

rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiëne

Rapport nr. 840341006

SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN VAN HET REGIONAAL
HYDROLOGISCH ONDERZOEK IN DE PROVINCIE GRONINGEN.

G.P. Beugelink

G.P. Beugelink 85-2

december 1985

riivm

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE
LEIDSCHENDAM

Gm Hy Beugelink 05-2

Rapport nr. 840341006

SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN VAN HET REGIONAAL
HYDROLOGISCH ONDERZOEK IN DE PROVINCIE GRONINGEN.

G.P. Beugelink

december 1985

Dit onderzoek is verricht in opdracht en ten laste van het
Direktoraat-Generaal voor de Milieuhygiëne, Directie Drink- en
Industriewatervoorziening.

Projekt 840341 (D-52).

<u>Hfdst.</u>	<u>Titel.</u>	<u>Blz.</u>
1	INLEIDING	1
2	HISTORISCH OVERZICHT	2
3	KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN	13
4	TOEKOMSTIG ONDERZOEK	21
5	LITERATUUR	24

VERZENDLIJST

- 1-3 Directie Drink- en Industrierwatervoorziening van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
- 4 Sekretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
- 5 plv. Directeur-Generaal voor de Milieuhygiëne
- 6-20 Leden van de Koördinatiegroep Geohydrologisch Onderzoek Groningen
- 21 Regionale Inspektie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne in de provincies Friesland, Groningen en Drenthe
- 22 Hoofdingenieur-direkteur van de Provinciale Waterstaat van Groningen
- 23 Directeur van de NV Waterleidingmaatschappij voor de provincie Groningen
- 24 Directeur van het Gemeentelijk Waterleidingbedrijf Groningen
- 25 Directeur van de Rijks Geologische Dienst
- 26 Hoofd Technische Dienst van het Waterschap Reiderzijlvest
- 27-28 Hoofdingenieur-direkteur van de Provinciale Waterstaat van Drenthe
- 29 Directie RIVM
- 30 Hoofd Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek
- 31-45 Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek (RIVM)
- 46-47 Auteur
- 39-40 Buro Projekt- en rapportenregistratie
- 41-50 Reserve exemplaren

1. INLEIDING

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste resultaten van het geohydrologische onderzoek, zoals dat in de afgelopen jaren door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) in de provincie Groningen is uitgevoerd. Dit rapport vormt zodoende een samenvatting van de rapporten over de vijf deelgebieden, die in het kader van dit onderzoek zijn uitgebracht.

Het onderzoek is uitgevoerd door het Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek (LBG) van het RIVM in samenwerking met de in de Coördinatiegroep Geohydrologisch Onderzoek Groningen vertegenwoordigde diensten.

Bijzondere vermelding verdienen de bijdragen van de Rijks Geologische Dienst, distrikt Noord (RGD) en van de Provinciale Waterstaat van Groningen (PWG). Door de RGD is de geologie van het onderzoeksgebied in kaart gebracht (M.W. ter Wee en M.J. van Weperen). De PWG heeft de kaartering en de inventarisatie van het oppervlaktewater en de grondwateronttrekkingen uitgevoerd (G. de Jong, S.H. Jager en Y. van Gosliga).

De activiteiten van het RIVM hebben zich in belangrijke mate gekoncentreerd op de schematisatie van de ondergrond op basis van het door de RGD aangeleverde kaartmateriaal alsmede op de modellering van het oppervlaktewater.

Voor de uitvoering van het onderzoek is binnen het RIVM een projektteam met onderstaande samenstelling en taakverdeling gevormd.

Onderdeel/deelgebied:	
G.P. Beugelink (proj. leiding vanaf 1 jan. 1984)	Sellingen, Veendam en Zuid. Westerkwartier
G. van Ee	Haren en Vriescheloo
J.D. Leenen	Haren
H.L.M. Rolf (proj. leiding tot 1 jan. 84)	Veendam
A. van Wijhe	Geologie
G.J. de Wit	Zuid. Westerkwartier

2. HISTORISCH OVERZICHT

In samenwerking met de in de Coördinatiegroep Geohydrologisch Onderzoek Groningen vertegenwoordigde diensten en instellingen is tussen 1974 en 1985 in de provincie Groningen een regionaal hydrologisch onderzoek uitgevoerd. De algemene doelstelling van dit onderzoek kan in het kort worden omschreven als de kwantificering van de winningsmogelijkheden van zoet grondwater ten behoeve van de drink- en industriewatervoorziening, waarbij de met de winning gepaard gaande effecten op andere belangen, zoals bijvoorbeeld die van de landbouw en het natuurbehoud, mede in de beschouwing dienen te worden betrokken. Inherent aan deze doelstelling is het leveren van technisch wetenschappelijke bouwstenen voor het grondwaterbeheer (bijvoorbeeld het provinciale grondwaterplan) en meer algemeen, voor het waterbeheer in Nederland.

De eerste fase van dit onderzoek omvatte de inventarisatie en evaluatie van de beschikbare gegevens met betrekking tot onder meer de geologische opbouw van de ondergrond, de bodemgesteldheid, de geohydrologische gesteldheid, de kwaliteit van het grondwater en de waterhuishoudkundige situatie. Deze fase is in 1979 afgesloten met het uitbrengen van het rapport "Hydrologische verkenning van de provincie Groningen; een beschrijving van het hydrologische regime in relatie tot de winning van grondwater" (lit. 1).

De tweede fase, die zowel de eerste als de derde fase gedeeltelijk heeft overlapt, is uitgevoerd tussen 1978 en 1981. In deze fase waren de activiteiten erop gericht de in de eerste fase gesignaleerde leemten in het gegevensbestand door middel van veld- en laboratoriumonderzoek -voor zover de ter beschikking staande financiën dat toelieten- op te vullen.

Zo heeft de Dienst Grondwaterverkenning TNO in opdracht van het voormalige RID een deklaagkaartering uitgevoerd, waarbij de dikte van de laag tussen het eerste watervoerende pakket en het maaiveld in kaart is gebracht (lit. 2).

In 1979 zijn door het RID in samenwerking met het waterschap Reiderzijlvest twee slootinfiltratieproeven uitgevoerd (lit. 3.).

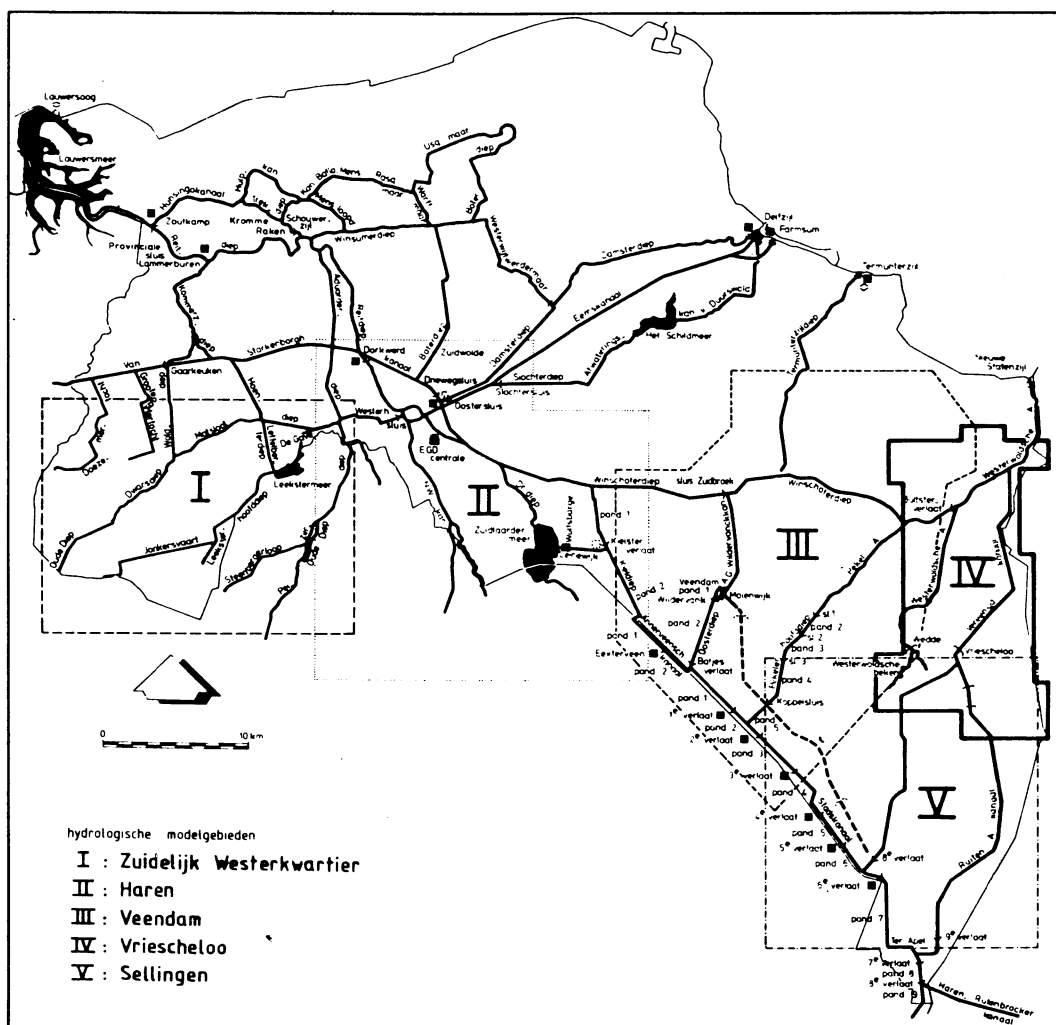
In overleg en in samenwerking met het RID heeft de Provinciale Waterstaat van Groningen in 1981 op het bedrijfsterrein van Avebe te Veendam een pompproef uitgevoerd, die door het RID is geïnterpreteerd (lit. 4).

