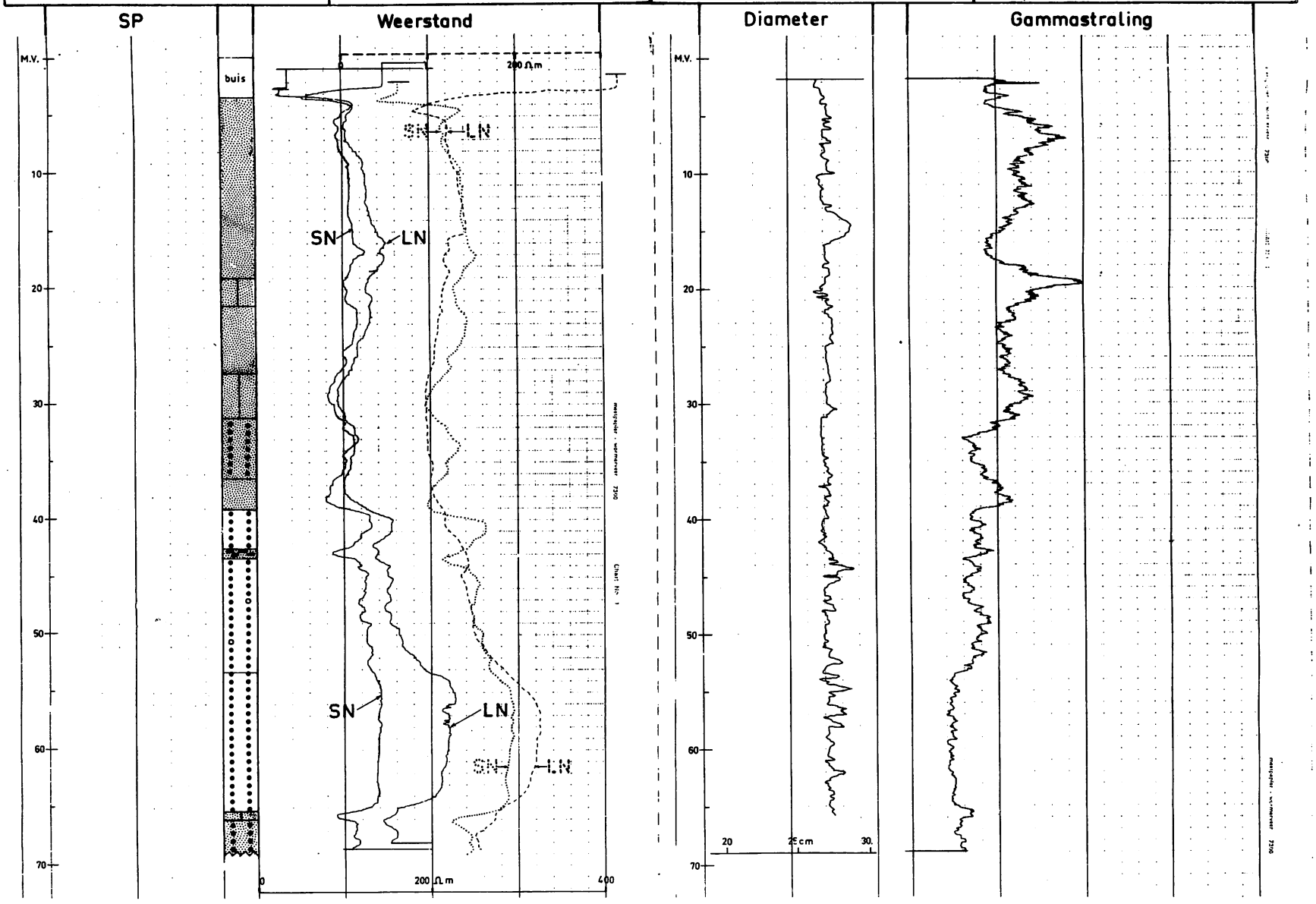
SP = Spontane Potentiaal
SN = weerstand el.afst.: 20 cm
LN = weerstand el.afst.: 100 cm

Lokatie: Achterste Erm
Hoogte maaiveld: ____ m N.A.P.
Diepte boring: 69 m
Diameter: 25 cm
Verbuizing tot: ____ m -M.V.

Spoeling
ϱ_{18} = 27.5 Ω.m
Sg = ____ g cm
Samenstelling: ____

Kaartblad: 17H
Boring nr.: 17H-191
Coördinaten: 251.90 - 529.40
Datum: 25-10-'74
Interpretatie: ____

Natuurlijke Gammastraling
Ophaalsnelheid: 7 m/min.
Tijdconstante: 5
Gevoeligheid: 1.8



BIJLAGE 2b

DIENST GRONDWATERVERKENNING
AFDELING GEOFYSISCH ONDERZOEK

TNO

Opdrachtgever: PROV. WATERSTAAT Drente
Voorl. nr:
Datum: 31 – 10 – '74
Boorfirma: R. Heitjema
Type boring: luchtlift
Legenda: volgens normalisatie

