

NOTA 1518

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

BEPALING VAN DE INVLOED VAN GRONDWATERONTTREKKINGEN
EN INFILTRATIE OP GRONDWATERSTIJGHOOGTEN EN KWEL/
WEGZIJGING IN HET PEELGEBIED, MET BEHULP VAN
HET MODEL VOOR DE STATIONAIRE GRONDWATERSTROMING: FEMSATS

ing. B.M. Haaijer

PROJECTGROEP ZUIDELIJK PEELGEBIED 31

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

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. GEO- EN AFVOERHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE VAN HET PEELGEBIED	1
2.1. Geohydrologisch schematisatie	2
2.2. Drainageweerstanden c.q. afvoerrelaties	3
2.3. Gebiedsindeling	4
3. TOEPASSING VAN HET EINDIGE ELEMENTEN MODEL: FEMSATS	4
3.1. Benodigde invoergegevens	4
3.2. Berekeningsmethodiek	6
4. RESULTATEN	7
5. FILE ORGANISATIE EN REKENKOSTEN	11
LITERATUUR	13

ALTERRA

Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

1. INLEIDING

Ten behoeve van het Scenario Generating System voor het Peelgebied zijn de effecten van grondwateronttrekkingen en subirrigatie op de grondwaterstand en de kwel/wegzijgingssituatie als gemiddelde voor de bodemkundig-hydrologische subgebieden in superpositie berekend met de stationaire versie van het eindige elementen model FEMSAT (VAN BAKEL, 1978). Uitgangspunt was de door VAN WALSUM (1983) beschreven formulering van beïnvloedingsmatrices voor zowel het kwantiteitsmodel als het kwaliteitsmodel.

De nulsituatie is tenslotte berekend als een relatie tussen grondwaterstandsdiepte en kwel/wegzijging, op basis van een vaste randflux bij verschillende waarden van het neerslagoverschot.

2. GEO- EN AFVOERHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE VAN HET PEELGEBIED

Om hydrologische berekeningen in het Peelgebied te kunnen uitvoeren, dient allereerst het gebied te worden geschematiseerd. Voor wat de geo-hydrologische schematisatie betreft houdt dit in een opdeling in watervoerende lagen (waarin de stroming horizontaal is) en weerstandbiedende lagen (met alleen verticale stroming). De afvoerhydrologische schematisatie houdt in een (naar plaats variërende) relatie tussen grondwater en oppervlaktewater. In zijn meest simple vorm betekent dit dat per subgebied (zie hierover §2.3) één waarde wordt vastgesteld voor de drainage/infiltratieweerstand. Beide schematisaties zullen hierna apart worden behandeld. Het beschikbaar hebben van een topografische kaart van het Peelgebied kan daarbij van nut zijn.

2.1. Geo - hydrologische schematisatie

Er zijn 3 lagen onderscheiden:

- semi-permeabele toplaag (c_1)
- 1^e watervoerende laag (kD_1)
- 2^e watervoerende laag (kD_2)

met tussen 1^e en 2^e watervoerende laag een weerstand (c_2 -waarde)

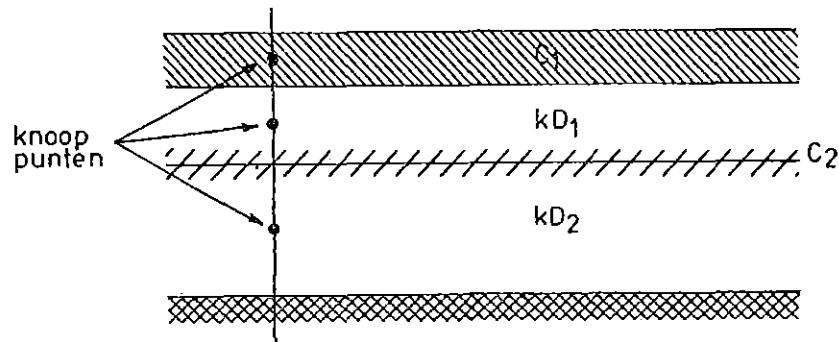


Fig. 1. Schematische weergave van de geo-hydrologische opbouw

Omdat op de Peelhorst de 2^e watervoerende laag in werkelijkheid ontbreekt is in het model de c_2 -waarde voor dat gebied erg groot gemaakt ($c_2 = 99999$ dagen) en de kD_2 -waarde erg klein ($kD_2 = 9 \text{ m}^2/\text{d}$)

Voor de toplaag is aangehouden:

Slenk: $c_1 = 100 \text{ d.}$ $D_1 = 15 \text{ m}$

Horst: $c_1 = 100 \text{ d.}$ $D_1 = 10 \text{ m}$

Voor de 1^e watervoerende laag is gesteld $D = 45 \text{ m}$ voor het Slenkgebied en $D = 25 \text{ m}$ voor de Horst. De kD_1 -waarde van de 1^e watervoerende laag is per knooppunt overgenomen van een voorlopige kD -waarden kaart. Voor de Slenk is de kD_1 -waarde tamelijk uniform met een waarde van $3\,500 \text{ m}^2/\text{d}$, enkele kleinere gebiedjes uitgezonderd. Zo is langs de peelrandbreuk en vooral in het NO van het gebied (Bakel - Deurne - Liessel) de kD_1 -waarde wat kleiner (tot minimaal $750 \text{ m}^2/\text{d}$). Voor de Peelhorst is de kD_1 -waarde van het 1^e watervoerende pakket erg grillig (variëert tussen 200 en $2\,000 \text{ m}^2/\text{d}$) met voor het grootste deel van het gebied waarden kleiner dan $750 \text{ m}^2/\text{d}$ (beneden de lijn Deurne - Griendtsveen).

De c_2 -waarde tussen de 1^e en 2^e watervoerende laag is slechts matig bekend. Aangehouden is een waarde variërend tussen $1\,000$ en $6\,000$ dagen voor het Slenkgebied. Ten noorden van de lijn Helmond -

Deurne 6 000 dagen. Van deze lijn tot de lijn Ospel - Neerkant - Liessel 3 000 dagen, met in de buurt van Someren-Eind/Heusden een tong met een c-waarde van 1 000 dagen. Beneden de lijn Ospel - Neerkant - Liessel is aangehouden $c_2 = 1\ 000$ dagen en helemaal in het Z.O. van het Slenkgebied beneden de lijn ten zuiden van Ospel naar Meijel is de c-waarde 2 000 dagen.

