

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

ICW nota 1605
maart 1985

NN31545.1605



GEBRUIKERSHANDLEIDING VAN HET SIMULATIEMODEL VOOR DE
WATERBALANS VAN EEN MET EEN GEWAS BEGROEID OPPERVLAK
GEKOPPELD AAN EEN MODEL VOOR HET OPPERVLAKTEWATERBEHEER:
SWADRE (SWATRE-DRENTHE)

nota

Het
door
beheer
bereken
water va
Dit progr
n is ges

ir. K.J. Keesman, ir. P.J.T. van Bakel

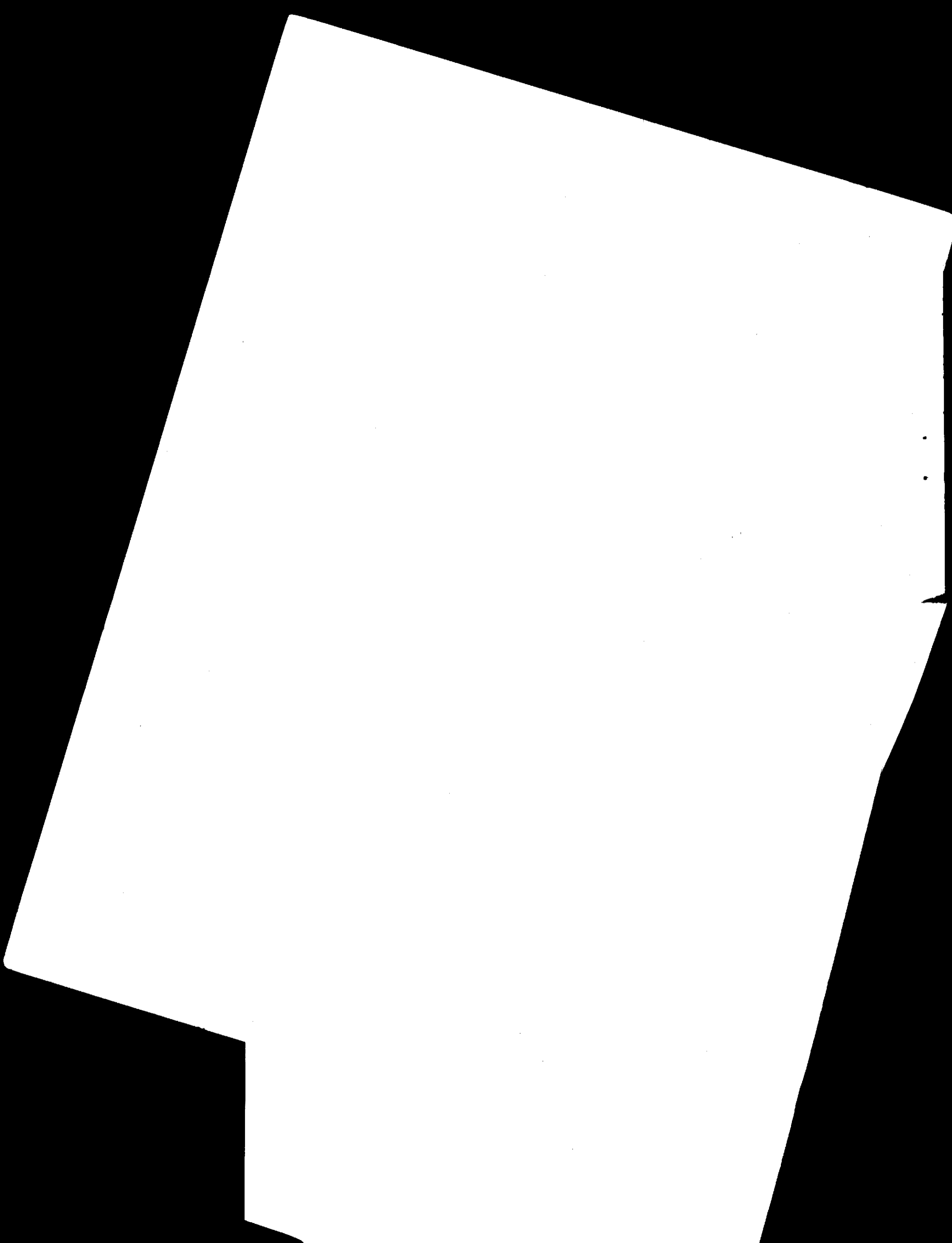
Instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, Wageningen



Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, 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

10 JULI 1985

MSK 222914-02



I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. COMPUTERPROGRAMMA SWATRE	2
2.1. Algemeen	2
2.2. Bovenrandvoorwaarden	4
2.3. Onderrandvoorwaarden	7
3. COMPUTERPROGRAMMA PEILBEHEER	9
3.1. Algemeen	9
3.2. Open waterpeil	9
3.3. Streefpeil en wateraanvoer	12
3.4. Beragening	16
4. IN- EN UITVOER	17
4.1. Algemeen	17
4.2. Invoergegevens	19
4.3. Jaarlijkse uitvoer	24
4.4. Langjarige uitvoer	26
LITERATUUR	27
BIJLAGE A Voorbeelden van in- en uitvoer	28

1. INLEIDING

Het simulatiemodel SWATRE (BELMANS et al., 1983) is zodanig aangepast dat het geschikt is gemaakt voor het doorrekenen van een groot aantal bodemprofielen met diverse peilbeheersingsalternatieven over periodes van meerdere jaren. Deze berekeningen worden gemaakt ter ondersteuning van de plannen om water van buiten de provincie, bijvoorbeeld vanuit het IJsselmeer, naar de provincie Drenthe te brengen.

In de eerste plaats is het model SWATRE uitgebreid met simulatie van het peilbeheer (VAN WALSUM en VAN BAKEL, 1983). Daarnaast zijn ook de in- en uitvoer van het programma sterk gewijzigd. Diverse berekeningsmethoden worden nog verder toegelicht door KEESMAN et al. (1984). In hoofdstuk 2 worden hoofdzakelijk de wijzigingen in het computerprogramma SWATRE aangegeven. Diverse opties met betrekking tot boven- en onderrandvoorwaarden zijn verwijderd ten behoeve van een vereenvoudigde invoer.

De wijzigingen en uitbreidingen in PEILBEHEER worden in hoofdstuk 3 weergegeven. Het betreft hier hoofdzakelijk uitbreidingen ten behoeve van peilbeheer voor grasland en beregening uit oppervlaktewater.

Tenslotte worden in hoofdstuk 4 de in- en uitvoer voor zowel gras als aardappelen beschreven.

2. COMPUTERPROGRAMMA SWATRE

2.1. A l g e m e e n

Het programma is zo opgebouwd dat het uit een hoofdprogramma bestaat van waaruit de diverse subroutines worden aangeroepen met daarbij de voor- en/of nabewerkingen ten behoeve van berekeningen in de volgende of voorafgaande subroutine.

Fig. 2.1 geeft het stroomschema weer van de gewijzigde versie van SWATRE.

In deze versie, SWADRE genaamd, worden slechts de volgende begin- en randvoorwaarden gebruikt:

- als beginvoorwaarde wordt het drukhoogteprofiel berekend met behulp van de opgegeven of berekende begingrondwaterstand, uitgaande van een verondersteld evenwichtsprofiel;
- voor de onderrand gelden Cauchy of Neumann omstandigheden, dit wil zeggen door de onderrand is de flux berekend of gegeven. Hier wordt de flux door de onderrand nu berekend met behulp van flux-grondwaterstandsrelaties en met behulp van de formule van Ernst;
- voor de bovenrand worden eveneens fluxen berekend met behulp van de verdampingsformules volgens Monteith-Rijtema en Thom-Oliver (1977).

Alle andere opties met betrekking tot de begin- en randvoorwaarden zijn uit het programma verwijderd.