Kaartblad: 17H
Boring nr. vlgs. R.I.D.: 17H – 183
Coördinaten: 250.44 – 533.11

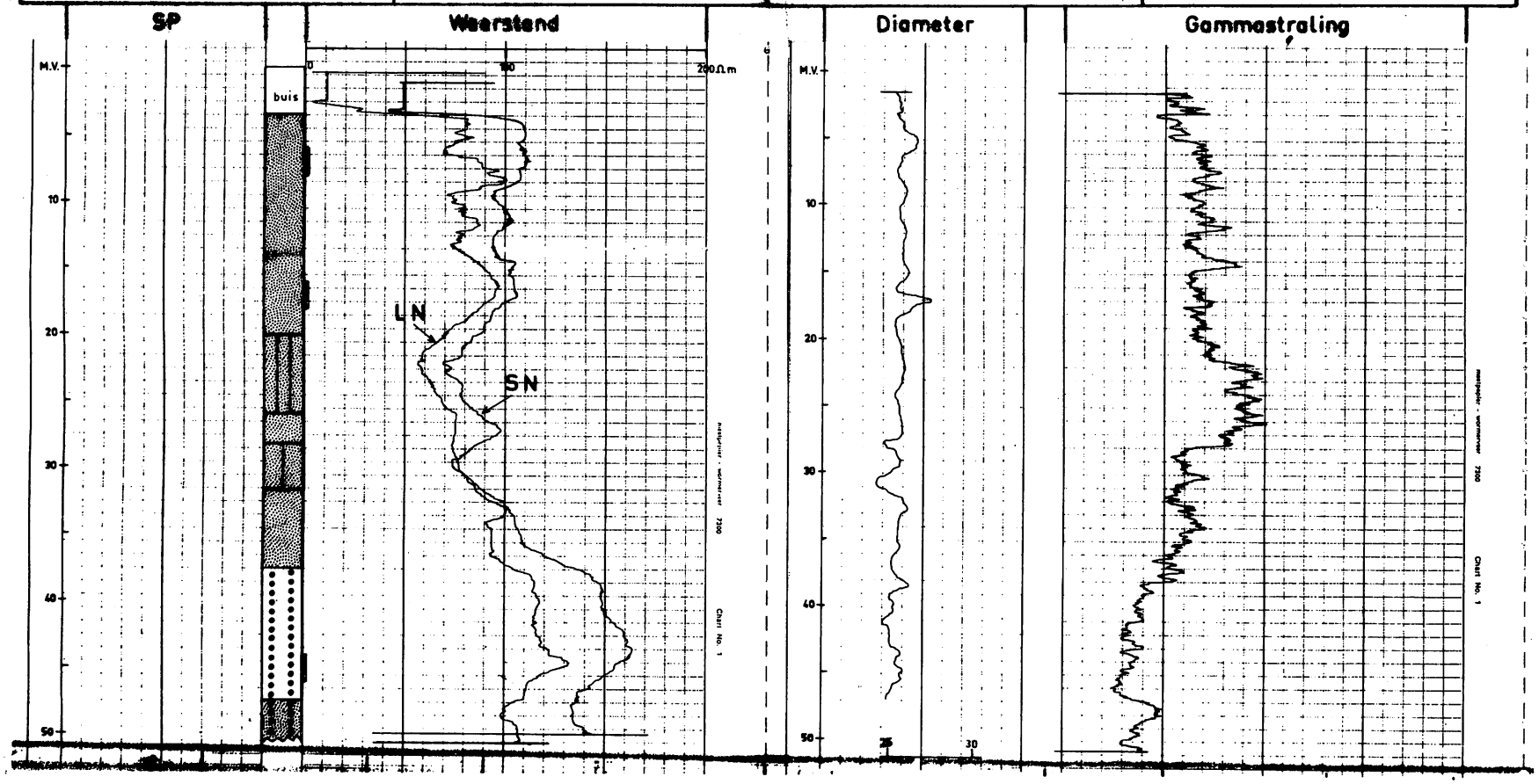
SP = Spontane Potentiaal
SN = weerstand el.afst.: 20 cm
LN = weerstand el.afst.: 100 cm

Lokatie: Sleen
Hoogte maaiveld: ____ m N.A.P.
Diepte boring: 51 m
Diameter: 25 cm
Verbuizing tot: ____ m – M.V.

Spoeling
ρ_s = 28,9 Ωm
S_g = ____ g cm
Samenstelling: ____

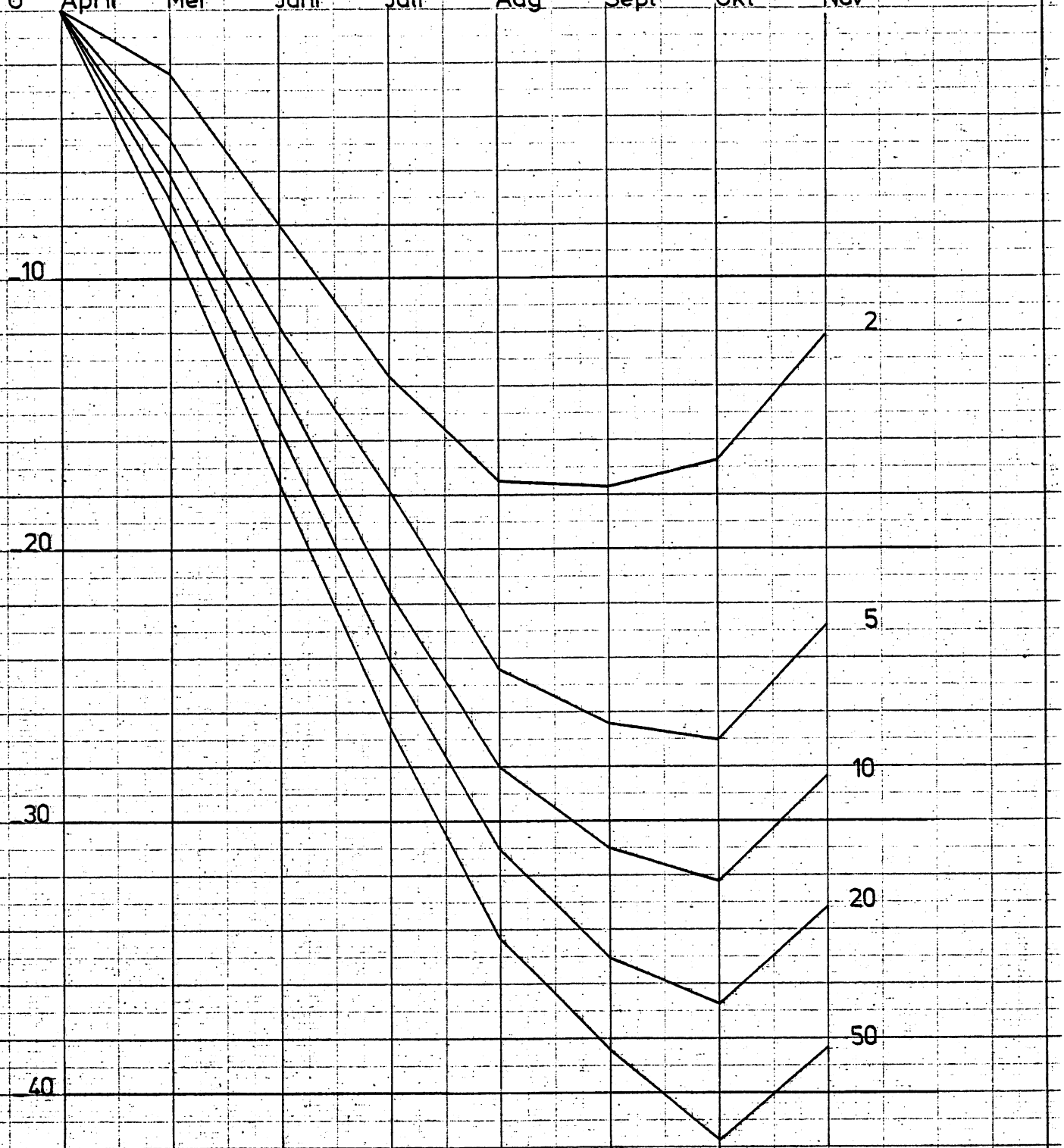
Kaartblad: 17H
Boring nr.: 17H – 183
Coördinaten: 250.44 – 533.11
Datum: 31 – 10 – '74
Interpretatie: Ewalts