Voor de kD-waarde van de 2^e watervoerende laag is voor de Slenk aangehouden: $kD = 10\ 000\ m^2/d$. Ten einde te voorkomen dat in deze laag toch stroming optreedt over de peelrandbreuk is voor de knopen langs deze breuk een kD-waarde van $5\ m^2/d$ ingevoerd.

2.2. D r a i n a g e w e e r s t a n d e n c.q. a f v o e r r e l a t i e s

Voor de drainageweerstand is onderscheid gemaakt in een zomersituatie en een wintersituatie.

De waarden voor γ_w zijn afgeleid uit een voorlopige drainageweerstandkaart, gebaseerd op de situatie voorjaar 1983. De drainageweerstand in de zomer (γ_z) is afgeleid uit dezelfde kaart, waarbij verondersteld is dat alleen de hoofdleidingen dan nog watervoerend zijn. De drainageweerstand is in de zomer dan ook wat hoger dan in de winter. Voor de natuurgebieden Mariapeel en Grote Peel is in onderling overleg voor de zomer een slechts weinig hogere drainageweerstand verondersteld dan in de winter, omdat deze gebieden kunstmatig op peil gehouden worden door conservering en aanvoer van Maaswater.

Deze drainageweerstanden zijn gehanteerd voor de berekening van de stroming van/naar het ontwateringssysteem bij de bepaling van de invloed van grondwateronttrekkingen en subirrigatie op de grondwaterstanden en de diepe kwel/wegzijging.

Bij de berekening van de 'nulsituatie' is gebruik gemaakt van de volgende grondwaterstand-afvoerrelatie (afgeleid uit een voorlopige bewerking van meetresultaten):

$$q = 5.21 e^{-2.07 h^*}$$

met q = afvoer in mm/dag

h^* = grondwaterstandsdiepte - m.v. in m.

Voor de natuurgebieden Mariapeel en Grote Peel is hierop een correctie toegepast, zodat in deze gebieden geldt:

$$q = 5.21 e^{-2.07 h^*} - 3.10$$

mits $h^* \leq 0,25$ m

en

$$q = 0$$

indien $h^* > 0,25$ m

Voor het subgebied nummer 10 is eveneens een correctie toegepast;

$$\text{hier geldt: } q = 5.21 e^{-2.07 h^*} - 1,85$$

mits $h^* \leq 0,50$ m

en

$$q = 0$$

indien $h^* > 0,50$ m

2.3. G e b i e d s i n d e l i n g

Voor de gebiedsindeling is de indeling in bodemkundig-hydrologische eenheden aangehouden zoals gemaakt door SMIDT. Er zijn binnen het studiegebied 31 van deze subgebieden onderscheiden, namelijk in de Slenk de gebieden 1 t/m 19 en op de Horst de gebieden 20 t/m 31. Bij het opzetten van het eindige-elementennetwerk zijn de begrenzungen tussen de subgebieden nog verder geschematiseerd tot vloeiende lijnen. De knooppunten die buiten het eigenlijke studiegebied vallen zijn ondergebracht in een aantal (no.'s 32 t/m 43) aparte deelgebieden welke niet nader zijn ingedeeld naar bodemkundig-hydrologische kenmerken. Bij eventuele hernieuwde berekeningen met een uitgebreider netwerk om randeffecten uit te schakelen kunnen deze rand subgebieden (zonder meer) uitgebreid worden.

3. TOEPASSING VAN HET EINDIGE ELEMENTEN MODEL: FEMSATS

3.1. B e n o d i g d e i n v o e r g e g e v e n s

Bij de opzet van het eindige elementen netwerk is er naar gestreefd de gebiedsbegrenzungen zo goed mogelijk te volgen (de begrenzing valt midden tussen twee knooppunten).

Het netwerk omvat 404 knooppunten en 748 elementen, (driehoekig). Per subgebied is de knooppuntnummering oplopend. De coördinaten van de knooppunten zijn gedigitaliseerd met behulp van de digitaliseertafel.

Per knooppunt bestaat de invoer voor FEMSATS uit:

- Knooppuntkode: KODE = 1 randknoop met voorgeschreven potentiaal
KODE = 2 intern knooppunt, waar de potentiaal berekend wordt.
- Maaiveldhoogte
- X-coördinaat
- Y-coördinaat
- Dikte toplaag
- Dikte 1^e watervoerende laag
- Dikte 2^e watervoerende laag
- Drainageweerstand γ (zomer òf winter)
- c-waarde toplaag
- c-waarde tussen 1^e en 2^e watervoerende laag
- kD-waarde 1^e watervoerende laag
- kD-waarde 2^e watervoerende laag

Deze gegevens zijn opgeslagen in de files

[CBKL.21550040.HAAYER] PEELZOM.DAT

en

[CBKL.21550040.HAAYER] PEELWIN.DAT

respectievelijk met drainageweerstanden in de zomer en in de winter. Van eerstgenoemde file zijn meerder versies aanwezig; afhankelijk van het feit of de randpotentiaal voorgeschreven is of dat de randflux voorgeschreven is (nulsituatie) wat tot uiting komt in de knooppuntskode en afhankelijk van het feit of de werkelijke maaiveldhoogte opgegeven is of niet.

In de file [CBKL.21550040.HAAYER] PEELALG.DAT

zijn algemene gegevens opgenomen over het netwerk, iteratieprocedure, toleranties en de opgelegde debieten. Over het algemeen zijn dit variabele invoergegevens. Deze zijn opgenomen in een aparte file omdat Editing van een kleinere file veel goedkoper is dan Editing van een grote file.

De voor een run benodigde startwaarden van de potentialen in de knooppunten (als benadering van de oplossing) worden opgegeven in

de file [CBKL.21550040.HAAYER]HEADS.DAT. Als resultaat van een berekening wordt een soortgelijke file geleverd [CBKL.21550040.HAAYER]HEADS.NEW, die eventueel als start voor een vervolg berekening te gebruiken is.

3.2. Berekeningsmethode

Het hydrologische systeem wordt als een lineair systeem opgevat, zodat het superpositie beginsel van toepassing is. Bergingsveranderingen worden verwaarloosd, dus de stromingen worden als permanente stromingen behandeld.