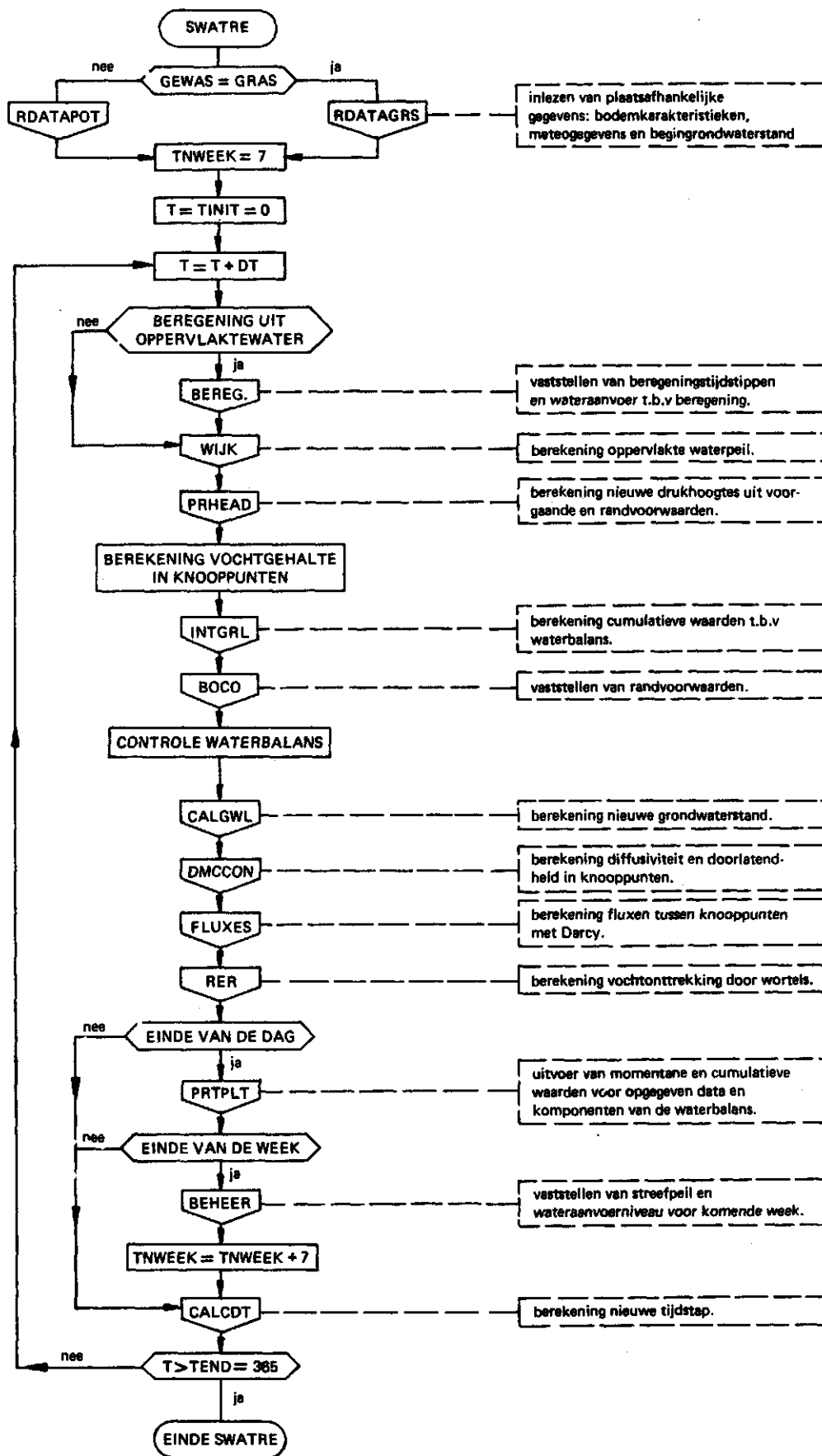


Fig. 2.1. Stroomschema aangepast computerprogramma SWATRE

2.2. Bovenrandvoorwaarden

De bovenrandvoorwaarde wordt uitgedrukt in een flux door het oppervlak. Deze flux bestaat uit twee componenten namelijk de effectieve neerslag (neerslag minus interceptieverdamping) en de bodemverdamping (zie fig. 2.2).

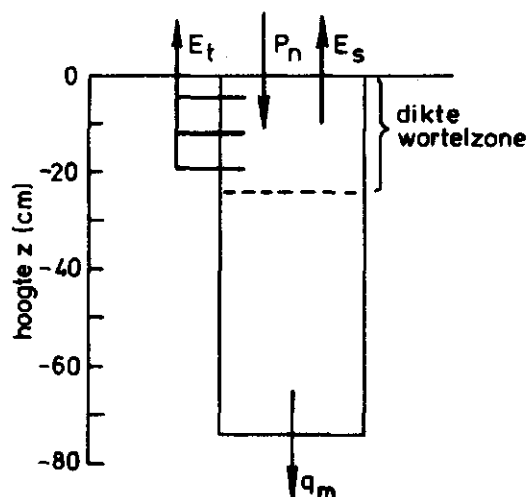


Fig. 2.2. Schematische weergave van de fluxen door boven- en onder-rand van het bodemprofiel

E_t = gewasverdamping; P_n = netto neerslag;
 E_s = bodemverdamping; q_m = flux door de onderrand

De potentiële bodemverdamping wordt berekend volgens BELMANS et al. (1981). Deze potentiële bodemverdamping wordt nog gecorrigeerd voor de periodes waarin weinig neerslag valt.

De interceptieverdamping wordt geschat met behulp van een niet-lineaire regressievergelijking (RIJTEMA, 1965), zodat de potentiële flux direct berekend kan worden. De actuele flux door het oppervlak wordt bepaald uit het minimum van de potentiële flux en de volgens Darcy berekende flux tussen het eerste knooppunt en het oppervlak. Deze actuele flux geldt nu als bovenrandvoorwaarde van het systeem.

Naast deze flux door het maaiveld moet er ook nog een maximale flux door het gewas gedefinieerd worden ten behoeve van de berekening van de 'sink' term. Deze 'sink' term geeft de vochtopname door de wortels weer (FEDDES et al., 1978).

De flux door het gewas, E_t , wordt bepaald uit de gecombineerde flux van evaporatie en transpiratie, de evapotranspiratie. Voor aardappelen wordt de evapotranspiratie E berekend met behulp van de Monteith-Rijtema formule, terwijl voor gras de formule van Thom en Oliver (1977) gebruikt wordt.

Beide formules zijn afgeleid uit de Penman-formule. Toch worden ze veelal verschillend weergegeven. De Monteith-Rijtema formule is te schrijven als:

$$E_p = \frac{s + \gamma}{s + \gamma(1 + \frac{r_c}{r_a})} (E_{wet} - E_i) \quad (2.1)$$

waarin:

- E_p = potentiële evapotranspiratie (cm.d^{-1}) of ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
- s = helling van de verzadigde dampspanningscurve (mbar.K^{-1})
- γ = psychrometerconstante (mbar.K^{-1})
- r_c = gewasweerstand (s.m^{-1})
- r_a = aerodynamische weerstand (s.m^{-1})
- E_{wet} = verdamping van een nat gewas (cm.d^{-1}) of ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
- E_i = interceptieverdamping (cm.d^{-1}) of ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

De Thom-Oliver formule heeft veelal de volgende gedaante:

$$\lambda E_p = \frac{s(Q^* - G) + \frac{\rho c_p}{r_a} (e_s\{T(z)\} - e(z))}{s + \gamma(1+n)} \quad (2.2)$$

waarin:

- λ = verdampingswarmte van water (J.kg^{-1})
- Q^* = netto stralingsstroombichtheid (W.m^{-2})
- G = bodemwarmtestroombichtheid (W.m^{-2})
- ρ_a = dichtheid van lucht (kg.m^{-3})
- c_p = specifieke warmte van lucht ($\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$)
- $e_s\{.\}$ = verzadigingsdampdruk van waterdamp (mbar)
- $e(.)$ = actuele dampdruk (mbar)
- n = r_c/r_a (-)

Voor de verdamping van een nat gewas geldt $r_c = 0$, zodat vergel.(2.1) direct af te leiden is uit vergel. (2.2). De gewasweerstand, welke constant verondersteld wordt gedurende het groeiseizoen, bestaat uit drie in serie geschakelde weerstanden. Voor aardappelen neemt deze gewasweerstand de waarde van 35 s.m^{-1} aan, terwijl dit voor gras 65 s.m^{-1} is.

