

Redesign DEMGEN: Hydrologische schematisering
van PAWN-district 29 (Noordwest Veluwe)
met een geografisch-informatiesysteem

Een haalbaarheidsonderzoek

Wageningen november 1991

Landbouwniversiteit
Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica
Wageningen
rapport 17
ISSN 0926-230x

RIZA werkdocument nr. 91.162X
Lelystad

Paul van der Voet
Jan-Philip Witte



issn 546237

BIBLIOTHEEK
LANDBOUWUNIVERSITEIT
WAGENINGEN

INHOUDSOPGAVE

	Blz	
0	VOORWOORD	1
1	INLEIDING	3
2	HET GEOGRAFISCH-INFORMATIESYSTEEM ARC/INFO	5
3	DE HYDROLOGISCHE MODELLEN DEMGEN en NAGROM	7
3.1	DEMGEN	7
3.2	NAGROM	8
3.3	Koppeling van DEMGEN aan NAGROM	10
4	DE HYDROLOGISCHE GEBIEDSSCHEMATISERING	13
4.1	PAWN-districten	13
4.2	Grondwaterklassen	13
4.3	NAGROM-elementen	16
4.4	Afleiding van aan grondwaterklassen gerelateerde gegevens voor NAGROM	17
4.5	Bodemfysische eenheden	19
4.6	Grondgebruikseenheden	19
4.7	Simulatie-eenheden	19
4.8	Aggregatie van simulatie-eenheden	20
5	TOETSING VAN DE GEBIEDSSCHEMATISATIE	23
5.1	Werkwijze	23
5.2	Conclusies	24
5.3	IJking van het model	25
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	27
	LITERATUUR	31

FIGUREN

Figuur 1	De geschematiseerde relatie tussen grondwaterstand en afvoer (bron: Werkgroep Waterbeheer Noord Brabant, 1991)	7
Figuur 2	NAGROM-schematisatie van de bovenrand (bron: De Lange, 1991)	9
Figuur 3	Oorspronkelijke en vereenvoudigde indeling van de grondwatertrappen op basis van GHG en GLG	15

TABELLEN

Tabel 1	Startwaarden per grondwaterklasse voor de geknikte afvoerrelatie in DEMGEN	14
Tabel 2	Per grondwaterklasse afgeleide GHG, GLG, en GVG	18
Tabel 3	Aangepaste waarden per grondwaterklasse voor de geknikte afvoerrelatie in DEMGEN	26

KAARTBIJLAGEN

Kaartbijlage 1	NAGROM-elementen en grondwaterklassen
Kaartbijlage 2	Bodemfysische eenheden
Kaartbijlage 3	Grondgebruikseenheden
Kaartbijlage 4	Simulatie-eenheden
Kaartbijlage 5	Simulatie-eenheden groter dan 50 ha

BIJLAGEN

Bijlage 1	Aandachtspunten bij het gebruik van lower- of uppercase bij Arc/Info onder UNIX
Bijlage 2	Vastleggen van de cover D29
Bijlage 2.1	ARCED.AML
Bijlage 3	De begrippen Gt, GHG en GLG
Bijlage 4	Vastleggen van de cover HYCO
Bijlage 4.1	TRANSTIC.AML
Bijlage 4.2	ADDHYCO.AML
Bijlage 4.3	GTCOHYCO.REL en GWTHYCO.REL
Bijlage 5	Aanmaken van de kleuren HYCO-kaart
Bijlage 5.1	HYCOPL.AML
Bijlage 5.2	HYCO.KEY
Bijlage 5.3	HYCO.LUT
Bijlage 6	Vastleggen van de cover NAGCL
Bijlage 7	Bepalen van naar hyco-oppervlak gewogen gemiddelde karakteristieken per NAGROM-element
Bijlage 7.1	OPPHYCO.AML
Bijlage 7.2	WG_PR.AML
Bijlage 7.3	WG_PR.NSP
Bijlage 7.4	GGEM_PR.AML
Bijlage 7.5	GGEM_PR.NSP
Bijlage 8	Bepalen van per hyco uitgesplitste kwel/wegzijgingsfluxen per NAGROM-element
Bijlage 8.1	Q_PR.AML
Bijlage 8.2	Q_PR.NSP
Bijlage 8.3	NAGCLREP.AML
Bijlage 8.4	NAGCLREP.NSP
Bijlage 9	Vastleggen van de cover FYCO29
Bijlage 9.1	BOXPUT.AML
Bijlage 9.2	OPPREP.AML
Bijlage 9.3	FYCO29FYCO.NSP
Bijlage 10	Verklaring grondgebruikscodes van de Landelijke Grondgebruiksdatabank Nederland (LGN)
Bijlage 11	Vastleggen van de cover LGN
Bijlage 12	Vastleggen van de cover DEM met simulatie-eenheden
Bijlage 13	Voorkomende totaal oppervlakken naar grondgebruik
Bijlage 14	Eliminatie van kleine oppervlakken
Bijlage 15	Voorkomende totaal oppervlakken naar grondgebruik na eliminatie van kleine oppervlakken
Bijlage 16	GTBEP.FOR
Bijlage 16.1	Voorbeeld van GTBEP.DAT
Bijlage 17	Gesimuleerde grondwatertrappen in vergelijking met grondwaterklassen en veldwaarnemingen
Bijlage 18	Verbeterde gesimuleerde grondwatertrappen in vergelijking met grondwaterklassen en veldwaarnemingen

0. VOORWOORD

Het agrohydrologische model DEMGEN wordt door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) van de Rijkswaterstaat gebruikt bij beleidsanalytische studies, zoals PAWN (Policy Analyses of Water management for the Netherlands). Oorspronkelijk werd DEMGEN vooral toegepast voor de simulatie van de waterbehoefte van de landbouw. Tegenwoordig wil RIZA het model tevens gebruiken bij vraagstukken op het gebied van natuur en milieu, zoals verdroging en vermessing. Om deze actuele vraagstukken goed met DEMGEN te kunnen analyseren wordt door RIZA gewerkt aan een aantal modelaanpassingen onder de projectnaam 'Redesign DEMGEN'. Het model wil men koppelen aan een nationaal grondwaterstromingsmodel (NAGROM), en de modelin- en uitvoer wil men sturen met het geografisch-informatiesysteem (GIS) Arc/Info. De praktische en technische haalbaarheid van deze aanpassingen onderzoekt het RIZA aan de hand van modeloefeningen voor het PAWN-district 29 (Noordwest Veluwe; ca. 600 km²).

In dit rapport wordt verslag gedaan van een haalbaarheidsonderzoek naar de koppeling van DEMGEN aan GIS. Het onderzoek is uitgevoerd door de Landbouwuniversiteit Wageningen in opdracht van het RIZA.

De hydrologische berekeningen in de verzadigde zone met het model NAGROM zijn uitgevoerd door Wim de Lange en Ab van Ganswijk, terwijl de (agro-)hydrologische berekeningen in de onverzadigde zone met DEMGEN zijn uitgevoerd door Hank Vermulst. De ruimtelijke schematisering en dataverwerking met Arc/Info is door Paul van der Voet uitgevoerd.

Geo Arnold begeleidde het onderzoek vanuit het RIZA, terwijl Jan-Philip Witte de begeleiding vanuit de Landbouwuniversiteit verzorgde.

Een speciaal woord van dank geldt het Staring Centrum voor het ter beschikking stellen van hun gegevens, en Jan van Bakel voor zijn aandeel in de modelopzet.

Paul van der Voet
Jan-Philip Witte

1. INLEIDING

In het kader van de beleidsanalyse t.b.v de derde Nota Waterhuishouding is gebruik gemaakt van een uitgebreid modelinstrumentarium. Eén van de modellen is het agrohydrologische model DEMGEN, een model voor de onverzadigde zone.

Dit model behoeft ingrijpende wijzingen wil het voor de huidige problematiek van verdroging en vermessing een bruikbaar instrument zijn. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om:

- de kwantificering van de oorzaken van verdroging;
- het aangeven van de effecten van diverse beleidsmaatregelen die worden getroffen om verdroging tegen te gaan;
- het aangeven van de marges voor de landbouwpraktijk, gegeven de normen voor de emissie van nutriënten;
- het vaststellen van de landbouwkundige mogelijkheden in bodembeschermingsgebieden, zoals drinkwatergebieden, bufferzones rond natuurgebieden en fosfaatverzadigde gronden;
- het aangeven van de gevolgen van beleidsmaatregelen die worden getroffen om de emissie van nutriënten te verminderen;
- het vaststellen van de gevolgen op natuurgebieden van de emissie van nutriënten.

De wijzigingen betreffen de koppeling aan een model voor de verzadigde zone (NAGROM), en de ruimtelijke schematisering van invoergegevens met een geografisch-informatiesysteem. NAGROM (Nationaal Grondwater Model) is een model voor verzadigde grondwaterstroming, gebaseerd op MLAEM (Strack, 1988), een programma dat met de analytische elementenmethode grondwaterstromingen berekent. De koppeling van DEMGEN aan NAGROM geschiedt via de door NAGROM berekende flux (kwel of wegzijging) naar het feitsch pakket.

Door Van der Voet (1991b) is voorgesteld om binnen een NAGROM-rekeneenheid deze flux via een bepaalde weegmethode te verdelen over verschillende grondwatertrapklassen (d.i. gegroepeerde grondwatertrappen). Daarmee worden de uitkomsten van NAGROM ruimtelijk verfijnd zodat ze beter aansluiten op de rekeneenheden van DEMGEN.

Bovendien is door Van der Voet (1991b) voorgesteld om de basisdrainagefuncties in DEMGEN - welke de interactie van het freatisch grondwater met het oppervlaktewater beschrijven - per grondwatertrapklasse op te stellen.

In deze studie zullen deze voorstellen worden uitgevoerd. De schematisering van geografische gegevens tot een aantal simulatie-eenheden voor DEMGEN gebeurt in deze studie met behulp van het geografisch-informatiesysteem Arc/Info.

Als studiegebied is gekozen voor het PAWN-district 29. Deze keuze heeft een aantal redenen:

- Het district vertoont relatief veel bodemkundige en hydrologische

- variatie.
- In het district speelt de vermessingsproblematiek.
 - Ook door het Staring Centrum wordt in het binnen dit district gelegen Schuitenbeekgebied kwantitatief en kwalitatief hydrologisch onderzoek verricht (Nutriëntenstudie, mondelinge mededeling Roest, 1991). Hierbij wordt het gebied geohydrologisch geschematiseerd (mondelinge mededeling Pomper, 1991), alsmede hydrologisch gemodelleerd met de modellen FEMSAT en SIMGRO. In de toekomst kan hierdoor vergelijking plaats vinden van de ruimtelijke schematisaties en van stationaire versus niet-stationaire modellering van de verzadigde zone.
 - Er is veel hydrologische informatie beschikbaar. Het Staring Centrum heeft voor het Schuitenbeekgebied een geactualiseerd Gt-bestand vervaardigd, waardoor de mogelijkheid is ontstaan in dit gebied de effecten van het werken met verouderde Gt-kaarten op de modelresultaten te onderzoeken. Voorts is voor het gehele zandgebied op basis van IGG-TNO-peilbuizen onderzocht in hoeverre de aanwezige Gt-vlakinformatie overeenkomt met voor peilbuislocaties afgeleide Gt-klassen.

In hoofdstuk 2 worden enige basisbegrippen van het Arc/Info-systeem behandeld. Hoofdstuk 3 behandelt de hydrologische concepten van NAGROM en DEMGEN, waarbij in het bijzonder op de koppeling tussen deze modellen wordt ingegaan. Hoofdstuk 4 beschrijft de hydrologische gebiedsschematisering van district 29. In hoofdstuk 5 wordt de toegepaste hydrologische schematisering getoetst. Hoofdstuk 6 bevat conclusies en aanbevelingen, waarbij o.m. de mogelijkheden en beperkingen voor toepassing op landelijke schaal worden besproken.

2. HET GEOGRAFISCH-INFORMATIESYSTEEM ARC/INFO

Een belangrijk onderdeel bij de ruimtelijke schematisering van district 29 is de toepassing van het geografisch-informatiesysteem Arc/Info. In dit hoofdstuk worden enige basisbegrippen van het Arc/Info-systeem behandeld. Tot slot wordt aangegeven hoe toekomstige Arc/Info-gebruikers de in dit project uitgevoerde bewerkingen kunnen reproduceren.

Arc/Info is een geografisch-informatiesysteem (GIS), hetgeen o.m. betekent dat Arc/Info een database heeft waarin geografische gegevens zijn opgeslagen. In principe zijn er drie typen geografisch gebonden gegevens te onderscheiden, namelijk gegevens gekoppeld aan:

- punten;
- in lengte bekende lijnelementen;
- in grootte bekende oppervlakken.

Een samenhangende verzameling van geografische gegevens wordt in Arc/Info een "coverage" genoemd (bijvoorbeeld met informatie over bodem en gewas in PAWN-district 29). In het vervolg wordt zo'n geografisch bestand afgekort tot "cover". De paspunten die iedere cover moet bezitten (minimaal 4) worden "tics" genoemd. Een cover wordt opgebouwd uit de diverse soorten geografische elementen:

- Vlakinformatie wordt in Arc/Info vastgelegd in veelhoeken die polygonen worden genoemd. Voor ieder polygoon kan informatie worden vastgelegd (bv. het gewastype). Deze informatie wordt in verschillende items van de zogenaamde "polygon attribute table" (PAT) vastgelegd.
- Informatie over punten kan worden vastgelegd in items van een "point attribute table" (PAT), in feite een "polygon attribute table" waarbij de polygonen een oppervlak = 0 bezitten.
- Lijninformatie is vastgelegd in lijnelementen die "arcs" genoemd worden. Voor iedere arc kan informatie worden vastgelegd in items van de zogenaamde "arc attribute table" (AAT).

Het vaststellen van de onderlinge ruimtelijke relaties tussen de diverse geografische elementen van een cover wordt het "opbouwen van topologie" genoemd. Hierdoor wordt bv. voor elke arc bekend welke polygonen zich aan beide zijden bevinden, en voor elke polygoon door welke arcs deze wordt begrensd.

Arc/Info kan op basis van een cover met punten waaraan een bepaalde z-waarde is toegekend (bv. de grondwaterstand of de maaiveldsligging) een drie-dimensionaal bestand opbouwen. Een dergelijk bestand wordt een "tin" genoemd. Met behulp van een tin wordt behalve 3D-presentatie ook 3D-analyse mogelijk (bv. het vaststellen van de gemiddelde maaiveldsligging van een polygoon).

Een GIS bestaat uit computerprogramma's die in het algemeen onder te verdelen zijn naar vijf functies (Burrough, 1986):

- invoer en verificatie van gegevens;
- opslag en onderhoud van gegevens;
- bewerking van gegevens;
- presentatie van gegevens;
- gebruikersinterface.

Deze vijf functies zijn ook binnen Arc/Info herkenbaar: Het Arc/Info-pakket is opgebouwd uit verschillende modules, waarvan de belangrijkste zijn:

- ARC voor het uitvoeren van algemene handelingen t.a.v. opbouw, onderhoud, en combinatie van covers;
- INFO voor het opslaan en in tabelvorm presenteren van alle gegevens over de geografische elementen (de eigenlijke database);
- ARCEDIT voor het aanbrengen van veranderingen in covers;
- ARCPLOT voor de grafische presentatie van covers;
- TIN voor het maken van drie-dimensionale afbeeldingen en berekeningen;
- AML (Arc Macro Language, de programmeertaal) voor het uitvoeren van commando-files in Arc/Info en het creëren van een gebruikersinterface.

Om reproductie van de in deze studie uitgevoerde activiteiten voor toekomstige Arc/Info-gebruikers mogelijk te maken zijn op commando-niveau geschreven programma's als bijlagen opgenomen. Voor een volledig begrip van de commando's is bekendheid met de volgende handleidingen van Arc/Info vereist: Arc/Info Users Guide Volume 1 en Volume 2; INFO Users Guide; ARCEDIT Users Guide; ARCPLOT Users Guide, en AML Users Guide.

In bijlage 1 wordt ingegaan op het gebruik van upper- en lowercase bij Arc/Info onder het bij RIZA op Sun-werkstations aanwezige besturingssysteem Unix.

3. DE HYDROLOGISCHE MODELLEN DEMGEN EN NAGROM

In de volgende paragrafen worden de modellen DEMGEN en NAGROM beschreven. Hierbij wordt o.m. aangegeven hoe de onderrandvoorwaarde van DEMGEN (de kwel of wegzijging) wordt berekend met NAGROM.

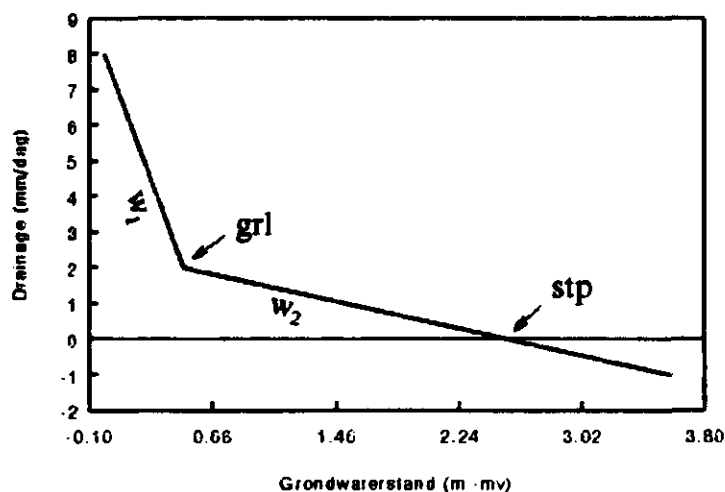
3.1. DEMGEN

Met DEMGEN kan het watertransport in de onverzadigde zone worden nagebootst. Dit transport wordt in DEMGEN opgelost door een ééndimensionale en verticale beschouwing van de bodem. Van de bodem moeten voor de berekening bodemfysische eigenschappen bekend zijn. Dit betreft met name de waterretentiekarakteristiek (of pF-curve) en de relatie tussen doorlatendheid en vochtgehalte ($K(\theta)$ -relatie).

De randvoorwaarden bestaan aan de bovenkant uit de neerslag en de referentieverdamping. De inkomende neerslag wordt gereduceerd door de infiltratiecapaciteit van de bodem, de uitgaande verdamping door de vochttoestand van de bodem en de gewasbedekking. De potentiële verdamping van ieder gewas (incl. kale grond en open water) wordt uit de met de Penman-formule bepaalde referentieverdamping berekend door vermenigvuldiging met een gewasfactor. De actuele gewasverdamping is een functie van de potentiële gewasverdamping en de hoeveelheid voor de wortels beschikbaar water, alsmede van de toestand van het gewas, welke wordt berekend met een gewasschadefunctie.

Aan de onderkant wordt de randvoorwaarde bepaald door de kwel/wegzijgingsflux.

De stroming van het grondwater naar het oppervlaktewater wordt berekend met een basis-drainagefunctie (figuur 1), waarin de stroming een functie is van de grondwaterstand.



Figuur 1: Geschematiseerde relatie tussen grondwaterstand en ontwatering

De functie kan worden vastgelegd met de volgende vier parameters (zie ook Werkgroep Waterbeheer Noord Brabant, 1991):

- de ontwateringsbasis van het beheersbare secundaire stelsel (stp);
- de ontwateringsbasis van het niet-beheersbare stelsel (gr1);
- de drainageweerstand van het beheersbare stelsel (w_1);
- de drainageweerstand van het niet-beheersbare stelsel (w_2).

Om met DEMGEN te kunnen rekenen dient als onderrandvoorwaarde de kwel of wegzijging bekend te zijn. In eerdere studies (Vergroessen, 1989 en Van der Voet, 1991a en 1991b) is voorgesteld deze te berekenen met het Nationale GRondwaterModel NAGROM (De Lange, 1991). In de volgende paragraaf wordt op dit model ingegaan.