De grondwaterstand aan het begin van de hydrologische zomer is nu geformuleerd als: $hs = hso + A.Qw$

en die aan het begin van de hydrologische winter als

$$hw = hwo + B.Qs + C.Ig + D.Uds$$

Hierin zijn hso en hwo grondwaterstanden die op zouden treden als de genoemde beïnvloedingen niet zouden optreden (nulsituatie). Qw en Qs zijn diepe grondwateronttrekkingen uit het 2^e watervoerende pakket gedurende respectievelijk de winter en de zomer, Ig is een middeldiepe grondwaterwinning gedurende de zomer (uit het 1^e watervoerende pakket) ten behoeve van kunstmatige beregening en Uds is infiltratie in de toplaag ten gevolge van het opzetten van slootpeilen in de zomer. Ig en Uds worden verondersteld diffuus op te treden terwijl Q een puntonttrekking is. A, B, C, en D zijn beïnvloedingsmatrices (31 x 31) die bepaald worden door de ingrepen successievelijk op de verschillende deelgebieden uit te voeren. In de n^e rij van een matrix komt te staan de invloed van een ingreep in subgebied n op alle 31 subgebieden. In de n^e kolom van een matrix komt te staan de invloed van onttrekking in alle subgebieden op subgebied n.

Op de hoofddiagonaal van een matrix komt dus te staan de invloed van een ingreep in een bepaald subgebied op het subgebied zelf.

De kwel/wegzijging van de toplaag in de hydrologische zomer is geformuleerd als

$$Dps = Dpso + ADp.Qs + CDp.Ig + DDp.Uds$$

en die in de hydrologische winter als

$$Dpw = Dpwo + BDp.Qw$$

De waarden D_{pso} en D_{pwo} zijn fluxen die op zouden treden indien de genoemde ingrepen niet plaatsvonden (nulsituatie). AD_p , BD_p , CD_p en DD_p zijn beïnvloedingsmatrices (grootte 31 x 31) voor de kwel/weg-zijging (diep percolation).

De beïnvloedingsmatrices A, B, C, D, AD_p , BD_p , CD_p , en DD_p zijn bepaald door uit te gaan van het volgende:

stijghoogte in de randknopen is 0.00 m
waterpeil in het slotenstelsel is 0.00 m
maaiveldhoogte is 1.50 m
slootbodem is -1.50 m

4. RESULTATEN

B e p a l i n g m a t r i x A e n m a t r i x B D p

Invoergegevens: -Capillaire opstijging = 0.0 mm/d.

-Drainageweerstand voor wintersituatie

-Stroming naar het tertiaire ontwateringsstelsel
wordt bepaald door de grondwaterstandsverandering
 Δh en de drainageweerstand.

De berekening is uitgevoerd met wandelend pompstation; onttrekking aan 2^e watervoerende laag (laag 3) ter grootte van
 $Q = 5\,000\text{ m}^3/\text{dag}$, successievelijk ter plaatse van:

gebied	1	knooppunt	2
	2		9
	3		21
	4		29
	5		54
	6		68
	7		82
	8		97
	9		111
	10		---
	11		128
	12		140

gebied 13	knooppunt 151
14	158
15	167
16	---
17	184
18	203
19	217

De grondwateronttrekking is niet uitgevoerd voor de subgebieden 10 en 16 (natuurgebied) en niet voor de gebieden 20 t/m 31 omdat deze op de Peelhorst liggen, waar de tweede watervoerende laag niet voorkomt.

De grondwaterstandsverlaging is uitgedrukt in m en de kwel/wegzijing in m^3/d per deelgebied. Met de bekende gebiedsgrootte ([CBKL.21550040.HAAYER]MATRAREA.DAT) is deze waarde om te rekenen naar een flux per eenheid van oppervlakte. De matrices zijn opgeslagen als file

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXA.DAT

en

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXADP.DAT

Over de resultaten is het volgende op te merken:

-Ten gevolge van relatief grote kD -waarde van de 2^e watervoerende laag in combinatie met een niet onbelangrijke c -waarde is de spreiding groot. Vrijwel al het onttrokken water wordt dan ook aangevoerd over de rand van het modelgebied. De gebiedsgrootte en de ligging ten opzicht van de modelrand zijn tevens van belang voor de grondwaterstandsverlaging die varieert tussen 1 en 30 mm per deelgebied.

B e p a l i n g m a t r i x B e n m a t r i x A D p

Berekening is volkomen identiek aan voorgaande (ook nu geen capillaire opstijging) behalve nu is gewerkt met drainageweerstand voor de zomer. De matrices zijn opgeslagen als file

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXB.DAT

en

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXBDF.DAT

De berekeningsresultaten zijn niet wezenlijk anders dan bij de winteronttrekkingen. De grondwaterstandsverlaging varieert nu van 3 tot 50 mm en de wegzijging is iets geringer dan in de winter.

B e p a l i n g m a t r i x C e n m a t r i x C D P

Middeldiepe onttrekking (aan 1^e watervoerende laag) ten behoeve van kunstmatige beregening in de zomer. Ook hier wordt capillaire opstijging 0.0 mm/dag gesteld. Er wordt gebruik gemaakt van drainageweerstand in zomersituatie. De onttrekking is in dit geval een diffuus proces, dat wil zeggen vindt plaats in alle knooppunten van een betreffend subgebied. Als onttrekking is ingevoerd 0,5 mm/dag. De onttrekking is niet doorgevoerd voor de natuurgebieden (subgebieden 10, 16, 27).

De matrices zijn opgeslagen in de files

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXC.DAT

en

[CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXCDP.DAT

De grondwaterstandsverlaging is weer gegeven in m en de kwel/wegzijging in m³/dag per deelgebied.

Over de resultaten het volgende:

Afhankelijk van de ligging ten opzichte van de modelrand wordt in de Slenk 10 tot 70% van de onttrokken hoeveelheid water aangevoerd als randstroming. Op de Horst wordt meer water door het tertiaire systeem aangevoerd en 'slechts' 5 tot 30% als randstroming (dit is een gevolg van veel kleinere kD-waarde). De grondwaterstandsverlaging varieert in de Slenk van 5 tot 20 cm en op de Horst van 15 tot 35 cm.