Het fundamentele verschil tussen beide vergelijkingen is gelegen in de uitdrukking die voor r_a gegeven wordt. Deze aerodynamische diffusieweerstand r_a is een functie van de gewashoogte en windsnelheid.

THOM en OLIVER (1977) hebben de volgende uitdrukking voor r_a afgeleid uit Penmans windfunctie:

$$r_a = \frac{4,72}{1+0,54 u_2} \left\{ \ln\left(\frac{z_0}{z_0}\right) \right\}^2 \quad (2.3)$$

waarin:

u_2 = windsnelheid op 2 m hoogte (m.s^{-1})

z_0 = ruwheidslengte (m)

Hierbij geldt echter wel dat de stabiliteit in rekening is gebracht, tenminste bij lage snelheden. In de berekening van de potentiële evapotranspiratie voor zowel aardappelen als gras is gekozen voor vergel. (2.3), omdat deze juist bij lage windsnelheden aanneembare waarden voor r_a geeft.

De potentiële gewasverdamping E_{tp} wordt nu als volgt berekend:

$$E_{tp} = E_p - E_{sp} \quad (2.4)$$

waarin de potentiële bodemverdamping E_{sp} berekend wordt volgens BELMANS et al. (1981). Door de effecten van de kritieke bladwaterpotentiaal op de verdamping in rekening te brengen is een lineaire potentiële verdampingscorrectie verondersteld, die zal optreden zodra de potentiële gewasverdamping een kritieke waarde overschrijdt (VAN WALSIJM en VAN BAKEL, 1983).

De bovenbeschreven procedure levert voor aardappelen over de periode van 1972-1983 een gemiddelde potentiële gewasverdamping van 304 mm. Voor gras bedraagt de gemiddelde potentiële evapotranspiratie gedurende het groeiseizoen (april t/m september) 432 mm.

2.3. O n d e r r a n d v o o r w a a r d e n

De flux door de onderrand bestaat uit drie onafhankelijk veronderstelde componenten, te weten een regionale kwel/wegzijging, een grondwaterstroming naar de ontwateringsmiddelen en een subregionale kwel/wegzijging ten gevolge van peilbeheer in combinatie met wateraanvoer.

Doordat het verzadigde grondwatersysteem lineair verondersteld wordt, mogen deze deelstromen bij elkaar opgeteld worden tot één flux door de onderrand (fig. 2.3).

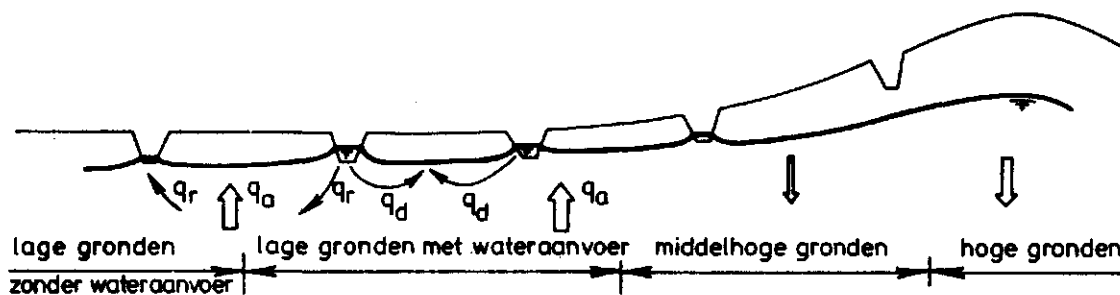


Fig. 2.3. Schematische weergave van de stromingstoestand bij lage gronden

Voor de regionale kwel wordt aangenomen, dat deze constant blijft over het gehele jaar. Deze kwel treedt op bij de lager gelegen gronden en ontstaat door wegzijging vanuit de middelhoge en hoge gronden. Deze wegzijging wordt echter uitgedrukt als functie van de optredende grondwaterstand, zoals is weergegeven in fig. 2.4.

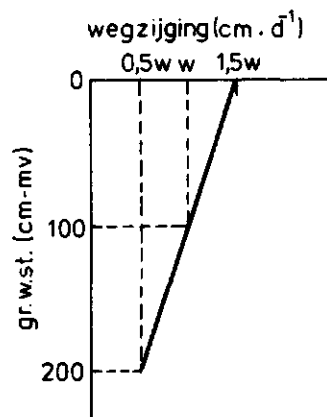


Fig. 2.4. Relatie tussen wegzijging en grondwaterstand

In fig. 2.4 stelt w de wegzijging in cm/d voor bij een grondwaterstand van 100 cm beneden maaiveld. De grondwaterstroming van en naar de ontwateringsmiddelen q_d wordt beschreven door de volgende flux-potentiaalvergelijking:

$$q_d = (h_o - h_f) / \gamma \quad (2.5)$$

waarin:

h_o = open waterpeil in de ontwateringsmiddelen (cm)

h_f = grondwaterpeil (cm)

γ = drainageweerstand (d^{-1})

In het geval er ook een buisdrainagestelsel aanwezig is kan de relatie tussen ontwatering, respectievelijk voeding en grondwaterstand respectievelijk open waterpeil schematisch worden weergegeven, zoals te zien is in fig. 2.5.

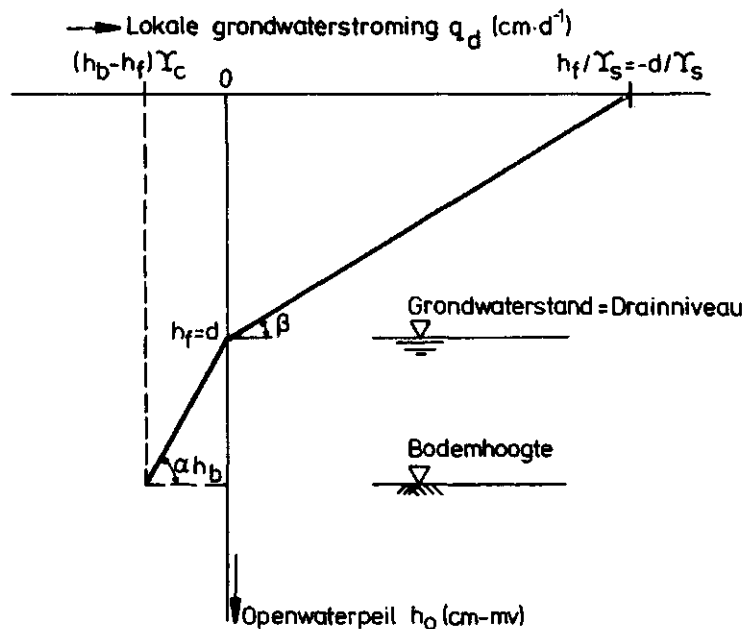


Fig. 2.5. Relatie tussen stroming naar de ontwateringsmiddelen en openwaterpeil bij constant grondwaterpeil

Hierin komt de tangens van hoek α overeen met de drainageweerstand voor het slotenstelsel, terwijl de tangens van hoek β gelijk is aan de substitutie weerstand van sloten- en buizenstelsel γ_s .

Zodra het ontwateringsmiddel droogvalt gaat de drainageweerstand naar oneindig. Er wordt nu tevens aangenomen, dat het 'open waterpeil' gelijk is aan het grondwaterpeil.

De subregionale kwel/wegzijing ten gevolge van peilbeheer met wateraanvoer zal optreden tijdens het groeiseizoen, nadat er wateraanvoer heeft plaatsgevonden. Met behulp van deze fluxen door boven- en onderrand kan nu de grondwaterstand berekend worden uit de waterbalans van de onverzadigde zone.