3.2. NAGROM

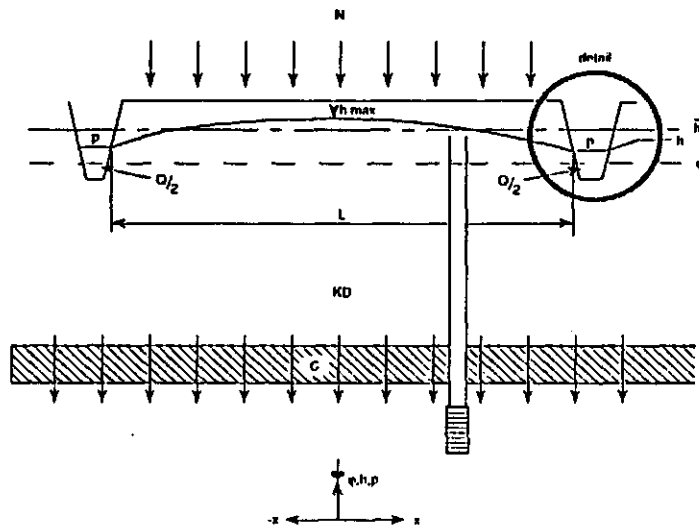
Het model NAGROM is gebaseerd op het analytische-elementenmodel MLAEM (Strack, 1988). NAGROM simuleert stationair de waterstromingen in het verzadigd grondwatersysteem. MLAEM is zo opgezet dat NAGROM gemakkelijk - bijvoorbeeld voor studies in een bepaald gebied van Nederland - kan worden gedetailleerd.

De ondergrond wordt t.b.v. de modellering verdeeld in watervoerende en scheidende lagen. In de watervoerende lagen wordt verondersteld dat het water alleen horizontaal stroomt, terwijl in de scheidende, weerstandbiedende lagen wordt verondersteld dat het water alleen verticaal stroomt. De randvoorwaarde aan de bovenkant wordt gevormd door de capillaire opstijging van of percolatie naar het freatisch grondwater en door de stroming naar het open-watersysteem.

De randvoorwaarde aan de onderkant bestaat meestal uit een flux die op nul gesteld wordt, aangezien de hydrologische basis doorgaans als modelrand wordt genomen. Aan de zijkanten van het modelgebied kan als randvoorwaarde zowel een horizontale flux als een stijghoogte worden genomen.

Bij NAGROM wordt aangenomen dat kwel en wegzijging als de tragere componenten van het neerslag-afvoerproces stationair benaderd mogen worden. De juistheid van deze aanname kan in de toekomst onderzocht worden door vergelijking van de uitkomsten met de resultaten van de niet-stationaire modellering met het model SIMGRO door het Staring Centrum.

NAGROM heeft een aantal (globale) invoergegevens nodig om de bovenrandflux (kwel/wegzijging) te berekenen. NAGROM hanteert hierbij de schematisatie van figuur 2.



Figuur 2. NAGROM-schematisatie van de bovenrand (bron: De Lange, 1991)
Hierin is:

- | | | |
|-------------|--|----------------------|
| s: | de wegzijgings- of kwelfflux door de slechtdoorlatende laag | [m/d]; |
| φ : | de stijghoogte in het diepere, (confined) watervoerende pakket | [m - mv]; |
| p: | het oppervlaktewaterpeil | [m]; |
| c: | de verticale weerstand van de slechtdoorlatende laag | [d]; |
| L: | de slootafstand | [m]; |
| D: | de dikte van het watervoerende pakket | [m]; |
| kD: | het doorlaatvermogen | [m ² /d]; |
| h: | de gemiddelde stijghoogte tussen $x = -L/2$ en $x = L/2$ | [m]; |
| N: | het netto neerslagoverschot | [m/d]; |
| Q: | de afvoer in de x-richting | [m/d]. |

Voor de flux door de slechtdoorlatende laag komt, komt De Lange (1991) tot de volgende vergelijking:

$$s = (p^* - \varphi) / c^* \quad (1)$$

$$\text{met: } p^* = p + N \cdot w \quad (2)$$

$$c^* = c + w \quad (3)$$

$$\text{en: } w = L^2 / 12kD + 1/2rL \quad (4)$$

Hierin is:

w:	de drainageweerstand	[d];
p*:	het fictieve oppervlaktewaterpeil	[m -mv];
c*:	de voedingsweerstand	[d];
r:	de locale radiale weerstand	[d].

In sommige gevallen dient deze formule te worden uitgebreid door aan p* en c* een intreeweerstand en/of transportweerstand toe te voegen. De vorm van de formule blijft daarbij ongewijzigd hetzelfde (De Lange, 1991).

In infiltratiegebieden is de afstand tussen de ontwateringsmiddelen (L) groot en is w dominant over c; hierdoor nadert c* tot w, waardoor:

$$s \approx N.w/(c+w) \approx N \quad (5a).$$

De wegzijsing (s) wordt dan gelijk gesteld aan het neerslagoverschot (N).

In poldergebieden is L klein en is c dominant over w; c* nadert dan tot c, waardoor:

$$s \approx (p-\varphi)/c \quad (5b).$$

Het model NAGROM berekent aan de hand van vergelijking (1) bij een zeker neerslagoverschot per NAGROM-element de kwelflux (wegzingsflux) naar het feitsch pakket.

3.3. Koppeling van DEMGEN aan NAGROM

Als resultaat van de NAGROM-berekeningen in de verzadigde zone is (voor een voorjaarssituatie) per NAGROM-element een uitkomst berekend voor de kwel of wegzijging.

Voor de berekeningen in de onverzadigde zone is echter een ruimtelijk meer gedetailleerde onderrandvoorwaarde wenselijk. Omdat met het model DEMGEN berekeningen worden uitgevoerd per grondwaterklasse ligt het voor de hand de kwel/wegzijging hierover uit te splitsen. Grondwaterklassen zijn groeperingen van de klassieke grondwatertrappen. De precieze klasse-indeling zal in § 4.2 worden besproken. Hier wordt volstaan met de mededeling dat 5 klassen zijn onderscheiden, lopend van klasse A (nat) t/m E (droog).

De per NAGROM-element berekende onderrandflux voor DEMGEN wordt dus verdeeld over verschillende grondwaterklassen binnen een NAGROM-element op grond van een verdeelsleutel (mond. med. De Lange, 1991). Doel van deze verdeelsleutel is om uitgaande van de gemiddelde onderrandflux over het gehele NAGROM-element de kwel zoveel mogelijk te concentreren in de laagste gebieden (grondwaterklasse A) en de wegzijging zoveel mogelijk te concentreren in de hoogste gebieden (grondwaterklasse E). De verdeelsleutel gaat uit van een kloppende waterbalans.

Om de waarde van de onderrandflux te differentiëren naar iedere grondwaterklasse wordt deze onderrandflux uitgeplitst in een vaste term k en een variabele term v vermenigvuldigd met een sluitfactor r :

$$s_i = k_i + r \cdot v_i \quad (6)$$

waarin:

s_i	= onderrandflux voor grondwaterklasse i	[mm/d]
k_i	= vaste term voor grondwaterklasse i	[mm/d]
v_i	= variabele term voor grondwaterklasse i	[1]
r	= sluitfactor	[mm/d]

De vaste termen k_i zijn geschatte waarden voor de onderrandflux in iedere grondwaterklasse i . De variabele termen v_i zorgen, vermenigvuldigd met de sluitfactor r , voor een kloppende waterbalans van het hele NAGROM-element. Deze waterbalans luidt als volgt:

$$s_T \cdot A_T = \sum A_i \cdot (k_i + r \cdot v_i) \quad (i = A, B, \dots, E) \quad (7)$$

waarin:

s_T	= gemiddelde onderrandflux voor het gehele NAGROM-element	[mm/d]
A_T	= totale oppervlakte v.h. NAGROM-element	[ha]
A_i	= oppervlakte van grondwaterklasse i binnen het NAGROM-element	[ha]

De sluitfactor r kan worden afgeleid uit de waterbalansvergelijking:

$$r \sum A_i \cdot v_i = s_T \cdot A_T - \sum A_i \cdot k_i \quad (i = A, B, \dots, E) \quad (8)$$

waaruit volgt:

$$r = \frac{s_T \cdot A_T - \sum k_i \cdot A_i}{\sum v_i \cdot A_i} \quad (i = A, B, \dots, E) \quad (9)$$

Fysisch kan de vaste term k_i worden beschouwd als een te verwachten waarde voor de onderrandflux in grondwaterklasse i . De variabele term v_i is een verhoudingsgetal en bepaalt samen met de oppervlakte A_i de mate waarin het verschil op de waterbalans voor het gehele NAGROM-element wordt toegekend aan grondwaterklasse i .

4. DE HYDROLOGISCHE GEBIEDSSCHEMATISERING

In hoofdstuk 3 zijn de hydrologische modellen behandeld. In dit hoofdstuk worden de invoergegevens voor DEMGEN besproken. Aan de orde komen achtereenvolgens PAWN-districten (afwateringseenheden), NAGROM-elementen (geohydrologische eenheden), bodemfysische eenheden en grondgebruikseenheden. Na combinatie van bovengenoemde eenheden ontstaan voor DEMGEN een groot aantal unieke simulatie-eenheden. Aan het eind van dit hoofdstuk wordt besproken hoe dit aantal is te reduceren door aggregatie op basis van oppervlak.

4.1. PAWN-districten

Als ruimtelijke eenheid van de afwatering wordt uitgegaan van de districten van de PAWN-schematisatie (Abrahamse et al., 1982).

Voor de modellering van de bovenrandvoorwaarde van DEMGEN zijn meteorologische gegevens nodig (verdamping en neerslag). Meteorologische gegevens zijn in Nederland per klimaatdistrict beschikbaar. Aan elk PAWN-district is één klimaatdistrict gekoppeld.

De PAWN-districten zijn bij het RIZA als Arc/Info-bestand aanwezig. Voor deze studie is hiervan een cover D29 afgeleid met alleen de grenzen van district 29 (technische uitwerking in bijlage 2).

4.2. Grondwaterklassen

De grondwatertrappenkaart wordt gebruikt om voor district 29 een aantal ruimtelijke eenheden af te leiden die de ontwateringstoestand en de kwelflux kenmerken.

Een speciaal punt van aandacht betreft de gekozen schaal van de grondwatertrappenkaart. Oorspronkelijk was het plan om van een 1:250.000 kaart uit te gaan. In Van der Voet (1991b) wordt echter gesteld dat het optreden van N- of P-uitspoeling wordt veroorzaakt door verschillende processen die zeer gevoelig zijn voor de positie van de grondwaterstand: P-uitspoeling wordt vooral bepaald door de GHG, terwijl N-uitspoeling juist van de GLG afhangt. Bij de bodemchemische modellering in het kader van de bemestingsproblematiek is het daarom gewenst de binnen het Bodemkundig Informatiesysteem (BIS) beschikbare bodemkundige en hydrologische gegevens op kaartschaal 1:50.000 te behouden, en niet bij voorbaat al over te gaan tot een vaste generalisatie 1:250.000. Daarom is afgestapt van het oorspronkelijke plan (Van der Voet, 1991a) om alle benodigde gegevens bij voorbaat op een schaal 1:250.000 te verzamelen en te combineren.

In deze studie wordt uitgegaan van grondwaterklassen, afgeleid van een 1:50.000 kaart. De indeling in klassen komt overeen met de door Van der Voet (1991b) voorgestelde groepering van grondwatertrappen:

grondwaterklasse A: Gt I, II, II*, III;
 grondwaterklasse B: Gt III*, IV;
 grondwaterklasse C: Gt V;
 grondwaterklasse D: Gt V*, VI;
 grondwaterklasse E: Gt VII, VII*.

Figuur 3 toont het verband tussen de oorspronkelijke indeling van de grondwatertrappen en de vereenvoudigde indeling in grondwaterklassen. Bijlage 3 bevat definities van de begrippen Gt, GHG en GLG.

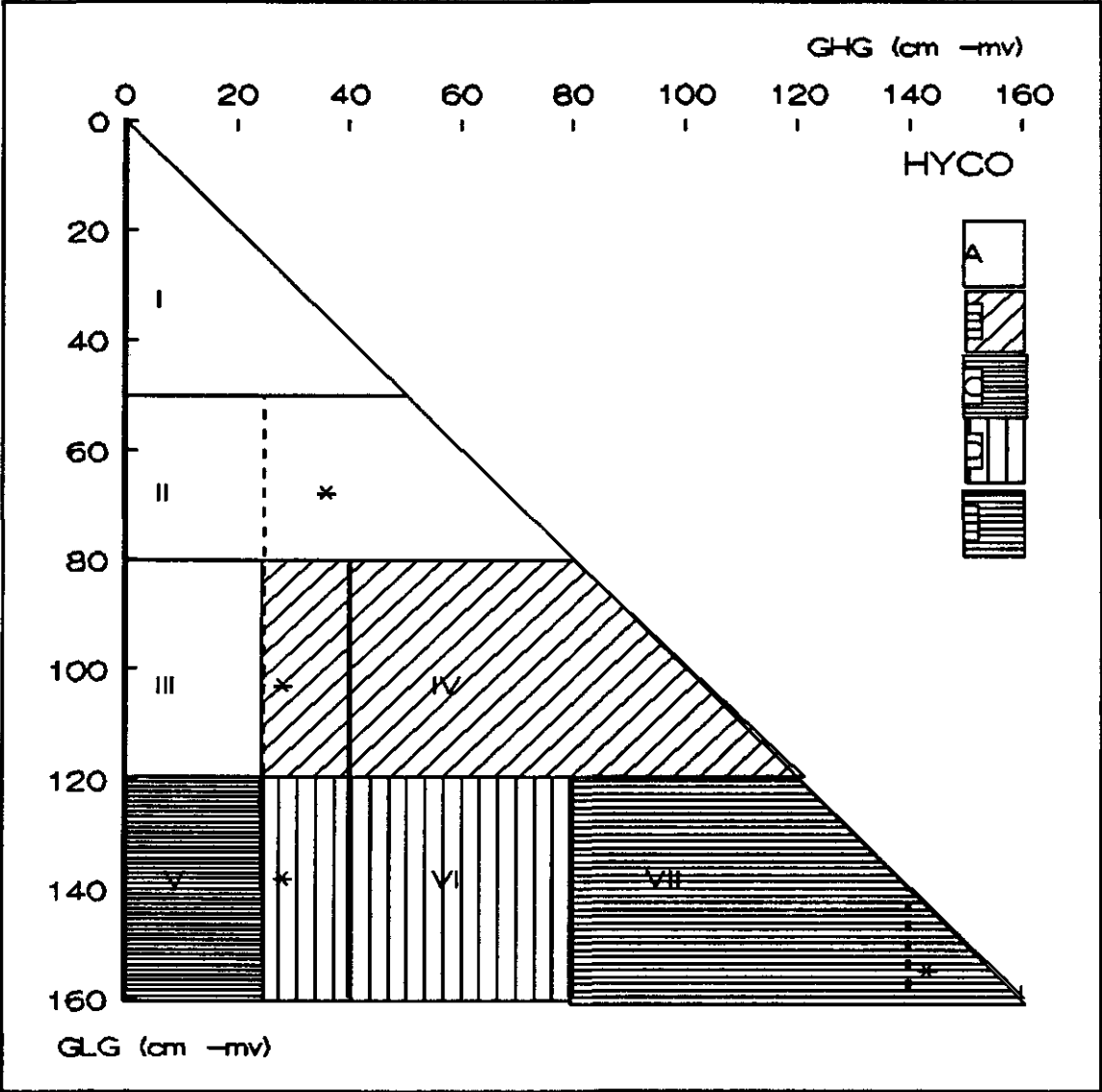
Voor deze studie is het bestand met grondwaterklassen voor district 29 vastgelegd in de Arc/Info cover "HYCO" (technische uitwerking in bijlage 4). Kaartbijlage 1 toont voor het gebied van district 29 de verspreiding van de grondwaterklassen. Naast de zwart/wit kaartbijlage 1 op A3-formaat is ook een kleurenkaart op A0 formaat vervaardigd (technische uitwerking in bijlage 5).

Per grondwaterklasse dienen de vier parameters van de geknikte drainagefunctie van figuur 1 aanwezig te zijn.

Op grond van de door Peerboom (1990) voor de bodemtypen Hn21 en Hn23 op grasland in Gelderland per Gt gehanteerde waarden zijn voor deze parameters per grondwaterklasse de startwaarden van tabel 1 aangenomen.

Tabel 1. Startwaarden per grondwaterklasse voor de geknikte afvoerrelatie in DEMGEN

Parameters	grondwaterklasse				
	A	B	C	D	E
grl (cm -mv)	--	60	60	60	--
w ₁ (d)	100	300	600	1000	5000
stp (cm -mv)	65	120	130	140	180
w ₂ (d)	--	100	500	400	--



Figuur 3. Oorspronkelijke en vereenvoudigde indeling van de grondwatertrappen op basis van GHG en GLG

4.3. NAGROM-elementen

Zoals in de inleiding is uitgelegd, wordt met NAGROM per rekeneenheid (NAGROM-element) een flux naar het freatisch pakket berekend die - na toedeling aan verschillende grondwaterklassen - de onderrandvoorwaarde voor DEMGEN vormt. De t.b.v. de NAGROM-modellering ruimtelijke schematisering van district 29 is in een tweetal stappen uitgevoerd. Eerst is district 29 in een aantal elementen verdeeld op basis van verschillen in kD- en C-waarden. De geohydrologische indeling van de ondergrond in watervoerende en waterscheidende lagen met bijbehorende kD- en C-waarden is gebaseerd op grondwaterkaarten van IGG/TNO en de provinciale grondwaterplannen.

NAGROM heeft als bovenrandvoorwaarde invoergegevens over de drainage-weerstand en het oppervlaktewaterpeil nodig (zie paragraaf 3.2). Daarom is als tweede stap de geohydrologische indeling verder gedetailleerd op basis van verschillen in ontwateringstoestand. De ontwateringstoestand is ruimtelijk gerelateerd aan de in paragraaf 4.1. behandelde grondwaterklassen.

De schematisering in twee stappen heeft voor district 29 geleid tot een indeling in 36 NAGROM-elementen. In kaartbijlage 1 is deze indeling aangegeven. In de praktijk blijkt dat een NAGROM-element meestal voor meer dan 90% door twee, soms drie grondwaterklassen wordt gedekt.

De indeling is vastgelegd in de Arc/Info-cover NAG. De cover loopt deels door tot buiten district 29. Daarom is een nieuwe cover NAGCL aangemaakt die alleen de NAGROM-elementen bevat voor zover zij binnen district 29 liggen (technische uitwerking in bijlage 6).

De gevolgde procedures om per NAGROM-element gegevens over de ontwateringstoestand (nodig voor de berekening van de flux naar het freatische pakket; zie § 3.2) af te leiden op basis van de aanwezige grondwaterklassen, komen aan de orde in paragraaf 4.4.

Als resultaat van de NAGROM-berekeningen in de verzadigde zone wordt per NAGROM-element een oplossing gevonden voor de kwel/wegzijging. Voor de berekeningen in de onverzadigde zone is echter een meer gedetailleerde onderrandvoorwaarde nodig. Omdat met het model DEMGEN berekeningen worden uitgevoerd per grondwaterklasse wordt deze flux ruimtelijk verdeeld over de vijf grondwaterklassen. De hierbij gevolgde procedure is in paragraaf 3.3. behandeld.

4.4. Afleiding van aan grondwaterklassen gerelateerde gegevens voor NAGROM

Per NAGROM-element zijn gegevens bepaald die gerelateerd konden worden aan de grondwaterklassen. Dit betreft de drainageweerstand en het oppervlaktewaterpeil. De hierbij gevolgde procedures worden in deze paragraaf behandeld.

De drainageweerstand

Per NAGROM-element is m.b.v. Arc/Info een gebiedsgewogen gemiddelde drainageweerstand berekend. Hierbij is er van uitgegaan dat aan de drainagewestanden per grondwaterklasse vaste waarden kunnen worden toegekend (zie ook Werkgroep Waterbeheer Noord-Brabant, 1991). Voor grondwaterklasse A, B, C, D, en E zijn deze waarden voor district 29 geschat op resp. 100, 300, 600, 1000 en 5000 d (technische uitwerking in bijlage 7).