B e p a l i n g m a t r i x D e n m a t r i x D D P

Infiltratie in de toplaag (veroorzaakt door opzetten van slootpeilen) is hier aangebracht door per deelgebied in alle knooppunten (diffuus proces) een injectie toe te passen van 0,5 mm/dag (tegengesteld teken ten opzichte van onttrekking). Voor drainageweerstand zijn weer zomerwaarden gebruikt, behalve in het subgebied waar de invoer plaatsvindt; hier is de slootwerking uitgeschakeld door te stellen $\gamma_z = 100\ 000$ dagen (de injectie wordt immers gedacht afkomstig te zijn

van opgezette slootpeilen, zodat sloten niet gelijktijdig kunnen draineren). Bij deze berekeningen is wel een capillaire werking geïntroduceerd en wel afhankelijk van de grondwaterstandsstijging volgens een lineaire relatie

$$v_c = 0,5 \cdot \Delta h$$

met v_c in mm/dag en Δh in m.

De berekening is uitgevoerd voor alle 31 subgebieden. De matrices zijn als file opgeslagen onder [CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXD.DAT en [CBKL.21550040.HAAYER]MATRIXDDP.DAT met Δh in m en Δq in m³/dag per deelgebied.

Over de resultaten het volgende:

Verschillen in randfluxen tussen Slenk en Horst zijn ongeveer gelijk aan die bij beregeningsonttrekking (matrix C).

De grondwaterstandsstijging in de Slenk varieert van 8 tot 25 cm en die op de Horst van 20 tot 65 cm.

In tabel 1 zijn de waarden van de grondwaterstandsverandering en van de effecten op de kwel/wegzijging van de hoofddiagonalen van de acht matrices samengevat.

B e p a l i n g 'N u l s i t u a t i e'

De bepaling van de nulsituatie is in dit kader van de berekeningen teruggebracht tot het vinden van de relatie voor elk subgebied tussen de grondwaterstand en de kwel/wegzijgingsflux.

Ten einde deze relaties te kunnen berekenen zijn werkelijke stijghoogten langs de rand van het modelgebied nodig, alsmede werkelijke maaiveldshoogten.

Uit een voorlopige isohypsenkaart van de 1^e watervoerende laag van de situatie voorjaar 1983 zijn de stijghoogten voor de randknopen afgeleid. Verondersteld is dat de potentiaal in alle drie de lagen langs de rand gelijk is (hier dus geen verticale fluxen). De maaiveldshoogte is overgenomen van een ingekleurde hoogtekaart. Op het hele modelgebied is een neerslag van 1 mm/dag ingevoerd (=onverzadigde stroming), terwijl de afvoerrelaties volgens §2 gebruikt zijn. Hiermee zijn voor de randknopen de heersende randfluxen bepaald. Verondersteld wordt dat als het hele grondwaterniveau stijgt of daalt

dit weinig effect zal hebben op de randfluxen. Deze fluxen zijn dan ook constant verondersteld en de voor 1 mm/dag neerslag berekende randfluxen zijn als vaste waarden opgelegd bij de vervolgberekeningen, waarbij de randpotentialen door het model berekend moet worden. Het geheel is dan opgehangen aan de hoogte van het maaiveld door middel van de afvoerrelatie.

Vervolgens is het gebied doorgerekend met een neerslag op het gehele gebied van respectievelijk 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; en 5,0 mm/dag. Uit de berekeningen volgt voor elk deelgebied de kwel/wegzijging bij elke gebruikte neerslagintensiteit. Deze kwel/wegzijging is gerelateerd aan de eveneens berekende gemiddelde grondwaterstand in de deelgebieden. Voor elk deelgebied is de relatie kwel/wegzijging tegen de grondwaterstandsdiepte in grafiek vorm weergegeven (zie figuren 2 t/m 7). De resultaten zijn opgeslagen in de files

[CBKL.21550040.HAAYER]MATHNUL.DAT

en

[CBKL.21550040.HAAYER]MATQNUL.DAT

Met voorgeschreven randflux en vrije randpotentiaal blijkt de grondwaterstand soms meer of minder af te wijken van die bij vaste randpotentiaal (beide berekeningen met neerslag 1 mm/dag). Met vaste randflux blijken de grondwaterstanden systematisch hoger te liggen dan in het andere geval. De verschillen variëren van enkele centimeters tot enkele decimeters in de gebieden met zeer diepe grondwaterstand. Dit betekent waarschijnlijk dat de isohypsen van voorjaar 1983 en de neerslag van 1 mm/dag niet helemaal bij elkaar passen. Ook kan de veronderstelling van een gelijke stijghoogte in alle 3 de lagen aan de rand van het gebied een bron van fouten zijn en de gehanteerde afvoerrelaties zijn op zijn minst dubieus. Vast staat wel dat de grondwaterstanden bij $N = 5$ mm/dag in veel gebieden tot boven maaiveld stijgen, hetgeen zijn twijfels oproept.

5. FILE ORGANISATIE EN REKENKOSTEN

In hoofdstuk 4 is reeds op een aantal plaatsen vermeld naar welke file de resultaten zijn weggeschreven. Voor eventuele hernieuwde berekeningen is het echter noodzakelijk de gehele file organisatie te

kennen. Deze wordt daarom volledig weergegeven in bijlage A.

De totale, door STAVAX in rekening gebrachte, rekenkosten ter bepaling van de beïnvloedingsmatrices en nulsituatie, inclusief ontwikkelingswerk, hebben circa f 5 500,- bedragen. Per produktierun (dus 1 rij in een matrix) is dat circa f 10,- (90 ss), hetgeen als relatief goedkoop kan worden aangemerkt.

LITERATUUR

WALSUM, P.E.V. VAN, 1983. Report on Southern Peel Research Session
at IIASA, 12 - 26 september 1983.

NOTA ICW 1463, 12 p.

BAKEL, P.J.T. VAN, 1978. A numerical model for non-stationary
saturated groundwater flow in a multilayered system. ICW-
nota 1077. 40 p.

SMIDT, E.H., 1983. Methodiek voor de bepaling van de beïnvloedings-
matrices A, B, C, D, en van de Dp's.

Notitie ten behoeve van bespreking op 29 - 09 - 1983.

SMIDT, E.H., 1983. Explanation to the map of the subregions in the
Southern Peel area.

Tabel 1: De waarden van de hoofddiagonaal van de beïnvloedingsmatrices.