Tenslotte zijn eind 1981 in opdracht van het RID drie boringen uitgevoerd (lit. 5).

Bij de derde fase van het onderzoek (1981-1985) is in hoge mate het accent gelegd op de kwantitatieve beschrijving van het hydrologische systeem door middel van numerieke computermodellen. De algemene doelstelling heeft ertoe geleid, dat alleen dat deel van de provincie in beschouwing is genomen, waar tot op grotere diepte zoet grondwater wordt aangetroffen. Uit praktische overwegingen is het betreffende deel van de provincie onderverdeeld in vijf deelgebieden, t.w.:

Zuidelijk Westerkwartier,
Haren,
Veendam,
Vriescheloo en
Sellingen.

In fig. 1 zijn de vijf deelgebieden nader aangegeven.



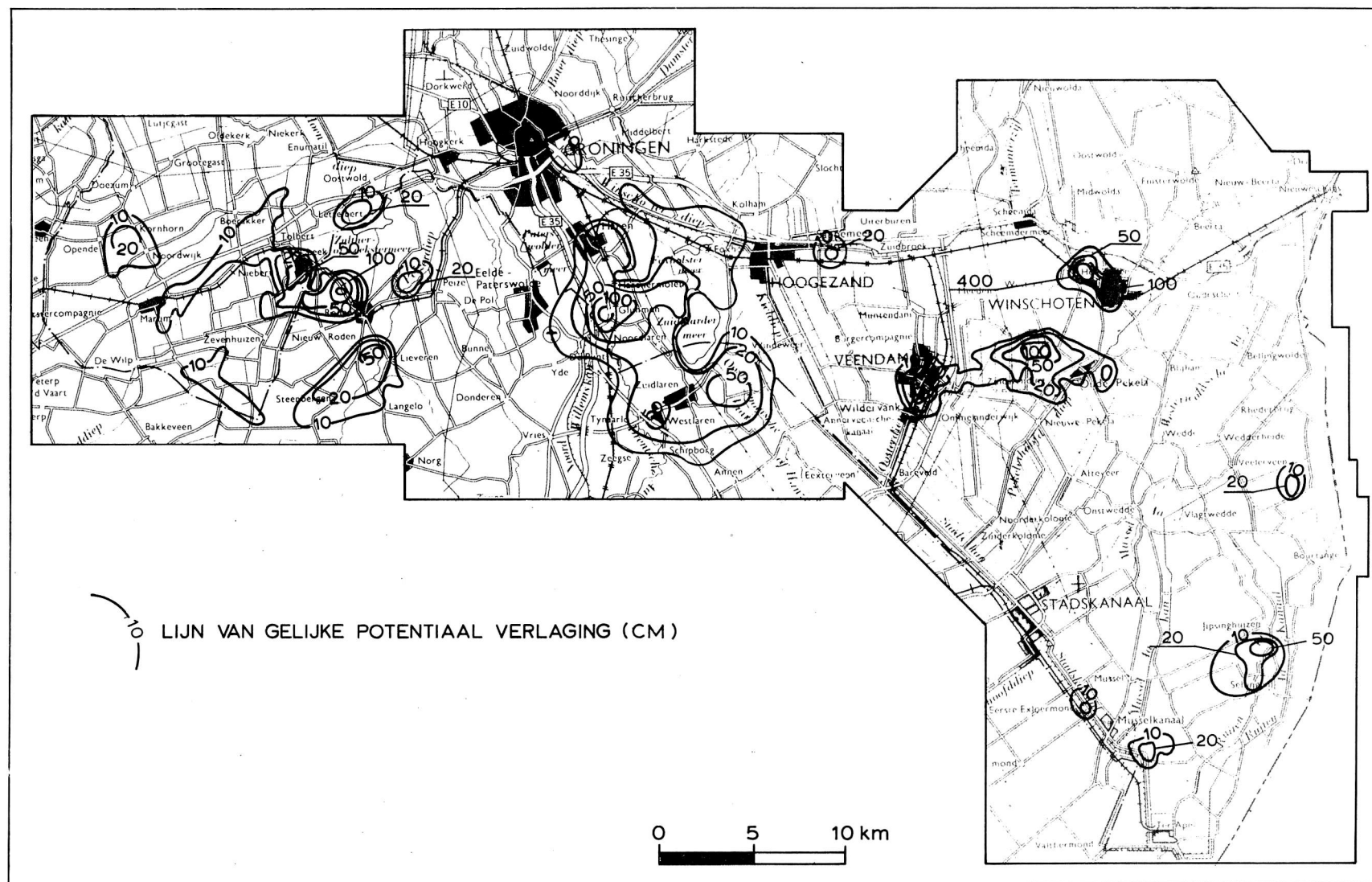
Figuur 1. De vijf deelgebieden

Voor elk van de gebieden is een numeriek computermodel opgesteld. Per gebied zijn verschillende accenten gelegd.

- I. Het onderzoek in het modelgebied Zuidelijk Westerkwartier heeft zich voornamelijk gericht op de samenhang tussen het verlagingspatroon, dat door de winning op pompstation Nietap wordt veroorzaakt en de verbreiding van de (pot-)klei uit de Formatie van Peel. Ook is getracht door middel van een statistische analyse een verifikatie van de berekeningsresultaten uit voeren (lit. 6).
- II. In het modelgebied Haren heeft het accent gelegen op de evaluatie van de bestaande -voornamelijk openbare-grondwaterwinningen (lit. 7).
- III. In het modelgebied Veendam is de nadruk gelegd op de vaststelling van de verlagingen van de grondwaterstand, die door partikuliere winningen worden veroorzaakt (lit. 8).
- IV. In het modelgebied Vriescheloo is een aantal potentiële grondwaterwinlocaties doorgerekend en aan de hand van een aantal criteria met elkaar vergeleken (lit. 9).
- V. In het modelgebied Sellingeren heeft naast de berekening van de door de grondwaterwinningen veroorzaakte verlagingen van de grondwaterstand ook een beperkte verifikatie van de resultaten plaats gevonden. In dit geval is gebruik gemaakt van een waterbalans (lit. 10).

De met de modellen berekende gemiddelde (zomer-) stijghoogteverlagingen in het ondiepe watervoerende pakket zijn in figuur 2 nader aangegeven. Hierbij is uitgegaan van de hoeveelheden grondwater, die in 1981 door alle onttrekkingen tezamen -zowel partikulier als t.b.v. de openbare drinkwatervoorziening- aan de bodem zijn onttrokken

Figuur 2. De gemiddelde (zomer-)stijghoogteverlaging in het ondiepe watervoerende pakket (1981).