Met Arc/Info is een "overlay" van de cover met de NAGROM-elementen en de cover met grondwaterklassen gemaakt. Uit de zo gecreëerde nieuwe cover kan per NAGROM-element worden afgeleid welke oppervlakte iedere grondwaterklasse inneemt. Op basis van deze oppervlakken is per NAGROM-element vervolgens een drainageweerstand bepaald. Aangezien stroming de weg van de minste weerstand volgt, is deze weerstand als harmonische gemiddelde berekend. Analooq aan een parallelle schakeling in de elektriciteitsleer wordt het harmonisch gemiddelde berekend als (technische uitwerking in bijlage 7.1):

$$w = A / [(A_a/w_a) + (A_b/w_b) + (A_c/w_c) + (A_d/w_d) + (A_e/w_e)] \quad (10)$$

met:

- w: harmonische gemiddelde drainageweerstand van het NAGROM-element;
- A: totale oppervlakte van het NAGROM-element;
- $w_a, \dots, e$: de drainageweerstand van grondwaterklasse a, ..., e;
- $A_a, \dots, e$: oppervlakte van grondwaterklasse a, ..., e binnen het beschouwde NAGROM-element

Het oppervlaktewaterpeil

Het oppervlaktewaterpeil (p) is per NAGROM-element gelijk gesteld aan de gebiedsgewogen gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Deze is m.b.v. Arc/Info in cm -mv berekend (technische uitwerking in bijlage 4.3) als:

$$GVG = [GVG_a \cdot A_a + GVG_b \cdot A_b + GVG_c \cdot A_c + GVG_d \cdot A_d + GVG_e \cdot A_e] / A \quad (7)$$

met:

GVG: de gebiedsgewogen gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand;

$GVG_a, \dots, e$: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand van grondwaterklasse A, ..., E;

$A, A_a, \dots, e$: zie vergelijking 6.

De GVG's per grondwaterklasse zijn als volgt afgeleid. Uit de per Gt bekende GHG en GLG zijn per grondwaterklasse de gemiddelde GHG en GLG berekend. Bij de afronding van de gemiddelde GHG en GLG is in overweging genomen dat Gt III meer voorkomt dan Gt I en II, en dat Gt III* meer voorkomt dan IV. Vervolgens is per grondwaterklasse de GVG berekend met de formule (Van der Sluys, 1990):

$$GVG = 5.4 + 0.83 \cdot GHG + 0.19 \cdot GLG \quad (12)$$

Dit heeft tot de resultaten van tabel 2 geleid.

Tabel 2. Per grondwaterklasse afgeleide GHG, GLG, en GVG (in cm -mv)

Grondwaterklasse	Gt	GHG	GLG	GVG
A	I, II, II*, III	25	70	40
B	III*, IV	40	100	60
C	V	17	135	45
D	V*, VI	50	150	75
E	VII, VII*	110	200	135

Met hoogtecijferkaarten is de gemiddelde absolute maaiveldshoogte per NAGROM-element "op het oog" geschat. Hierna is de voorjaarsgrondwaterstand t.b.v. NAGROM omgerekend naar NAP. Naar verwachting komen over ca. 5 jaar digitale hoogtecijferkaarten op regionale schaal beschikbaar. Het op het oog schatten van maaiveldshoogte per NAGROM-element kan dan worden vervangen door een bepaling m.b.v. de TIN-module van Arc/Info (technische uitwerking bijvoorbeeld in: Van der Voet, 1990).

4.5. Bodemfysische eenheden

Als ruimtelijke drager van bodemfysische kenmerken is gebruik gemaakt van

de in eerdere studies voorgestelde bodemfysische kaart 1:250.000 (Wösten et al., 1988). Deze is afgeleid van de bodemkaart 1:250.000, waarbij de onderscheiden bodemkundige eenheden zijn gegeneraliseerd tot 23 bodemfysische eenheden waarvan de opbouw in bodemcompartimenten en de k(h)-relatie en vocht karakteristiek per compartiment bekend zijn (zie ook Van der Voet, 1991a).

Voor deze studie is het deel van deze kaart dat binnen district 29 ligt vastgelegd in de Arc/Info cover "FYCO" (technische uitwerking in bijlage 9). Kaartbijlage 2 toont voor district 29 de verspreiding van de bodemfysische eenheden.

4.6. Grondgebruikseenheden

De met DEMGEN te berekenen verdamping is afhankelijk van het gewastype. Deze kan worden afgeleid uit de Landelijke Grondgebruiksdatabank (LGN) (zie Van der Voet, 1991a). Het LGN-bestand geeft in 17 klassen per cel van 25 m bij 25 m het grondgebruik. Bijlage 10 toont de onderscheiden klassen met bijbehorende codes. In deze studie is uitgegaan van een gegeneraliseerd bestand van cellen van 250 m bij 250 m, omdat gebruik van het originele 25 m bij 25 m bestand technische en logistieke problemen veroorzaakte. Het generaliseren is gebeurd door per 100 cellen van 25 m bij 25 m het meest voorkomende grondgebruik te nemen.

Door deze opschaling verschuift het grondgebruik van de klassen met geringere oppervlakken naar de klassen die grote oppervlakken beslaan (Van der Voet, 1991b). In hoeverre dit acceptabel is, hangt af van het uiteindelijke doel van de schematisatie (c.q. verdroging of vermessing op regionale, of landelijke schaal). In een vervolgonderzoek (Vermulst, 1991) zal het effect van de generalisatie worden onderzocht.

Van het 250 m bij 250 m bestand is voor het gebied van district 29 de Arc/Info cover "LGN" gemaakt (technische uitwerking in bijlage 11). Kaartbijlage 3 toont voor district 29 de verspreiding van grondgebruikseenheden.

4.7. Simulatie-eenheden

Een simulatie-eenheid in DEMGEN is een unieke combinatie van (geo)hydrologische en bodemfysische grondgebruik kenmerken. De samenstellende lagen van deze verzameling zijn in de vorige paragrafen aan de orde geweest. Met Arc/Info zijn de lagen via een overlay-techniek gecombineerd (technische uitwerking in bijlage 12). Kaartbijlage 4 toont het ruimtelijke patroon van simulatie-eenheden. Onderstaand overzicht geeft het aantal unieke eenheden

dat ontstaat wanneer lagen worden samengevoegd; combinatie van alle lagen resulteert in 1011 simulatie-eenheden voor district 29. Wellicht ten overvloede wordt hier nog opgemerkt dat een eenheid uit meerdere kaartvlakken (met elk echter eenzelfde NAGROM-element, afvoerrelatie, bodemfysica en verdamping) kan bestaan.

Laag	Eigenschap	Aantal	Aantal in combinatie met vorige
PAWN-districten	afwatering	1	1
NAGROM-elementen	kwel/wegzijging	33	33
Grondwaterklassen	afvoerrelatie	5	128
Bodemfys. eenheid	bodemfysica	15	454
Grondgebruik	verdamping	9	1011

De aantallen zijn exclusief oppervlakken waarvoor eigenschappen onbekend zijn of bestaan uit verhard oppervlak of water. Bijlage 13 bevat de voorkomende totaal oppervlakken naar grondgebruik.

Een aanzienlijk aantal combinaties komt voor in een gering oppervlak. In technische zin is dit voor Arc/Info geen probleem. De cover die de dwarsdoorsnede bevat van alle deelbestanden bleek nog goed hanteerbaar te zijn onder de bij het RIZA aanwezige configuratie met Arc/Info onder Unix op een Sunsparc-werkstation.

Het blijkt dus technisch mogelijk te zijn voor het deelbestand met Gt-informatie de gedetailleerdere schaal 1:50.000 te behouden. Wel ontstaan hierdoor een groot aantal simulatie-eenheden.

4.8. Aggregatie van simulatie-eenheden

Het grote aantal simulatie-eenheden moge voor Arc\Info technisch geen problemen opleveren, voor toepassing van DEMGEN is het grote aantal - wegens de lange rekentijden - wel bezwaarlijk. Het is daarom wenselijk het aantal simulatie-eenheden via een aggregatie-techniek te verminderen. Oppervlakken kleiner dan een bepaalde grenswaarde kunnen met Arc/Info worden verwijderd; deze vlakken worden automatisch toegekend aan het aangrenzende vlak met de grootste gemeenschappelijke grens (technische uitwerking in bijlage 14). Er is voor een aantal grenswaarden bekeken hoeveel simulatie-eenheden er resteren. Dit levert de volgende resultaten:

Eliminatie van alle vlakken kleiner dan 10 ha:

Laag	Eigenschap	Aantal s. eenheid	Aantal in combinatie met vorige
PAWN-districten	afwatering	1	1
NAGROM-elementen	kwel/wegzijging	33	33
Grondwaterklassen	afvoerrelatie	5	101
Bodemfys. eenheid	bodemfysica	15	264
Grondgebruik	verdamping	8	384

Eliminatie van alle vlakken kleiner dan 25 ha:

Laag	Eigenschap	Aantal s. eenheid	Aantal in combinatie met vorige
PAWN-districten	afwatering	1	1
NAGROM-elementen	kwel/wegzijging	33	33
Grondwaterklassen	afvoerrelatie	5	67
Bodemfys. eenheid	bodemfysica	15	143
Grondgebruik	verdamping	6	203

Eliminatie van alle vlakken kleiner dan 50 ha:

Laag	Eigenschap	Aantal s. eenheid	Aantal in combinatie met vorige
PAWN-districten	afwatering	1	1
NAGROM-elementen	kwel/wegzijging	33	33
Grondwaterklassen	afvoerrelatie	5	41
Bodemfys. eenheid	bodemfysica	13	93
Grondgebruik	verdamping	6	130

In kaartbijlage 5 wordt de verspreiding van de laatste eliminatie (resulte-
rend in simulatie-eenheden groter dan 50 ha) met bijbehorende codes weerge-
geven.

In bijlage 15 is per grondgebruik de totale oppervlakte in district 29
opgenomen, na eliminatie van alle eenheden kleiner dan 10 ha. Evenzo zijn
de grondgebruiksoppervlakten na eliminatie met een grenswaarde van 50 ha
opgenomen in bijlage 15.

Door het toekennen van kleinere kaartvlakken aan kaartvlakken met de
grootste gemeenschappelijke grens verschuift de verdeling in het voordeel

van de met grote oppervlakken voorkomende eenheden.

Dit geeft ook het gewenste effect: reducering van het aantal simulatie-eenheden. Bij deze aggregatietechniek bestaat wel het gevaar dat ook een simulatie-eenheid met een aanzienlijk totaal oppervlak wordt weggeschematiseerd, namelijk wanneer deze eenheid over een groot aantal kleine kaartvlakken voorkomt.

Het is duidelijk dat deze vorm van samenvoeging mede is ingegeven door pragmatische overwegingen (technisch eenvoudig uitvoerbaar). Idealiter worden allereerst die combinaties vastgehouden die voor het doel van de berekeningen het meeste belang hebben, en vindt samenvoeging plaats bij eigenschappen die voor de vraagstelling overeenkomstige modelresultaten tot gevolg hebben.

In technische zin moet het overigens mogelijk zijn om een van de doelstelling afhankelijke procedure te ontwikkelen die op meer verfijnde wijze het aantal simulatie-eenheden reduceert. Dit betekent dat vlakken niet worden weggeschematiseerd op basis van oppervlak, maar dat bijvoorbeeld bij bemestingsstudies alle vlakken groter dan 1 ha met simulatie-eenheden die bestaan uit gronden met weinig fosfaatbindend vermogen en een grondgebruik maïs worden vastgehouden.

In de op dit onderzoek aansluitende studie (Vermulst, 1991) zullen de mogelijkheden van een dergelijke meer probleemgerichte aanpak worden onderzocht voor enkele doelstellingen (verdroging, resp. vermesting). In afwachting van het onderzoek van Vermulst wordt in het volgende hoofdstuk uitgegaan van het bestand met simulatie-eenheden met vlakken groter dan 50 ha. Dit bestaat uit een hanteerbaar aantal van 217 vlakken met 130 verschillende simulatie-eenheden. Voor bepaalde toepassingen is deze aggregatie-methode waarschijnlijk niet toelaatbaar; voor het beoordelen van de gevolgde methode ter bepaling van kwel/wegzijging en afvoerrelaties lijkt een dergelijke aggregatie echter voldoende nauwkeurig.

5. TOETSING VAN DE GEBIEDSSCHEMATISATIE

In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat (130) simulatie-eenheden voor het model DEMGEN zijn gedefinieerd door combinatie van covers met informatie over afwatering, geohydrologie, ontwatering, bodemfysica en verdamping.

In dit hoofdstuk wordt de schematisatie getoetst aan de hand van de met de simulatie-eenheden uitgevoerde hydrologische berekeningen. Per grondwaterklasse zijn waarden voor de interactie tussen oppervlaktewater en grondwater afgeleid (zie tabel 1). Tevens wordt de per NAGROM-element berekende kwel- of wegzijgingsflux verdeeld over de aanwezige grondwaterklassen op basis van schattingen van de fluxen per grondwaterklassen (zie paragraaf 3.3.).

De afvoerrelatie en de verdeelsleutel voor de fluxen zijn geverifieerd door vergelijking van de bij een simulatie-eenheid behorende grondwaterklasse met een op basis van de simulaties zo goed mogelijke herleide Gt-klasse. Tevens vindt vergelijking plaats met uit gemeten grondwaterstandsgegevens van IGG-TNO afgeleide grondwatertrappen.

5.1. Werkwijze

Eerst is met NAGROM voor de (33) NAGROM-elementen van district 29 de kwel/wegzijgingsflux bepaald. Deze fluxen zijn vervolgens uitgesplitst naar grondwaterklasse (zie bijlage 8). Vervolgens is per simulatie-eenheid met het agrohydrologische model DEMGEN gedurende de periode 1976 tot en met 1985 gesimuleerd. Dit resulteert per simulatie-eenheid in een reeks van 10 jaar met per decade de gesimuleerde grondwaterstand. Voor deze reeksen is zo realistisch mogelijk de bijbehorende grondwatertrap bepaald. Hiertoe is het Fortran-programma GTBEP (bijlage 16) ontwikkeld.

Het programma berekent met een met DEMGEN aangemaakte grondwaterstandsfile (D29.SRS) de grondwatertrap. De LG3 en HG3 worden bepaald als de gemiddelden van de 3 extreme decadewaarden van alle grondwaterstanden in resp. de zomerperiode (1 april- 1 oktober) en de winterperiode (1 oktober- 1 april). Dit in afwijking van de officiële Gt-definitie waarbij alleen de dagwaarden op of omstreeks de 14e en 28e van elke maand worden beschouwd (zie bijlage 3), resulterend dus in 12 waarnemingen per half jaar. Omdat alleen per decade grondwaterstanden worden berekend zijn alle 18 decadewaarden van een halfjaar bekeken, zodat zoveel mogelijk de pieken konden worden meegenomen.

In de file GTBEP.DAT (voorbeeld in bijlage 16.1) worden per simulatie-eenheid per jaar de 6 extremen en de HG3 en LG3 uitgevoerd. Tevens worden voor elk jaar de GHG en GLG en Gt over de reeds bewerkte jaren naar deze file weggeschreven.

Door 'per simulatie-eenheid de door GTBEP bepaalde grondwatertrappen (bepaald over 9 jaren) te vergelijken met de grondwaterklasse van de bijbehorende simulatie-eenheid, ontstaat een mogelijkheid het model te verifiëren. In bijlage 17 zijn per simulatie-eenheid het totaal oppervlak van de eenheid en de gesimuleerde grondwatertrap weergegeven. De simulatie-eenheden worden hier aangeduid als "DEMCO's"; iedere DEMCO is opgebouwd uit 7 characters, die de samenstellende delen van de simulatie-eenheid bevatten: de eerste 2 characters geven het nummer van het NAGROM-element aan, het volgende character de grondwaterklasse, gevolgd door twee characters die de bodemfysische eenheid aangeven, waarna de laatste 2 characters de grondgebruikscodes van het LGN bevatten (voor een verklaring zie bijlage 10). Daar waar de gesimuleerde grondwatertrap niet behoort tot de oorspronkelijke grondwaterklasse is dit in bijlage 17 aangegeven met een 'x'.

Door het Staring Centrum zijn voor het Zandgebied in het kader van onderzoek naar fosfaatverzadigde gronden (mondelinge mededeling Schoumans, 1991) voor een groot aantal IGG-TNO peilbuizen de grondwaterstandsmetingen geanalyseerd. Op basis van de metingen zijn per locatie voor de periode 1980- 1990 voortschrijdende GHG, GLG, Gt's bepaald. Voor de peilbuizen waar een voldoende betrouwbare ononderbroken reeks waarnemingen bestaat is voor district 29 de grondwatertrap afgeleid. Deze grondwatertrappen zijn ook in bijlage 17 opgenomen bij de simulatie-eenheden waartoe ze op grond van hun locatie behoren. Voor deze simulatie-eenheden is (tussen haakjes vermeld na de grondwaterklasse) tevens de grondwatertrap volgens de binnen het BIS aanwezige informatie aangegeven.

5.2. Conclusies

Uit bijlage 17 zijn na vergelijking van de oorspronkelijke grondwaterklasse met de gesimuleerde grondwatertrap de volgende conclusies te trekken:

- Simulatie-eenheden met grondwaterklasse A, C of D komen redelijk vaak overeen met de gesimuleerde grondwatertrappen.
- Simulatie-eenheden met grondwaterklasse B worden te droog gesimuleerd, terwijl simulatie-eenheden met grondwaterklasse E juist te nat worden gesimuleerd.

Vergelijking met de door IGG-TNO gevonden Gt leert dat de in het BIS aanwezig grondwatertrap vaak niet overeenkomt met de door IGG-TNO gevonden Gt. De laatste wordt vaak droger aangegeven. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door het niet meer actueel zijn van de in het BIS aanwezige Gt-informatie. Verder speelt een rol dat een Gt-vlak op schaal 1:50.000 bedoeld is als een vlak dat voor ca. 70 % het juiste grondwaterstandsverloop weergeeft. Er zijn daarom altijd locaties (schaal 1 : 1) waarvoor een

andere grondwatertrap is af te leiden dan de overwegende grondwatertrap van de omgeving.

Overigens blijken de meeste peilbuizen helaas gesitueerd te zijn in de gebieden met de diepste grondwaterstanden, vallend in de grondwaterklasse E. Verdroging is in deze gebieden moeilijk uit de grondwatertrap af te leiden, aangezien er geen klasseverschuiving meer optreedt.

5.3. Ijking van het model

Op grond van gevonden verschillen zijn veranderingen aangebracht in de parameters die de kwel/wegzijgingsflux per NAGROM-element over de aanwezige grondwaterklassen verdelen. Ook de afvoerrelaties per grondwaterklasse hebben enige wijzigingen ondergaan. Een uitgebreide beschrijving van de gevolgde procedure om optimale waarden te herleiden is opgenomen in (Vermulst, 1991). Voor dit rapport wordt volstaan met weergave van de geoptimaliseerde waarden.

De geschatte fluxen (zie 4.3.2.) zijn als volgt aangepast:

$$\begin{aligned} k_a &= 2.5 \text{ mm/d} \\ k_b &= 1.0 \text{ mm/d} \\ k_c &= 0.1 \text{ mm/d} \\ k_d &= -0.35 \text{ mm/d} \\ k_e &= -1.40 \text{ mm/d} \end{aligned}$$

Ook de verhouding tussen de variabele termen van de vijf grondwaterklassen zijn aangepast:

$$dk_a : dk_b : dk_c : dk_d : dk_e = 0.7 : 0.1 : 0.01 : 0.04 : 0.7$$

In tabel 3. zijn de gewijzigde parameters van de afvoerrelatie opgenomen.

Tabel 3. Aangepaste waarden per grondwaterklasse voor de geknikte afvoerrelatie in DEMGEN

Parameters	grondwaterklasse				
	A	B	C	D	E
grl (cm -mv)	--	75	60	60	180
w ₁ (d)	100	300	600	1000	10000
stp (cm -mv)	55	100	130	140	500
w ₂ (d)	--	100	500	400	2000

Met de aangepaste drainageweerstanden (w_1) is per NAGROM-element een nieuwe harmonisch gemiddelde drainageweerstand berekend. Hierna zijn de NAGROM-berekeningen herhaald. Na uitsplitsing van de aldus berekende kwel/wegzijgingsfluxen per NAGROM-element over de diverse grondwaterklassen zijn per simulatie-eenheid nieuwe DEMGEN-berekeningen uitgevoerd.

In bijlage 18 zijn de daarna met GTBEP bepaalde grondwatertrappen opgenomen. Na vergelijking met de bijbehorende grondwaterklassen blijkt dat de doorgevoerde aanpassingen tot een vrijwel perfecte overeenstemming leiden.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Allereerst wordt de gekozen methodiek besproken. Daarna wordt uitgebreid ingegaan op de ruimtelijk schematisering met het GIS Arc/Info. Tot slot komt de haalbaarheid van de methode op regionale en landelijke schaal aan de orde.