3. COMPUTERPROGRAMMA PEILBEHEER

3.1. A l g e m e e n

Dit deelprogramma, dat uit drie subroutines (WIJK, BEHEER, BEREG) bestaat, heeft tot doel om het peilbeheer, door middel van conservering in combinatie met eventuele aanvoer, te simuleren. Met behulp van PEILBEHEER wordt per tijdstap een nieuw sloot/wijkpeil berekend uit de waterbalans van deze slot/wijk. Tevens wordt er eens per week een nieuw streefpeil met of zonder wateraanvoer vastgesteld aan de hand van een drie dagen oude berekende grondwaterstand en een momentane waarde van de vochtinhoud van de wortelzone. Op deze manier kan het open waterpeil gestuurd worden.

De koppeling tussen dit open waterpeil en de stroming in de onverzadigde zone vindt plaats via de onderrandvoorwaarde. De flux van of naar de sloten/wijken wordt namelijk berekend met behulp van vergelijking (2.5), waarin de drainageweerstand nog moet worden vastgesteld. Door deze koppeling kunnen zowel de drainage als de ondergrondse infiltratie gesimuleerd worden, waardoor een kwantitatieve uitspraak gedaan kan worden over de effecten van conservering en wateraanvoer op de gewasverdamping.

In sommige gevallen zullen de effecten nihil blijken te zijn, zodat dan overwogen kan worden om berekening toe te passen. In dit deelprogramma wordt alleen berekening uit het open water gesimuleerd vanwege het veronderstelde ééndimensionale karakter van de verzadigde zone.

3.2. O p e n w a t e r p e i l

In de subroutine WIJK vindt de berekening van het peil in de ontwateringsmiddelen (sloten of wijken) plaats. De opstuwingsdruk in deze sloten of wijken wordt verwaarloosd vanwege de geringe stroomsnelheden

die in deze ontwateringsmiddelen zullen optreden. Bovendien vormt het ingestelde streefpeil de bovengrens van het wijk- of slootpeil, waardoor met de instelling van de kruinhoogte van de stuw de afvoer over deze stuw geregeld zal moeten worden (fig. 3.1). Met andere woorden, de kruinhoogte is gekoppeld aan het te handhaven streefpeil. Het stuwpeil zal zich mogen bewegen tussen de peilen, waarmee de voelers zijn ingesteld.

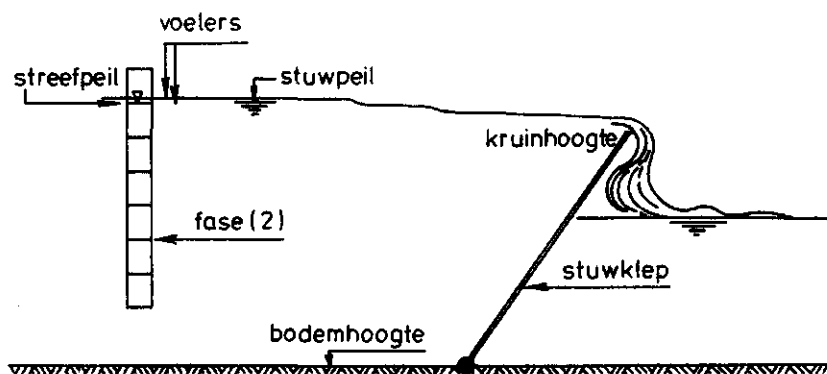


Fig. 3.1. Schematische weergave wijk/sloot met stuw tijdens afvoersituatie

De berekening van het open waterpeil vindt plaats met behulp van de waterbalans van het ontwateringsmiddel, namelijk

$$h_o(t+\Delta t) = h_o(t) + \Delta t \{ a/f_{ow} + q_d(1-f_{ow})/f_{ow} + P - E_o + q_a + q_r \} \quad (3.1)$$

waarin:

$h_o(t)$	= open waterpeil op tijdstip t	(cm)
Δt	= tijdstap	(d)
a	= wateraanvoer	(cm.d ⁻¹)
q_d	= lokale grondwaterstroming	(cm.d ⁻¹)
q_a	= regionale grondwaterstroming	(cm.d ⁻¹)
q_r	= subregionale grondwaterstroming tengevolge van wateraanvoer	(cm.d ⁻¹)
P	= neerslag	(cm.d ⁻¹)
E_o	= open waterverdamping	(cm.d ⁻¹)
f_{ow}	= percentage open water	(-)

Hierbij geldt als bovenrandvoorwaarde dat het berekende open waterpeil op tijdstip $t + \Delta t$ niet hoger mag zijn dan het op dat moment te handhaven streefpeil h_s . Dus

$$h_o(t+\Delta t) \leq h_s \quad (3.2)$$

Zodra de situatie optreedt dat het nieuwe open waterpeil wel hoger wordt dan h_s zal de kruinhoogte van de stuw moeten zakken. De schijf water die op dat moment afgevoerd wordt, geldt in wezen als een stukje extra berging tijdens die tijdstap, omdat het open waterpeil gehandhaafd blijft op het streefpeil (zie fig. 3.1).

Voor de situatie met constante kruinhoogte kan wel overwogen worden om de overstorthoogte (open waterpeil-kruinhoogte), die de afvoer over de stuw vertegenwoordigt, via vergel. (3.1) in rekening te brengen. In dit geval is het streefpeil dus gelijk aan de kruinhoogte.

Aan de onderrand geldt de volgende voorwaarde

$$h_o(t+\Delta t) = h_f(t) ; h_o(t) < h_b \quad (3.3)$$

waarin:

h_f = grondwaterpeil (cm)

h_b = hodempeil ontwateringsmiddel (cm)

Deze onderrandvoorwaarde zal dus gelden als het ontwateringsmiddel droogvalt. Tevens is in te zien dat een fout gemaakt wordt tengevolge van een tijdsvertraging van één tijdstap bij het weer watervoerend worden van het ontwateringsmiddel, na droogvalling.

Omdat het percentage open water, de drainageweerstand en de grondwaterstroming van en naar de ontwateringsmiddelen een functie zijn van het wijkpeil, wordt er een iteratieprocedure toegepast voor het berekenen van het nieuwe wijkpeil.

De extra aanvoer ten behoeve van berekening vanuit het open water geeft geen verhoging van het wijkpeil, omdat er verondersteld wordt dat deze hoeveelheid direct aan de wijk onttrokken wordt. Het omgekeerde geldt eveneens.

Voor het opstellen van de waterbalans is uitgegaan van het volgende schematische profiel (fig. 3.2).

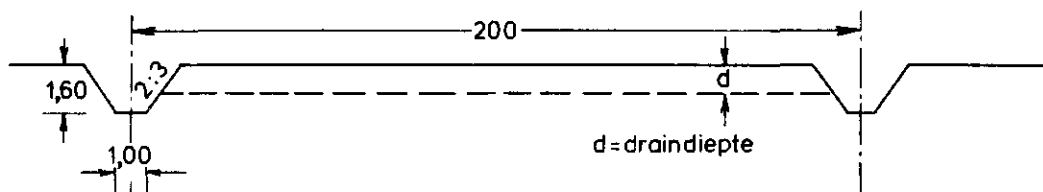


Fig. 3.2. Schematisch dwarsprofiel over een perceel met bijbehorende ontwateringsmiddelen

3.3. S t r e e f p e i l e n w a t e r a a n v o e r

Voor het simuleren van het peilbeheer, zoals dat in de subroutine BEHEER plaatsvindt, wordt in principe uitgegaan van een werkstrategie als bijvoorbeeld in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Voorbeeld van werkstrategie ten behoeve van peilbeheer

	I FASE (I)		Grondwaterstand (cm)	
			stijgend	dalend
drainage	0	-140	HM* \geq - 85	HM \geq - 80
	1	-130	- 85 > HM \geq - 90	- 80 > HM \geq - 85
	2	-120	- 90 > HM \geq - 95	- 85 > HM \geq - 90
	3	-110	- 95 > HM \geq -100	- 90 > HM \geq - 95
infiltratie	4	-100	-100 > HM \geq -105	- 95 > HM \geq -100
	5	- 90	-105 > HM \geq -110	-100 > HM \geq -105
	6	- 80	-110 > HM \geq -110	-105 > HM \geq -105
	7	- 70	-110 > HM	-105 > HM

*HM = drie dagen oude grondwaterstand, die in eerste instantie het streefpeil bepaalt

Daarnaast worden er nog allerlei restricties aan het peilbeheer met betrekking tot stuwpeil en aanvoer opgelegd. In fig. 3.3 wordt een schema van het rekenvoorschrift gegeven.