Natuurlijke Gammastraling
Ophaalsnelheid: 7 m/min.
Tijdconstante: 5
Gevoeligheid: 1,8



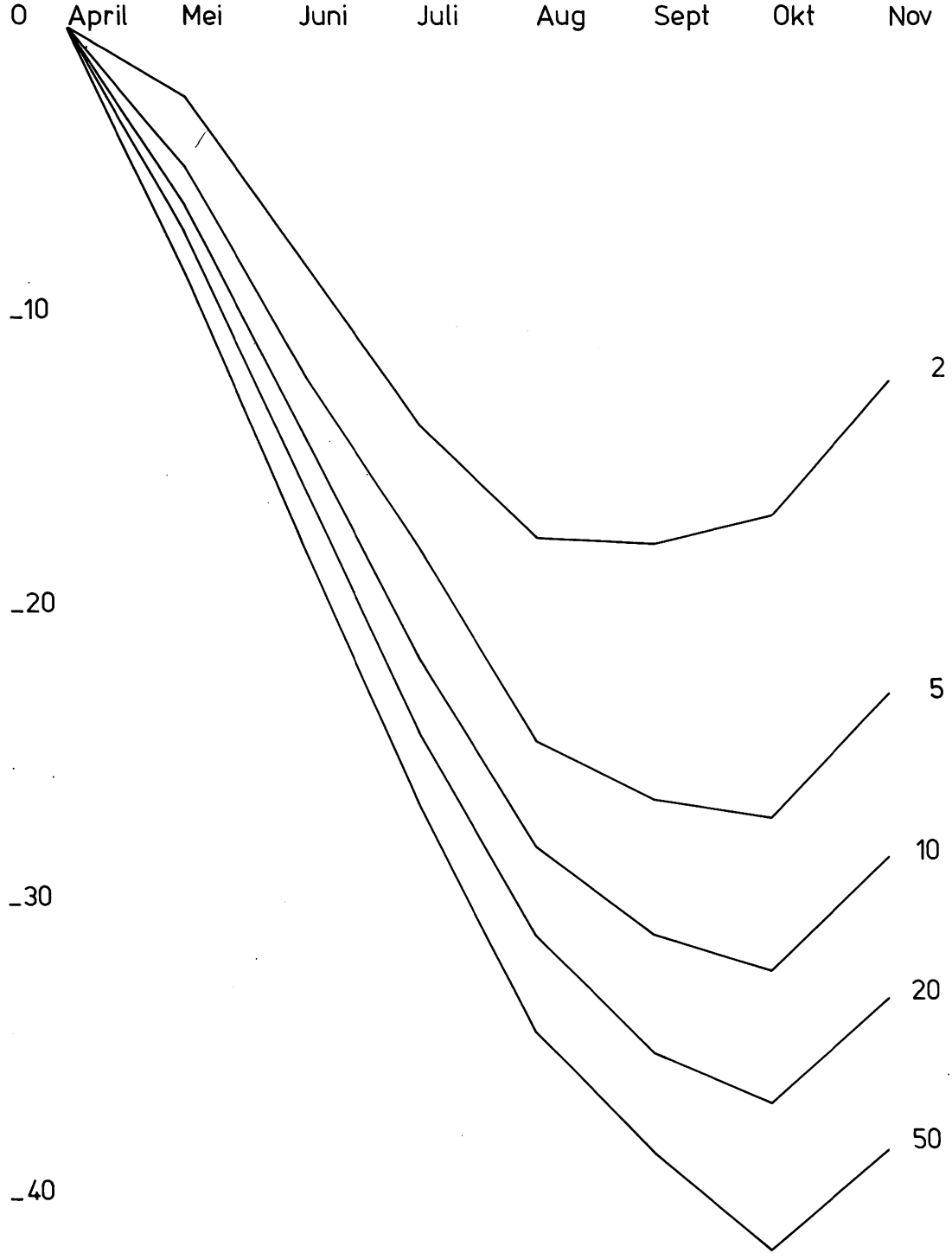
BIJLAGE 2c

FREQUENTIE-VERDELING PER MAAND VAN DE PEILFLUCTUATIES



2 Peil dat éénmaal per 2 jaar in de desbetr. maand kan worden onderschreden.
5 " " " " 5 " " " " " " " "
10 " " " " 10 " " " " " " " "
20 " " " " 20 " " " " " " " "
50 " " " " 50 " " " " " " " "

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE	
GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN	
PEILFLUCTUATIES SCHANSMEER op basis van neerslag gegevens van K.N.M.I. 1911-1970	
REG.NO. 80003	BIJLAGE 3



_ 2 _ Peil dat éénmaal in de 2 jaar zal worden onderschreden
_ 5 _ " " " " " 5 " " " "
_10_ " " " " " 10 " " " "
_20_ " " " " " 20 " " " "
_50_ " " " " " 50 " " " "

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE	
GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN	
PEILFLUCTUATIES SCHANSMEER op basis van neerslag gegevens van K.N.M.I. 1911_1970	
REG.NO. 80003	BIJLAGE 3