Methode

Bij de in hoofdstuk 5 beschreven optimalisatie zijn een groot aantal parameters betrokken voor de kwel/wegzijging en de afvoerrelatie. Met dit grote aantal ontstaan er in principe meer mogelijkheden om overeenkomst tussen gesimuleerde grondwatertrappen en bij de simulatie-eenheden behorende grondwaterklassen te realiseren. Voor de parameters dienen daarom altijd fysisch realistische waarden te worden gekozen. Voldoende kennis van de fysische betekenis van deze parameters is derhalve noodzakelijk; helaas is deze niet altijd aanwezig.

De gebiedsschematisatie voor grondwaterklassen is gebaseerd op de grondwatertrappenkaart 1 : 50 000. Uit onderzoek van het Staring Centrum in het Schuitenbeekgebied blijkt dat deze kaart deels verouderd is: gemiddeld zijn de grondwaterstanden gedaald. Ook de peilbuiswaarnemingen van IGG-TNO bevestigen dit beeld (zie bijlage 17). Voor het Schuitenbeekgebied zou met de geactualiseerde Gt-kaart de ruimtelijke schematisering en de in hoofdstuk 5 beschreven toetsing herhaald kunnen worden. Dan kan een indruk verkregen worden van de invloed van verouderde Gt-informatie op de modelresultaten.

Aangenomen is dat kwel en wegzijging als de tragere componenten van het neerslag-afvoerproces op regionale schaal stationair benaderd mogen worden. Dit dient in de toekomst gecontroleerd te worden door vergelijking van de uitkomsten met de resultaten van de niet-stationaire modellering, zoals die door het Staring Centrum met het model SIMGRO wordt uitgevoerd. Bij dit onderzoek is gevonden dat m.n. in kwelgebieden een sterke niet-lineariteit kan optreden in de kwel(h)-relaties. In infiltratiegebieden is wel een redelijk eenduidige relatie te verwachten.

In deze studie is met NAGROM in wezen de kwel of wegzijging bepaald in een voorjaarssituatie: er wordt immers uitgegaan van een oppervlaktewaterpeil dat gebaseerd is op de voorjaarsgrondwaterstand. Het verdient aanbeveling om in de toekomst een vergelijking te maken met de resultaten wanneer wordt uitgegaan van een najaarssituatie.

De regionale schematisatie is getoetst door zo goed mogelijk de gesimuleerde grondwatertrap te vergelijken met de oorspronkelijke grondwaterklas-

se van een simulatie-eenheid. Deze aanpak heeft een aantal beperkingen:

- Er wordt een Gt herleid die niet zuiver gedefinieerd is (zie paragraaf 5.1.). Doordat op decadebasis wordt gerekend bestaat het gevaar dat de berekende extreme waarden minder extreem zijn dan dagwaarden die gebruikt worden bij de officiële berekening van de Gt.
- Er zit een zekere onzuiverheid in een vlak van de grondwatertrapkaart 1:50.000. Slechts voor ca. 70% mag verwacht worden dat de aangegeven Gt ook de werkelijke voorkomende Gt betreft. Associaties van grondwatertrappen zijn steeds aan één grondwaterklasse toegekend (zie bijlage 4.3.).

Een andere vorm van regionale toetsing wordt mogelijk indien de gemeten districtsafvoer bekend is; hiermee kan de gesimuleerde afvoer geverifieerd worden. Deze is te berekenen door de per simulatie-eenheid bepaalde afvoer te vermenigvuldigen met het bijbehorende oppervlak.

Ruimtelijke schematisering met het gis Arc/Info

De cover die de dwarsdoorsnede bevat van alle deelbestanden bleek nog goed hanteerbaar te zijn onder de bij het RIZA aanwezige configuratie met Arc/Info onder Unix op een Sunsparc-werkstation. Ook voor DEMGEN zijn de aanwezige schaalverschillen geen probleem gebleken, aangezien met DEMGEN niet per vlak een unieke berekening wordt uitgevoerd, maar per combinatie van alle vlakken met dezelfde simulatie-eenheid.

Het blijkt technisch mogelijk te zijn voor het deelbestand met Gt-informatie de gedetailleerdere schaal 1:50.000 te behouden. Wel ontstaat hierdoor een groot aantal simulatie-eenheden met een klein oppervlak.

In deze studie is het aantal simulatie-eenheden gereduceerd door alle vlakken kleiner dan een bepaalde grenswaarde toe te kennen aan het aangrenzende vlak. Het is duidelijk dat deze vorm van samenvoeging vooral is ingegeven door pragmatische overwegingen (technisch eenvoudig uitvoerbaar). Idealiter worden allereerst die combinaties vastgehouden die voor het doel van de berekeningen het belangrijkste zijn en vindt samenvoeging plaats bij eigenschappen die voor de vraagstelling overeenkomstige modelresultaten tot gevolg hebben.

In technische zin moet het mogelijk zijn om een van de doelstelling afhankelijke procedure te ontwikkelen die op meer verfijnde wijze het aantal simulatie-eenheden reduceert. Dit betekent dat vlakken niet worden weggeschematiseerd op basis van oppervlak, maar dat bijvoorbeeld bij bemestingsstudies alle vlakken groter dan 1 ha met simulatie-eenheden die bestaan uit gronden met weinig fosfaatbindend vermogen en een grondgebruik maïs worden vastgehouden. In de op dit onderzoek aansluitende studie

(Vermulst, 1991) zullen de mogelijkheden van een dergelijke meer probleem-gerichte aanpak worden onderzocht voor enkele doelstellingen (verdroging, resp. vermessing).

Het gebruik van het GIS Arc/Info is geschikt gebleken voor de bewerking en verwerking van geografische informatie. Met name de mogelijkheid tot het maken van overlays en het presenteren van rekenresultaten op elke schaal is erg waardevol. Nadelen zijn de arbeidsintensieve digitaliseringswerkzaamheden, de benodigde expertise om met Arc/Info om te kunnen gaan, en de neiging om geografisch te gedetailleerd te werk te gaan, waardoor onevenwichtigheid kan ontstaan tussen kennis van de werkelijkheid en de hoeveelheid beschikbare informatie.

Veel van de ontwikkelde aml's zijn nog redelijk specifiek gericht op het onderzoek in district 29. Met een relatief geringe inspanning zijn vele aml's echter om te zetten in algemener toepasbare procedures.

Tot nu toe is bij de uitgevoerde projecten steeds sprake geweest van de aanmaak van intermediaire geografische bestanden voor zowel DEMGEN als NAGROM. Dit is de mogelijkheid ter controle ten goede gekomen. Mocht er echter voldoende vertrouwen ontstaan in de gekozen aanpak dan lijkt Arc/Info de nodige mogelijkheden te bieden om de uitvoer van NAGROM direct te koppelen aan DEMGEN.

Het is mogelijk om binnen Arc/Info een menu-gestuurd systeem te ontwikkelen van waaruit de modellen NAGROM en DEMGEN kunnen worden aangestuurd. Het is hierbij ook mogelijk met FORTRAN georiënteerde subroutines (die binnen Arc\Info aanwezig zijn) de modelinvoer en -uitvoer te sturen.

Behalve de aanwezige bestanden (BIS, LGN) kan verwacht worden dat in de naaste toekomst er vele gedigitaliseerde bestanden beschikbaar komen die van belang zijn voor hydrologisch modelonderzoek. Hierbij valt te denken aan het door het Staring Centrum te ontwikkelen gecombineerde bodemfysisch/bodemchemische bestand; het door DGV/TNO te ontwikkelen OLGA/RE-GIS-bestand met geohydrologische parameters en peilbuisgegevens; een bestand met hoogtecijfers; en de door IGG/TNO en SC op te zetten databank voor de interacties tussen oppervlaktewater en grondwater. Met het beschikbaar komen van deze bestanden zal de behoefte aan Arc/Info-toepassingen verder toenemen.

Naar verwachting komen over ca. 5 jaar digitale hoogtecijferkaarten op regionale schaal beschikbaar. Het op het oog schatten van maaiveldshoogte per NAGROM-element kan dan worden vervangen door een exacte bepaling m.b.v. de TIN-module van Arc/Info (technische uitwerking bijvoorbeeld in: Van der Voet, 1990).

Haalbaarheid

De gekozen aanpak heeft voor het PAWN-district 29 uiteindelijk tot een modellering geleid die in ieder geval voldoet aan de gekozen criteria van overeenkomst tussen gesimuleerde grondwatertrappen en oorspronkelijke grondwaterklassen. Onder het hierboven beschreven voorbehoud t.a.v. deze methode kan gesteld worden dat een voldoende gedetailleerde ruimtelijke schematisering op regionale schaal mogelijk is met de huidige technische mogelijkheden.

Dit neemt niet weg dat het een zeer forse inspanning zal vragen om deze studie - die meer dan 3 maanden effectieve tijd heeft gevergd - landsdekkend uit te voeren. Bij het voor alle 80 PAWN-districten herhalen van deze aanpak ontstaat enige tot tijdwinst leidende vaardigheid. Aan de andere kant kunnen zich allerlei logistieke problemen gaan voordoen (opslag en verwerking van grote aantallen gegevens). Een modelopzet van dergelijke omvang kan alleen succesvol zijn indien voldoende hooggekwalificeerd personeel doorlopend beschikbaar is.

LITERATUUR

Abrahamse, A.H., Baarse, G., Beek, E. van, 1982. Policy Analysis of Water Management for the Netherlands, Vol. XII. Model for regional hydrology, agricultural water demands and damages from drought and salinity. RAND, Delft Hydraulics Laboratory, april 1982.

Burrough, P.A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Analysis. Oxford: Clarendon Press, 193 pp.

Lange, W.J. de, 1991. A groundwater model of the Netherlands. Note nr. 90.066. concept. National Institute for Inland Water Management and Wastewater Treatment, Lelystad.

Overmars, C.R.A., 1990. DEMGEN 5.0 - pakket. Gebruikershandleiding Unisys-U1100. (Model voor de onverzadigde zone t.b.v. berekeningen van landbouwschaden a.g.v. watertekort en/of zoutoverlast en t.b.v. de bepaling van een gebiedswaterbalans). DBW/RIZA werkdocument 90.049X. Rijkswaterstaat, Lelystad.

Peerboom, J.M.P.M., 1990. Waterhuishoudkundige schadefuncties op grasland. Rapport 43. Staring Centrum, Wageningen.

Vermulst, J.A.P.H., 1991. Redesign DEMGEN: Toetsing van het nieuwe hydrologische concept en generalisatie van de invoer voor PAWN-district 29. RIZA-werkdocument 91.160X.

Voet, P. van der, 1990. Bewerking en verwerking van gegevens bij regionaal hydrologisch modelonderzoek m.b.v. het GIS-systeem ARC/INFO. Interne Mededeling Staring Centrum 112, Wageningen.

Voet, P. van der, 1991a. Redesign DEMGEN: Ruimtelijke schematisering m.b.v. een geografisch-informatiesysteem (een haalbaarheidsonderzoek). Werkdocument Nr. 91.064x. RIZA, Lelystad.

Voet, P. van der, 1991b. Redesign DEMGEN: Ruimtelijke schematisering van hydrologische karakteristieken m.b.v een geografisch informatiesysteem op kaartblad 12west. Een verkennend onderzoek. Interne Mededeling Staring Centrum, Wageningen/ Werkdocument RIZA, Lelystad. In voorbereiding.

Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom, A.F. van Holst, 1988. Generalisatie en bodemfysische vertaling van de bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000, ten behoeve van de PAWN-studie. Stiboka-rapport nr. 2055. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

Bijlage 1. Aandachtspunten bij het gebruik van lower- of uppercase bij Arc/Info onder UNIX

Het gebruik van lower- of uppercase bij Arc/Info op een Sunsparc-werkstation onder Unix kent een aantal specifieke beperkingen.

Alle commando's op Unix-niveau moeten in lowercase worden gegeven;
Commando's op ARC-niveau, of in de modules ARCPLOT, of ARCEDIT kunnen zowel in lower- als in uppercase worden gegeven;
Het selecteren van PAT- of AAT-files op INFO-niveau daarentegen lukt alleen in uppercase.

Het komt het overzicht ten goede indien er aparte directories worden aangemaakt voor aml's, alle reportfiles, en evt. voor alle exportfiles. Zo zijn bij deze studie alle aml's verzameld onder een directory die in de .cshrc-file gedefinieerd is als .aml; Een procedure voorbeeld.aml wordt dan aangeroepen door vanaf de workdirectory het commando:

```
arc &r .aml/voorbeeld
```

te geven; op arc-niveau wordt dit:

```
&r .aml/voorbeeld
```

of:

```
&R .aml/VOORBEELD
```

De directory .aml wordt echter alleen maar gevonden indien lowercase wordt gebruikt.

Als bij een aml een argument moet worden meegegeven, dat ook binnen de INFO-module wordt gebruikt voor het aanroepen van bv. een file COVERNAAM.PAT moet dit argument in uppercase worden gegeven, bv.:

```
op UNIX-niveau:  arc &r .aml/voorbeeld COVERNAAM
op ARC-niveau:   &r .aml/voorbeeld COVERNAAM
                 of:  &R .aml/VOORBEELD COVERNAAM
```

Bijlage 2. Vastleggen van de cover D29

De cover D29 met de districtsgrenzen van district 29 is afgeleid van de bij het RIZA aanwezige cover met alle PAWN-districten DISTRNL. Dit is gerealiseerd door binnen ARCEDIT alle lijnen van DISTRNL die district 29 begrenzen te selecteren, alle andere lijnen te verwijderen, en de resterende lijnen (en het label van district 29) vast te leggen in de cover D29:

```
arc> &r .aml/arcad distrnl
```

```
arcedit> coord mouse
```

```
> editf arcs
> sel many
> nsel
> delete
> editf label
> sel one
> nsel
> delete
> save d29
> quit
```

Bijlage 2.1. ARCED.AML

```
/* programma ARCED.AML
/*
/* auteur: Paul van der Voet
/*
/* laatste veranderingen: maart 1991
/*
/* functie: aanroepen van ARCEDIT-module en uitvoeren v/e
/* aantal standaard commando's en default-instellingen
/* binnen ARCEDIT.
/* De default-instellingen hebben betrekking op de
/* werkomgeving
/* (i.c. de Sun) en het drawenvironment (arc, node en
/* label).
/*
/* op te geven variabele: COV: de naam van de te editen
/* cover.
/*****
&ECHO &ON
&ARGS COV
&IF [NULL %COV%] &THEN
    &RETURN USAGE: ARCED.AML <COV>
ARCEDIT
&STATION WS
DRAWENV ARC NODE LABEL ON
EDITC %COV%
DRAW
```

Bijlage 3. De begrippen Gt, GHG en GLG

De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) worden als volgt berekend. Van een reeks grondwaterstanden, gemeten met een frequentie van tweemaal per maand (op of omstreeks de 14e en de 28e) wordt in het winterhalfjaar (oktober t/m maart) de HG3 berekend als het rekenkundig gemiddelde van de hoogste drie gemeten standen. In het zomerhalfjaar (april t/m september) wordt de LG3 berekend als rekenkundig gemiddelde van de drie laagst gemeten standen. De GHG (GLG) is nu gedeninieerd als de statistische verwachtingswaarde van de HG3's (LG3's) over een periode waarin het grondwaterregiem niet door ingrepen is gewijzigd (Stiboka, 1978).

Om het grondwaterstandsverloop op een kaart te kunnen weergeven, zijn de GHG's en de GLG's tot klassen samengevoegd. De klassen, die begrensd worden door een GHG- en/of GLG-traject worden grondwatertrappen (Gt's) genoemd. Zie onderstaande tabel.

Grondwatertrappenindeling		
Gt	GHG (cm-mv.)	GLG (cm-mv.)
I	- 25	< 50
II	< 25	50 - 80
II*	> 25	50 - 120
III	< 25	80 - 120
III*	25 - 40	80 - 120
IV	> 40	80 - 120
V	< 25	> 120
V*	25 - 40	> 120
VI	40 - 80	> 120
VII	> 80	> 120
VII*	> 140	> 140

Een '*' achter de Gt-code geeft bij de Gt's II, III en V een droger deel van de Gt aan, d.w.z. een GHG dieper dan 25 cm-mv.

Bij Gt VII geeft de '*' een zeer droog deel aan, d.w.z. een GHG dieper dan 140 cm-mv.

Bijlage 4. Vastleggen van de cover HYCO

Deze bijlage behandelt de stappen die hebben geleid tot de cover met gegroepeerde Gt-klassen voor district 29.

Eerst zijn op het Staring Centrum die covers van de digitale bodemkaart 1 : 50 000 vastgesteld die van belang zijn voor district 29. M.b.v. de procedure TRANSTIC.AML (bijlage 4.1) zijn van de in de GIS-library van het SC aanwezige covers de coördinaten omgezet van km's naar meters, waarna hiermee gelijknamige covers op de eigen workdirectory zijn gezet:

```
ARC> &R TRANSTIC.AML BOD260OST  
      etc.
```

Van deze covers zijn exportfiles aangemaakt m.b.v. het EXPORT-commando. Van de exportfiles zijn bij het RIZA weer covers gemaakt m.b.v. het IMPORT-commando:

```
arc> import cover bod260ost b260  
      etc.
```

Aan de covers B260, B27W, B33W, B21W, B320, en B32W is vervolgens het item HYCO toegevoegd m.b.v. de procedure ADDHYCO.AML (bijlage 4.2).

```
arc> &r ./aml/addhyco B21W  
      etc.
```

Van elke cover is daarna een nieuwe cover aangemaakt die alleen nog maar de polygonen bevat voor zover deze verschillen in HYCO; Dit komt het overzicht en de verwerkingssnelheid ten goede:

```
arc> DISSOLVE B260 HYCO260 HYCO  
      etc.
```

Hierna zijn de covers B260, B27W, B33W, B21W, B320, en B32W samengevoegd:

```
arc> MAPJOIN HYCO # ALL  
      HYCO260  
      HYCO27W  
      HYCO33W  
      HYCO21W  
      HYCO320  
      HYCO32W  
      END
```

Tot slot is het deel van de cover HYCO dat ligt binnen de grenzen van district 29 vastgelegd in een nieuwe cover HYCO29:

```
arc> INTERSECT HYCO D29 HYCO29
```

Bijlage 4.1. TRANSTIC.AML

```
/* programma TRANSTIC.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie:
/* Dit programma zet voor een cover van een in de GIS
/* library van het Staring Centrum aanwezige 1 : 50 000
/* cover van het BIS de coördinaten om van km's naar meters
/* en maakt hiermee een gelijknamige cover aan op de eigen
/* workdirectory
/*
/* te gebruiken variabelen:
/* verplicht:
/* COV: de naam van de cover
/*
/* benodigd:
/*
/* resultaat: bodemkundige cover 1 : 50 000 in meters
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&ARGS COV
&IF [NULL %COV%] &THEN
  &RETURN USAGE: TRANSTIC.AML <COVER>
CREATE %COV% GISLIB$BODEM:%COV%.TIC
&DATA ARC INFO
ARC
SELECT %COV%.TIC
CALC XTIC = XTIC * 1000
CALC YTIC = YTIC * 1000
Q STOP
&END
TRANSFORM GISLIB$BODEM:%COV% %COV%
&RETURN
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in TRANSTIC.AML
QUIT
QUIT
&RETURN
```