Er worden vier typen van beheer onderscheiden, namelijk:

- een beheer met constante kruinhogte (fase (0)). Dit wil zeggen er zijn geen middelen beschikbaar om het beheer te regelen (IBEH = 0)
- een beheer, waarbij conserveringsmaatregelen kunnen worden uitgevoerd met bijvoorbeeld beweegbare stuwen (IBEH = 1)
- een beheer met conserveringsmaatregelen in combinatie met wateraanvoer (IBEH = 2)
- een beheer met conserveringsmaatregelen, wateraanvoer en de mogelijkheid tot berekening vanuit het oppervlaktewater (IBEH = 3).

Zoals ook in fig. 3.3 te zien is, kunnen er drie perioden van peilbeheer onderscheiden worden, namelijk:

- I. de winterperiode, waarin getracht moet worden om alvast water te conserveren. Maar tevens moet er voorkomen worden, dat natschade

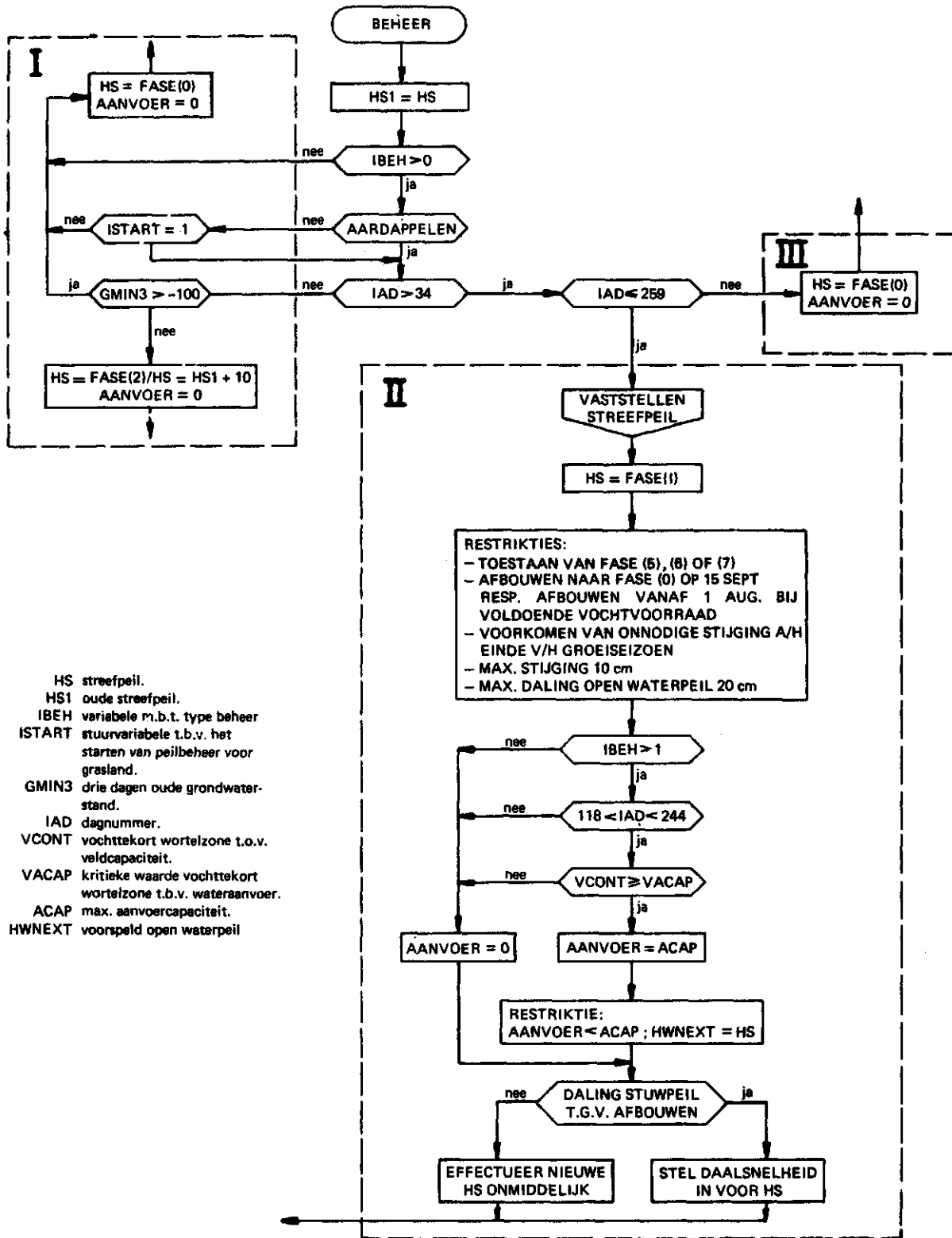


Fig. 3.3. Stroomschema van de subroutine BEHEER

- ten gevolge van uitstel van de start van het groeiseizoen zal optreden. De periode beslaat de maand januari voor aardappelen, terwijl voor gras deze periode tot ongeveer half maart kan duren.
- II. het vroege voorjaar en groeiseizoen, waarin het peilbeheer erop gericht is om het (aankomende) gewas optimaal van water te voorzien onder de gegeven omstandigheden. Deze periode loopt tot begin augustus of half september, afhankelijk van de weersomstandigheden.
- III. het najaar, waarin het beheer afgebouwd wordt om natschade bij oogsten/maaien en dergelijke te voorkomen.

De conserveringsmaatregelen zullen vroeg in het voorjaar gestart moeten worden om enig effect te geven in de zomerperiode. Voor aardappelen is hier de datum 3 februari voor gekozen, dit wil zeggen ongeveer drie maanden voor de start van het groeiseizoen. Voor gras ligt deze situatie iets anders. Het gras zal na een rustperiode in de winter ten gevolge van lage temperaturen en onvoldoende straling weer beginnen te groeien als er 200° d bereikt zijn (JAGTENBERG, 1961-1963). De start van het groeiseizoen zal ook sterk afhangen van de grondwaterstand. Een nat profiel zal langer koud blijven, terwijl een droog profiel sneller zal opwarmen. Om dit effect mee te nemen in de berekeningen is er verondersteld, dat er een temperatuurscorrectie zal optreden bij hoge grondwaterstanden. Het verloop van deze temperatuurscorrectie in afhankelijkheid van de grondwaterstand wordt weergegeven in fig. 3.4.

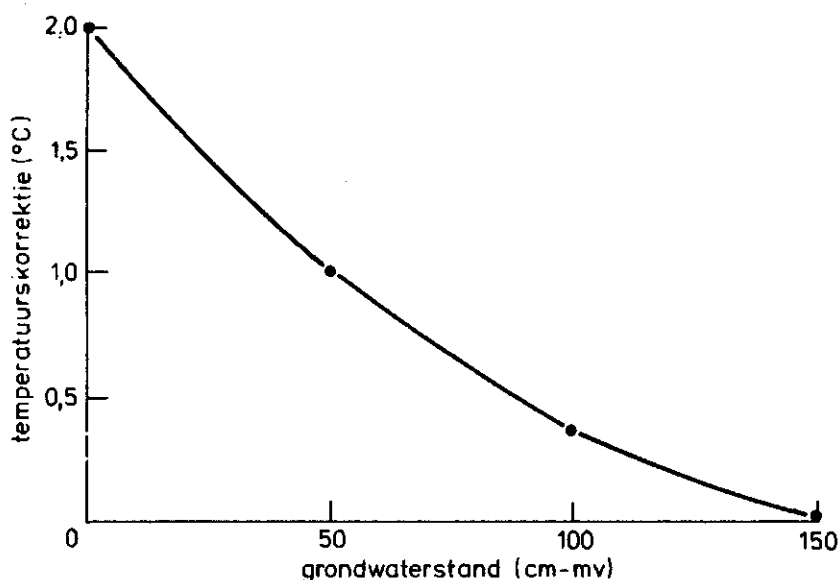


Fig. 3.4. Verloop van de temperatuurscorrectie in afhankelijkheid van de grondwaterstand volgens INTERNE WERKGROEP-HELP (1983)

Het gevolg van bovenstaande voor het peilbeheer bij grasland is, dat dit met name in de wintermaanden en vroege voorjaar ook afhankelijk is van de temperatuur. Om aan de ene kant de temperatuurscorrectie zo klein mogelijk te houden door middel van het instellen van het stuwpeil op fase (0) en aan de andere kant alvast zoveel mogelijk te conserveren is een criterium voor de start van dit peilbeheer voor grasland gesteld op 150° d.