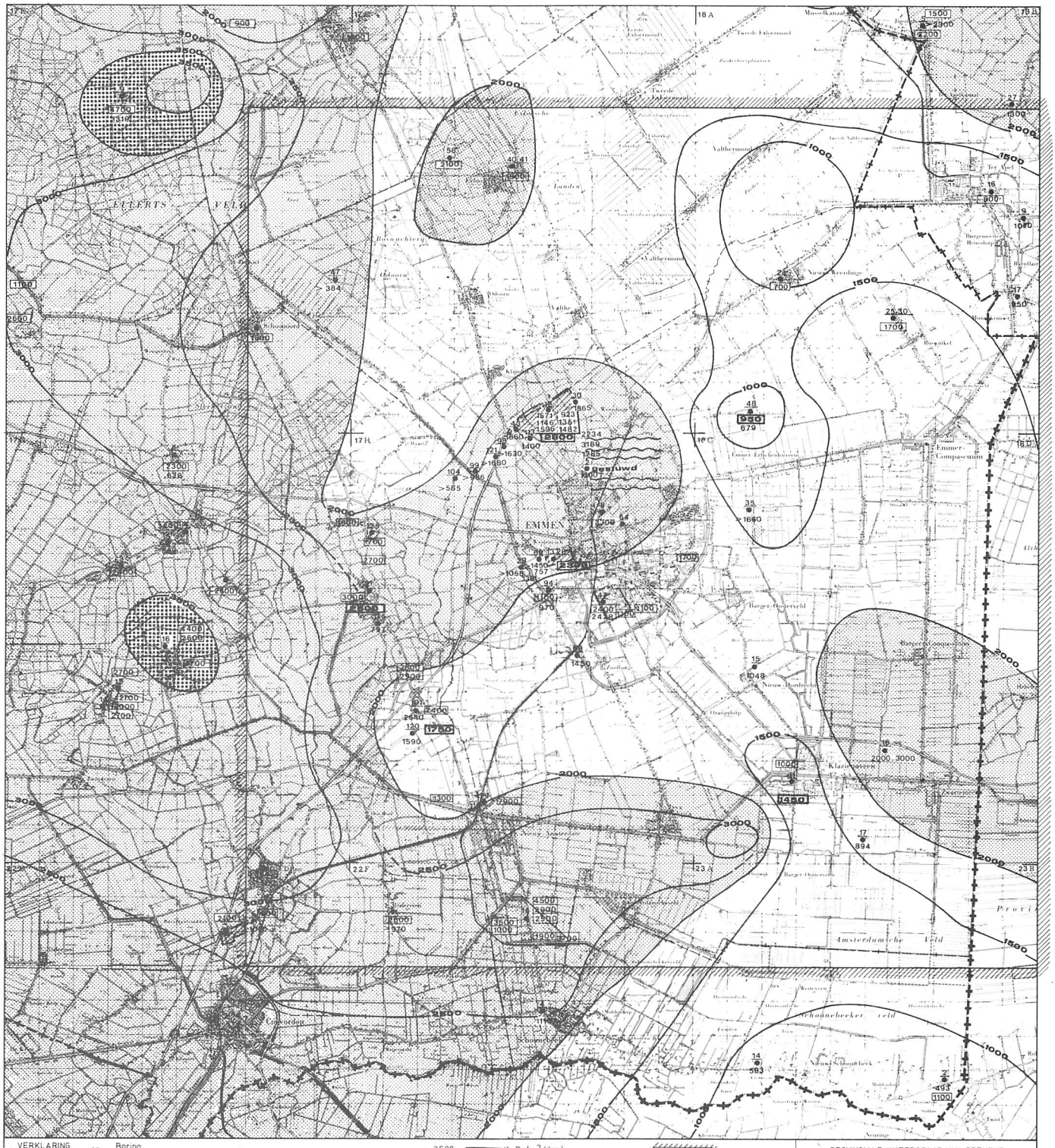
CHRONOSTRATIGRAFIE				AFZETTINGEN	LITHO STRATIGRAFIE
	HOLOCEEN			Hoogveen	Form. v. Griensveen
KWARTAIR	PLEISTOCEEN	BOVEN PLEIST.	Weichselien	Dekzanden en Beekzanden	Form. v. Twente
			Eemien	Fijne zanden, klei en veenlagen	Eemformatie
		MIDDEN PLEISTOCEEN	Saalien	Keileem en grovere smeltwater zanden	Form. v. Drente
			Holsteinien	Geen afzettingen bekend	
			Elsterien	Fijne smeltwater - zanden	Form. v. Peelo
			"Cromerien"	Klei + veen grove en fijne zanden	Form. v. Urk 1 "Mengzone"
		ONDER PLEISTOCEEN	Menapien	Geen afzettingen aanwezig	
			Waalien		
			Eburonien		
			Tiglien		
			Praetiglien		
TERTIAIR	PLIOCEEN			Fijne mariene zanden	Form. v. Scheemda

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

STRATIGRAFISCHE TABEL

REG.NO. 80004 | B'JLAGE 4



VERKLARING

47 Boring
Archiefnummer (in combinatie met kaartblad)
Besrijving door R.G.D. (onderstreping archiefnummer)

2500 K_2D_2-waarde uit pompproef

1500 K_2D_2-waarde uit put-/capaciteitsproef

1750 K_2D_2-waarde uit granulaire schattingsmethode

22F Kaartbladindeling 1:25000

2500 K_2D_2 (m^2/dag)

2000-3500 M^2/DAG

> 3500 M^2/DAG

Rijksgrens

Prov.grens

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE
GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

DOORLAATVERMOGEN VAN HET DIEPE (2e) WATERVOERENDE PAKKET (K_2D_2, M^2/DAG)

REG.NO. 80005 BIJLAGE 5

VERKLARING

Kaartbladindeling 1:25.000 (22F)

BORING

19 — Archiefnummer (in combinatie met kaartblad); Beschrijving door R.G.D. (onderstreping archiefnummer)

10⁻.8 — Bovenkant (m_N.A.P.) en diepte grove afzetting)