SUBGEBIED	Δh (cm)				Δq (mm.d ⁻¹)			
	A	B	C	D	BDp	ADp	CDp	DDp
1	-0,3	-0,4	- 6,1	10,9	-0,005	-0,004	-0,07	-0,48
2	-0,5	-1,0	-11,1	20,4	-0,031	-0,024	-0,27	-0,51
3	-0,1	-0,3	- 5,7	11,2	-0,010	-0,005	-0,11	-0,50
4	-1,0	-1,3	-14,8	18,7	-0,011	-0,009	-0,10	-0,42
5	-1,6	-2,6	-20,6	26,6	-0,030	-0,025	-0,20	-0,39
6	-1,3	-2,3	- 5,6	10,5	-0,057	-0,042	-0,10	-0,48
7	-1,6	-2,5	-13,3	17,6	-0,028	-0,022	-0,12	-0,44
8	-0,7	-1,2	- 3,4	9,9	-0,061	-0,063	-0,17	-0,51
9	-0,7	-1,3	-13,7	20,0	-0,022	-0,015	-0,16	-0,41
10	--	--	--	8,1	--	--	--	-0,49
11	-1,3	-3,5	- 8,0	14,7	-0,107	-0,081	-0,17	-0,45
12	-1,2	-2,8	-11,3	17,0	-0,043	-0,033	-0,14	-0,44
13	-0,4	-1,0	- 7,3	14,5	-0,035	-0,022	-0,18	-0,46
14	-0,8	-2,0	- 8,8	15,2	-0,051	-0,031	-0,15	-0,45
15	-0,7	-2,0	- 7,9	18,1	-0,069	-0,059	-0,25	-0,44
16	--	--	--	22,2	--	--	--	-0,41
17	-2,9	-5,0	- 9,6	16,5	-0,105	-0,084	-0,17	-0,44
18	-0,4	-1,0	-13,6	24,9	-0,028	-0,020	-0,26	-0,40
19	-1,7	-1,8	-13,3	17,4	-0,013	-0,012	-0,09	-0,44
20	--	--	-16,3	21,9	--	--	-0,17	-0,43
21	--	--	-18,7	33,2	--	--	-0,34	-0,36
22	--	--	-15,8	24,2	--	--	-0,23	-0,41
23	--	--	-21,5	45,9	--	--	-0,43	-0,29
24	--	--	-31,3	43,3	--	--	-0,34	-0,30
25	--	--	-20,7	35,8	--	--	-0,34	-0,35
26	--	--	-17,8	32,1	--	--	-0,32	-0,37
27	--	--	--	64,9	--	--	--	-0,18
28	--	--	-29,3	54,8	--	--	-0,44	-0,24
29	--	--	-22,7	27,6	--	--	-0,20	-0,39
30	--	--	-30,0	40,2	--	--	-0,32	-0,32
31	--	--	-33,7	52,1	--	--	-0,41	-0,25

KORTE OMSCHRIJVING USERFILES DIRECTORY [CBKL. 21550040, HAAYER]

d.d. 30-01-1984

C2. DAT : c-waarden per knooppunt tussen 1^e en 2^e watervoer-
 ende pakket (c-waarde Kedichem/Tegelen)

CONTACP.34. DAT : heeft geen betekenis (is van Veenmarken) kan ten
 gevolge van 'protection-code' alleen vanuit User
 CSMD- verwijderd worden.

CONTACP34. FOR : Programma voor aanmaken file KONTAKT.DAT

CONTACP34. EXE : idem

COOR. DAT : x en y coördinaten van de knooppunten

CREFIL. * : programma voor creëren data-file beïnvloedingsmat-
 rices (31 x 31) HMAT en QMAT

ELEMENT.DAT : basisgegevens van de elementen (knooppnr.s.)

FEMSATSP. * : stationair eindige elementen programma

HEADS. DAT : startwaarden voor drukvlakberekening

HEADS. NEW : berekende potentialen na n iteraties; deze zijn
 weer als startwaarde te gebruiken bij voortzetting
 berekening

HEADSNUL. DAT : startwaarde potentialen in superpositie

KD1. DAT : kD-waarde per knooppunt van het 1^e watervoerende
 pakket

KONTAKT. DAT : file aangemaakt met behulp van CONTACP34.*
 Bevat alle relaties tussen de diverse knooppunten

MAAI. DAT : maaiveldhoogte ten opzichte van N.A.P. per knoop-
 punt

MAAK. * : programma voor creëren data file nulsituatie (31 x
 10) voor potentiaal en kwel

MATHNUL. DAT : berekende grondwaterdiepte nul-situatie

MATQNUL. DAT : berekende kwel/wegzijging nulsituatie

MATRAREA. DAT : berekende oppervlakte (m²) per deelgebied + maaiveld-
 hoogte

MATRIX. DAT : grondwaterstandsaling bij diepe winteronttrekking

MATRIXADP. DAT : wegzijging ten gevolge van diepe zomeronttrekking

MATRIXB. DAT : grondwaterstandsaling ten gevolge van diepe ont-
 trekking zomer

Vervolg bijlage

MATRIXBDP. DAT : wegzijging ten gevolge van diepe onttrekking winter
MATRIXC. DAT : grondwaterstandsaling ten gevolge van beregenings-
onttrekking
MATRIXCDP. DAT : wegzijging ten gevolge van beregeningsonttrekking
MATRIXD. DAT : grondwaterstandsstijging ten gevolge van subirriga-
tie
MATRIXDDP. DAT : kwel/wegzijging gevolge van subirrigatie
PEEL. RES; * : outputfile van een Femsatsrun
PEELALG. DAT : inputfile met algemene gegevens en gegevens onttrek-
kingen (variabele input)
PEELWIN. DAT : inputfile (vate gegevens) met drainageweerstand
wintersituatie
PEELZOM. DAT; * : inputfile (vaste gegevens) met drainageweerstand
zomersituatie
PEELZOM. DAT; 19: idem, randknoop KODE = 2 (h variabel) werkelijke
maaiveldhoogte
PEELZOM. DAT; 18: idem, randknoop KODE = 1 (h vast) werkelijke maaiveld-
veldhoogte
PEELZOM. DAT; 17: idem, randknoop KODE = 1, maaiveldhoogte = 0.00
RAND. DAT : potentiaal randknopen, voorjaar 1983
REGION. DAT : info per subgebied
RESWIN. DAT : drainageweerstand winter
RESZOM. DAT : drainageweerstand zomer
START. DAT : startpotentialen voor berekening nulsituatie
(h = M.V. - 1.00 m)