Het tegenstrijdige belang van conservering en voorkomen van natschade bij de start van het groeiseizoen wordt over de winterperiode uitgedrukt in een stuwpeil van fase (0) bij een grondwaterstand boven 1 m beneden maaivel, resp. een stuwpeil van fase (2) bij een grondwaterstand beneden die ene meter. Bij een grondwaterstand van meer dan 1,0 m beneden mv. wordt het streefpeil op fase (2) gesteld om zo alvast te conserveren, terwijl een streefpeil van fase (0) gehanteerd wordt om zodoende zo goed mogelijk te draineren in verband met het voorkomen van natschade. Om zo efficiënt mogelijk om te gaan met het water worden er tijdens het groeiseizoen ook nog enkele beperkingen opgelegd aan het peilbeheer. Zo zijn de fasen (5), (6) en (7) slechts toegestaan bij een bepaald vochttekort van de wortelzone en wel na een bepaalde datum. Bovendien wordt er al in begin augustus begonnen met het afbouwen van het peilbeheer als het vochttekort van de wortelzone beneden een bepaalde grenswaarde ligt. Ook voor het bepalen van het wel of niet aanvoeren van water wordt gebruik gemaakt van het vochttekort van de wortelzone. Bij het hele peilbeheer tijdens het groeiseizoen speelt dit vochttekort een regulerende rol naast de drie dagen oude grondwaterstand.

Hiernaast gelden nog enkele beperkingen die verband houden met het zo geleidelijk mogelijk laten verlopen van het peilbeheer. De eis dat er een maximale daling van het wijkpeil is toegestaan van 20 cm heeft te maken met het in gevaar lopen van de stabiliteit van de taluds bij grotere dalingen.

Als er water aangevoerd mag worden, dan zal dit nagenoeg altijd gebeuren bij de maximale aanvoercapaciteit. Slechts in het geval dat er een 'voorspelbare' afvoer over de stuw zal plaatsvinden in de loop van die komende week, zal de aanvoer gereduceerd worden. Na 16 september blijft het streefpeil gehandhaafd op fase (0) om verliezen tijdens het oogsten te voorkomen.

Het totale peilbeheer is er dus op gericht om enerzijds het gewas optimaal van water te voorzien, terwijl anderzijds natschade aan het begin en eind van het groeiseizoen dient te worden voorkomen.

3.4. Berekening

Zowel voor aardappelen als gras wordt een beregeningsplan opgezet, dat de volgende variabelen bevat:

- grootte van de beregeningsgift
- beregeningsinterval
- beregeningscriterium.

De grootte van de beregeningsgift en het daaraan gekoppelde interval zijn afhankelijk van het bodemtype. Om verliezen te beperken moet de bruto beregeningsgift, die constant verondersteld wordt tijdens het groeiseizoen, kleiner zijn dan het verschil in vochtinhoud van de wortelzone bij verzadiging en behorende bij het beregeningscriterium.

Onafhankelijk van het bodemtype is een beregeningsplan volgens tabel 3.2 aangehouden.

Tabel 3.2. Beregeningsplan voor aardappelen en gras

	Aardappelen	Gras
Bruto gift (mm)	35	30
Beregeningsinterval (d)	10	7
Beregeningscriterium (pF)	2,5	2,5

Als de gift van 35 respectievelijk 30 mm te groot is dan wordt deze teruggebracht tot 30 respectievelijk 25 mm, waarna ook het beregeningsinterval wordt bijgesteld.

Een beregeningscriterium van pF 2,5 wordt gehanteerd om enigszins droogteschade toe te laten. Voor zowel aardappelen als gras geldt namelijk dat er droogteschade optreedt bij een drukhoogte van -200 cm (pF 2,3) bij een verdampingsvraag van 5 mm/dag.

Omdat er in de praktijk altijd onregelmatigheidsverliezen zullen optreden tengevolge van de sprinkleropstelling eventueel gecombineerd met windverliezen is een efficiency van 85% aangehouden. Hierdoor bedraagt de netto gift ongeveer 30 mm respectievelijk 25 mm.

In fig. 3.5 wordt het rekenschema voor berekening weergegeven.

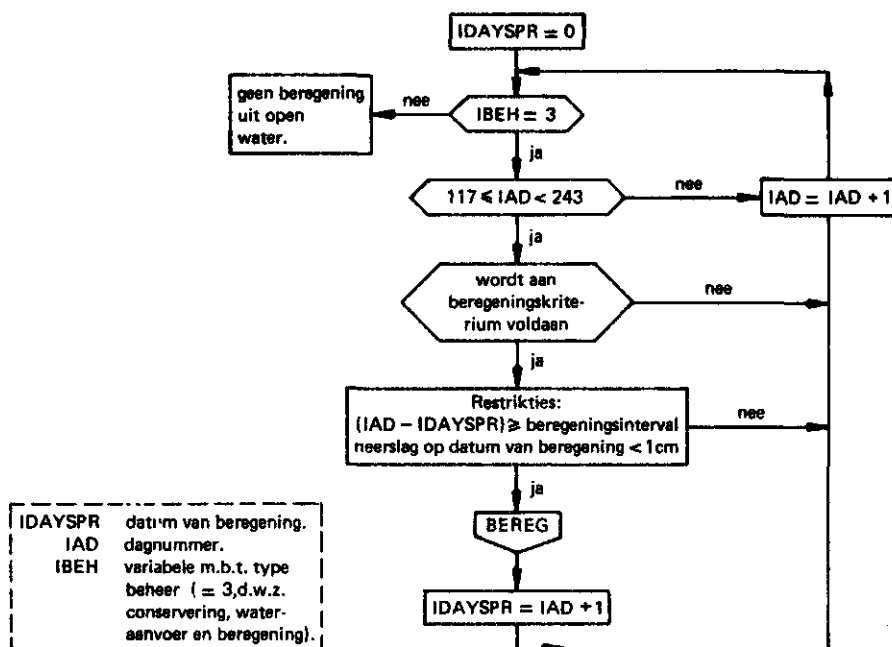


Fig. 3.5. Rekenvoorschrift berekening

Voor het berekenen van de aanvoer moet het percentage te beregenen bouw- respectievelijk grasland bekend zijn. Bovendien wordt de aanvoer nog gecorrigeerd voor het percentage open water.

Om een zo goed mogelijk functioneren van deze berekening te verkrijgen is het noodzakelijk dat er wateraanvoer plaatsvindt zodra er beregend gaat worden vanuit het open water. Vanuit deze veronderstelling is het ook niet noodzakelijk om een open waterpeilstijging, respectievelijk -daling door te berekenen.

4. IN- EN UITVOER

4.1. A l g e m e e n

De in- en uitvoer van het computerprogramma SWADRE is zo georganiseerd dat in het hoofdprogramma het profieltype en het gewas worden ingelezen, waarna de betreffende bodem- en gewasgegevens kunnen worden ingelezen respectievelijk toegekend.