[90] — K_1D_1 waarde uit pompproef in m^2/dag

106 — K_1D_1 waarde uit granulaire schattingsmethode in m^2/dag

200 — K_1D_1 - in m^2/dag

< 200 m^2/dag

200 _ 400 m^2/dag

> 400 m^2/dag

Rijksgrens

Prov. grens

Begrenzing rekenmodel

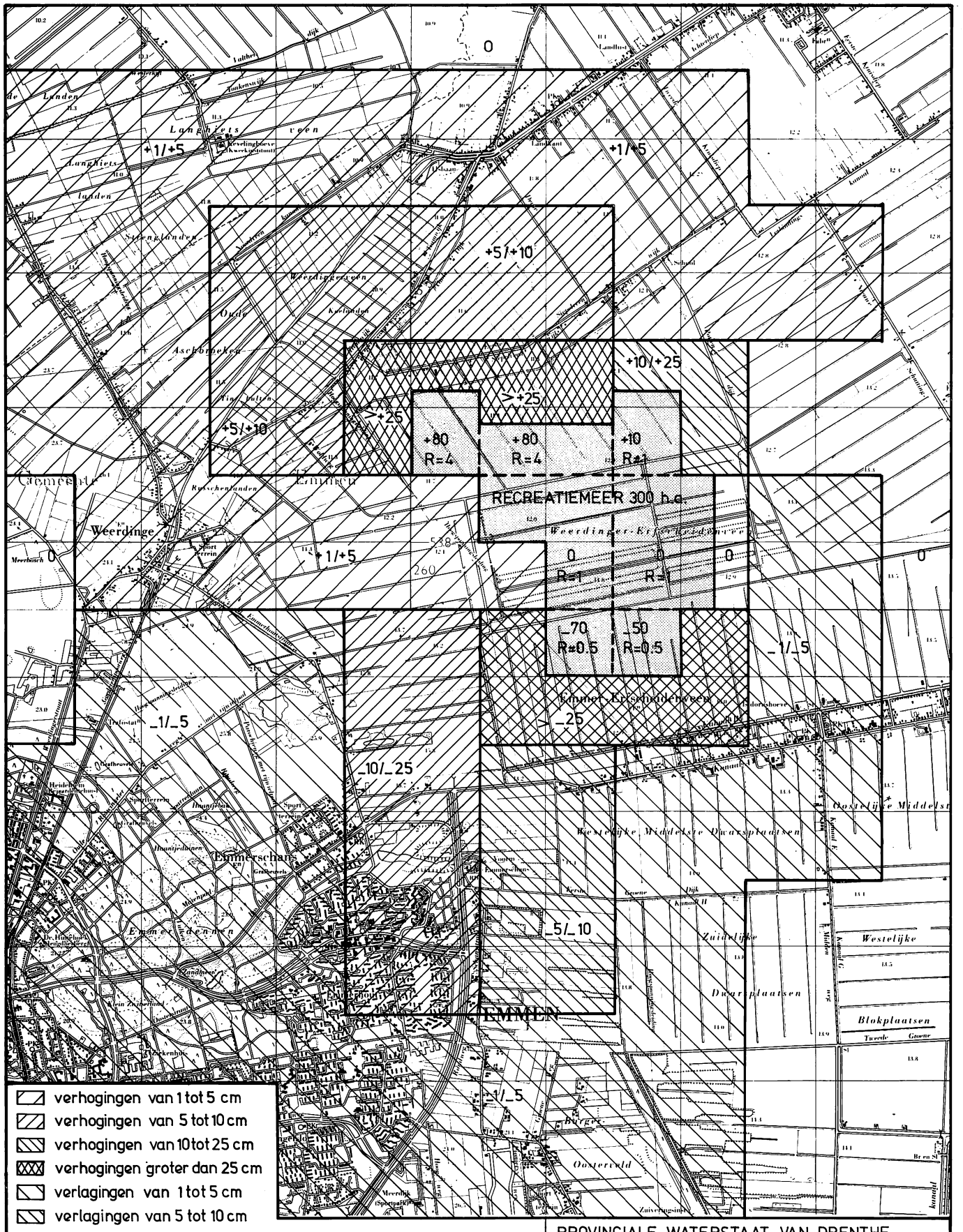
0 1 2 K.M

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

DOORLAATVERMOGEN VAN HET ONDIEPE WATERVOERENDE PAKKET K_1D_1

REG NO 80006 — BIJLAGE 6

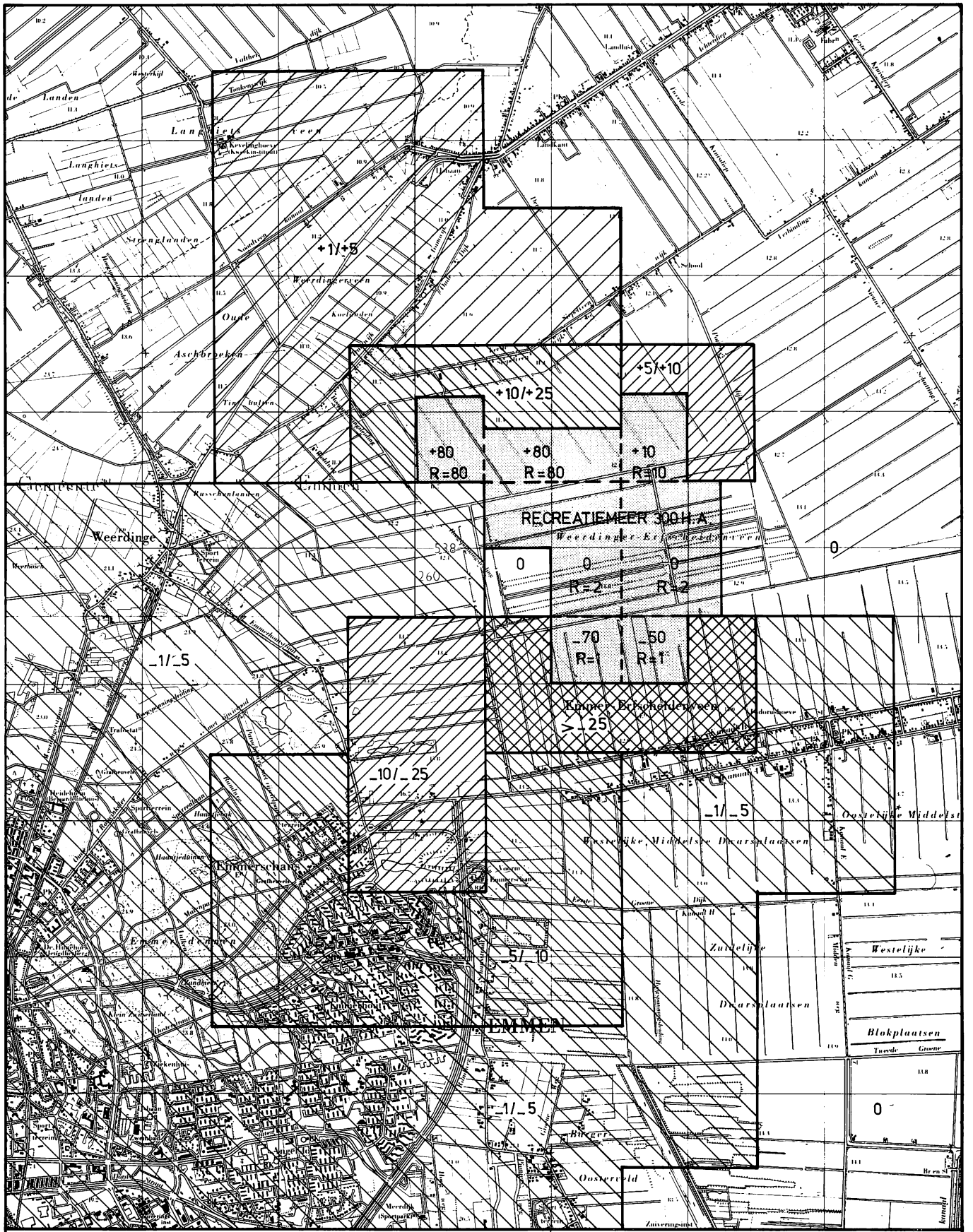


PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

RECREATIEMEER 300 H.A. MEERPEIL 11M+N.A.P.
Wijziging grondwaterstanden t.o.v. huidige situatie
(kleine meerbodemweerstand)