Enerzijds omdat bij de aanvang van de derde fase al een aanzienlijke achterstand op het oorspronkelijke tijdschema was ontstaan en anderzijds omdat de doelstellingen voor het onderzoek op wat langere termijn nog onvoldoende duidelijk waren is het onderzoek in deze fase in hoge mate gericht geweest op het behalen van enkele urgente indikatieve resultaten. Daarom is aan een aantal belangrijke onderdelen, die normaal gesproken een gebruikelijk onderdeel vormen van een modelonderzoek nauwelijks tot geen aandacht besteed. Hierbij wordt met name bedoeld op verifikatie, modelkalibratie en ijking. Ter toelichting op deze begrippen moge het volgende dienen.

Met de verifikatie van een model wordt bedoeld de toetsing van de berekeningsresultaten (bijvoorbeeld grondwaterstanden) aan de werkelijkheid op een zekere datum, waarop de veldsituatie overeenkomt met de modelsituatie. Het minimaliseren van de verschillen tussen de berekeningsresultaten en de werkelijkheid, bijvoorbeeld door aanpassing van de modelinvoer, wordt kalibreren genoemd. Onder modelkalibratie wordt dus verstaan het zodanig aanpassen van het model, dat met het model de werkelijkheid op de verifikatiedatum zo goed mogelijk kan worden benaderd.

Tenslotte wordt onder de ijking van een model verstaan het met een gekalibreerd model doorrekenen van een ander tijdstip dan de verifikatiedatum en zonodig het aanpassen van de invoergegevens, teneinde te onderzoeken of het model ook in die situatie de werkelijkheid representeert. Dat tijdstip dient dan zodanig te worden gekozen, dat er sprake is van een duidelijk andere situatie dan op de verifikatiedatum. Te denken valt aan een wintersituatie als de verifikatie heeft plaats gevonden voor een datum in het zomerhalfjaar.

Voorts zijn ook de modellen zo eenvoudig mogelijk gehouden (superpositie, stationair, eenvoudige lineaire grondwaterstand-afvoerrelaties, geen onverzadigde zone). De konsequentie van deze aanpak is, dat niet cijfermatig kan worden aangegeven in hoeverre de berekende grondwaterstandsverlagingen overeenstemmen met de werkelijke ("gemeten") verlagingen, met andere woorden het is niet mogelijk de modellen te verifiëren.

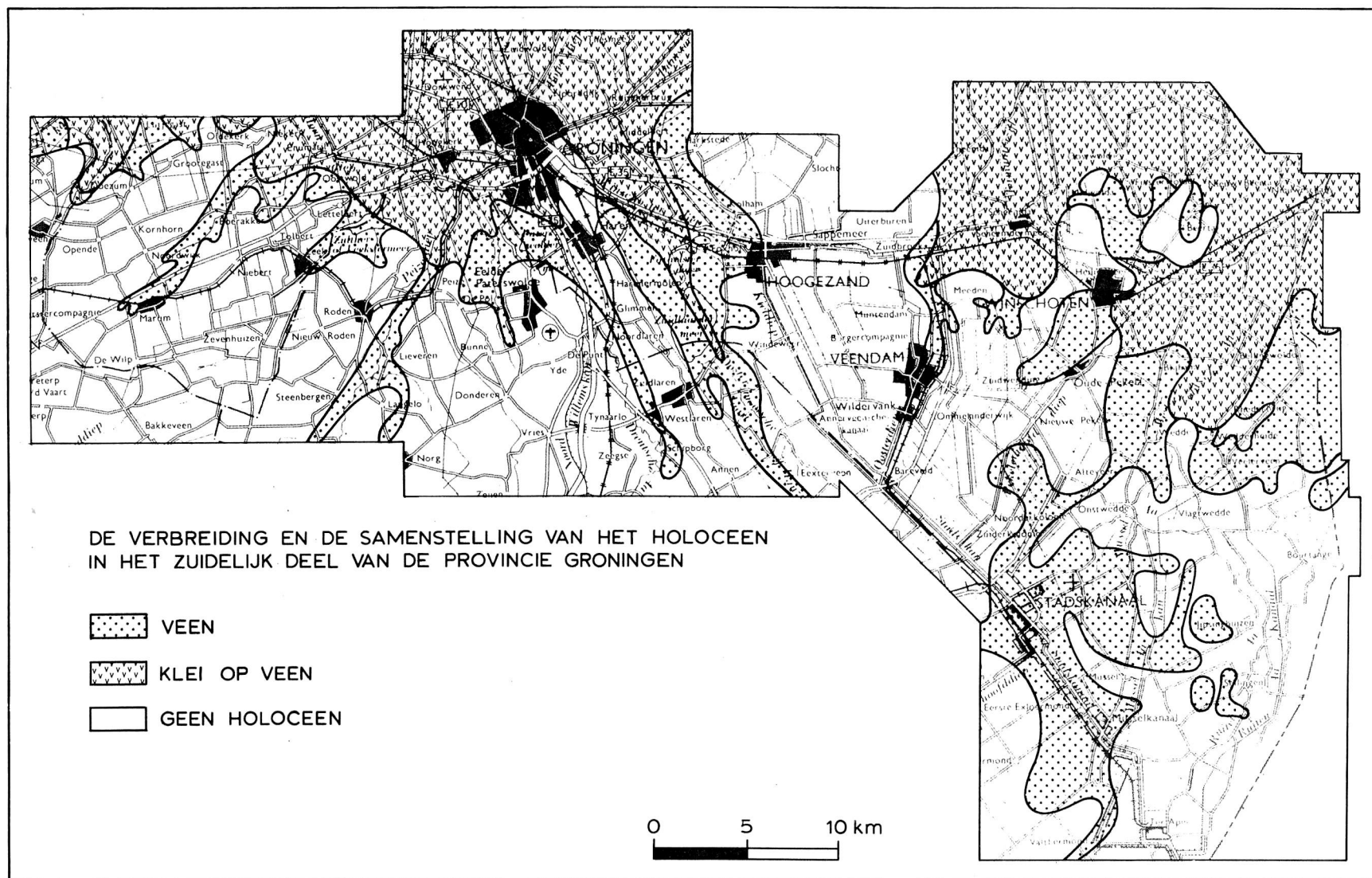
Wel is in ruime mate aandacht besteed aan de nadere verkenning van de geo(hydro)logische gesteldheid van het gebied, met name aan de verbreiding van de voor het subregionale hydrologische systeem van belang zijnde geologische formaties. Het distrikt Noord van de

Rijks Geologische Dienst heeft voor elk deelgebied een nota samengesteld, waarin de geologische formaties vanuit hydrologische optiek zijn geкартеerd en beschreven (lit. 11, 12, 13, 14 en 15). In de figuren 3 t/m 7 is de verbreiding van de in het onderzoeksgebied voorkomende weerstandbiedende lagen c.q. formaties globaal weergegeven.