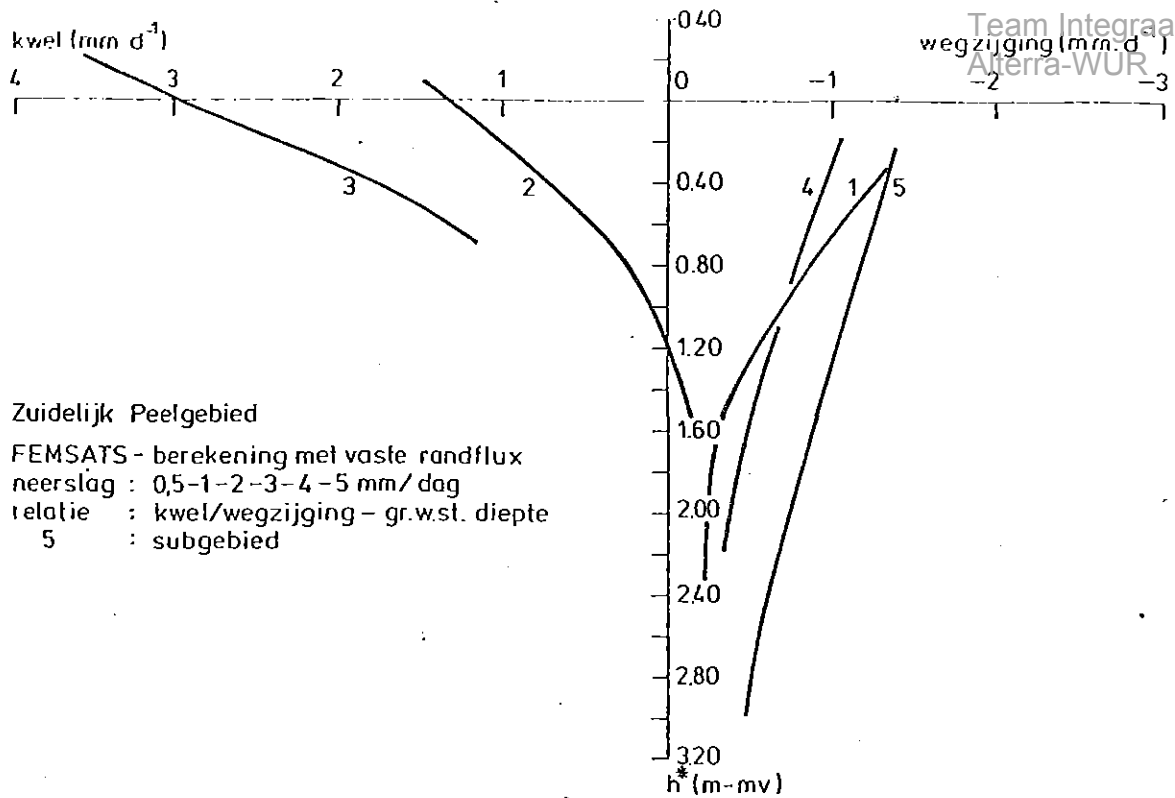


Fig. 2. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijsing, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 1 tot en met 5

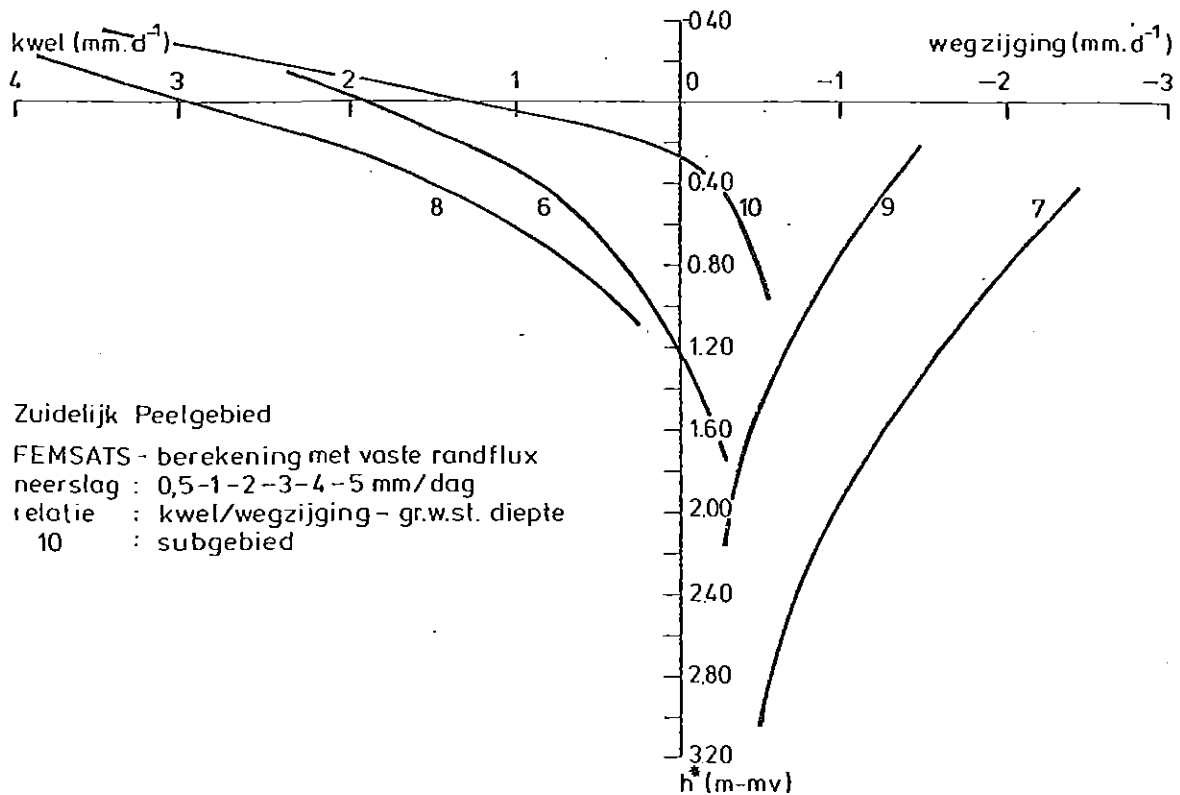


Fig. 3. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijsing, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 5 tot en met 10