REG.NO. 80007 | BIJLAGE 7



voor legenda zie bijlage 7

0 1 K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

RECREATIEMEER 300 H.A. MEERPEIL 11M+N.A.P.
Wijziging grondwaterstanden t.o.v. de huidige situatie (grote meerbodemweerstand)

REG.NO. 80008

BIJLAGE 8

voor legenda zie bijlage 7

0 1 K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

RECREATIEMEER 300 H.A. MEERPEIL 11.5 +N.A.P.
Wijziging grondwaterstanden t.o.v. de huidige situatie (grote meerbodemweerstand)

REG.NO. 80009 | B'JLAGE 9

VERKLARING

75 — Verlaging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm

1.25 — Extra infiltratie uit oppervlaktewater in mm/dag

Wingebied p.s. Valtherbos

0 1 2 K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

TOENAME ONTTREKKING P.S. VALTERBOS MET 7 MILJOEN M^3/JAAR (wintertoestand)

REG. NO. 80010 | BIJLAGE 10

VERKLARING

75 — Verlaging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm

1.25 — Extra infiltratie uit oppervlaktewater in mm/dag

Wingebied p.s. Valtherbos

0 1 2K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

TOENAME ONTTREKKING P.S VALTERBOS MET 7 MILJOEN M^3/JAAR (Zomertoestand)

REG.NO. 80011 | BIJLAGE 11

VERKLARING

75 — Verhoging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm.

1.25 - - - Extra kwel naar het oppervlaktewater in mm/dag

Wingebied industriële onttrekking

0 1 2 K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

AFNAME INDUSTRIËLE ONTTREKKING MET 5 MILJOEN M^3/JAAR (Wintertoestand)

REG. NO. 80012

BIJLAGE 12

VERKLARING

—75— Verhoging ondiepe stijghoogte (ψ_1) in cm

–·– 1.25 –·– Extra kwel naar het oppervlaktewater in mm/dag

■ Wingebied industriële onttrekking

0 1 2K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

AFNAME INDUSTRIËLE ONTTREKKING MET 5 MILJOEN M^3/JAAR (Zomertoestand)

REG.NO. 80013	BIJLAGE 13

VERKLARING

75 — Verlaging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm

1.25 — Extra kwel naar het oppervlaktevlaktewater in mm/dag

Wingebied industriële onttrekking

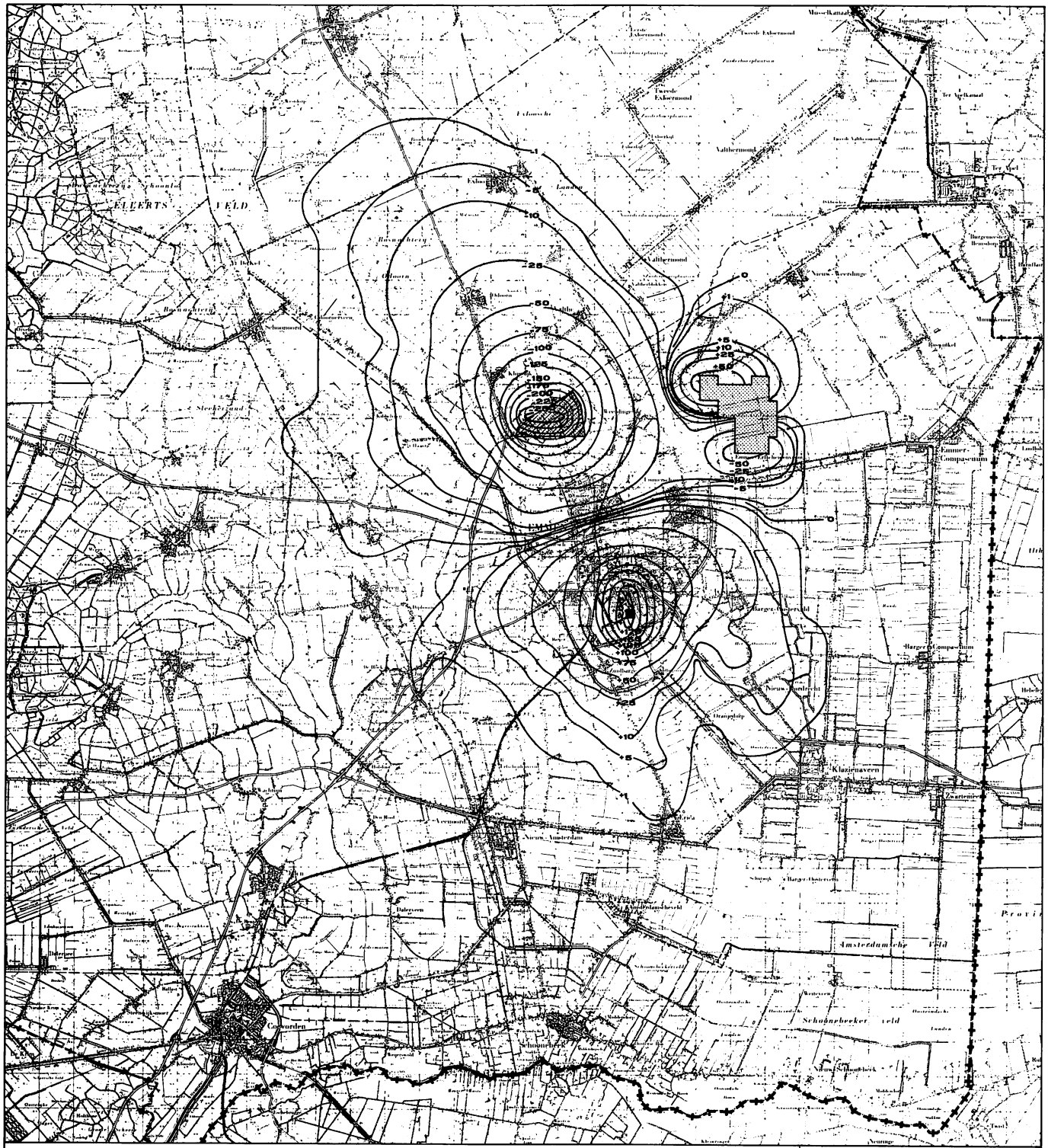
0 1 2K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