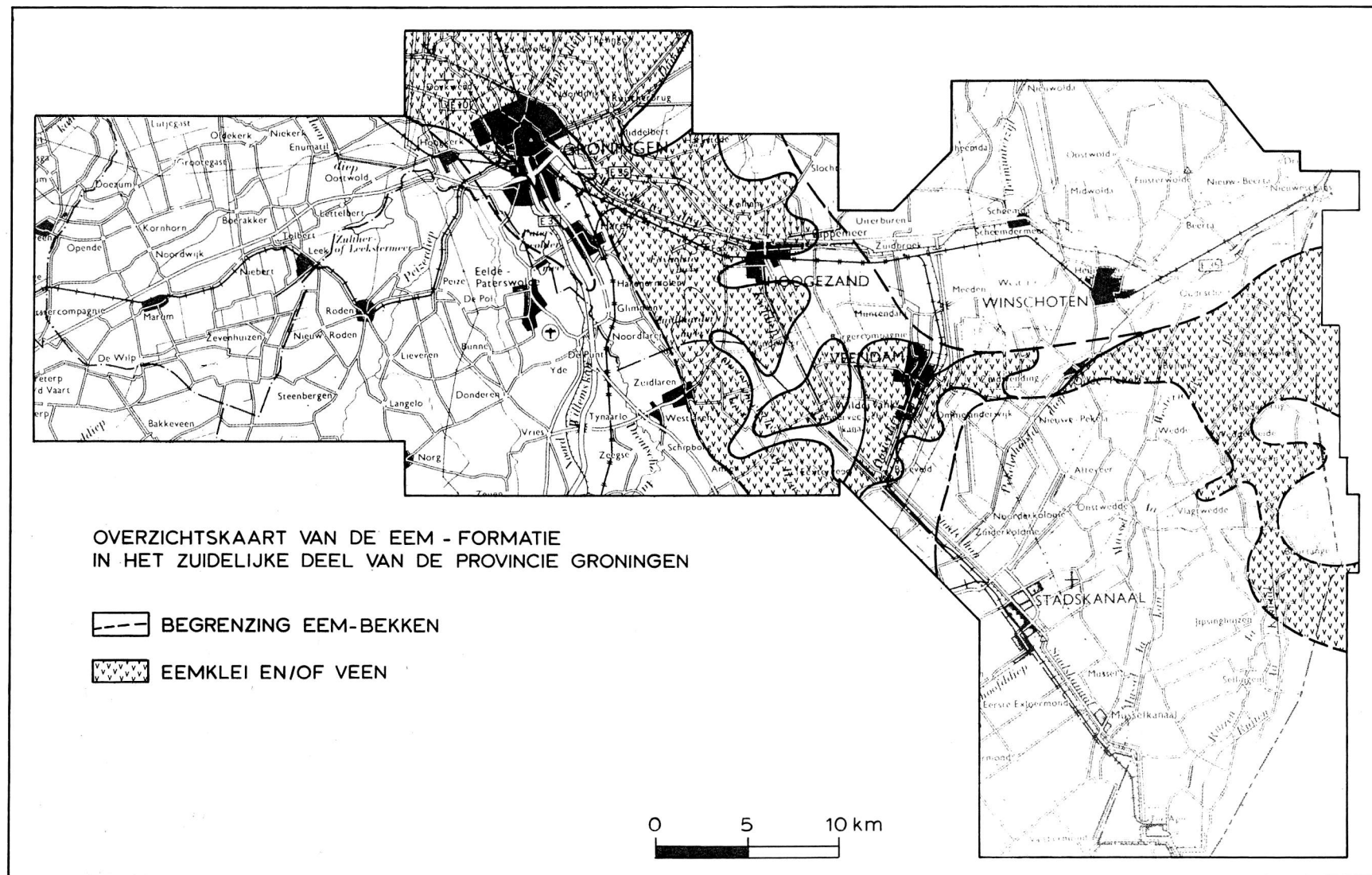
Uit de berekeningsresultaten, met name uit de dominante rol die de verbreiding van de klei uit de Formatie van Peelo speelt in het uiteindelijke verlagingspatroon kan worden afgeleid, dat deze inspanning zeer waardevol is geweest.

De aan- c.q. afwezigheid van oppervlaktewater blijkt eveneens een groot stempel de drukken op het uiteindelijke verlagingspatroon. Het voor de modellering van het oppervlaktewater door het RIVM ontwikkelde computerprogramma SURFIN, waarmee het oppervlaktewater in samenhang met bodemkenmerken kan worden vertaald in de zogenoemde voedingsweerstand, is een zeer bruikbaar hulpmiddel gebleken, met name waar het gaat om het doorrekenen van een aantal varianten.

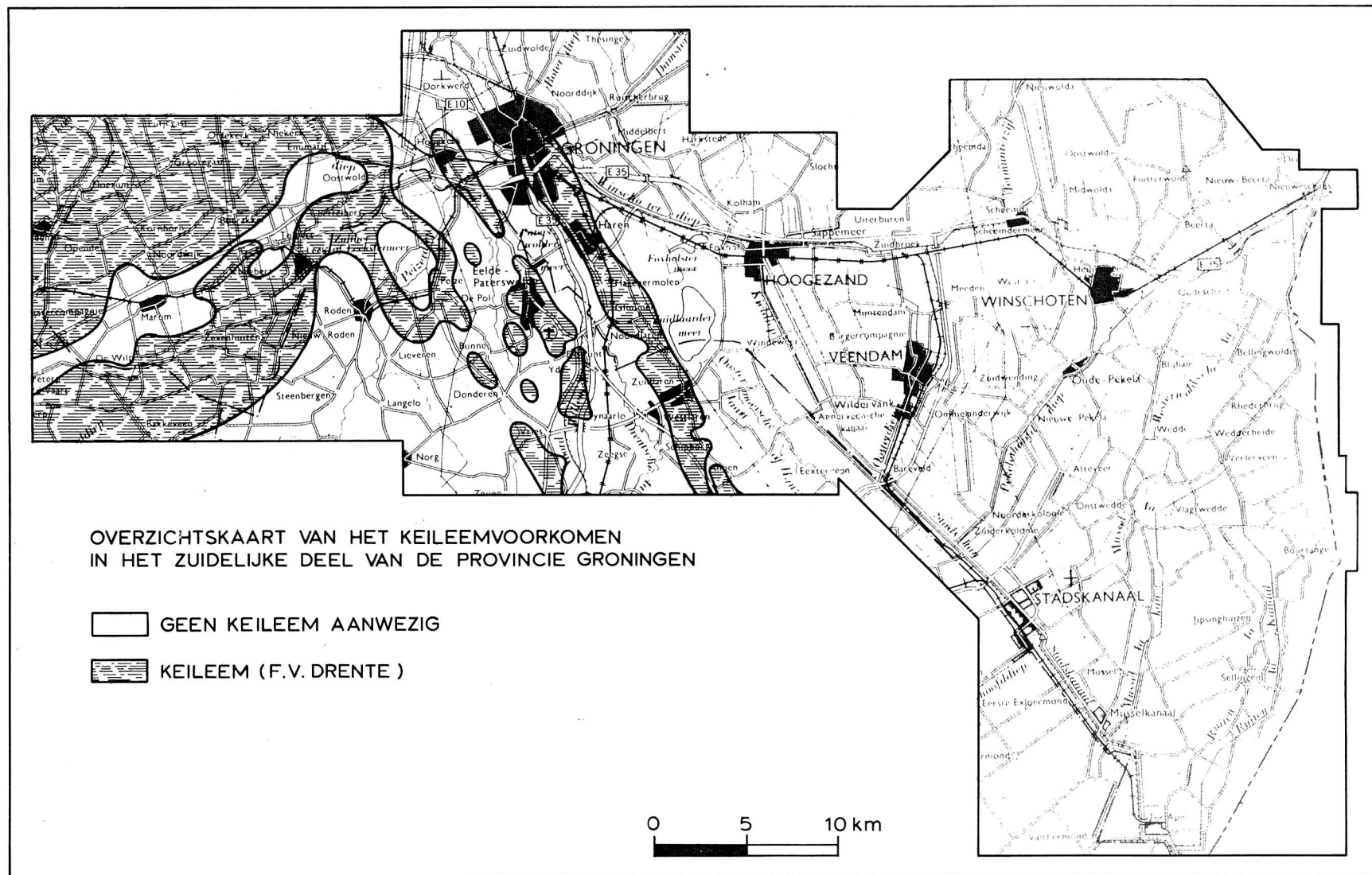
Figuur 3. De verbreding en de samenstelling van het Holoceen in het onderzoeksgebied.