Het ingelezen profieltype wordt tevens gebruikt als filenaam, waarin de diverse bodemafhankelijke gegevens zijn opgeslagen. Voor de

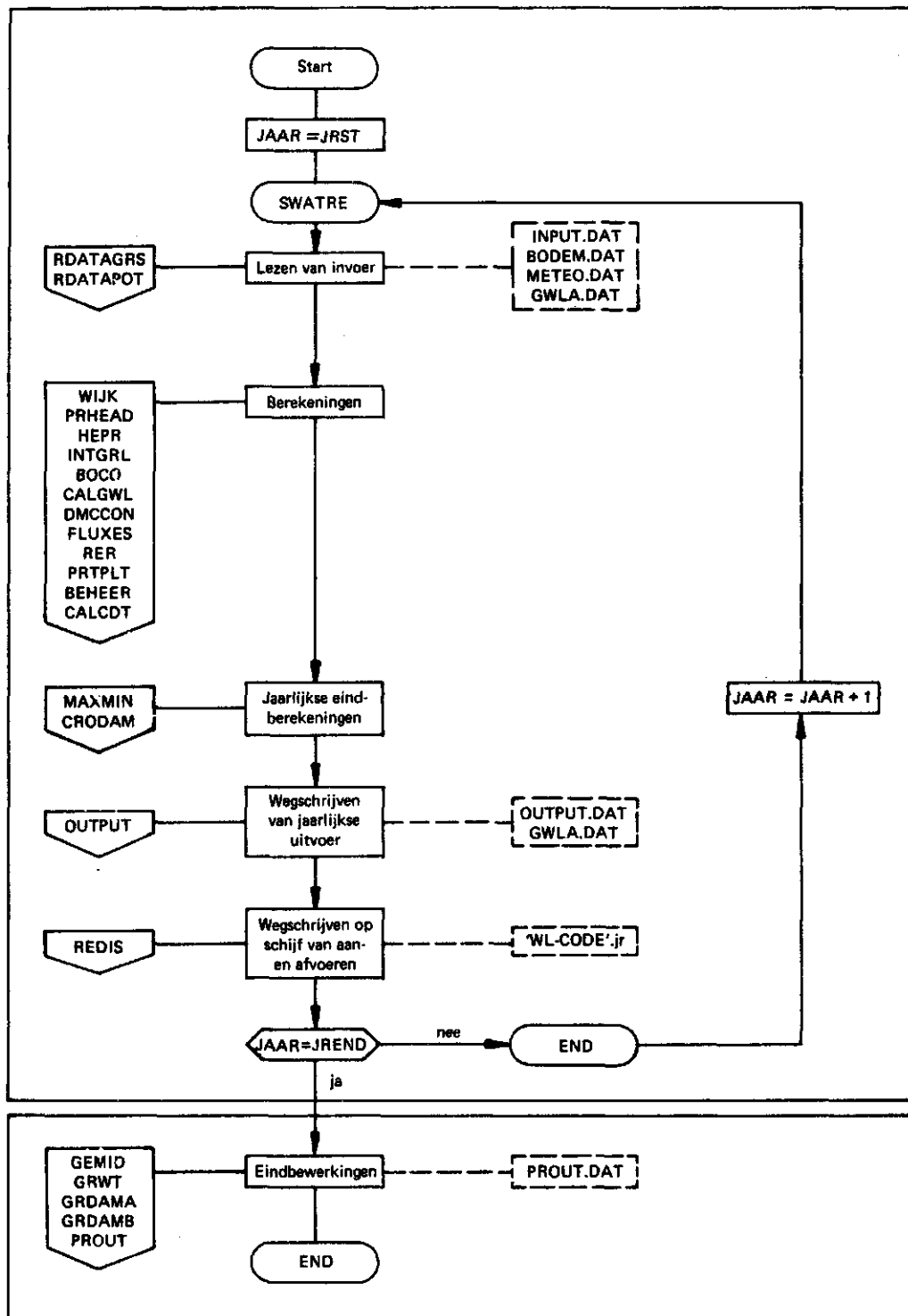


Fig. 4.1. In-/uitvoerorganisatie van het computerprogramma SWADRE

gewasafhankelijke gegevens geldt echter dat deze in twee aparte subroutines, RDATAGRS voor gras respectievelijk RDATAPOT voor aardappelen, worden toegekend. Daarnaast worden in één van deze twee subroutines nog de andere gegevens ingelezen en bewerkt.

- Er worden vier typen van invoergegevens onderscheiden, namelijk
- plaatsafhankelijke gegevens
 - bodemafhankelijke gegevens
 - meteorologische gegevens
 - grondwaterstandsgegevens.

Fig. 4.1 geeft een overzicht van de in-/uitvoerorganisatie van het programma. Hierbij wordt dus onderscheid gemaakt in de jaarlijkse uitvoer en de langjarige uitvoer.

4.2. I n v o e r g e g e v e n s

De diverse typen invoergegevens worden beschreven. De organisatie van deze invoergegevens is zodanig, dat er aansluiting blijft bestaan met de bestaande invoerorganisatie van het programma SWATRE (BELMANS et al., 1981). De bewerkingen van deze invoergegevens vinden plaats in de subroutines RDATAGRS, respectievelijk RDATAPOT. Met name de bewerkingen van de meteorologische gegevens zullen toegelicht worden. De gegevens kunnen in de vrije format aangeboden worden.

4.2.1. Plaatsafhankelijke gegevens

Deze plaatsafhankelijke gegevens moeten aan het programma worden aangeboden door een inputfile met de naam INPUT.DAT. Deze gegevens worden in groepen aangeboden.

Regel- nummer	Kolommen	Symbol	Beschrijving
			Groep A
1	1-80	profieltype	naam bodemprofiel, tevens filenaam bodeminvoergegevens
			Groep B
2	1-80	gewas	type gewas = gras = aardappelen

			groep C
3	1-6	head	code voor plaatselijke situatie
			Groep D
			peilbeheersingsmaatregelen
4		ibeh	type peilbeheer = 0: constant streefpeil = 1: alleen conservering = 2: conservering en aanvoer = 3: conservering, aanvoer en beregening
		acap	maximale aanvoercapaciteit (cm.d^{-1})
			Groep E
			flux door onderrand (maaiveld geldt als referentieniveau)
5		chnr	drainageweerstand slotenstelsel (d)
		chnrd	drainageweerstand drainbuisstelsel (d)
		draind	draindiepte (cm) Bij afwezigheid van drainbuizen draind = 0 cm
		qdeepr	regionale kwel of wegzijging (cm.d^{-1}) Voor kwel geldt $q_{\text{deepr}} > 0 \text{ cm.d}^{-1}$
		qregio	regionale kwel of wegzijging tengevolge van peilbeheer met wateraanvoer (cm.d^{-1})

4.2.2. Bodemgegevens

De bodemgegevens zijn opgeslagen in een file met de naam, zoals die in INPUT.DAT wordt aangeboden. Voor gras en aardappelen moeten verschillende bodemfiles beschikbaar zijn in verband met verschillen in worteldiepte en profielopbouw.