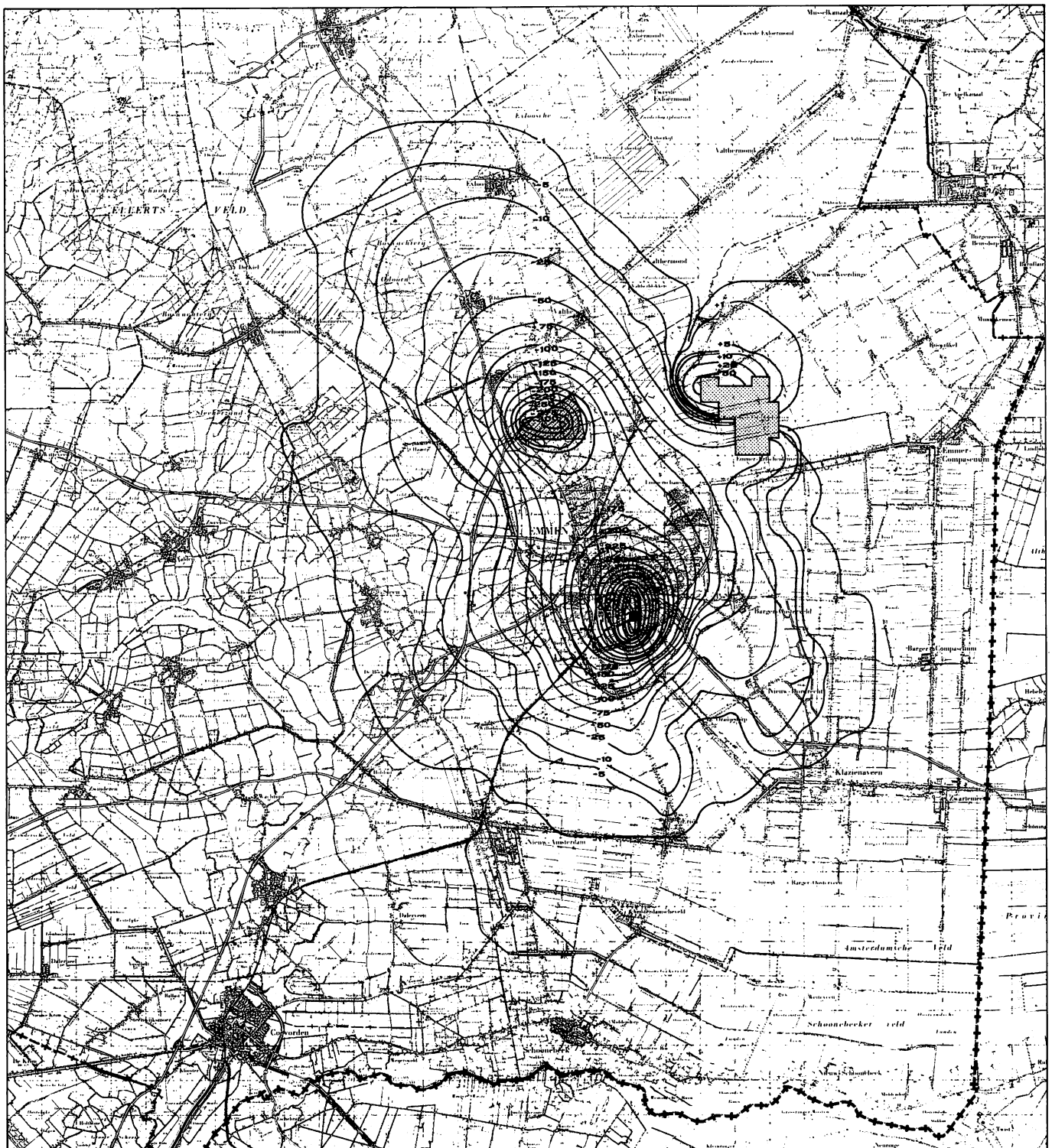
GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

TOENAME INDUSTRIËLE ONTTREKKING MET 10 MILJOEN M^3/JAAR (Zomertoestand)

REG.NO. 80014 | BIJLAGE 14



PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE	
GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN	
WIJZIGINGEN VAN GRONDWATERSTANDEN (zomertoestand) toename p.s. valtherbos 7miljoen m³/jaar afname industrieel 5miljoen m³/jaar meerpeil recreatiemeer 11m + n.a.p.	
REG.NO. 80015	BIJLAGE 15



VERKLARING

-75 Verlaging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm

+75 Verhoging ondiepe stijghoogte (φ_1) in cm

Wingebied p.s. Valtherbos

Wingebied industriële ontrekking

Recreatiemeer (300 ha)

Rijksgrens

Prov. grens

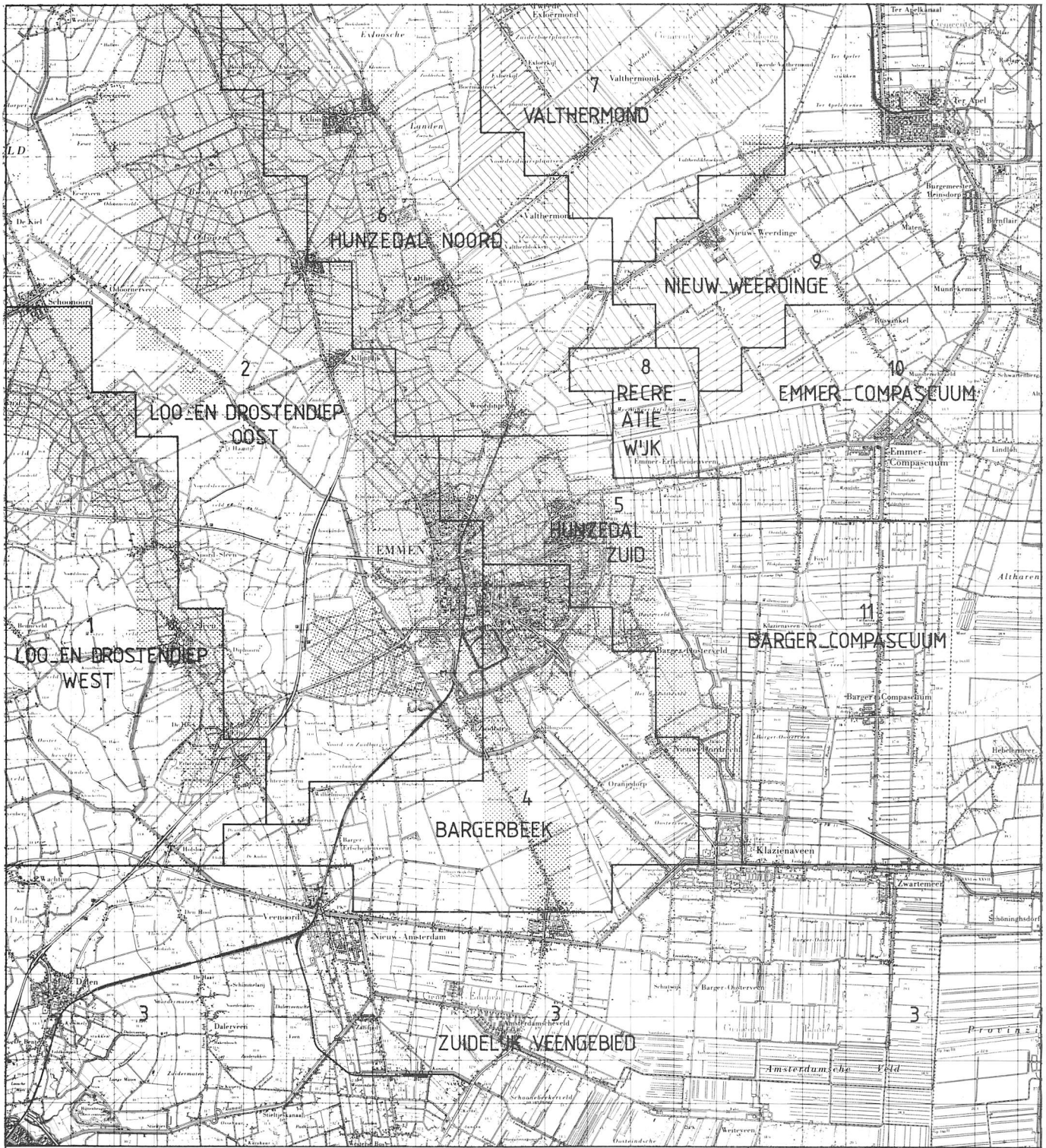
0 1 2 KM.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