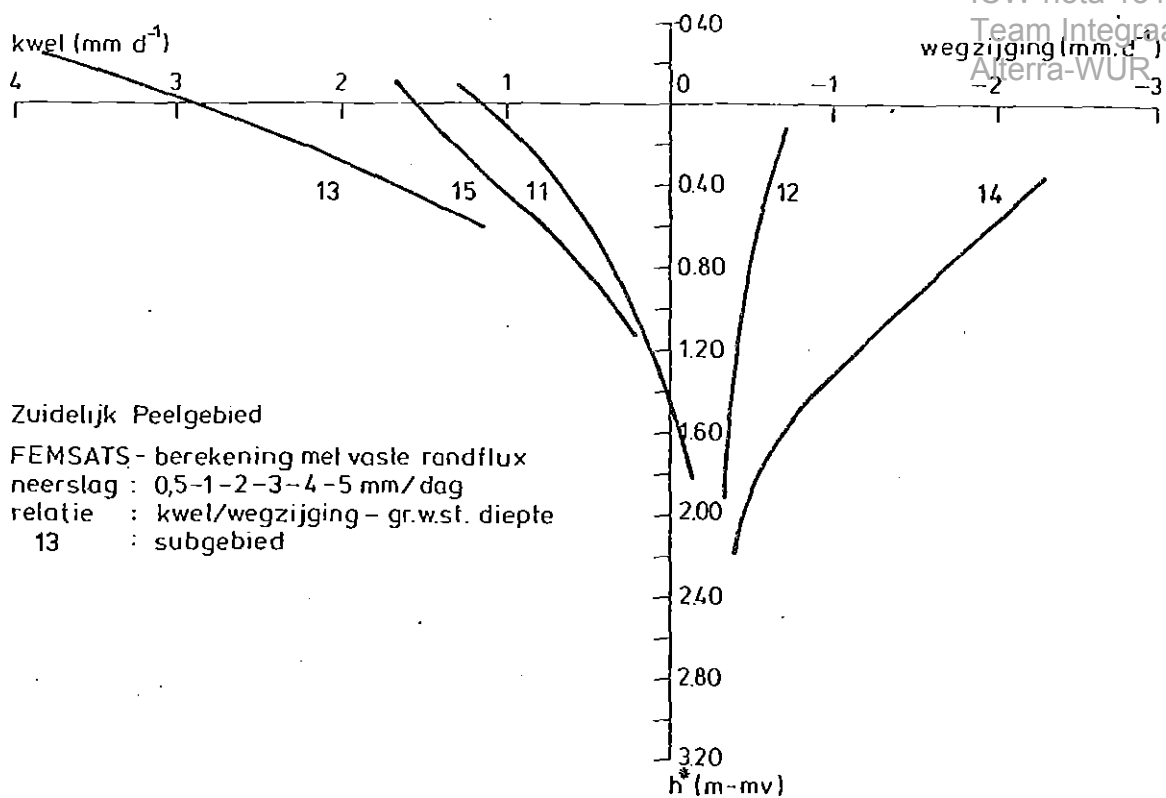


Fig. 4. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijging, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 11 tot en met 15

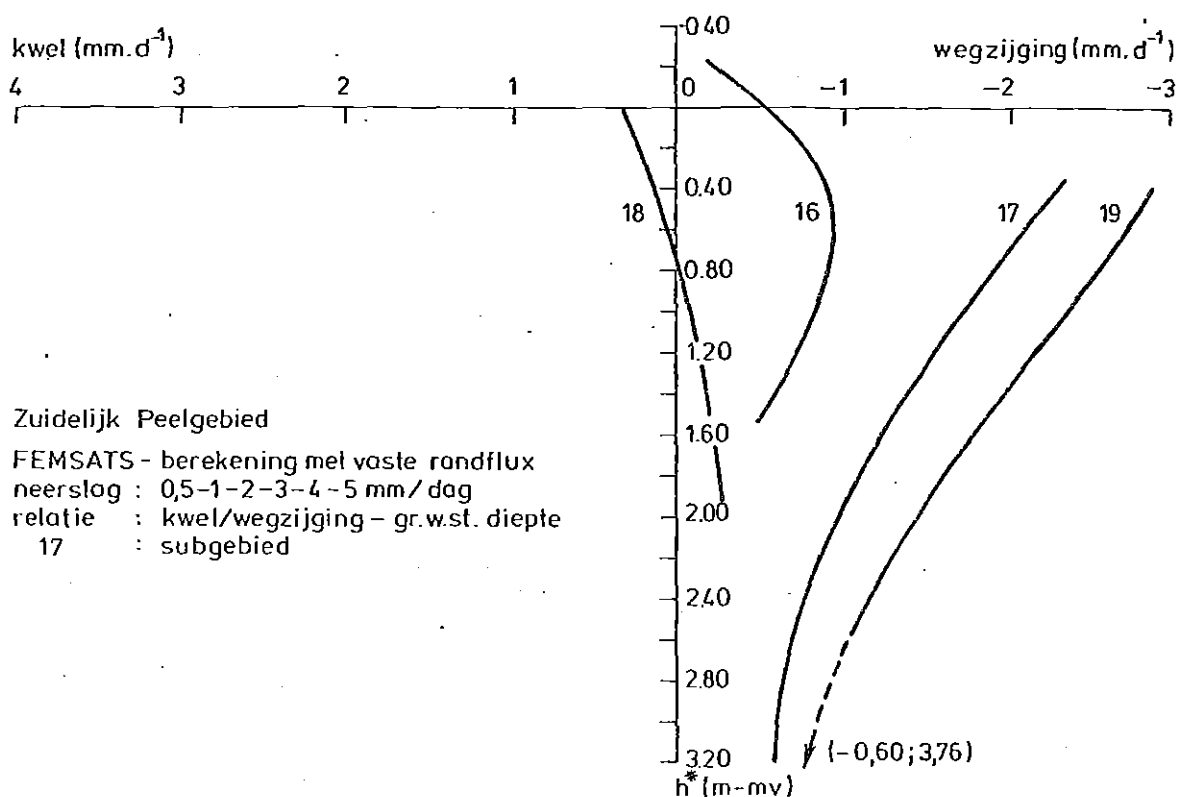


Fig. 5. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijging, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 16 tot en met 19