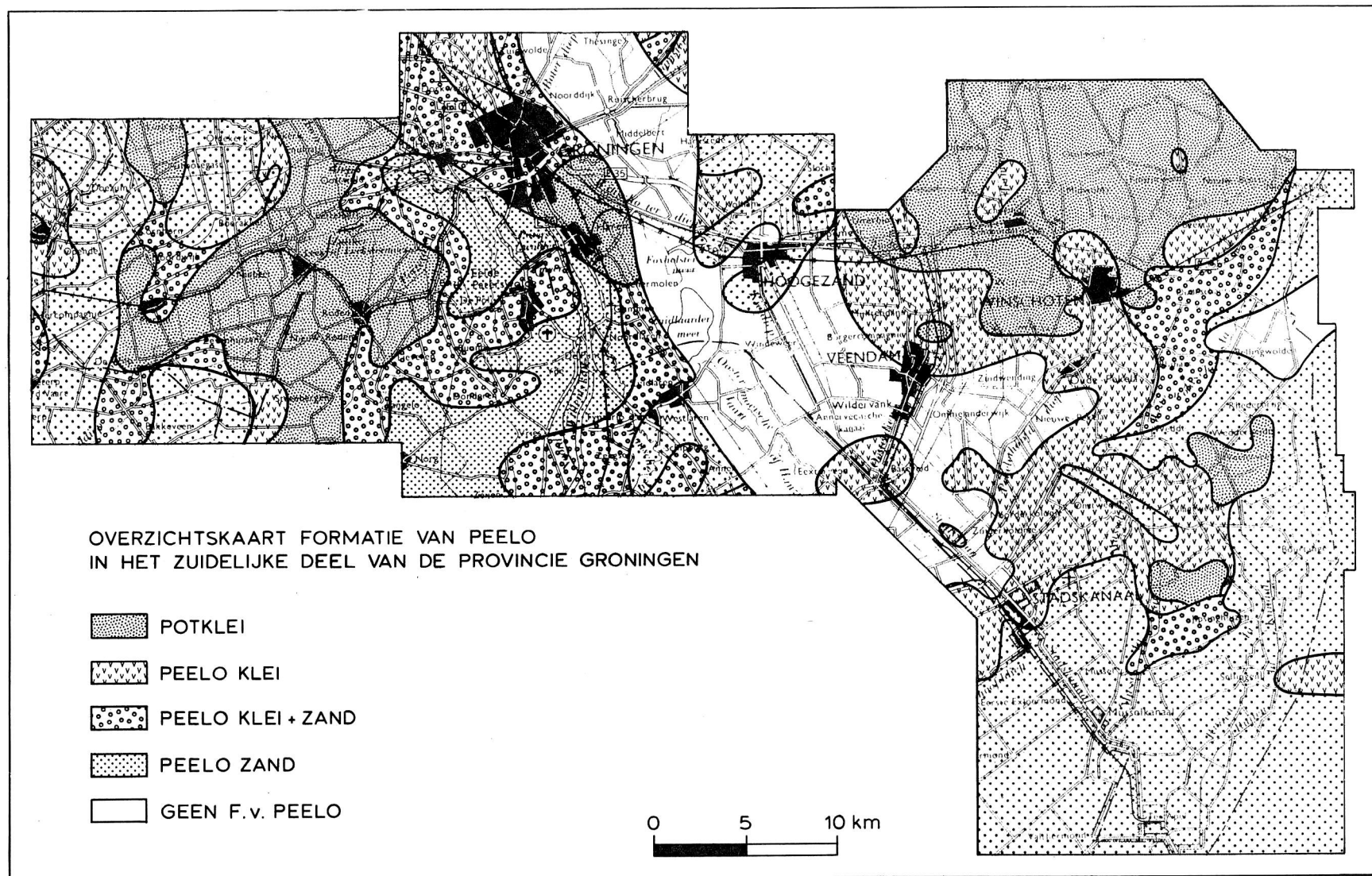
Figur 4. De verbreiding van de Eemformatie in het onderzoeksgebied.



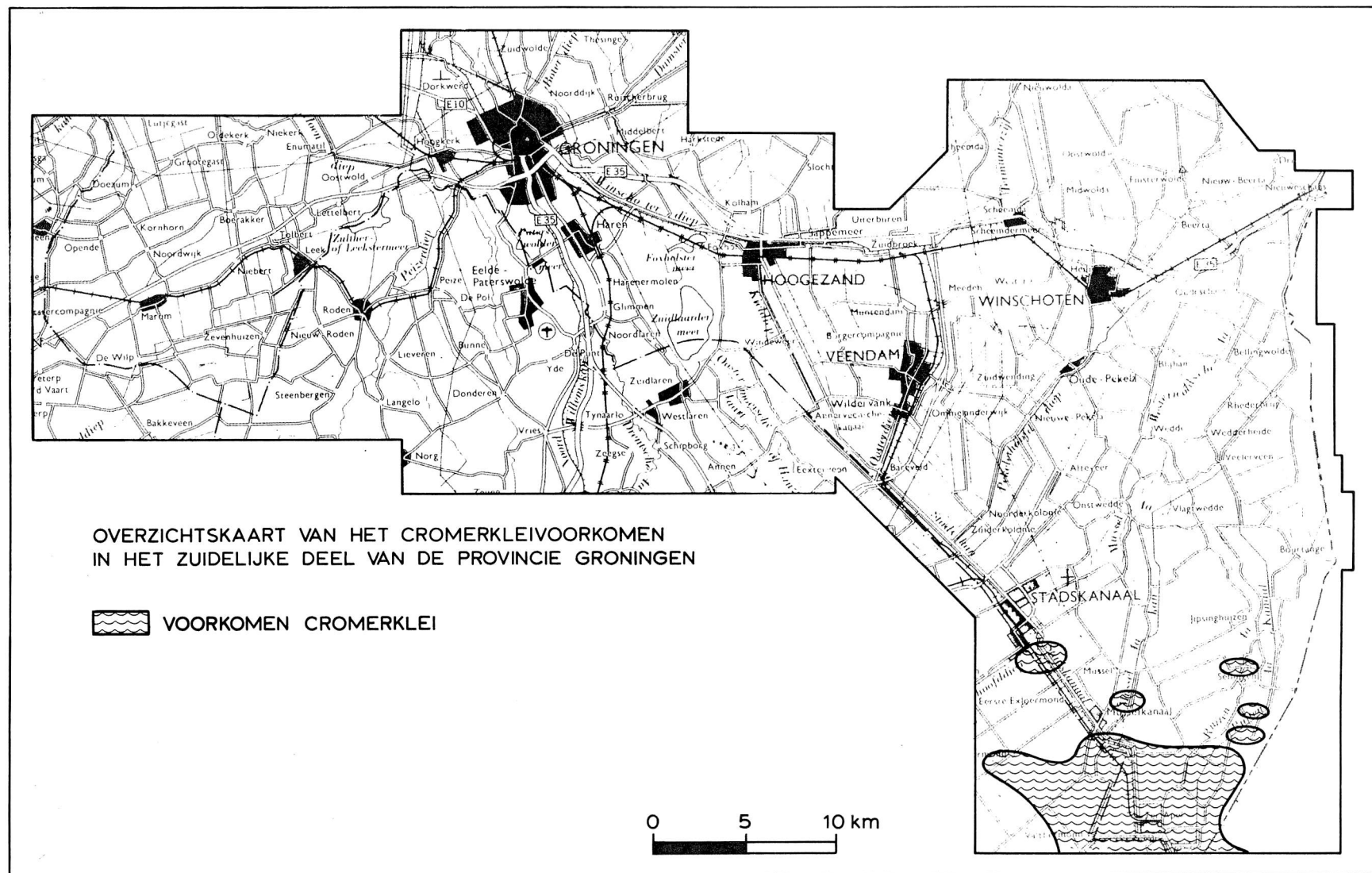
Figuur 5. De verbreiding van de keileem (F. v. Drente) in het onderzoeksgebied.



Figuur 6. De verbreiding en de samenstelling van de Formatie van Peelo in het onderzoeksgebied.



Figuur 7. De verbreding van de Cromerklei (F. v. Urk) in het onderzoeksgebied.



3. KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

Naast enkele specifieke, gebiedsgebonden konklusies en aanbevelingen geeft het uitgevoerde onderzoek ook aanleiding tot een aantal meer algemeen geldende konklusies en aanbevelingen.

- Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van de computerprogramma's TRIST (driehoekige elementen) en STATRECT (rechthoekige elementen); beide programma's, waarmee de grondwaterstroming kan worden gesimuleerd, werken volgens de methode der eindige elementen. Indien de opbouw van de ondergrond een schematisatie tot maximaal twee watervoerende pakketten toelaat en de aard van het door te rekenen probleem geen belemmering vormt verdient het gebruik van STATRECT vanwege de eenvoudigere netwerkstructuur de voorkeur.
- De eenvoudige opzet van de modellen heeft hele duidelijke consequenties ten aanzien van het gebruik van de resultaten. Aan de berekeningsresultaten mag dan ook slechts indicatieve waarde worden toegekend. Wel verschaffen de resultaten belangrijke aanwijzingen omtrent de gevoeligheid van een aantal parameters, waarvan bij toekomstig onderzoek in deze regio gebruik zal kunnen worden gemaakt.
- De toepasbaarheid van de modellen -die inmiddels ook aan de Provinciale Waterstaat van Groningen ter beschikking zijn gesteld- bij eventueel toekomstig onderzoek (zie hoofdstuk 4) zal in hoge mate afhankelijk zijn van de doelstelling van dat onderzoek. Bedacht moet worden, dat invoer van de modellen -parameterwaarden, kleilaagverbredingen e.d.- een subregionale schaal heeft, hetgeen impliceert dat de resultaten op dezelfde schaal moeten worden geïnterpreteerd. Dit gegeven kan in samenhang met de geringe mate van flexibiliteit tussen invoer en netwerk een belemmering vormen voor de toepassing op lokale schaal.
- De functie van het oppervlaktewater in relatie tot het grondwater en de juiste vertaling daarvan in een computermodel blijkt van groot belang te zijn. Tussen de grootte van de berekende verlagingen en de aanwezigheid c.q. afwezigheid van oppervlaktewater blijkt een nauwe samenhang te bestaan. Omtrent de rol en de plaats in het geheel van de parameters,

die in deze relatie van belang zijn bestaat echter nog veel onduidelijkheid. Verdieping van het inzicht in deze relatie, met name in de getalswaarden van een aantal belangrijke parameters, bij voorkeur door middel van het uitvoeren van slootinfiltratieproeven zal resulteren in een belangrijke verbetering van de modelresultaten. Wel is duidelijk geworden, dat het belang van het oppervlaktewater gemakkelijk wordt onderschat, hetgeen tot gevolg heeft, dat de verlagingen te groot worden berekend.

- Voor de uitvoering van onderzoeken als deze is de beschikbaarheid van gegevens omtrent het oppervlaktewater van essentieel belang. In het bijzonder dient inzicht te bestaan in de mate waarin watergangen in de zomer door middel van de aanvoer van water van elders op peil kunnen worden gehouden. Dat inzicht blijkt niet altijd in voldoende mate aanwezig te zijn; verbetering van daarvan is aanbevelenswaardig. Voorts is gebleken, dat de functie van de wijkenstelsels en van de grote kanalen in de relatie tussen het oppervlaktewater en het grondwater nog verre van duidelijk is. Door middel van een aantal raaien peilbuizen kan hierover veel aanvullende informatie worden verkregen.
- Hoewel de verifikatie van de resultaten van een superpositiemodel in theorie niet onmogelijk is, wijst de praktijk uit dat het bepaald geen sinekure is. In het regionaal onderzoek zijn drie methoden beproefd, t.w.:
 - a. Verifikatie door middel van een statistische analyse van gemeten grondwaterstanden;
 - b. verifikatie door middel van het opstellen van een waterbalans van (een deel van) het onderzoeksgebied en
 - c. verifikatie door middel van de konstruktie van een isohypsenbeeld, dat behoort bij een situatie zonder grondwaterwinning.
- ad a. In het onderzoek in het Zuidelijk Westerkwartier is gepoogd de modelresultaten te verifiëren door middel van een statistische analyse van de gemeten grondwaterstanden. In dit geval is de lineaire regressiemethode toegepast. De kans, dat met deze relatief simpele methode eenduidige resultaten worden bereikt, is mede gezien de complexe geohydrologische

opbouw van de ondergrond, vrij klein. Enerzijds zijn de modelresultaten het produkt van een aantal schematisaties en (soms arbitraire) veronderstellingen ten aanzien van parameterwaarden, hetgeen ten koste kan gaan van de vergelijkbaarheid van model en werkelijkheid. Anderzijds moet om een statistische analyse verantwoord te kunnen uitvoeren worden voldaan aan een aantal soms tegenstrijdige eisen. Te noemen zijn:

- een of meer referentieputten van onbesproken gedrag, dat wil zeggen niet beïnvloed door een grondwaterwinning maar wel binnen het zelfde hydrologische systeem;
- ijk- en toepassingsperiode niet te ver uit elkaar teneinde andere invloeden dan de beschouwde zoveel mogelijk te elimineren;
- de beschikbaarheid van voldoende aan de tijd gerelateerde informatie omtrent polderpeilveranderingen, bronbemalingen enz.

ad b. In het deelgebied Sellingen doet zich de gelukkige omstandigheid voor, dat het waterschap Reiderzijlvest voor een aantal peilgebieden de hoeveelheid ingelaten oppervlaktewater registreert. In combinatie met de resultaten van het model en de meteorologische gegevens is van één zo'n peilgebied een waterbalans opgesteld, waaruit vervolgens konklusies met betrekking tot de resultaten in het betreffende gebied zijn afgeleid. Vanwege het feit, dat het een vrij klein peilgebied met een relatief eenvoudig oppervlaktewaterbeheersingssysteem betrof leverde het opstellen van een waterbalans niet al te veel problemen op.

Een dergelijke situatie is echter vrij uniek, zeker als er sprake is een gebied met regionale omvang. Veelal zal niet kunnen worden beschikt over gedetailleerde gegevens betreffende de in- en uitgelaten hoeveelheden oppervlaktewater, hetgeen een aantal schattingen noodzakelijk maakt. De betrouwbaarheid van een waterbalans van een wat groter gebied zal dan ook al snel afnemen tot een niveau, dat voor de verifikatie van

modelresultaten te grof is.

ad c. Door de met een superpositiemodel berekende verlagingen van de grondwaterstand te superponeren op het isohypsenbeeld, dat bij de doorerekende situatie behoort is het mogelijk een isohypsenbeeld te konstrueren, dat behoort bij een situatie waarin geen grondwater wordt gewonnen. Vergelijking van dit gekonstrueerde isohypsenbeeld met oude, "gemeten" isohypsenbeelden, die uiteraard ook betrekking moeten hebben op een situatie zonder grondwaterwinning, kan aanwijzingen verschaffen omtrent de juistheid van de berekende verlagingen. Een zekere mate van subjektiviteit is inherent aan deze methode. Daarnaast is voor toepassing van deze methode de beschikbaarheid van een gedetailleerd en betrouwbaar isohypsenbeeld een eerste vereiste. Veelal zal blijken, dat een op regionale schaal vervaardigd isohypsenbeeld ter plaatse van grondwaterwinningen onvoldoende gedetailleerd is, terwijl juist op die plaatsen verlagingen van de grondwaterstand worden berekend.

Per deelgebied zijn meer specifieke konklusies en aanbevelingen geformuleerd.

Zuidelijk Westerkwartier:

- Het gebied, dat in model is gebracht, is te klein en wel zodanig, dat de randstroming in alle doorerekende situaties de algemeen geaksepteerde waarde van 10% van de totale grondwaterontrekking overschrijdt. De resultaten van het onderzoek in dit deelgebied i.c. de verlagingen van de grondwaterstand zijn daardoor op ontoelaatbare wijze beïnvloed. Het rapport over dit gebied is alleen in concept uitgebracht aan de leden van de Coördinatiegroep Geohydrologisch Onderzoek Groningen.
- In dit gebied is een nauwe samenhang aangetoond tussen de (ten dele veronderstelde) verbreiding van de (pot-)klei uit de Formatie van Peelo en het verlagingspatroon. Zowel nadere verkenning van de laterale verbreiding en de dikte als de bepaling van de weerstandswaarde van deze kleilaag verdienen aanbeveling.