WIJZIGINGEN VAN GRONDWATERSTANDEN(zomertoestand)
toename p.s. valtherbos 7 miljoen m^3/jaar
toename industrieel 10 miljoen m^3/jaar
meerpeil recreatiemeer 11 m+n.a.p.

REG.NO. 80016 BIJLAGE 16



VERKLARING

1 DEELSYSTEEM 1

GEBIED ZONDER RELATIE
GRONDWATER _ OPPERVLAKTEWATER

0 1 2 K.M.

PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

INDELING DEELSYSTEMEN WATERBALANS

REG.NO. 80017

BIJLAGE 17

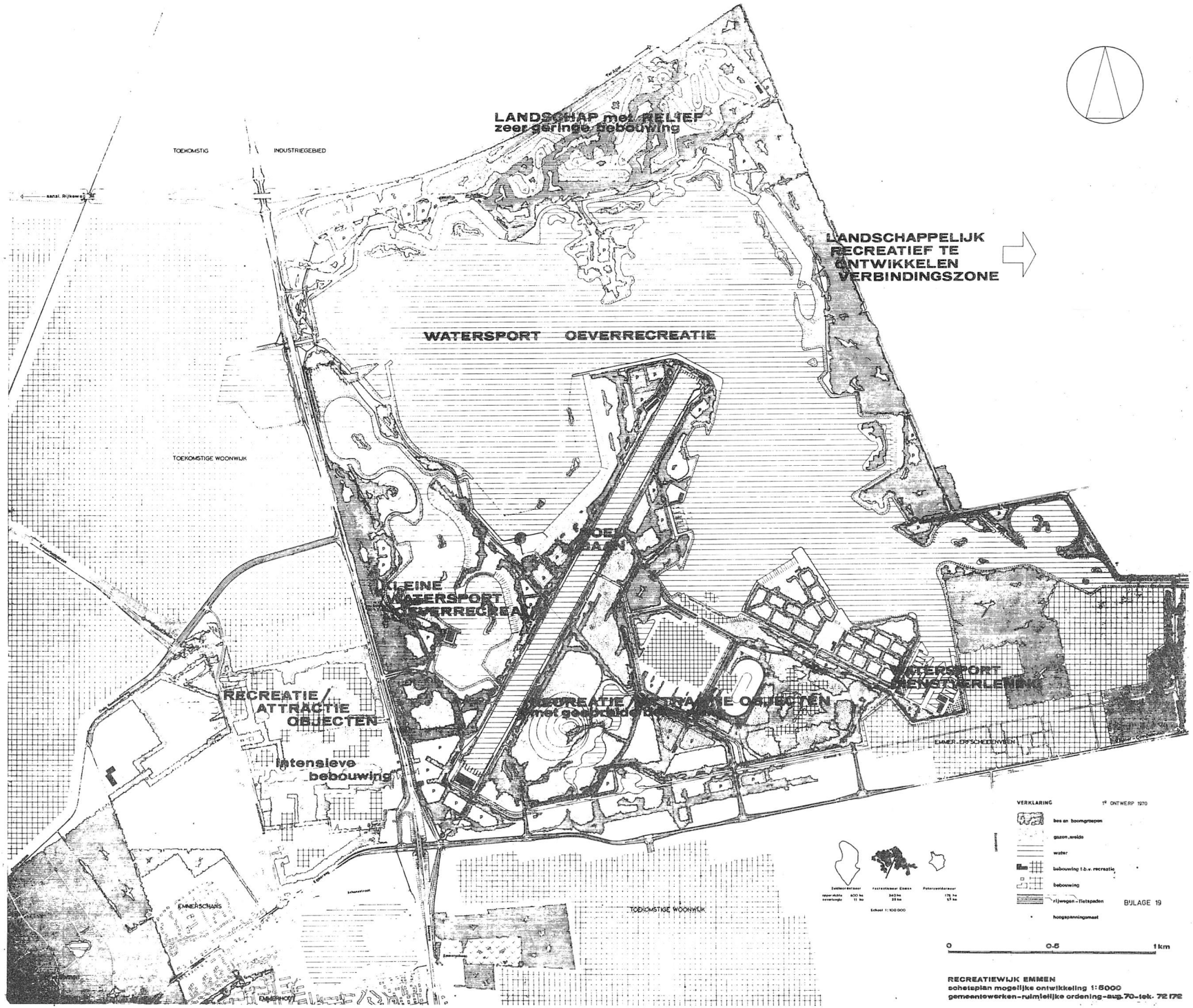
PROVINCIALE WATERSTAAT VAN DRENTHE

GEOHYDROLOGISCHE WERKGROEP EMMEN

MODELINVOER RECREATIEMEER

REG.NO. 80018

BIJLAGE 18



RECREATIEWIJK EMMEN
schetsplan mogelijke ontwikkeling 1:5000
gemeentewerken - ruimtelijke ordening - aug. 70 - tek. 72 172

Colophon

Uitgave:
Provinciale Waterstaat van Drenthe

Produktie en tekst:
Geohydrologische werkgroep Emmen

Foto's:
Aerophoto Eelde
Centraal Reproduktie Bureau

Druk:
Centraal Reproduktie Bureau