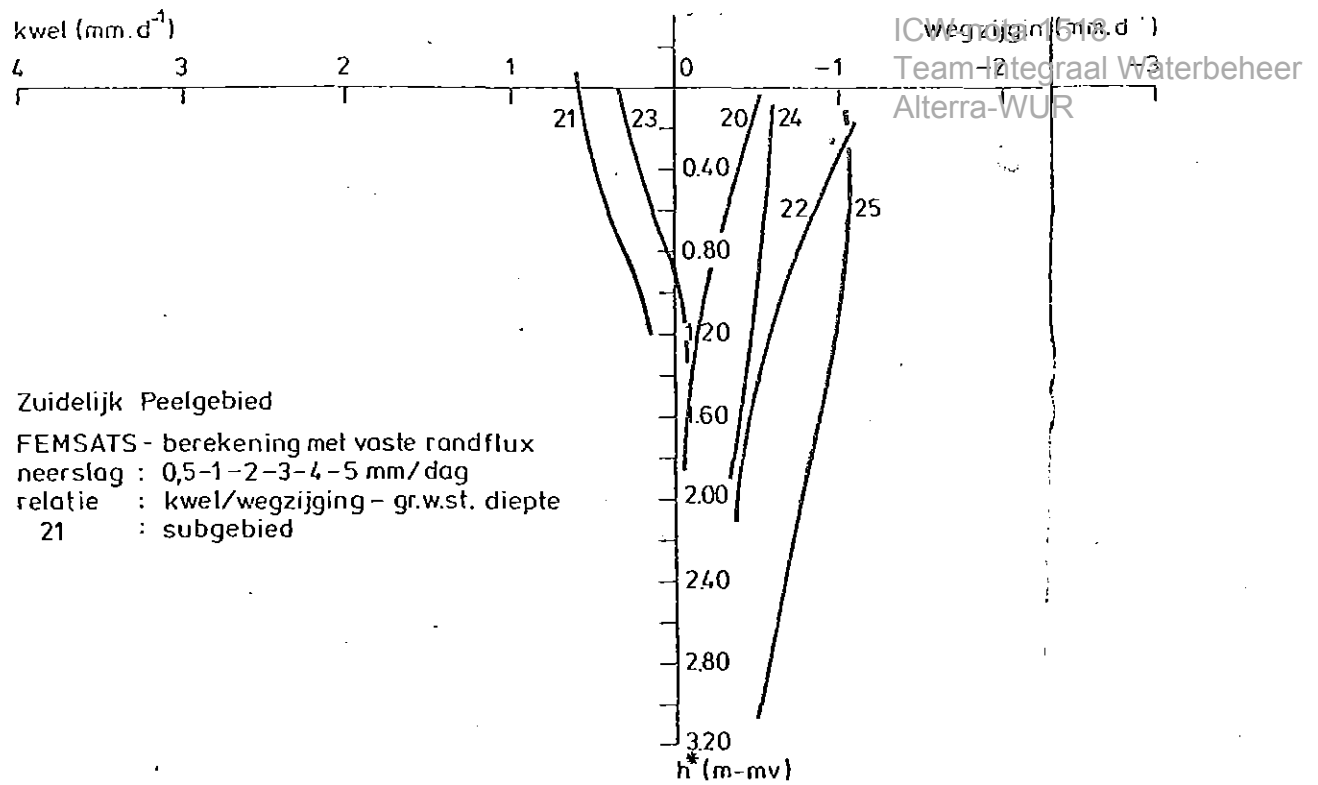


Fig. 6. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijing, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 20 tot en met 25

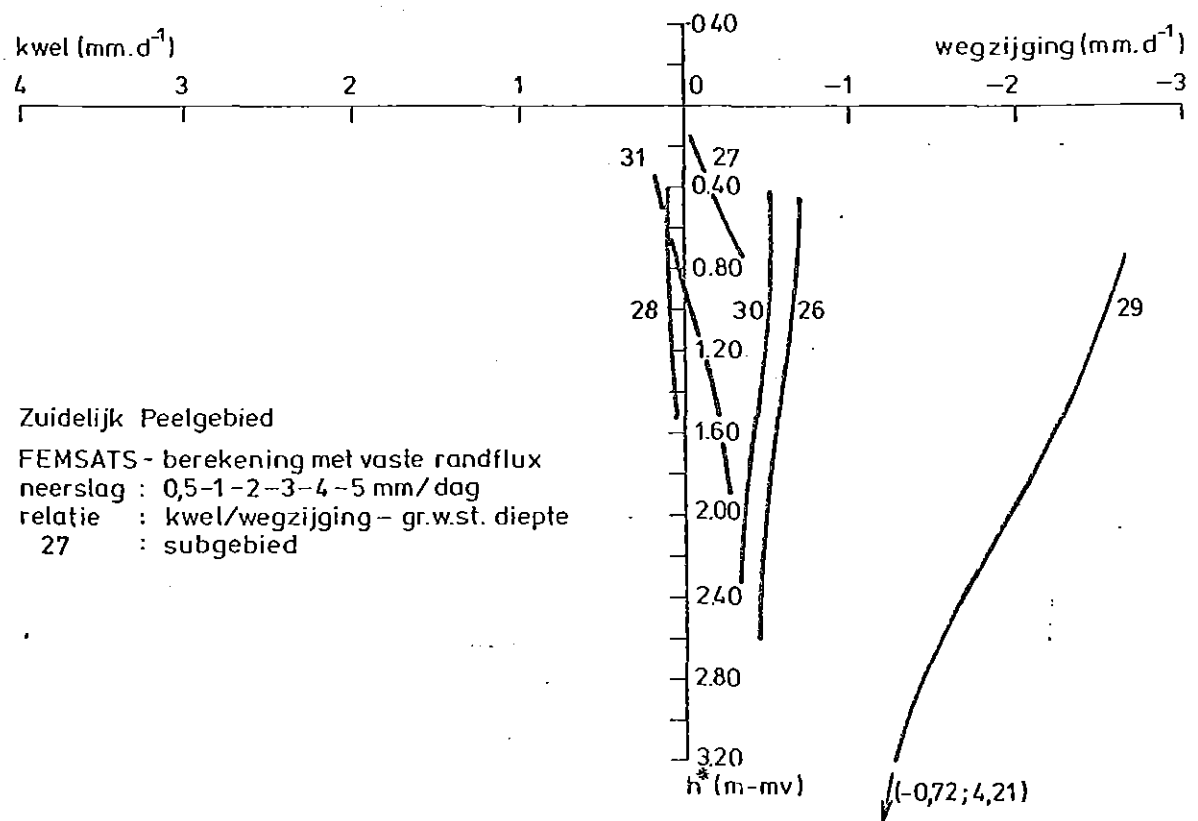


Fig. 7. Relatie per subgebied tussen grondwaterstandsdiepte (h^*) en kwel/wegzijing, afgeleid uit berekeningen met het model FEMSATS met een vaste randflux en meerdere neerslagintensiteiten. Subgebieden 26 tot en met 31