Haren:

- In dit modelgebied kent de Eemformatie een grote en grillige verbreiding. De invloed van deze formatie op het regionale hydrologische systeem is dan ook veel groter dan bijvoorbeeld in het modelgebied Veendam. De verbreiding van de Eemformatie in het modelgebied Haren is vrij goed bekend. Dat is echter niet het geval met de weerstandswaarde, die aan de formatie (per ml dikte) mag worden toegekend. Uit een gevoeligheidsanalyse is gebleken, dat een halvering van de weerstandswaarde (van 200d naar 100d) een toename van de ondiepe verlagingen met ca 20% teweeg brengt. Nader onderzoek naar de weerstandswaarde van de Eemformatie, bijvoorbeeld door middel van pompproeven is gewenst.
- In de Onnerpolder is onderzocht wat de invloed is van een groter aantal kleine waterlopen op het uiteindelijke verlagingspatroon. In eerste instantie waren de kleine waterlopen in onvoldoende mate in het model opgenomen. Rekenmatig blijkt, dat door het weglaten van de voor het regionale hydrologische systeem ogenschijnlijk onbelangrijke kleine sloten de verlagingen van de grondwaterstand in het ondiepe watervoerende pakket kunnen verdubbelen. De noodzaak van een gedegen kaartering van het oppervlaktewater is evident.

Veendam:

- In dit deelgebied, met name rond Kibbelgaarn, blijkt het berekende verlagingspatroon van de grondwaterstand in hoge mate afhankelijk te zijn van de verbreiding van de kleilagen uit de Formatie van Peelo. De zekerheid omtrent de verbreiding van die kleilagen is echter gering, hetgeen (te grote) ruimte laat voor meerdere, onderling soms zeer afwijkende interpretaties. Verbetering van het inzicht in de verbreiding van deze kleilagen, in het bijzonder van gaten in de laag, verdient aanbeveling.
- De complexe, deels onbekende hydrogeologische opbouw van de ondergrond in de omgeving van Winschoten heeft tot gevolg, dat de aldaar berekende verlagingen van de grondwaterstand nogal onzeker zijn. Met name het antwoord op de vraag of de Formatie van Scheemda in laterale zin aansluit op de kleien van de Formatie van Peelo is essentieel voor de schematisatie van de ondergrond. Verdergaand onderzoek, met name naar de genese van de Formatie van Peelo verdient aanbeveling.

- Globaal ten noorden van de lijn Sappemeer-Scheemda-Winschoten-Beerta komt in een uitgestrekt gebied op geringe diepte een (pot-)kleilaag van zeer wisselende dikte voor, waarbij de dikte over korte afstand zeer sterk kan veranderen. Ondanks die grote variabiliteit in dikte zijn met uitzondering van een lokatie ten noordwesten van Scheemda geen gaten in de kleilaag bekend. Volgens de uitgevoerde berekeningen zou de invloed van de winning van Akzo-Tranendal zich tot ver in noordelijke richting onder deze kleilaag uitstrekken. Eventueel aanwezige maar niet bekende gaten kunnen in deze situatie belangrijke gevolgen voor het verlagingspatroon hebben. Verdichting van het net van waarnemingspunten, bijvoorbeeld door middel van geo-elektrisch onderzoek verdient aanbeveling. Aangezien ook de opbouw en samenstelling van de lagen onder de klei nog zeer onduidelijk zijn is de uitbreiding van een dergelijk onderzoek met een aantal diepe boringen gewenst.
- De Eemformatie (klei en veen) in dit gebied speelt op regionale schaal slechts een ondergeschikte rol. Bij problemen van meer lokale aard en omvang is kan het belang van deze formatie echter groter zijn.

Vriescheloo:

- Aan de hand van een aantal criteria zijn zeven potentiële grondwaterwinlokaties geselecteerd en na berekening van de per lokatie optredende verlagingen als gevolg van een onttrekking van 2 miljoen m³/jr qua geschiktheid tegen elkaar afgewogen. De gebruikte criteria zijn:
 - schade aan de landbouw;
 - de aanwezigheid van ondiep voorkomende weerstandbiedende lagen;
 - de aanwezigheid van een beheersbaar oppervlaktewaterstelsel;
 - de aanwezigheid van van potentiële verontreinigingsbronnen;
 - de aanwezigheid van natuurgebieden en
 - de kwaliteit van het grondwater.
- De afweging heeft een zeer globaal karakter. Hoewel op basis van een door de Landinrichtingsdienst vervaardigde "schadegevoeligheidskaart" een zekere voorselectie heeft plaats gevonden, bestaat er bijvoorbeeld geen inzicht in de feitelijke landbouwschade. Als maat is het beïnvloede oppervlak gehanteerd.

Het is dan ook zeker niet verantwoord op basis van deze afweging te besluiten een bepaalde lokatie te ontwikkelen als winplaats. Wel kan worden gesteld, dat door de voorselectie van mogelijke lokaties het verdere onderzoek wat meer gericht kan plaats vinden. Aspecten, die in dat nadere onderzoek zeker aan de orde dienen te komen zijn:

- de beschikbaarheid (ook in droge zomers) en de aanvoermogelijkheden van voldoende oppervlaktewater ter compensatie van optredende verlagingen van de grondwaterstand;
 - de verblijftijden van het geïnfiltreerde oppervlaktewater in de ondergrond;
 - de kwetsbaarheid van de in het beïnvloede gebied aanwezige natuurterreinen en
 - de feitelijke landbouwschade.
- Het zogenoemde wijkengebied Zuid is in eerste instantie als de meest veel belovende lokatie naar voren gekomen, voornamelijk op grond van de relatief geringe beïnvloede oppervlakte en de daaraan gekoppelde landbouwschade. Dit wordt grotendeel veroorzaakt door de aanwezige infrastructuur van een intensief veenkoloniaal wijkensysteem. Een vraag, die nog wel beantwoord dient te worden is of de aanvoer van oppervlaktewater naar deze lokatie afdoende gewaarborgd is. Vanwege het ontbreken van ondiep voorkomende weerstandbiedende lagen zal relatief veel wegzijging vanuit de wijken optreden.
- De lokatie wijkengebied Noord is als de op een na beste lokatie geselecteerd. Als gevolg van de aanwezigheid van een weerstandbiedende laag is het beïnvloede gebied groter dan bij de lokatie wijkengebied Zuid. Daardoor zijn echter ook de verlagingen geringer, hetgeen mogelijk een positieve invloed op de landbouwschade heeft.

Sellingen:

- De ligging van de huidige grondwaterwinningen in dit deelgebied is zodanig, dat verdere verkenning van de verbreiding van de weerstandbiedende lagen niet zal leiden tot een wezenlijke verandering van het verlagingspatroon. Voor nieuw te stichten winningen of voor lokaal onderzoek behoeft dit uiteraard niet het geval te zijn.

- Naast de eerder gemaakte opmerking omtrent de gevoeligheid van de verlagingen voor de aan- c.q. afwezigheid van oppervlaktewater blijkt in dit deelgebied ook het doorlaatvermogen van het diepe watervoerende pakket een belangrijke bijdrage te leveren aan die gevoeligheid. In het gebied zijn slechts twee pompproeven en vijf putproeven uitgevoerd. Uitbreiding van dit aantal is zinvol.
- Uit de verifikatie door middel van de waterbalans van een peilgebied van beperkte omvang blijkt, dat een belangrijk deel van de voeding afkomstig is uit de afname van de berging. De uit die afname berekende daling van de grondwaterstand komt goed overeen met waarnemingen in een peilbuis in het betreffende gebied. In het model wordt er echter vanuit gegaan, dat alle voeding wordt geleverd door wegzijging uit oppervlaktewater. De konklusie die hieruit kan worden getrokken is, dat toepassing van een niet-stationaire rekenwijze in dit gebied zeer waarschijnlijk de voorkeur geniet boven een stationaire benadering.
- De konstruktie van een isohypsenbeeld voor de situatie, waarin geen grondwater wordt gewonnen is niet mogelijk omdat niet kan worden beschikt over een betrouwbaar isohypsenbeeld van de huidige (doorgerekende) situatie. Aan de verhoging van de betrouwbaarheid van het isohypsenbeeld dient hoge prioriteit te worden gegeven, te meer daar een dergelijk beeld in meer opzichten van belang is, bijvoorbeeld in het kader van schadeklachten.

4. TOEKOMSTIG ONDERZOEK

Uit het concept van het tweede tienjarenplan van de VEWIN (lit. 16) blijkt, dat omstreeks 1992 uitbreiding van de huidige produktiecapaciteit van de WAPROG met ca. 2 miljoen m³/jaar noodzakelijk is. Naast een tweetal hier niet nader te bespreken opties wordt ook de stichting van een nieuwe winplaats gesuggereerd. Als potentiële lokaties worden Marum/Jonkersvaart en de omgeving van Vriescheloo genoemd. Beide lokaties zijn in het regionaal onderzoek globaal aan de orde geweest, respectievelijk in het deelgebied Zuidelijk Westerkwartier en in het deelgebied Vriescheloo.