Bijlage 4.2. ADDHYCO.AML

```
/* programma ADDHYCO.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma voegt aan een polygonencover van
/* het 1 : 50 000 Bodemkundig Informatie Systeem (voorzover
/* nog niet aanwezig) het item HYCO toe, en kent hieraan
/* waarden toe volgens de in de file GTCOHYCO.REL aanwezige
/* relatie tussen het item GTCO en HYCO. Sommige
/* kaartbladen kennen het item GTCO niet, in dat geval
/* wordt met het item GWT gerelateerd. Het verschil tussen
/* GTCO en GWT zit in de associaties: GTCO geeft voor
/* associaties wel de grondwatertrap van de samenstellende
/* delen, GWT niet.
/*
/* te gebruiken variabelen:
/* verplicht:
/* COV: de naam van de cover
/*
/* benodigd:
/* de polygonencover %COVER% met het item GTCO, of het item
/* GWT
/* de INFO-file GTCOHYCO.REL met voor elke GTCO een
/* bijbehorende HYCO, of de INFO-file GWTHYCO.REL met voor /* elke GWT een
/* HYCO
/* resultaat:
/* de PAT.file van %COVER% met waarden voor het item HYCO
/* een controlelijst op het scherm met waarden van GTCO, of
/* GWT waarvoor de HYCO niet is toegekend. Deze dient
/* idealiter slechts uit de buitenpolygoon te bestaan. Is
/* dit niet het geval dan moet de lijst van GTCOHYCO.REL
/* (of GWTHYCO.REL) worden uitgebreid.
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&ARGS COV ADDHYCO
&IF [NULL %COV%] &THEN
  &RETURN USAGE: ADDHYCO.AML <COVER>
&IF NOT [EXISTS %COV% -COVERAGE] &THEN
  &RETURN cover %COV% bestaat niet.
&IF NOT [ITEMINFO %COV% -POLYGON HYCO -EXISTS] &THEN
  ADDITEM %COV%.PAT %COV%.PAT HYCO 1 4 C
&IF NOT [ITEMINFO %COV% -POLYGON GTCO -EXISTS] &THEN &GOTO LB1
&IF NOT [EXISTS GTCOHYCO.REL -INFO] &THEN
  &RETURN info-file GTCOHYCO.REL bestaat niet
&DATA ARC INFO
ARC
SELECT %COV%.PAT
RELATE 1 GTCOHYCO.REL BY GTCO
MOVE $HYCO TO HYCO
RES HYCO NE 'A' AND HYCO NE 'B'
RES HYCO NE 'C' AND HYCO NE 'D'
RES HYCO NE 'E' AND HYCO NE '--'
LIST GTCO,HYCO
Q STOP
&END
&RETURN EINDE ADDHYCO.AML; HYCO INGEVULD M.B.V. GTCO
&LABEL LB1
&IF NOT [ITEMINFO %COV% -POLYGON GWT -EXISTS] &THEN
  &RETURN ITEM GTCO, NOCH GWT IS AANWEZIG
&IF NOT [EXISTS GWTHYCO.REL -INFO] &THEN
  &RETURN info-file GWTHYCO.REL bestaat niet
&DATA ARC INFO
```

```

ARC
SELECT %COVX.PAT
RELATE 1 GWTHYCO.REL BY GWT
MOVE $1HYCO TO HYCO
RES HYCO NE 'A' AND HYCO NE 'B'
RES HYCO NE 'C' AND HYCO NE 'D'
RES HYCO NE 'E' AND HYCO NE '-'
LIST GWT,HYCO
Q STOP
&END
&RETURN EINDE ADDHYCO.AML; HYCO INGEVULD M.B.V. GWT
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in ADDHYCO.AML
QUIT
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 4.3. GTCOHYCO.REL en GWTHYCO.REL

GTCO/GWT HYCO

-	-
I	A
I/II	A
II	A
II*	A
II/III	A
II/IV	B
III	A
III*	B
III*/IV	B
III/V	C
III/V/VI	C
III/VI	D
III/VI/VII	D
III/VII	D
IV	B
IV/VI	D
IV/VII*	E
V	C
V*	D
V*/VI	D
V/VI	D
V/VI/VII	D
VI	D
VI/VII	E
VI/VII*	E
VII	E
VII*	E
VII/VII*	E

Bijlage 5. Aanmaken van de kleuren HYCO-kaart

De hyco-kleurenkaart is gemaakt door op het Staring Centrum m.b.v. de procedure HYCOPL.AML (bijlage 5.1) de plotfile HYCO.PLT aan te maken, en deze vervolgens op de versatec-plotter uit te plotten:

```
arc> &r hycopl.aml  
arc> versatec hyco.plt
```

Bijlage 5.1. HYCOPL.AML

```
/* programma HYCOPL.AML  
/* auteur: Paul van der Voet  
/* laatste veranderingen: april 1991  
/*  
/* functie: Dit programma maakt een kleuren-plotfile aan  
/* voor het PAWN-district 29 en omgeving op basis van het  
/* item HYCO van kaartbladen van het 1 : 50 000 Bodemkundig  
/* Informatie Systeem. Tevens zijn de lijnen van de  
/* bodemkaart 1 : 250 000 opgenomen. De plotfile resulteert  
/* na plotten op de Versatec-plotter van het SC in een  
/* geheel verzorgde kaart op A0-formaat.  
/*  
/* benodigd:  
/* de polygonencovers B21W,B26O,B27W,B32W,B32O, en B33W met  
/* het item HYCO.  
/* de cover van de 1 : 250 000 bodemkaart NEB085  
/* de cover D29 met de grens van PAWN-district 29.  
/******  
&ECHO &ON  
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR  
/* instellen bladposities legenda(x,y) schaalstok-links onder(a,b) en noordpijl-onderin (p,q)  
&S X = 2  
&S Y = 67  
&S A = 22  
&S B = 54  
&S P = 3  
&S Q = 50  
ARCPLLOT  
DISPLAY 1039 2  
HYCO  
MAPEXTENT D29  
SYSTEM T  
MAPUNITS METERS  
PAGEUNITS CM  
PAGE SIZE 64 79  
MAPLIMITS 2 2 62 77  
MAPPOSITION 140000 450000 2 2  
MAPSCALE 100000  
SHAPESET VERSATEC  
UNITS PAGE  
LINESYMBOL 9  
BOX 0 0 64 79  
LINESYMBOL 1  
BOX 0.2 0.2 63.8 78.8  
line 2,2 62,2 62,77 42,77 42,52 22,52 22,27 2,27 2,2  
textsize 0.25  
move XX% Y%  
Text 'Legenda'  
Textsize 0.16  
  
Line [CALC XX% + 0.054] [CALC Y% - 0.961] [CALC XX% + 0.158] [CALC Y% - 0.557] ~  
[CALC XX% + 0.316] [CALC Y% - 0.961] [CALC XX% + 0.448] [CALC Y% - 0.557]  
Move [CALC XX% + 0.72] [CALC Y% - 0.749]  
Text 'grens bodemkundige eenheid'  
MOVE XX% [CALC Y% - 1.20]  
TEXT 'A9'  
MOVE [CALC XX% + 0.72] [CALC Y% - 1.20]  
TEXT 'code bodemkundige eenheid'  
KEYBOX 0.5 0.5  
KEYPOSITION XX% [CALC Y% - 1.606]  
KEYSHADE HYCO.KEY
```

```

/*titel
Textsize 0.25
textfont 1
move 1x1 76
text 'Voorkomen van bodemkundige en hydrologische eenheden'
move 21 76
text 'district 29'

/*SCHAALSTOK
SHADESYMBOL 1
PATCH XAX XBZ [CALC XAX + 1.0] [CALC XBZ + 0.1]
BOX [CALC XAX + 1.0] XBZ [CALC XAX + 2.0] [CALC XBZ + 0.1]
PATCH [CALC XAX + 2.0] XBZ [CALC XAX + 3.0] [CALC XBZ + 0.1]
BOX [CALC XAX + 3.0] XBZ [CALC XAX + 4.0] [CALC XBZ + 0.1]
PATCH [CALC XAX + 4.0] XBZ [CALC XAX + 5.0] [CALC XBZ + 0.1]
BOX [CALC XAX + 5.0] XBZ [CALC XAX + 6.0] [CALC XBZ + 0.1]
PATCH [CALC XAX + 6.0] XBZ [CALC XAX + 7.0] [CALC XBZ + 0.1]
BOX [CALC XAX + 7.0] XBZ [CALC XAX + 8.0] [CALC XBZ + 0.1]
PATCH [CALC XAX + 8.0] XBZ [CALC XAX + 9.0] [CALC XBZ + 0.1]
BOX [CALC XAX + 9.0] XBZ [CALC XAX + 10.0] [CALC XBZ + 0.1]
TEXTSIZE 0.2
&S B := [CALC XBZ - 0.25]
MOVE XAX XBZ
TEXT '0' UC
MOVE [CALC XAX + 5] XBZ
TEXT '5' UC
MOVE [CALC XAX + 10] XBZ
TEXT '10' UC
MOVE [CALC XAX + 5] [CALC XBZ + 0.70]
TEXT 'kilometers' UC

/* kilometeraanduiding
line 21,52 22,52
move 21.5 52.1
text '500' uc
line 22,52 22,53
line 22,52 22,53
move 22.1 52.5
text '160' cc

/* NOORDPIJL
SHADESYMBOL 1
SHADE XPX,XQX XPX,[CALC XQX + 1.8] [CALC XPX - 0.1],[CALC XQX + 1.55] ~
[CALC XPX + 0.05],[CALC XQX + 2.55] [CALC XPX + 0.05],XQX XPX,XQX
LINE [CALC XPX - 0.25],[CALC XQX + 0.8] [CALC XPX + 0.3],[CALC XQX + 0.8]

TEXTSIZE 0.2
/* hyco-kleurenkaart
POLYGONSHADE B21W HYCO HYCO.LUT
POLYGONSHADE B26O HYCO HYCO.LUT
POLYGONSHADE B27W HYCO HYCO.LUT
POLYGONSHADE B32W HYCO HYCO.LUT
POLYGONSHADE B32O HYCO HYCO.LUT
POLYGONSHADE B33W HYCO HYCO.LUT
/* grens district 29
LINEPATTERN 3
ARCS D29
/* Bodemkaart 1 : 250 000
LINEPATTERN 1
MAPLIMITS 2 2 62 27
DROPLINE NEBO85 CODE NOTEXT
POLYGONTEXT NEBO85 CODE
MAPLIMITS 22 27 62 52
DROPLINE NEBO85 CODE NOTEXT
POLYGONTEXT NEBO85 CODE
MAPLIMITS 42 52 62 77
DROPLINE NEBO85 CODE NOTEXT
POLYGONTEXT NEBO85 CODE

QUIT
&RETURN
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in HYCOPL.AML
QUIT
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 5.2. HYCO.KEY

.1

geen Gt-klasse bekend

.2

hyco A: Gt I,II,II*,III

.3

hyco B: Gt III*,IV

.4

hyco C: Gt V

.5

hyco D: Gt V*,VI

.6

hyco E: Gt VII,VII*

Bijlage 5.3. HYCO.LUT

-,0

A,221

B,205

C,172

D,171

E,136

Bijlage 6. Vastleggen van de cover NAGCL

De na een eigen digitalisering aangeleverde ascii-files met indeling in Nagrom-elementen zijn omgezet in een vorm die door Arc/Info is in te lezen (zie het GENERATE-commando). Per lijn dient het eerste coördinatenpaar ook weer als laatste paar te worden toegevoegd.

Vervolgens is een Arc/Info-cover NAG aangemaakt met de commando's:

```
arc> GENERATE NAG
```

```
generate INPUT NAG.POL
```

```
        LINES
```

```
        INPUT NAG.PNT
```

```
        POINTS
```

```
        QUIT
```

```
arc> CLEAN NAG
```

```
        BUILD NAG POINT
```

Bijlage 7. Bepalen van naar hyco-oppervlak gewogen gemiddelde karakteristieken per Nagrom-element

In deze bijlage worden per Nagrom-element op basis van de voorkomende hyco-oppervlakken gemiddelde waarden bepaald voor de drainageweerstand en de voorjaarsgrondwaterstand.

De cover NAG loopt deels door tot buiten district 29. Daarom is met het commando:

```
arc> CLIP NAG HYCO29 NAGCL
```

een nieuwe cover NAGCL aangemaakt die alleen de Nagrom-elementen bevat voor zover zij binnen de grenzen van district 29 van de cover met HYCO-elementen liggen.

De cover NAGCL heeft een item NAGCL-ID waarvan de nummers overeenkomen met de nummers van de Nagrom-elementen.

Nagrom-elementen die vrijwel geheel buiten district 29 liggen (i.c. 16, 17, en 50) zijn toegekend aan naburige elementen (met behulp van INFO-commando's SELECT, RESELECT, CALCULATE).

Hierna zijn m.b.v. van de procedure OPPHYCO.AML (bijlage 7.1) per Nagrom-element de hyco-oppervlakken te bepalen:

```
arc> &r .aml/opphyco.aml
```

Als de hyco-oppervlakken per Nagrom-element bekend zijn, is m.b.v. de procedure WG_PR.AML (bijlage 7.2) de (harmonisch) gemiddelde drainageweerstand per Nagrom-element te berekenen:

```
arc> &r .aml/wg_pr.aml
```

Evenzo is m.b.v. de procedure GGEM_PR.AML (bijlage 7.4) gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand per NAGROM_element te bepalen:

```
arc> &r .aml/ggem_pr.aml
```

Bijlage 7.1. OPPHYCO.AML

```

/* programma OPPHYCO.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma berekent per Nagrom-element de
/* oppervlakken aan resp. hyco a, b, c, d, e, en -.
/*
/* benodigd:
/* de cover NAGCL met de Nagrom-elementen;
/* de cover HYCO29 met de hyco-polygonen van PAWN-district
/* 29
/*
/* resultaat: de hyco-oppervlakken worden opgeslagen in de
/* items HA, HB, HC, HD, HE, en H- van NAGCL.PAT.
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&IF NOT [EXISTS NAGCL -COVERAGE] &THEN
&RETURN cover NAGCL bestaat niet.
&IF NOT [EXISTS HYCO29 -COVERAGE] &THEN
&RETURN cover HYCO29 bestaat niet.
INTERSECT HYCO29 NAGCL HYCO29NAGCL
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HA -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT HA 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HB -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT HB 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HC -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT HC 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HD -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT HD 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HE -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT HE 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON H- -EXISTS] &THEN
ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT H- 4 12 F 3
FREQUENCY HYCO29NAGCL.PAT HYCO29NAGCL.FRE0# FRE0#
NAGCL#
HYCO
END
AREA
END
&DATA ARC INFO
ARC
SEL NAGCL.PAT
CALCULATE HA = 0
CALCULATE HB = 0
CALCULATE HC = 0
CALCULATE HD = 0
CALCULATE HE = 0
CALCULATE H- = 0
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = 'A'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1HA = AREA
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = 'B'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1HB = AREA
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = 'C'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1HC = AREA
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = 'D'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1HD = AREA
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = 'E'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1HE = AREA

```

```
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
RES HYCO = '--'
RELATE 1 NAGCL.PAT BY NAGCL# NUM
CALCULATE $1H- = AREA
SELECT HYCO29NAGCL.FRE0#
ERASE HYCO29NAGCL.FRE0
Y
Q STOP
&END
KILL HYCO29NAGCL
&RETURN Per nagrom-element zijn de hyco-opp. nu bekend!
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in OPPHYCO.AML
QUIT
&RETURN
```

Bijlage 7.2. WG_PR.AML

```

/* programma WG_PR.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma berekent per Nagrom-element de
/* harmonisch gemiddelde drainageweerstand, uitgaande van
/* de voorkomende hyco-oppervlakken, en drainagewestanden
/* voor hyco a, b, c, d, en e van resp. 100, 300, 600,
/* 1000, en 5000 dagen. Deze aml maakt hiertoe een info
/* programma aan, dat gerund wordt, en daarna weer wordt
/* opgeruimd.
/*
/* benodigd: de cover NAGCL met de nagrom-elementen, en de
/* items HA, HB, HC, HD, HE, en H- (de opp. van de resp.
/* hyco's).
/*
/* resultaat: op de directory repdir wordt de file
/* wg_pr.nsp aangemaakt ter controle van het info-programma
/* WG.PR;
/* de berekende drainagewestanden worden vastgelegd in
/* het item WG
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&IF NOT [EXISTS NAGCL -COVERAGE] &THEN
  &RETURN cover NAGCL bestaat niet.
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON WG -EXISTS] &THEN
  ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT WG 8 8 F 0
&DATA ARC INFO
ARC
PROGRAM WG.PR
SELECT NAGCL# NE 1
RESELECT WG = 0
CALCULATE WG = ( AREA - H- ) / ( ( HA / 100 ) + ( HB / 300 ) + ( HC / 600 ) + ( HD / 1000 ) + ( HE /
5000 ) )
[UNQUOTE '']
COMPILE WG.PR PRINT
RUN WG.PR
ERASE WG.PR
Y
Q STOP
&END
&system mv ./info/arcnsp repdir/wg_pr.nsp
&RETURN De gebiedsgewogen drainageweerstand is berekend!
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in WG_PR.AML
QUIT
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 7.3. wg_pr.nsp

```
PROGRAM NAME: WG.PR
      3/18/1991
10000 PROGRAM SECTION ONE
10001 SELECT NAGCL.PAT
10002 RESELECT NAGCL# NE 1
10003 CALCULATE WG = 0
10004 CALCULATE WG = ( AREA - H- ) / ( ( HA / 100 ) + ( HB / 300 ) + ( HC /
600 ) + ( HD / 1000 ) + ( HE / 5000 ) )
      END: WG.PR                                ERRORS =      0
```

Bijlage 7.4. GGEM_PR.AML

```
/* programma GGEM_PR.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma berekent per nagrom-element een
/* gebiedsgewogen gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
/* uitgaande van de voorkomende hyco-oppervlakken, en GVG's
/* voor hyco a, b, c, d, en e van resp. 39, 58, 45, 75, en
/* 135 cm -mv. Deze aml maakt hiertoe een info-programma
/* aan, dat gerund wordt, en daarna weer wordt opgeruimd.
/*
/* benodigd: de cover NAGCL met de nagrom-elementen, en de
/* items HA, HB, HC, HD, HE, en H- (de opp. van de resp.
/* hyco's).
/*
/* resultaat: op de directory repdir wordt de file
/* ggem_pr.nsp aangemaakt ter controle van het info
/* programma GGEM.PR;
/* de berekende voorjaarsgrondwaterstanden worden
/* vastgelegd in het item GGEM
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&IF NOT [EXISTS NAGCL -COVERAGE] &THEN
  &RETURN cover NAGCL bestaat niet.
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON GGEM -EXISTS] &THEN
  ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT GGEM 4 4 F 0
&DATA ARC INFO
ARC
PROGRAM GGEM.PR
SELECT NAGCL.PAT
RESELECT NAGCL# NE 1
CALCULATE GGEM = 0
CALCULATE GGEM = ( ( HA * 39 ) + ( HB * 58 ) + ( HC * 45 ) + ( HD * 75 ) + ( HE * 135 ) ) / ( AREA - H-
)
[UNQUOTE '']
COMPILE GGEM.PR PRINT
RUN GGEM.PR
ERASE GGEM.PR
Y
Q STOP
&END
&system mv ./info/arcnsp repdir/ggem_pr.nsp
&RETURN De gebiedsgewogen GVG is berekend!
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in GGEM_PR.AML
QUIT
QUIT
&RETURN
```

Bijlage 7.5. ggem_pr.nsp

PROGRAM NAME: GGEM.PR

3/14/1991

10000 PROGRAM SECTION ONE

10001 SELECT NAGCL.PAT

10002 RESELECT NAGCL# NE 1

10003 CALCULATE GGEM = 0

10004 CALCULATE GGEM = ((HA * 39) + (HB * 58) + (HC * 45) +
(H * 75) + (HE * 135)) / (AREA - H-)

END: GGEM.PR

ERRORS = 0

Bijlage 8. Bepalen van per hyco uitgeplitste kwel/wegzijgingsfluxen per Nagrom-element

In deze bijlage wordt de per Nagrom-element bepaalde kwel- of wegzijgingsflux uitgesplitst per hyco-oppervlak; Hiertoe dient eerst de per Nagrom-element berekende flux aan de NAGCL.PAT-file te worden toegevoegd;

Het item QN wordt aan de PAT-file toegevoegd met het commando ADDITEM;

Op de info-directory wordt een ascii-file aangemaakt met daarin per regel het nummer van het Nagrom-element en de berekende flux, van elkaar gescheiden door komma's;

Deze file FLUX.REL wordt binnengehaald in de INFO-database door in de INFO-module de commando's:

```
DEFINE FLUX.REL
ADD NAGCL-ID,QN FROM FLUX.REL
```

te geven.

Vervolgens worden de Nagrom-fluxen toegekend aan de NAGCL.PAT-file m.b.v. de INFO-commando's:

```
SEL NAGCL.PAT
RELATE 1 FLUX.REL BY NAGCL-ID
CALCULATE QN = $1QN
```

Hierna is m.b.v. de procedure Q_PR.AML (bijlage 8.1) de per Nagrom-element bekende flux uit te splitsen door het commando:

```
arc> &r .aml/q_pr
```

Het resultaat van alle uitgevoerde middelings- en uitsplitsingsprocedures wordt vervolgens m.b.v. de procedure NAGCLREP.AML (bijlage 8.3) uitgevoerd naar de directory .repdir in de ascii-file NAGCLREP.NSP (bijlage 8.4) na het commando:

```
arc> &r .aml/nagclrep
```

Bijlage 8.1. Q_PR.AML

```

/* programma Q_PR.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma berekent per nagrom-element per
/* hyco uitgesplitste kwel/wegzijgingsfluxen, uitgaande van
/* de flux per Nagrom-element en de voorkomende hyco
/* oppervlakken. Uitgangspunten bij de berekening van de
/* uitgesplitste fluxen zijn: een kloppende waterbalans,
/* verdelen van de fluxen in een vaste en een variabele
/* term, waarbij de vaste termen resp. 2.0, 0.5, 0.0, -0.4
/* en -0.7 mm/d bedragen, en de variabele termen zich
/* verhouden als 1.0 : 0.5 : 0.05 : -0.05 : -0.02. Deze aml
/* maakt hiertoe een info-programma aan, dat gerund wordt,
/* en daarna weer wordt opgeruimd.
/*
/* benodigd: de cover NAGCL met de nagrom-elementen, en de
/* items QN (de uit de Nagrom-berekeningen afkomstige
/* fluxen), HA, HB, HC, HD, HE, en H- (de opp. van de resp.
/* hyco's).
/*
/* resultaat: op de directory repdir wordt de file q_pr.nsp
/* aangemaakt ter controle van het info-programma Q.PR;
/* het gewicht van de variabele fluxtermen wordt vastgelegd
/* in de items V en X, en bedraagt V / X;
/* de berekende fluxen per hyco worden vastgelegd in de
/* items QA, QB, QC, QD, en QE.
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&IF NOT [EXISTS NAGCL -COVERAGE] &THEN
  &RETURN cover NAGCL bestaat niet.
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON QN -EXISTS] &THEN
  &RETURN item QN niet aanwezig binnen NAGCL
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON V -EXISTS] &THEN
  ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT V 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON X -EXISTS] &THEN
  ADDITEM NAGCL.PAT NAGCL.PAT X 4 12 F 3
&IF NOT [ITEMINFO NAGCL -POLYGON HA -EXISTS] &THEN
  &RUN aml/opphyco.aml
&S KA = 2.0
&S DKA = 0
&S KB = 0.5
&S DKB = 0
&S KC = 0.0
&S DKC = 0
&S KD = - 0.4
&S DKD = 0
&S KE = - 0.7
&S DKE = 0
&S X = 0
&S V = 0
&DATA ARC INFO
ARC
PROGRAM Q.PR
SELECT NAGCL.PAT
RESELECT NAGCL# NE 1
CALCULATE QA = XKAX + XDKAX
CALCULATE QB = XKBX + XDKBX
CALCULATE QC = XKCX + XDKCX
CALCULATE QD = XKDX + XDKDX
CALCULATE QE = XKEX + XDKEX
CALCULATE V = ( QN * ( AREA - H- ) ) - ( ( XKAX * HA ) + ( XKBX * HB ) + ( XKCX * HC ) + ( XKDX * HD ) +
( XKEX * HE ) )
CALCULATE X = ( ( 1 * HA ) + ( 0.5 * HB ) + ( 0.05 * HC ) + ( - 0.05 * HD ) + ( - 0.02 * HE ) )

```

```

PROGRAM SECTION TWO
IF X NE 0
  CALCULATE QA = ZKAX + ( 1.0 * ( V / X ) )
  CALCULATE QB = ZKBX + ( 0.5 * ( V / X ) )
  CALCULATE QC = ZKCX + ( 0.05 * ( V / X ) )
  CALCULATE QD = ZKDX + ( - 0.05 * ( V / X ) )
  CALCULATE QE = ZKEX + ( - 0.02 * ( V / X ) )
  IF HA LT 1.0
    CALCULATE QA = 0
  ENDIF
  IF HB LT 1.0
    CALCULATE QB = 0
  ENDIF
  IF HC LT 1.0
    CALCULATE QC = 0
  ENDIF
  IF HD LT 1.0
    CALCULATE QD = 0
  ENDIF
  IF HE LT 1.0
    CALCULATE QE = 0
  ENDIF
ENDIF
{UNQUOTE ''}
COMPILE Q.PR PRINT
RUN Q.PR
ERASE Q.PR
Y
QUIT STOP
&END
&system mv ./info/arcnsp repdir/q_pr.nsp
&R aml/nagc11rep
&RETURN De uitgesplitste kwelfluxen zijn berekend!
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in Q_PR.AML
QUIT
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 8.2. Q_PR.NSP

```

PROGRAM NAME: Q.PR
3/28/1991
10000 PROGRAM SECTION ONE
10001 SELECT NAGCL.PAT
10002 RESELECT NAGCL# NE 1
10003 CALCULATE QA = 2.0 + 0
10004 CALCULATE QB = 0.5 + 0
10005 CALCULATE QC = 0.0 + 0
10006 CALCULATE QD = - 0.4 + 0
10007 CALCULATE QE = - 0.7 + 0
10008 CALCULATE V = ( QN * ( AREA - H- ) ) - ( ( 2.0 * HA ) + ( 0.5 * HB )
+ ( 0.0 * HC ) + ( - 0.4 * HD ) + ( - 0.7 * HE ) )
10009 CALCULATE X = ( ( 1 * HA ) + ( 0.5 * HB ) + ( 0.05 * HC ) + ( - 0.05
* HD ) + ( - 0.02 * HE ) )
20000 PROGRAM SECTION TWO
20001 IF X NE 0
20002 CALCULATE QA = 2.0 + ( 1.0 * ( V / X ) )
20003 CALCULATE QB = 0.5 + ( 0.5 * ( V / X ) )
20004 CALCULATE QC = 0.0 + ( 0.05 * ( V / X ) )
20005 CALCULATE QD = - 0.4 + ( - 0.05 * ( V / X ) )
20006 CALCULATE QE = - 0.7 + ( - 0.02 * ( V / X ) )
20007 IF HA LT 1.0
20008 CALCULATE QA = 0
20009 ENDIF
20010 IF HB = 0

```

20011 CALCULATE QB - 0
20012 ENDIF
20013 IF HC - 0
20014 CALCULATE QC - 0
20015 ENDIF
20016 IF HD - 0
20017 CALCULATE QD - 0
20018 ENDIF
20019 IF HE - 0
20020 CALCULATE QE - 0
20021 ENDIF
20022 ENDIF
 END: Q.PR

ERRORS - 0

```

8,2
QD
mm/d
HD / 10000
T,6,0
HD
ha.
QE
8,2
QE
mm/d
HE / 10000
T,6,0
HE
ha.
WG
5.0
WG
dagen
GGEM
4.0
GGEM
cm
[UNQUOTE ' ']
'NAGCL.PAT'
Y
Y
60
[UNQUOTE ' ']
ASEL
SORT NAGCL#
Q STOP
&END
&system mv ./info/arcnsp repdir/nagclrep.nsp
&RETURN
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in NAGCLREP.AML
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 8.3. NAGCLREP.AML

```
/* programma NAGCLREP.AML
/* auteur: Paul van der Voet
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma maakt een report-file aan van de
/* pat-file van de cover NAGCL met per Nagrom-element het
/* totaal oppervlak, de oppervlakken per hyco, de totale
/* kwel/wegzijgingsflux, de uitgesplitste fluxen per hyco,
/* de harmonisch gemiddelde drainageweerstand, en de
/* gebiedsgewogen voorjaarsgrondwaterstand.
/*
/* benodigd:
/* De pat-file NAGCL.PAT met de items HA, HB, HC, HD, HE,
/* H-, WG, GGEM, QN, QA, QB, QC, QD, en QE.
/* resultaat: op de directory repdir wordt de file
/* nagclrep.nsp aangemaakt
/*****
&ECHO &ON
&SEVERITY &ERROR &ROUTINE ERROR
&IF NOT [EXISTS NAGCL -COVERAGE] &THEN
  &RETURN cover NAGCL bestaat niet.
&DATA ARC INFO
ARC
SEL NAGCL.PAT
RES NAGCL# NE 1
RES NAGCL-ID NE 16
RES NAGCL-ID NE 17
RES NAGCL-ID NE 50
SORT ON NAGCL-ID
REPORT
NAGCL-ID
2
ID
[UNQUOTE ' ']
( AREA - H- ) / 10000
T,8,0
OPP.
ha.
QN
8,2
QN
mm/d
QA
8,2
QA
mm/d
HA / 10000
T,6,0
HA
ha.
QB
8,2
QB
mm/d
HB / 10000
T,6,0
HB
ha.
QC
8,2
QC
mm/d
HC / 10000
T,6,0
HC
ha.
QD
```

Bijlage 8.4. NAGCLREP.NSP

NAGCL.PAT												
ID	OPP. ha.	QN mm/d	QA mm/d	AA ha.	QB mm/d	AB ha.	QC mm/d	AC ha.	QD mm/d	AD ha.	QE mm/d	AE ha.
18	722	-0.63	-0.67	448	-0.83	141	-0.13	8	-0.27	114	-0.65	11
19	1,176	0.19	0.36	903	-0.32	161	0.00	0	-0.32	65	-0.67	47
20	957	-0.21	-0.12	716	-0.56	152	0.00	0	-0.29	89	-0.66	1
20	11	-0.21	-0.20	11	-0.60	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
21	846	-0.38	-0.30	638	-0.65	171	-0.12	3	-0.28	17	-0.65	17
22	308	0.38	0.42	293	-0.29	0	-0.08	0	-0.32	14	0.00	0
23	205	-0.35	-0.13	36	0.00	0	0.00	0	-0.29	121	-0.66	48
24	759	-0.92	-1.80	141	-1.40	205	-0.19	12	-0.21	229	-0.62	172
25	872	0.83	1.24	565	0.12	281	0.00	0	-0.36	23	-0.68	3
26	1,048	-0.73	-0.73	547	-0.86	382	0.00	0	-0.26	104	-0.65	15
27	629	-0.34	-0.21	324	-0.60	140	0.00	0	-0.29	125	-0.66	40
28	263	-0.56	-0.89	39	-0.95	43	0.00	0	-0.26	114	-0.64	68
29	1,009	-0.03	0.73	219	-0.14	528	0.00	0	-0.34	175	-0.67	87
30	3,654	-0.70	-10.79	60	-5.89	84	0.00	0	0.24	207	-0.44	3,303
31	487	1.98	8.47	80	3.73	134	0.00	0	-0.72	150	-0.83	123
32	2,521	1.93	3.20	1,313	1.10	808	0.00	0	-0.46	259	-0.72	142
33	9,189	-0.70	2.90	0	0.95	54	0.00	0	-0.44	269	-0.72	8,866
34	219	-1.08	0.00	0	0.00	0	0.00	0	-1.34	4	-1.08	215
35	3,420	-0.70	8.19	32	3.60	28	0.00	0	-0.71	111	-0.82	3,249
36	869	-0.70	2.69	1	0.84	0	0.00	0	-0.43	26	-0.71	841
37	537	-2.76	-4.12	268	-2.56	122	0.00	0	-0.09	41	-0.58	106
38	423	-0.83	-1.11	245	-1.05	25	0.00	0	-0.24	113	-0.64	40
39	524	0.04	0.04	524	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
40	2,303	0.10	0.11	2,245	0.00	0	0.00	0	-0.31	56	-0.66	1
41	3,240	0.10	0.15	2,933	0.00	0	-0.09	20	-0.31	237	-0.66	50
42	1,448	0.29	1.79	464	0.00	0	-0.01	92	-0.39	696	-0.70	196
43	1,573	0.19	0.82	665	0.00	0	-0.06	404	-0.34	357	-0.68	148
44	837	-0.57	-1.18	308	0.00	0	-0.16	426	-0.24	51	-0.64	52
45	1,182	-0.87	-3.41	217	0.00	0	-0.27	576	-0.13	215	-0.59	174
46	6,355	-0.70	5.64	47	2.32	31	0.18	42	-0.58	131	-0.77	6,105
47	337	-0.70	-0.72	129	-0.86	93	0.00	0	-0.26	31	-0.65	84
48	993	-0.70	-2.51	168	0.00	0	-0.23	195	-0.17	352	-0.61	278
49	7,319	-0.70	2.94	16	0.97	10	0.05	24	-0.45	161	-0.72	7,108
51	1,976	-0.70	2.98	6	0.00	0	0.05	12	-0.45	23	-0.72	1,935
=====		=====		=====		=====		=====		=====		=====
58,211		14,601		3,593		1,812		4,681		33,523		

N.B. Deze bijlage is bedoeld ter illustratie; de getalwaarden behoren bij de ruimtelijke schematisering in de ontwikkelingsfase en zijn niet gelijk aan de uiteindelijk gehanteerde waarden!

Bijlage 9. Vastleggen van de cover FYC029

Deze bijlage beschrijft de uitgevoerde stappen bij het vastleggen van de bodemfysische cover voor district 29.

Eerst is een een (ruime) blokbegrenzing vastgesteld waarbinnen district 29 valt. Binnen dit blok is de in de GIS-library van het SC aanwezige Bodemkaart van Nederland 1 : 250 000 NEB085 overgenomen m.b.v. de procedure BOXPUT.AML (bijlage 9.1.):

```
arc> &r .aml/boxput NEB085
```

Tijdens de procedure wordt een nieuwe cover vastgelegd in meters, waarna een exportfile wordt aangemaakt.

Van deze exportfile is bij het RIZA op de Sun weer een cover gemaakt met het IMPORT-commando. Aan de PAT-file van deze cover is het item FYCO toegevoegd m.b.v. het commando

ADDITEM. Met behulp van een sleutelfile die voor elke bodemkundige eenheid 1 : 250 000 (item CODE), de bodemfysische code geeft, is vervolgens aan elke polygoon een code voor de FYCO toegekend. Hierbij zijn de INFO-commando's DEFINE, ADD, RELATE en MOVE gebruikt. Vervolgens is de cover verkleind door alleen de polygonen vast te houden voor zover ze verschillende FYCO-waarden kennen:

```
ARC> DISSOLVE NEB085 FYCO FYCO
```

Hiervan is een nieuwe cover gemaakt die alleen dat deel bevat dat binnen district 29 ligt:

```
ARC> CLIP FYCO D29 FYC029
```

M.b.v. de procedure OPPREP.AML (bijlage 9.2.) zijn de in district 29 voorkomende FYCO's met hun totaal oppervlak uitgevoerd naar de directory .replib naar de ascii-file FYC029FYCO.NSP (bijlage 9.3.) met het commando:

```
arc> &r .aml/opprep FYC029 FYCO
```

Bijlage 9.1. BOXPUT.AML

```
&echo &on
&args cov
arcedit
display 9999
editc gislib$bodem:%cov%
coord keyb
editf labels
sel box
140.0,462.770,201.470,509.730
put %cov%
editf arcs
sel box
140.0,462.770,201.470,509.730
put %cov%
y
quit
clean %cov%
CREATE %COVM %COV%.TIC
&DATA ARC INFO
```

```

ARC
SELECT %COV%M.TIC
CALC XTIC = XTIC * 1000
CALC YTIC = YTIC * 1000
Q STOP
&END
TRANSFORM %COV% %COV%M
KILL %COV%
EXPORT COVER %COV%M %COV%
&RETURN

```

Bijlage 9.2. OPPREP.AML

```

/* programma OPPREP.AML
/*
/* auteur: Paul van der Voet
/*
/* laatste veranderingen: april 1991
/*
/* functie: Dit programma maakt een report-file aan van de
/* pat-file van een cover met voor een item de voorkomende
/* eenheden met totale oppervlakken.
/*
/* te gebruiken variabelen:
/*   cov: de naam van de cover
/*   it: de naam van het item
/* benodigd:
/* De pat-file van de op te geven cover met het op te geven
/* item.
/* resultaat: op de directory repdir wordt de file
/* %COV%IT%.NSP aangemaakt.
/*****
***&ECHO &ON
&ARGS COV IT
&IF [NULL %COV%] OR [NULL %IT%] &THEN
  &RETURN USAGE: OPPREP.AML <COV> <IT>
&IF NOT [EXISTS %COV%.PAT -INFO] &THEN
  &RETURN %COV%.PAT BESTAAT NIET!!
&IF NOT [ITEMINFO %COV% -POLYGON %IT% -EXISTS] &THEN
  &RETURN item %IT% niet aanwezig in %COV%.PAT..
&DATA ARC INFO
ARC
SELECT %COV%.PAT
RESELECT %COV%-ID NE 0
SORT ON %IT%
REPORT
%IT%
B,SUMMARY,13
voorkomende
%IT%-eenh.
AREA / 10000
T,15,0
oppervlak
(ha)
[UNQUOTE ' ']
'OPPREP'
Y
Y
60
[UNQUOTE ' ']
SELECT %COV%.PAT
SORT %COV%#
Q STOP
&END
&system mv ./info/arcnsp ./repdir/%COV%IT%.NSP

```

```

&RETURN
/*****
&ROUTINE ERROR
&SEVERITY &ERROR &IGNORE
&TYPE Fout opgetreden in OPPREP.AML
QUIT
QUIT
&RETURN

```

Bijlage 9.3. FYCO29FYCO.NSP

1
3/ 4/91 PAGE 1

OPPREP

voorkomende FYCO-eenh.	oppervlak (ha)
10	2,614
12	9,876
13	4,196
14	18,031
16	195
18	1,523
19	2,717
20	240
2	876
23	3,056
3	1,124
4	3,805
5	46
7	7,774
8	2,830
9	5,215
	64,117

**Bijlage 10. Verklaring landgebruikscodes van de Landelijke Grondgebruiks-
databank Nederland (LGN)**

Code	Grondgebruik
01	gras
02	maïs
03	aardappelen
04	bieten
05	granen
06	overige landbouwgewassen
07	kale grond
08	glastuinbouw
09	fruitbomen
10	bollenland
11	boomkwekerijen
12	heide
13	loofhout
14	naaldhout
15	overige natuur
16	water
17	bebouwing en wegen
18	bouwland
19	gemengd bos

Bijlage 11. Vastleggen van de cover LGN

Het LGN250 bestand is beschikbaar in ascii-bestanden (blokken) die ieder een oppervlak van 40 km bij 50 km beslaan en bestaan uit 2001 rijen en 1601 kolommen. De voor district 29 benodigde blokken zijn vastgesteld, en ingelezen op een PC. Vervolgens zijn met het zelf geschreven FORTRAN-programma KNIP.FOR alle blokken in vier stukken geknipt (NW, NO, ZW, en ZO). Hierna is met het PC-programma MULTIMAP het PCGeostat-format voor alle blokken omgezet in files met NAS-format. Deze laatste files zijn door de PC-versie van Arc/Info om te zetten in Arc/Info-covers met het commando:

```
arc> GRIDPOLY B-16NO.NAS B-16NO 160000 475000 250 250
      etc.
```

Merkwaardig genoeg kent de geavanceerdere werkstation-versie van Arc/Info deze optie niet...

Van deze (PC) covers zijn met het EXPORT-commando exportfiles gemaakt, die vervolgens op het SUN-werkstation zijn gezet, waarna er (werkstation) Arc/Info-covers van zijn gemaakt met het IMPORT-commando.

Vervolgens zijn met deze covers nieuwe covers aangemaakt die alleen in district 29 liggen:

```
arc> CLIP B-11ZW D29 B-11ZW29
```

Onbelangrijke, per cover verschillende items zijn vervolgens verwijderd met de procedure DROPAML:

```
arc> &r ./aml/dropaml B-11ZW
      etc.
```

De procedure DROPAML.AML bevat de volgende commando's:

```
-----
&echo &on
&args cov
dropitem %cov%29.pat %cov%29.pat %cov%#
dropitem %cov%29.pat %cov%29.pat %cov%-id
&return
-----
```

Vervolgens zijn de covers samengevoegd tot een landgebruikscover LGN voor district 29:

```
arc> MAPJOIN LGN # ALL
      B-11ZW29
      B-16NO29
      B-16ZO29
      B-16ZW29
      B-17NW29
      B-17ZW29
      END
```

Bijlage 12. Vastleggen van de cover DEM met simulatie-eenheden

Deze bijlage behandelt het aanmaken van een cover met simulatie-eenheden voor DEMGEN. Hiertoe wordt eerst een cover aangemaakt die de dwarsdoorsnede bevat van de covers NAGCL (Nagrom-elementen van district 29), HYCO29 (hyco's in district 29), FYCO29 (fyco's in district 29) en LGN (landgebruik in district 29):

```
ARC> INTERSECT NAGCL HYCO29 NAHY29
ARC> INTERSECT NAHY29 FYCO29 NAHYFY29
ARC> INTERSECT NAHYFY29 LGN NAHYFYL29
```

Aan de PAT-file van deze cover wordt het simulatie-eenheden karakteriserende item DEMCO toegevoegd:

```
ARC> ADDITEM NAHYFYL29.PAT NAHYFYL29.PAT DEMCO 7 7 C
```

Vervolgens wordt in de INFO-module het item DEMCO gevuld met de samenstellende codes van de simulatie-eenheden:

De eerste twee posities betreffen het Nagrom-element, de volgende positie bevat de Hyco, gevolgd door twee posities die de Fyco karakteriseren, waarna de laatste twee posities de landgebruikscodes bevatten. Dit geldt niet voor de klassen "verhard" en "water"; deze worden op basis van de in de Hyco, Fyco, en LGN aanwezige informatie als zodanig als character-string in het item DEMCO vastgelegd. Bij het "vullen" van de delen die betrekking hebben op de Nagrom-elementen, de fyco, en het landgebruik, wordt gebruik gemaakt van in de INFO-database binnengehaalde sleutel-files NA.VRT, FY.VRT, en LGN.VRT die voor resp. de items NAGCL-ID, FYCO, en GRID-CODE, de bijbehorende character-items NA, FY, en LG geven: bv. NAGCL-ID (binair) 12 wordt NA 12 (character), FYCO 7 wordt FY 07, GRID-CODE 4 wordt LG 04.