Aspekten, die bij een eventueel winplaatsonderzoek in de omgeving van Vriescheloo aan de orde dienen te komen zijn reeds in het voorgaande gememoreerd.

Eventueel toekomstig winplaatsonderzoek op de lokatie Marum/Jonkersvaart zal zich in de eerste plaats dienen te richten op de verbetering van de betrouwbaarheid van de voorspelde grondwaterstandsverlagingen, teneinde daarmee schattingen te kunnen maken omtrent de te verwachten schade aan landbouw en natuurgebieden. Dit onderzoek kan geschieden met gebruik making van meer gedetailleerde numerieke modellen, waarbij aan ijking en kalibratie bijzondere aandacht dient te worden besteed. Voor de ijking dient zo mogelijk gebruik te worden gemaakt van reeds uitgevoerde proefwinningen, zoals bijvoorbeeld de in 1976 te Marum gehouden pompproef.

Een aspekt, waar in dit verband eveneens aandacht aan zou kunnen worden besteed is de mogelijkheid om de aan de randen van het potkleivoorkomen optredende grondwaterstandsverlagingen te compenseren bijvoorbeeld door middel van het infiltreren van water via injectieputten. De beschikbaarheid van voldoende water van een geschikte kwaliteit en een kosten-baten analyse zullen de voor een dergelijke opzet belangrijkste randvoorwaarden moeten leveren.

Een tweede mogelijkheid om ongewenste verlagingen van de grondwaterstand te compenseren kan worden gevonden in de doelgerichte infiltratie van oppervlaktewater. Zeker op plaatsen waar thans al een intensief wijkenstelsel aanwezig is of dat in de toekomst in het kader van de herinrichting van het veenkoloniale gebied zal worden verbeterd doet zich de mogelijkheid tot combinatie met grondwaterwinning voor. Met name in het gebied rond

het Stadskanaal lijken hiertoe mogelijkheden aanwezig. Een mogelijke belemmering kan worden gevormd door het in onvoldoende mate beschikbaar zijn van oppervlaktewater. Aan waterkwaliteit en ondergrondse verblijftijd zal de nodige aandacht moeten worden besteed. In het concept-grondwaterplan voor de provincie Drenthe is het voornemen tot een onderzoek in die richting opgenomen. Met name zullen de technische mogelijkheden voor de zuivering van de ter plaatse aanwezige grondwaterkwaliteit worden onderzocht.

Behalve onderzoek in het kader van de ontwikkeling van de regionale planvorming met betrekking tot de openbare drinkwatervoorziening zoals hierboven is aangegeven kan ook een aantal meer specifieke onderzoeksthema's worden geformuleerd.

- Onderzoek in het kader van de zoet-zout problematiek in het deelgebied Haren in relatie tot de grootte van de grondwaterwinningen. op het pompstation Onnen mag volgens de vergunning 19.8 miljoen m³ water per jaar aan de bodem worden onttrokken. In verband met het risico van het optrekken van brak water is het echter noodzakelijk de winning tot 15 miljoen m³/jaar te beperken.
- Onderzoek naar de huidige en de toekomstige kwaliteit van het grondwater en de ontwikkeling daarvan onder invloed van potentiële vervuillingsbronnen (vuilstorten, autokerkhoven, vloeivelden) in relatie tot de winning van grondwater ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening.
- Onderzoek ter onderbouwing van de geohydrologische aspecten in het kader van de inrichting van het relatienotagebied Haren. Te denken valt aan de effecten van polderpeilverlagingen c.q. verhogingen. Recent heeft het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding uit een waterbalansstudie een weerstandswaarde van 1000 tot 3000d voor de Eemformatie afgeleid (lit. 17). Deze waarde staat in schril contrast met de in dit onderzoek toegepaste waarde van 200 resp 100d. Zolang geen eenduidig inzicht in deze materie bestaat blijft de voorspelling van effecten onbetrouwbaar.
- (Deel-)onderzoekingen ten behoeve van het provinciale grondwaterplan.
- Zoals al eerder is gesteld komt ten noorden van de lijn Sappemeer-Scheemda-Winschoten-Beerta op geringe diepte een

vrijwel ondoorlatende (pot-)kleilaag voor met een grote laterale en waarschijnlijk aaneengesloten verbreiding. Bij afwezigheid van gaten in de potklei is de beheersbaarheid van het oppervlakte- en het grondwater boven deze kleilaag is met relatief weinig inspanning te optimaliseren, hetgeen het gebied in principe geschikt maakt voor velerlei toepassingen waarbij een ondoorlatende basis op geringe diepte een voorwaarde is. De specifieke condities in dit gebied maken het ook aantrekkelijk voor het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek. Door middel van een nadere verkenning zal uitsluitsel moeten geven over de eventuele aanwezigheid van gaten in de potklei.

5. LITERATUUR

1. W. Cramer, P. Glasbergen, H. Sondorp
Hydrologische verkenning van de provincie Groningen. Een beschrijving van het hydrologische regime in relatie tot de winning van grondwater.
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening; rapport Hyh 79-14, 1979.
2. J.J. Post, J. Csonka
Slecht doorlatende afdekkende laag in de modelgebieden Westerkwartier, Haren, Veendam, Vriescheloo en Sellingen.
Dienst Grondwaterverkenning TNO; rapport PN-81-02.
3. P. Glasbergen, H. Sondorp
De uitbreiding van het peilbuizennet in Zuidoost Groningen in verband met een mogelijke wijziging van het freatisch vlak als gevolg van de aanleg van het kanaal Veendam-Musselkanaal.
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening; rapport Hyh 80-15, 1980.
4. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening
Brief aan Provinciale Waterstaat van Groningen betreffende de resultaten van een pompproef op het terrein van Avebe-DWM (12 F, km.vak 254-568) te Veendam dd 16 september 1982, nr. 96235.
5. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening
Een overzicht van de gegevens verkregen uit grondboringen te Winschoten en Scheemda in november 1981 (3 diepe boringen).
Rapport Hyh 83-02, 1983.
6. RIVM
Zuidelijk Westerkwartier; een numeriek model van het geohydrologische systeem.
Intern LBG-rapport; alleen in concept uitgebracht aan de opdrachtgever en aan de leden van de Coördinatiegroep Geohydrologisch Onderzoek Groningen.
7. G. van Ee
Haren; een numeriek model van het geohydrologische systeem.
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne; rapport 840341001/LBG 84-04.

8. H.L.M. Rolf
Veendam e.o.; een numeriek model van het geohydrologische systeem.
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne; rapport 840341002/LBG 84-07.
9. G. van Ee
Vriescheloo; een numeriek model van het geohydrologische systeem.
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne; rapport 840341003/LBG 84-15.
10. G.P. Beugelink
Sellingen; een numeriek model van het geohydrologische systeem.
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne; rapport 840341004
11. Rijks Geologische Dienst
Geologisch onderzoek model Veendam.
RGD; rapport 7009 A, juni 1982
12. Rijks Geologische Dienst
Geologische gesteldheid gebied Haren.
RGD; rapport OP 5010 B
13. Rijks Geologische Dienst
Geologische opbouw gebied Zuidelijk Westerkwartier.
RGD; rapport OP 5010 E, juli 1983.
14. Rijks Geologische Dienst
Geologische gesteldheid gebied Vriescheloo.
RGD; rapport OP 5010 C
15. Rijks Geologische Dienst
Geologische opbouw gebied Sellingeren
RGD; rapport OP 5010 D, 1 juli 1983
16. Vereniging van exploitanten van waterleidingbedrijven in Nederland
Tweede tienjarenplan (koncept); deelrapport II-I
behoefte dekking regio Noord.
VEWIN; september 1983

17. H.R. Bohlmeijer

Een hydrogeologische inventarisatie van de Onner- en Oostpolder
Vrije Universiteit; Instituut voor Aardwetenschappen.