```
INFO> SEL NAHYFYL29.PAT
      > MOVE ' ' TO DEMCO
      > REDEFINE
(stel dat DEMCO in column 40 begint, dan:)
      > NA,40,2,C
      > HY,42,1,C
      > FY,43,2,C
      > LG,45,2,C
      > RES HYCO = ' '
      > MOVE 'verhard' TO DEMCO
      > ASEL
      > RES FYCO = '22'
      > MOVE 'water' TO DEMCO
      > ASEL
      > RES FYCO = '23'
      > MOVE 'verhard' TO DEMCO
      > ASEL
      > RES LG = '16'
      > MOVE 'water' TO DEMCO
      > ASEL
      > RES LG = '17'
      > MOVE 'verhard' TO DEMCO
      > ASEL
      > RES DEMCO = ' '
      > RES NAHYFYL29# NE 1
      > RELATE 1 NA.VRT BY NAGCL-ID NUM
      > RELATE 2 FY.VRT BY FYCO
```

```
> RELATE 3 LGN.VRT BY GRID-CODE
> MOVE $1NA TO NA
> MOVE HYCO TO HY
> MOVE $2FY TO FY
> MOVE $3LG TO LG
> QUIT
```

Tot slot wordt een nieuwe cover DEM aangemaakt die alleen nog maar de polygonen bevat voor zover ze verschillen in DEMCO, met een PAT-file die alleen het toegevoegde item DEMCO bevat (de PAT-file van NAHYFYL.G.PAT) bevat t.g.v. de INTERSECT-operaties zeer veel triviale items):

```
ARC> DISSOLVE NAHYFYL.G29 DEM DEMCO
```

Bijlage 13. Voorkomende totaal oppervlakken naar grondgebruik

DEMLGREP.OPP

code	oppervlak
LG	(ha)
01	26,239
02	662
03	35
04	21
05	44
07	498
12	3,536
13	3,898
14	15,628
15	4,910
VERHARD	8,476
	64,066

Bijlage 14. Eliminatie van kleine oppervlakken

Door op ARC-niveau het commando ELIMINATE te geven, en daarna selecties te plegen kunnen de geselecteerde polygonen worden verwijderd; deze worden dan toegedeeld aan naastgelegen covers met de langste gemeenschappelijke grens. Zo is met:

```
ARC> ELIMINATE DEM DEM10 KEEPEGE  
RES AREA < 100000
```

de cover DEM10 aangemaakt die alleen nog maar vlakken met simulatie-eenheden bezit die groter zijn dan 10 ha.

Evenzo zijn de covers DEM25 en DEM50 aangemaakt, met resp. vlakken groter dan 25 en 50 ha.

De totale oppervlakken die dan per simulatie-eenheden ontstaan zijn uitgevoerd naar de directory .repdir in de files DEM10DEMCO.NSP, DEM25DEMCO.NSP en DEM50DEMCO.NSP m.b.v. de procedure OPPREP.AML (bijlage 9.2.) door de commando's:

```
ARC> &R .aml/OPPREP DEM10 DEMCO  
ARC> &R .aml/OPPREP DEM25 DEMCO  
ARC> &R .aml/OPPREP DEM50 DEMCO
```

Bijlage 15. Voorkomende totaal oppervlakken naar grondgebruik na eliminatie van kleine oppervlakken

DEM10LGREP.OPP

code LG	oppervlak (ha)
01	26,706
02	202
03	5
04	9
05	25
07	423
12	3,485
13	3,504
14	16,300
15	4,433
VERHARD	8,886
	64,066

DEM50LGREP.OPP

code LG	oppervlak (ha)
01	26,046
02	9
03	5
04	9
07	139
12	3,340
13	2,445
14	17,080
15	3,193
VERHARD	11,710
	64,066

Bijlage 16. GTBEP.FOR

```

PROGRAM GTBEP
C -----
C --- DIT PROGRAMMA BEPAALT VOOR EEN INVOERFILE D29.SRS MET DAARIN PER JAAR
C --- PER DECADE PER (DEMGEN)SIMULATIE-EENHEID DE GESIMULEERDE GRONDWATERSTAND,
C --- PER SIMULATIE-EENHEID VOOR VOLLEDIGE HYDROLOGISCHE JAREN
C --- DE GRONDWATERTRAP. DE LG3 EN HG3 WORDEN BEPAALD ALS DE GEMIDDELDEN VAN
C --- DE 3 EXTREME WAARDEN VAN ALLE PER DECADE BEREKENDE
C --- GRONDWATERSTANDEN IN RESP. DE ZOMERPERIODE (1 APRIL- 1 OKT.) EN DE
C --- WINTERPERIODE (1 OKT.- 1 APRIL). DIT IN AFWIJKING VAN DE OFFICIELE
C --- DEFINITIE WAARBIJ ALLEEN DE DAGWAARDEN OP OF OMSTREEKS DE 14E EN 28E VAN
C --- ELKE MAAND WORDEN BESCHOUWD. OMDAT ALLEEN PER DECADE GRONDWATERSTANDEN
C --- WORDEN BEREKEND, WORDEN ALLE WAARDEN MEEGENOMEN, ZODAT TOCH ZOVEEL
C --- MOGELIJK DE PIEKEN WORDEN MEEGENOMEN. IN DE FILE GTBEP.DAT WORDEN
C --- PER SIMULATIE-EENHEID PER JAAR DE 6 EXTREMEN, DE HG3, EN LG3 UITGEVOERD.
C --- TEVENS WORDEN NA ELK JAAR DE GHG EN GLG EN GT OVER DE REEDS BEWERKTE
C --- JAREN UITGEVOERD. DE GT WORDT DUS OOK VOOR KORTERE PERIODEN DAN 8 JAAR
C --- UITGEVOERD!
C ---
C --- PAUL VAN DER VOET, APRIL 1991
C -----
      REAL GWS,GRW(100,70:90,36),GHG(100),GLG(100)
      REAL LG(100,70:90,4),HG(100,70:90,4),DUM
      REAL SOMLG3(100),SOMHG3(100)
      INTEGER I,J,Y,D,NR,YB,YE,SN(100),IN,K,GT(100)
      INTEGER GTL(100),GTH(100),TEL(100),SIM
      CHARACTER*5 GTT(12)
C
C --- VASTLEGGEN VAN GT TEXT
C
      GTT(01) = ' I '
      GTT(02) = ' II '
      GTT(03) = ' II*'
      GTT(04) = ' III '
      GTT(05) = ' III*'
      GTT(06) = ' IV '
      GTT(07) = ' V '
      GTT(08) = ' V*'
      GTT(09) = ' VI '
      GTT(11) = ' VII '
      GTT(12) = ' VII*'
C
C --- OPENEN FILES MET INVOER- EN UITVOERGEGEVENS
C
      OPEN (UNIT=93,FILE='D29.SRS',STATUS='OLD')
      OPEN (UNIT=95,FILE='GTBEP.DAT',STATUS='unknown')
C
      I = 1
      J = 0
      SIM = 0
C
C --- INLEZEN GRONDWATERSTANDSGEGEVENS
C
      DO WHILE (.TRUE.)
        READ (93,*,END=20) Y,D,NR,GWS,DUM
C
C --- BEGIN- EN EINDJAAR VASTSTELLEN
C
        IF (I.EQ.1) THEN
          YB = Y
          END IF
          YE = Y
C
C --- SIMULATIEREELS VASTLEGGEN
C
        IF (SIM.NE.NR) THEN
          J = J + 1
          SN(J) = NR
          SIM = NR
          END IF
C
C --- VASTLEGGEN GRONDWATERSTANDEN IN METERS EN
C --- OMZETTEN VAN NORMAAL JAAR NAAR HYDROL.JAAR
C
        IF (D.LT.10) THEN

```

```

        GRW(J,Y-1,D+27) = GWS / 1000.00
    ELSE
        GRW(J,Y,D-9) = GWS / 1000.00
    END IF
    I = I + 1
END DO

C
C --- WEGSCHRIJVEN KOPREGEL UITVOERFILE
C
20  WRITE(95,'(A)')
    $' SN Y 1LG 2LG 3LG LG3 1HG 2HG 3HG HG3 GHG GLG GT'
C
C --- LOOP MET SIMULATIE-EENHEDEN
C
    DO 40 IN = 1,J
        GHG(IN) = 0.00
        GLG(IN) = 0.00
        TEL(IN) = 0
        SOMLG3(IN) = 0.00
        SOMHG3(IN) = 0.00
C
C --- LOOP MET HYDROLOGISCHE JAREN MET 36 DECADEN
C --- (1 APRIL - 31 MAART)
C
    DO 100 Y = YB,YE-1
        DO 110 K = 1,3
            LG(IN,Y,K) = 0
            HG(IN,Y,K) = 99999
110    CONTINUE
C
C --- BEPALEN DRIE LAAGSTE GRONDWATERSTANDEN
C --- IN DE ZOMERPERIODE (1 APRIL- 1 OKTOBER)
C
    DO 150 D = 1,18
        IF (GRW(IN,Y,D).GT.LG(IN,Y,3)) THEN
            IF ( (GRW(IN,Y,D).GT.LG(IN,Y,3)) .AND.
                $ (GRW(IN,Y,D).LE.LG(IN,Y,2)) ) THEN
                LG(IN,Y,3) = GRW(IN,Y,D)
            ELSEIF ( (GRW(IN,Y,D).GT.LG(IN,Y,2)) .AND.
                $ (GRW(IN,Y,D).LE.LG(IN,Y,1)) ) THEN
                LG(IN,Y,3) = LG(IN,Y,2)
                LG(IN,Y,2) = GRW(IN,Y,D)
            ELSE
                LG(IN,Y,3) = LG(IN,Y,2)
                LG(IN,Y,2) = LG(IN,Y,1)
                LG(IN,Y,1) = GRW(IN,Y,D)
            ENDIF
        ENDIF
150    CONTINUE
C
C --- BEPALEN DRIE HOOGSTE GRONDWATERSTANDEN
C --- IN DE WINTERPERIODE (1 OKTOBER- 1APRIL)
C
    DO 200 D = 19,36
        IF (GRW(IN,Y,D).LT.HG(IN,Y,3)) THEN
            IF ( (GRW(IN,Y,D).LT.HG(IN,Y,3)) .AND.
                $ (GRW(IN,Y,D).GE.HG(IN,Y,2)) ) THEN
                HG(IN,Y,3) = GRW(IN,Y,D)
            ELSEIF ( (GRW(IN,Y,D).LT.HG(IN,Y,2)) .AND.
                $ (GRW(IN,Y,D).GE.HG(IN,Y,1)) ) THEN
                HG(IN,Y,3) = HG(IN,Y,2)
                HG(IN,Y,2) = GRW(IN,Y,D)
            ELSE
                HG(IN,Y,3) = HG(IN,Y,2)
                HG(IN,Y,2) = HG(IN,Y,1)
                HG(IN,Y,1) = GRW(IN,Y,D)
            ENDIF
        ENDIF
200    CONTINUE
C
C --- BEPALEN VAN HG3 EN LG3
C
    LG(IN,Y,4) = (LG(IN,Y,1)+LG(IN,Y,2)+LG(IN,Y,3))/3
    HG(IN,Y,4) = (HG(IN,Y,1)+HG(IN,Y,2)+HG(IN,Y,3))/3
C
C --- BEPALEN VAN GHG EN GLG
C

```

```

SOMLG3(IN) = SOMLG3(IN) + LG(IN,Y,4)
SOMHG3(IN) = SOMHG3(IN) + HG(IN,Y,4)
TEL(IN) = TEL(IN) + 1
GLG(IN) = SOMLG3(IN)/TEL(IN)
GHG(IN) = SOMHG3(IN)/TEL(IN)

```

```

C
C --- BEPALEN VAN GT'S
C

```

```

IF (GLG(IN) .LT. 0.50) THEN
    GTL(IN) = 1
ELSEIF ((GLG(IN) .GE. 0.50).AND.(GLG(IN) .LE. 0.80)) THEN
    GTL(IN) = 2
ELSEIF ((GLG(IN) .GT. 0.80).AND.(GLG(IN) .LE. 1.20)) THEN
    GTL(IN) = 3
ELSEIF (GLG(IN) .GT. 1.20) THEN
    GTL(IN) = 4
ENDIF

```

```

C
IF (GHG(IN) .LT. 0.20) THEN
    GTH(IN) = 1
ELSEIF ((GHG(IN) .GE. 0.20).AND.(GHG(IN) .LT. 0.25)) THEN
    GTH(IN) = 2
ELSEIF ((GHG(IN) .GE. 0.25).AND.(GHG(IN) .LT. 0.40)) THEN
    GTH(IN) = 3
ELSEIF ((GHG(IN) .GE. 0.40).AND.(GHG(IN) .LE. 0.80)) THEN
    GTH(IN) = 4
ELSEIF ((GHG(IN) .GT. 0.80).AND.(GHG(IN) .LT. 1.40)) THEN
    GTH(IN) = 5
ELSEIF (GHG(IN) .GE. 1.40) THEN
    GTH(IN) = 6
ENDIF

```

```

C
IF (GTL(IN) .EQ. 1) THEN
    GT(IN) = 1
ELSEIF (GTL(IN) .EQ. 2) THEN
    IF (GTH(IN) .LE. 2) THEN
        GT(IN) = 2
    ELSE
        GT(IN) = 3
    ENDIF
ENDIF

```

```

C
ELSEIF (GTL(IN) .EQ. 3) THEN
    IF (GTH(IN) .LE. 2) THEN
        GT(IN) = 4
    ELSE IF (GTH(IN) .EQ. 3) THEN
        GT(IN) = 5
    ELSE
        GT(IN) = 6
    ENDIF
ENDIF

```

```

C
ELSEIF (GTL(IN) .EQ. 4) THEN
    IF (GTH(IN) .LE. 2) THEN
        GT(IN) = 7
    ELSE IF (GTH(IN) .EQ. 3) THEN
        GT(IN) = 8
    ELSE IF (GTH(IN) .EQ. 4) THEN
        GT(IN) = 9
    ELSE IF (GTH(IN) .EQ. 5) THEN
        GT(IN) = 11
    ELSE
        GT(IN) = 12
    ENDIF
ENDIF

```

```

C
ENDIF
C

```

```

C --- WEGSCHRIJVEN JAARRESULTATEN
C

```

```

WRITE(95,300) SN(IN),Y,LG(IN,Y,1),LG(IN,Y,2),LG(IN,Y,3),
$ LG(IN,Y,4),HG(IN,Y,1),HG(IN,Y,2),HG(IN,Y,3),HG(IN,Y,4),
$ GLG(IN),GHG(IN),GTT(GT(IN))

```

```

300 FORMAT (1X,I2,1X,I2,10F5.2,1X,A5)

```

```

C
100 CONTINUE
C

```

```

C --- EINDE LOOP HYDROLOGISCHE JAAR
C

```

```

40 CONTINUE

```

```

C
C --- EINDE LOOP MET SIMULATIE-EENHEDEN
C
      CLOSE(93)
      CLOSE(95)
      END

```

Bijlage 16.1. Voorbeeld van GTBEP.DAT

SN	Y	1LG	2LG	3LG	LG3	1HG	2HG	3HG	HG3	GHG	GLG	GT
1 76	1.54	1.45	1.31	1.43	.00	.09	.13	.07	1.43	.07		V
1 77	1.17	1.15	1.12	1.15	.04	.15	.15	.12	1.29	.09		V
1 78	1.26	1.17	1.12	1.18	.00	.08	.09	.05	1.25	.08		V
1 79	1.21	1.18	1.14	1.18	.00	.00	.07	.02	1.23	.07		V
1 80	1.14	1.12	1.08	1.11	.11	.13	.14	.13	1.21	.08		V
1 81	1.19	1.08	1.01	1.09	.00	.05	.09	.04	1.19	.07	III	
1 82	1.35	1.32	1.30	1.32	.00	.00	.09	.03	1.21	.07		V
1 83	1.29	1.14	.99	1.14	.00	.15	.15	.10	1.20	.07		V
1 84	1.27	1.20	1.11	1.19	.05	.16	.20	.13	1.20	.08		V

Bijlage 17. Gesimuleerde grondwatertrappen in vergelijking met grondwater- klassen en veldwaarnemingen

DEMC	OPP. (HA)	WTCD	GT (SIM.)	GT (OGV-TMO)	DEMC	OPP. (HA)	WTCD	GT (SIM.)	GT (OGV-TMO)
1EAC001	232.82	A	III*	X	31C1001	54.83	0	VI	
1EAO-01	130.84	A	III*	X	31E1201	53.30	E (VII, VII*)	V*	VII, VI
1EAI001	58.45	A	III		32A0201	307.44	A (II)	II	II*
1EAI001	75.40	B	VI	X	32A0401	402.78	A	II	
1EAO-01	219.87	A	III		32A0901	232.47	A	II	
1EAO-01	540.57	A	III		32A1001	50.06	A	II	
1EAI001	52.76	A	III		32A1301	251.78	A	II	
1EAC001	77.86	A	III		32B0401	83.16	B	III	
1EAO-01	54.28	B	V	X	32B0901	315.37	B (IV, IV*)	V	VII, IV
1EAI001	95.90	B	VI	X	32B1001	156.47	B (IV)	III	IV
2EAO001	70.28	A	III		32B1201	56.77	E	V	
2EAO001	402.42	A (II, II)	III		32B1301	66.20	B	V	
2EAI001	119.55	A	II		32B0901	57.24	B	VI	
2EAI001	56.73	A	III		33A1001	67.91	D (VI)	VI	VII
2EAC001	64.52	B	VI	X	33A1201	85.87	E	VI	
2EAI001	51.80	D	V*		33E0701	176.72	E (VI, VI*)	VI	VII*, VII
2EAO001	357.70	A	III		33E0707	129.16	E	III	
2EAO-01	67.70	A	III		33E0714	2287.70	E	VI	X
2EAI001	110.47	A	II		33E0715	327.78	E	VI	X
2EAI001	78.77	A	III		33E0812	80.06	E	III	
2EAI001	120.44	B	VI	X	33E0813	57.74	E	V	
2EAI001	245.71	A	III		33E0814	989.15	E	VI	X
2EAO-01	90.73	D	VI		33E0815	231.24	E	VI	X
2EAI001	54.17	A	III		33E1001	92.30	E (VII)	VII	
2EAI001	105.29	B	VII	X	33E1201	293.71	E (VII)	VII	
2EAI001	53.93	B	VII	X	33E1412	1094.13	E (VII*)	III	X
2EAI001	151.43	D	V*		33E1413	70.01	E	III	X
2EAI001	142.93	E	VI	X	33E1414	1773.13	E	IV	X
2EAI001	328.06	A	II		33E1415	455.35	E	VI	X
2EAI001	104.02	A	II		3E0707	39.45	E (VII)	II	X
2EAI001	86.39	A	II		3E1201	68.69	E (VII*, VII*)	VII*	
2EAI001	83.99	B	VI	X					
2EAI001	174.97	B	VI	X					
2EAC001	135.34	A	III*	X	33E0707	112.24	E (VII*)	II	X
2EAI001	93.42	A	III		33E0714	1175.54	E	VI	X
2EAI001	118.82	A	III		33E0715	295.67	E	VII	
2EAI001	176.28	A	III		33E0814	150.86	E	VI	X
2EAI001	243.57	B	VI	X	33E1201	179.43	E (II-III)	VII	IV
2EAI001	75.61	B	VI	X	33E1213	76.42	E	VI	X
2EAI001	68.99	D	V*		33E1214	56.94	E	VII	
2EAO001	274.67	A	III		33E1401	80.27	E	VI	X
2EAO001	58.79	B	VI	X	33E1414	397.77	E	VI	X
2EAI001	78.97	D	V*		33E1415	259.80	E	VI	X
2EAI001	171.94	A	III		33E0714	555.77	E (VII*, VII*)	VI	VII*, VII*
2EAO001	124.53	B (III*)	VI	X					
2EAI001	86.64	B (IV)	VI	X	34E1414	175.86	E	VI	X
2EAI001	250.75	B (III*)	VI	X	37A1201	92.07	A	IV	X
2EAI001	118.52	D	VI	X	37A1301	124.85	A	IV	X
2EAI001	59.60	E	VI	X	37B1201	58.84	B (IV)	V	X
3EAO001	56.92	D	V	X	38A1301	71.00	A	III*	X
3EAI001	110.33	D	V	X	38A1901	141.66	A	III	
3EAI001	86.91	E	V*		39A0401	315.67	A	III	
3EAI001	34.13	E	III	X	39A1801	73.07	A	II	
3EAI001	203.32	E	V	X	40A0401	518.13	A	III	
3EAI001	239.73	E	V*		40A1201	83.96	A	III	
3EAI001	979.55	E	II	X	40A1801	723.33	A	II	
3EAI001	377.67	E	III	X	40A1901	760.44	A	III	
3EAI001	791.77	E	III	X	41A0401	158.77	A	III	
3EAI001	67.39	B	II	X	41A0501	414.81	A	III	
					41A1201	477.91	A	III	
					41A1301	1068.87	A	III	

Bijlage 17. Vervolg

DENCO	DPP. (NA)	NTCO	GT (SIM.)	GT (DRV-1WS)
41A1313	55.23	A	11	
41A1901	334.53	A	111	
41B1201	139.32	D	V1	
41B1301	52.53	D	V1	
42A0901	88.64	A	11	
42A1201	168.51	A	11	
42A1301	82.32	A	11	
42B0901	59.35	D	V1	
42B1201	684.91	D	V1	
42B1301	67.34	D	V1	
42E1201	111.20	E	V11	
43A0901	52.73	A	111	
43A1201	343.99	A	111	
43A1301	207.35	A	111	
43C1201	337.30	C	V	
43B1201	207.37	D	V1	
43B1301	76.23	D	V1	
43E1201	132.00	E	V11	
44A0901	193.60	A	111*	X
44C0901	240.62	C	V	
44C0914	69.44	C	V	
45A0901	52.31	A	111	
45C0901	232.90	C	V*	X
45C0914	68.01	C	V*	X
45C0915	58.10	C	V*	X
45C1201	75.46	C	V*	X
45D0901	80.41	D	V	X
45D1201	79.14	D	V	X
46E0814	105.89	E	V1	X
46E0815	64.87	E	V11	
46E0901	127.85	E	V11	
46E0912	53.26	E	V	X
46E0913	60.50	E	V*	X
46E0914	398.65	E	V1	X
46E0915	128.99	E	V11	
46E1001	76.33	E	V11	
46E1201	370.63	E (V11)	V11	V11*
46E1213	78.15	E	V1	X
46E1214	72.93	E	V1	X
46E1401	329.34	E (V11*)	V1	X
46E1412	299.07	E	111	X
46E1413	1206.66	E	111	X
46E1414	1196.79	E	1V	X
46E1415	492.12	E	V1	X
47A1001	68.64	A	111	
47B1001	76.94	B	V11	X
48C1001	81.94	C	V1	X
48C1401	56.62	C	1V	X
48C1013	71.11	D	111	X
48D1401	66.64	D (V1)	111*	X
48E1201	53.39	E (V11)	V11	V11*
49E0712	56.77	E	111	X
49E0714	259.76	E	V1	X
49E0812	243.46	E	111	X
49E0814	240.50	E	V1	X
49E1001	107.14	E	V11	
49E1014	74.15	E	V1	X
49E1201	131.45	E	V11	
49E1214	91.66	E	V1	X

DENCO	DPP. (NA)	NTCO	GT (SIM.)	GT (DRV-1WS)
49E1412	469.47	E	111	X
49E1413	948.76	E	111	X
49E1414	3104.62	E	1V	X
49E1415	703.04	E	V1	X
51E0714	84.06	E	V1	X
51E0814	85.71	E	V1	X
51E0901	94.18	E	V1	X
51E0914	145.28	E	V11	
51E0915	233.39	E	V1	X
51E1201	205.72	E	V11	
51E1401	115.25	E	V11	
51E1413	152.71	E	V1	X
51E1414	56.35	E	111	X
51E1415	164.51	E	1V	X

Bijlage 18. Verbeterde gesimuleerde grondwatertrappen in vergelijking met grondwaterklassen en veldwaarnemingen

DEMO	OPP. (HA)	WTCD	GT (SIM.)	GT (OCH-TWO)
3101001	34.83	D	V	
3161201	53.30	E (VII, VII*)	II	X VII, VI
3200201	307.64	A (III)	I	III*
3200401	402.78	A	I	
3200901	232.47	A	I	
3201001	50.06	A	I	
3201301	251.78	A	II	
3200401	83.16	B	III*	
3200901	315.37	B (IV, IV)	III*	VII*, IV
3201001	156.47	B (IV)	III*	IV
3201201	56.77	B	III*	
3201301	66.20	B	III*	
3200901	57.24	B	VI	
3201001	67.91	B (VI)	VI	
3201201	85.07	D	VI	
3200701	176.72	E (VII, VII*)	VII*	VII*, VII
3200707	129.16	E	III*	X
3200714	2287.70	E	VII*	
3200715	327.78	E	VII*	
3200812	80.06	E	VI	
3200815	57.74	E	VII	
3200814	967.15	E	VII*	
3200815	231.24	E	VII*	
3201001	92.30	E (VII)	VII*	
3201201	293.71	E (VII)	VII*	VII
3201612	1096.13	E (VII*)	VII	VII*
3201613	70.01	E	VII	
3201616	1773.13	E	VII*	
3201615	435.35	E	VII	
3203707	59.45	E (VII)	VI	VII*
3201201	68.69	E (VII*, VII*)	VII*	VII*, VII*
3203707	112.24	E (VII*)	III*	X VII
3200714	1175.54	E	VII*	
3200715	295.67	E	VII*	
3200816	150.86	E	VII*	
3201201	179.43	E (II-III)	VII*	IV
3201213	76.42	E	VII	
3201214	54.94	E	VII*	
3201401	80.27	E	VII*	
3201614	397.77	E	VII*	
3201615	259.80	E	VII*	
3203714	555.77	E (VII*, VII*)	VII*	VII*, VII*
3201614	175.86	E	VII*	
3201201	92.97	A	III*	X
3201301	126.85	A	III*	X
3201201	58.86	B (IV)	V*	X IV
3201301	71.00	A	III	
3201901	141.66	A	III	
3201401	315.67	A	II	
3201801	73.07	A	II	
4000401	518.13	A	II	
4001201	83.96	A	III	
4001801	723.33	A	II	
4001901	760.44	A	II	
4100401	158.77	A	II	
4100901	416.61	A	III	
4101201	477.91	A	III	
4101301	1050.87	A	II	

Bijlage 18. Vervolg

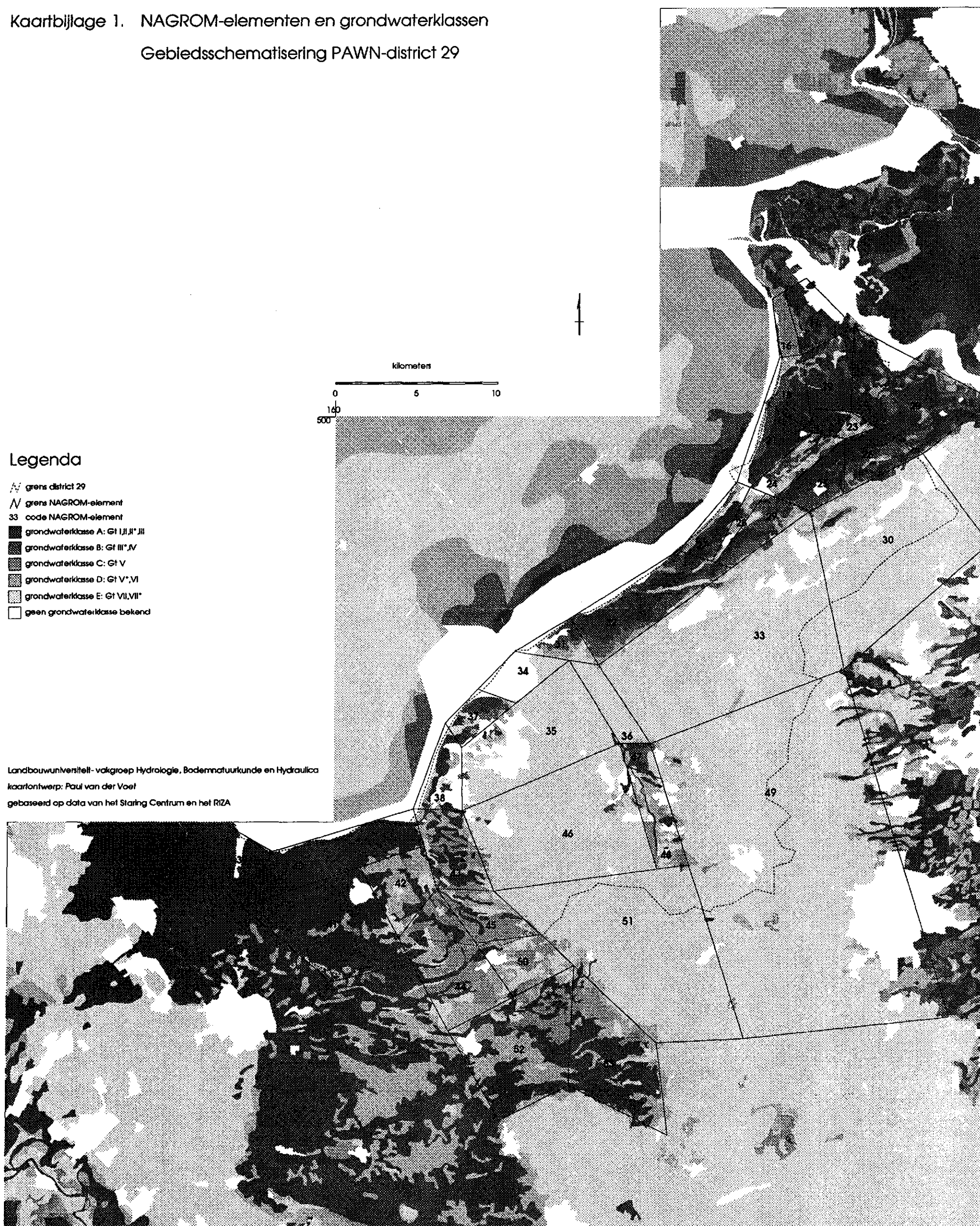
DEMO	OPP. (NA)	NYCO	GT (SIM.)	GT (OGV-TMO)
41A1313	55.23	A	II	
41A1901	334.53	A	II	
41D1201	139.32	D	VI	
41D1301	52.33	D	VI	
42A0901	88.64	A	II	
42A1201	168.51	A	II	
42A1301	82.32	A	II	
42D0901	59.35	D	VI	
42D1201	484.91	D	VI	
42D1301	67.34	D	VI	
42E1201	111.20	E	VII*	
43A0901	52.73	A	II	
43A1201	363.99	A	II	
43A1301	207.35	A	II	
43C1201	337.30	C	V	
43D1201	207.37	D	VI	
43D1301	76.23	D	VI	
43E1201	132.00	E	VII*	
44A0901	193.60	A	II	
44C0901	240.62	C	V	
44C0914	69.44	C	V	
45A0901	52.31	A	II	
45C0901	232.90	C	V	
45C0914	68.01	C	V	
45C0915	58.10	C	V	
45C1201	75.46	C	V	
45D0901	80.41	D	VI	
45D1201	79.14	D	VI	
46E0914	105.89	E	VII*	
46E0915	64.87	E	VII*	
46E0901	127.85	E	VII*	
46E0912	53.26	E	VII	
46E0913	60.50	E	VII	
46E0914	398.65	E	VII*	
46E0915	128.99	E	VII*	
46E1001	76.33	E	VII*	
46E1201	370.63	E (VII)	VII*	
46E1213	78.15	E	VII	
46E1214	72.93	E	VII*	
46E1401	329.34	E (VII*)	VII*	
46E1412	299.07	E	VII	
46E1413	1256.66	E	VII	
46E1414	1496.79	E	VII*	
46E1415	692.12	E	VII	
47A1001	68.64	A	III	
47B1001	76.94	B	III*	
48C1001	81.94	C	V	
48C1401	56.62	C	III X	
48D1013	71.11	D	V*	
48D1401	66.64	D (VI)	VI	
48E1201	53.39	E (VII)	VII*	
49E0712	56.77	E	VII	
49E0714	259.76	E	VII*	
49E0812	243.46	E	VII	
49E0814	240.50	E	VII*	
49E1001	107.14	E	VII*	
49E1014	74.15	E	VII*	
49E1201	131.45	E	VII*	
49E1214	91.66	E	VII*	
49E1401	241.26	E (VII*)	VII	

Kaartbijlage 1. NAGROM-elementen en grondwaterklassen
Gebiedsschematisering PAWN-district 29

Legenda

-  grens district 29
-  grens NAGROM-element
- 33 code NAGROM-element
-  grondwaterklasse A: Gt I,II,III
-  grondwaterklasse B: Gt III*,IV
-  grondwaterklasse C: Gt V
-  grondwaterklasse D: Gt V*,VI
-  grondwaterklasse E: Gt VII,VII*
-  geen grondwaterklasse bekend

Landbouwuniversiteit - vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica
kaartontwerp: Paul van der Voet
gebaseerd op data van het Staring Centrum en het RIZA



Kaartbijlage 2. Bodemfysische eenheden

Gebiedsschematisering PAWN-district 29

Legenda

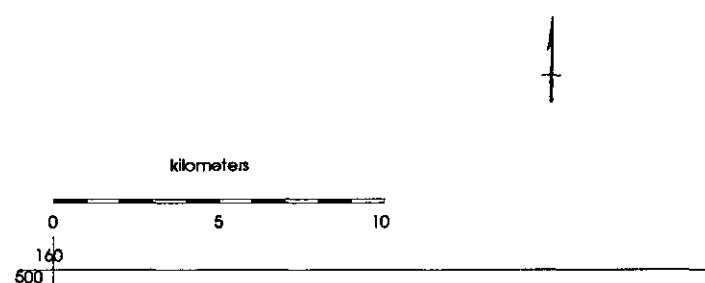
N grens bodemfysische eenheid
12 code bodemfysische eenheid

Landbouwuniversiteit - vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica
kaartontwerp: Paul van der Voet
gebaseerd op data van het Storing Centrum en het RIZA



Kaartbijlage 3. Grondgebruikseenheden

Gebiedsschematisering PAWN-district 29

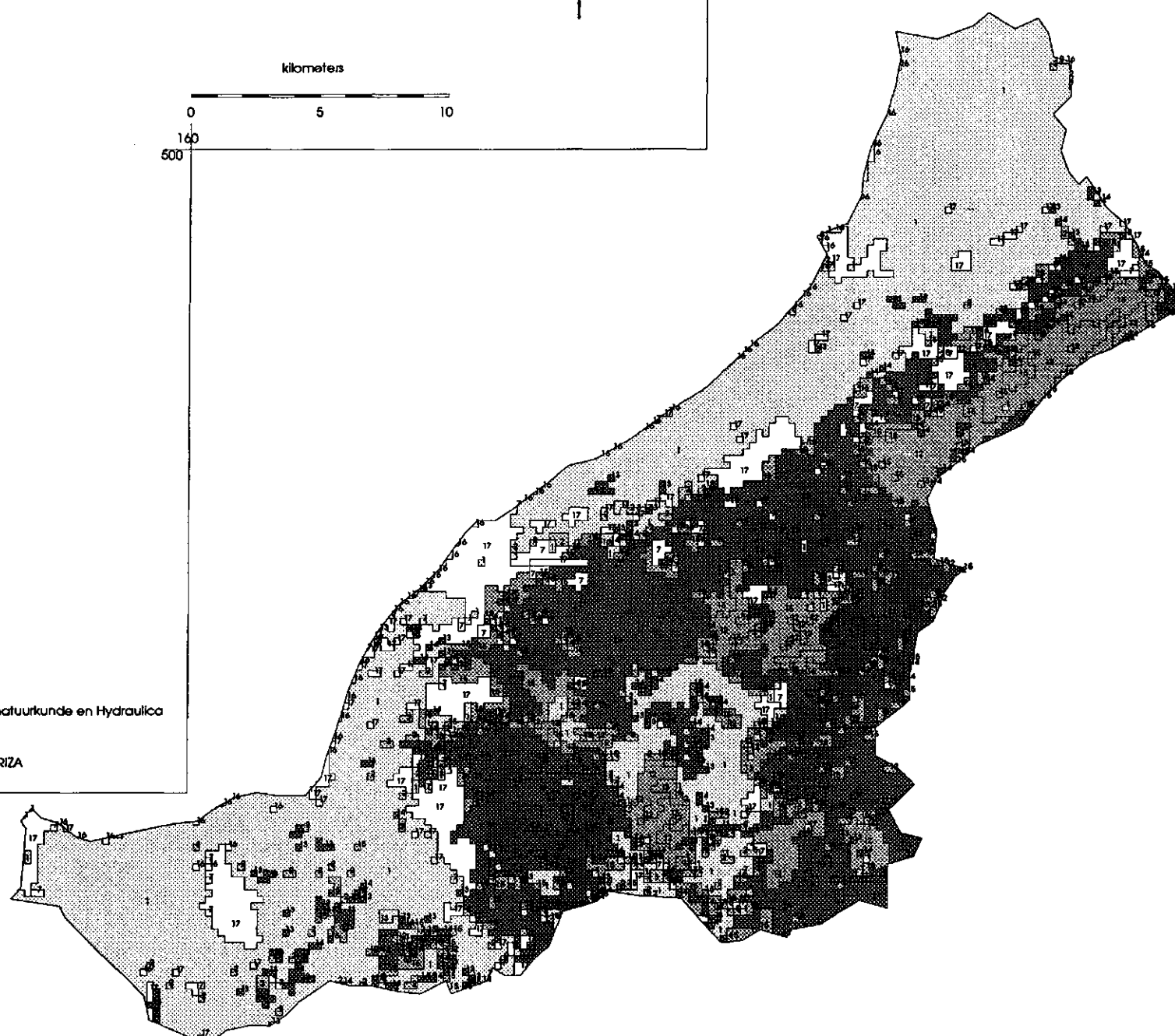


Legenda

N grens grondgebruikseenheid
15 code grondgebruikseenheid

- code 1: gras
- code 2: mais
- code 3: aardappelen
- code 5: granen
- code 12: heide
- code 15: overig natuurgebied
- code 13: loofhout
- code 14: naaldhout
- code 7: kale grond
- code 16: water
- code 17: bebouwing en wegen

Landbouwuniversiteit - vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica
kaartontwerp: Paul van der Voet
gebaseerd op data van het Staring Centrum en het RIZA



afgeleverd door

Kaartbijlage 4. Simulatie-eenheden

Gebiedsschematisering PAWN-district 29



Kaartbijlage 5. Simulatie-eenheden groter dan 50 ha
Gebiedsschematisering PAWN-district 29