Regelnummer	Kolommen	Symbool	Beschrijving
			Groep A
1	2-80	grond	grondsoort = zandgrond = veengrond

			groep B
			geometrie van het bodemprofiel
2		dsp	hoogte van het bodemprofiel
		ncs	aantal bodemcompartimenten van gelijke afmeting
		npl	aantal verschillende bodemlagen
		nc(1)	nummer van het bodemcompartiment van de eerste bodemlaag
		nc(2)	idem, maar dan voor de 2de, 3de,
		nc(3)	4de, 5de bodemlaag
		nc(4)	
		nc(5)	
		isd	nummer bodemcompartiment van de wortelzone
			groep C
			grenzen bodemkarakteristieken
3		lv(1)	ondergrens van het vochtgehalte ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) bij $K(\theta)$ - en $h_p(\theta)$ -tabel voor 1ste bodemlaag
		lv(2)	idem, maar dan voor 2de, 3de, 4de en
		lv(5)	5de laag
4		mv(1)	bovengrens van het vochtgehalte bij $K(\theta)$ - en $h_p(\theta)$ -tabel voor 1ste bodemlaag
5		swc(1)	vochtgehalte ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) bij drukhoogte $h_p = 0$ cm voor 1ste bodemlaag
		swc(5)	idem, maar dan voor 5de laag
6		cs1	doorlaatfactor van de eerste bodemlaag bij verzadiging (dezelfde eenheden als in tabel)
		FAC	omrekeningsfactor voor doorlaatfactor ten behoeve van omrekening naar de eenheden $\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$
			groep D
7	1-80	DRZA	dikke wortelzone (cm)
			groep E
			bodemkarakteristieken voor 1ste t/m npl-de laag
8		PRH(1,x)	drukhoogte (cm) voor 1ste bodemlaag bij vochtgehalte $\theta = LV(1)$ ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) (de absolute waarden mogen gegeven worden)

	vervolg groep E
PRH(1,x)	idem, maar voor $\theta = LV(1) + 0,01,$ $\theta = LV(1) + 0,02, \dots,$
etc.	$\theta = MV(1)$
CON(1,x)	doorlaatfactor voor 1ste bodemlaag bij vochtgehalte $\theta = LV(1) \text{ (cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}\text{)}$
CON(1,x)	idem, maar voor $\theta = LV(1) + 0,01, \dots,$
etc.	$\theta = MV(1)$
PRH(2,x)	drukhoogte (cm) voor 2de bodemlaag bij vochtgehalte $\theta = LV(2) \text{ (cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}\text{)},$, $\theta = MV(2)$
etc.	
CON(2,x)	doorlaatfactor voor 2de bodemlaag bij vochtgehalte $\theta = LV(2) \text{ (cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}\text{)},$... , $\theta = MV(2)$
etc.	
	als boven t/m CON(NPL,x); x = MV(NPL)

Per bodemlaag mogen tweemaal 80 getallen (voor drukhoogte, respectievelijk doorlaatfactor) aangeboden worden.

4.2.3. Meteorologische gegevens

De meteorologische invoergegevens worden aan het programma aangeboden via de inputfile METEO.DAT. Deze file moet achtereenvolgens de volgende meteorologische grootheden per etmaal bevatten:

- gemiddelde temperatuur (0,1°C)
- totale globale straling (J.cm⁻².d⁻¹)
- gemiddelde windsnelheid (0,1 m.s⁻¹)
- gemiddelde dampdruk (0,1 mbar)
- neerslagen (0,1 mm)

Omdat er niet met schrikkeljaren gerekend wordt, zullen er per jaar voor iedere grootheid 365 waarden ingelezen worden. Verder zullen deze invoergegevens nog bewerkt moeten worden, voordat ze toegepast kunnen worden in diverse berekeningen.

De temperatuur zal omgerekend moeten worden naar Kelvin. De totale globale straling, die gelijk is aan de totale inkomende kortgolvlige straling K^\downarrow zal omgezet moeten worden naar de netto straling Q^* , volgens:

$$Q^* = K^\downarrow - K^\uparrow + L^\downarrow - L^\uparrow = (1-r) K^\downarrow + L^\downarrow - \epsilon\sigma T^4 \quad (4.1)$$

waarin:

K	= kortgolvlige straling	(J.cm ⁻² .d ⁻¹)
L	= langgolvlige straling	(J.cm ⁻² .d ⁻¹)
r	= reflectiecoëfficiënt	(-)
ε	= emissiecoëfficiënt	(-)
σ	= constante van Stefan-Boltzmann	(W.m ⁻² .K ⁻⁴)
T ₀	= temperatuur aardoppervlak	(K)

Omdat diverse componenten uit vergelijking (4.1) niet bekend of slecht te meten zijn, wordt de volgende lineaire regressievergelijking toegepast:

$$Q^* = 0,54 K^\downarrow - 0,8 \quad (4.2)$$

waarin:

Q*	= netto straling	(W.m ⁻²)
K [↓]	= totale globale straling	(W.m ⁻²)

De omrekening van J.cm⁻².d⁻¹ naar W.m⁻² gebeurt door een vermenigvuldigingsfactor met een waarde van 0,1157.

De windsnelheidswaarden zijn afkomstig uit metingen op 10 m hoogte van het meteostation Eelde. Voor de verdampingsformule van zowel Monteith-Rijtema als Thom-Oliver zijn windsnelheden nodig van 2 m hoogte. Voor meteostation Eelde geldt dat de verhouding tussen de windsnelheid op 2 m en op 10 m hoogte 0,74 bedraagt. Als het gewas een hoogte bereikt van meer dan 20 cm dan wordt de windsnelheid tevens gecorrigeerd voor de invloed van de ruwheidslengte van het gewas, zodat

$$u(2,0+d) = C_u * u_s(10) \quad (4.3)$$

waarin:

u(.)	= windsnelheid	(m.s ⁻¹)
d	= verplaatsingshoogte	(m)
C _u	= correctiefactor	(-)
u _s (.)	= ongecorrigeerde windsnelheid	(m.s ⁻¹)

Voor de correctiefactor C_u wordt in het rapport van de AD HOC GROEP VERDAMPING (1984) de volgende uitdrukking gegeven:

$$c_u = \frac{\ln(60/0,02)}{\ln(10/0,02)} * \frac{\ln(2/z_0)}{\ln(60/z_0)} \quad (4.4)$$

waarin:

$$z_0 = \text{ruwheidslengte (m)}$$

Een veel gevonden uitdrukking voor deze ruwheidslengte is:

$$z_0 = 0,13 \cdot ch \quad (4.5)$$

waarin:

$$ch = \text{gewaslengte (m)}$$

Voor gras wordt echter alleen de correctiefactor van 0,74 toegepast. De bewerking van deze meteorologische gegevens vindt volledig plaats in de subroutines RDATA POT, respectievelijk RDATA GRAS.

4.2.4. Grondwaterstandsgegevens

De initiële grondwaterstand bevindt zich in de file GWLA.DAT. De absolute waarde mag opgegeven worden. Aan het einde van een run wordt de initiële grondwaterstand overschreven door de laatst berekende grondwaterstand. Deze grondwaterstand dient dan weer als invoergegeven voor het volgende jaar.

Toepassing van deze procedure brengt direct met zich mee, dat in het nieuwe jaar een evenwichtsprofiel berekend moet worden als beginvoorwaarde. Doordat aan het einde van het jaar meestal een neerslagoverschot te zien is, waardoor er een percolatieprofiel optreedt, zal bovengenoemde procedure acceptabel zijn. Voor een goed doorlatend profiel geldt namelijk dat het percolatieprofiel niet veel afwijkt van het evenwichtsprofiel, temeer daar op 1 januari de grondwaterstand meestal ondiep zal zijn.

4.3. J a a r l i j k s e u i t v o e r

Het wegschrijven van de jaarlijkse uitvoer vindt plaats in de subroutine OUTPUT, zoals te zien is in fig. 4.1. Binnen deze uitvoer zijn voornamelijk drie groepen te onderscheiden, te weten verdampings- en verdampingsreductiecijfers, karakteristieke grondwaterstandscijfers en cumulatieve af- en aanvoercijfers. Tabel 4.1 geeft een overzicht van deze uitvoer.

Tabel 4.1. Jaarlijkse uitvoergegevens

Variabelen	Omschrijving
CPTRA	cumulatieve potentiële gewasverdamping
CTRA	cumulatieve actuele gewasverdamping
CPTRAGR	cumulatieve potentiële evapotranspiratie voor grasland
CTRAGR	cumulatieve actuele evapotranspiratie voor grasland
RTSPRING	voorjaarsreductie
RTAUTUMN	najaarsreductie
CORTRANS	gecorrigeerde actuele gewasverdamping
MAXG	gemiddelde waarde van de drie hoogst berekende grondwaterstanden
MING	gemiddelde waarde van de drie laagst berekende grondwaterstanden
CAV	cumulatieve wateraanvoer
CSPRAV	cumulatieve wateraanvoer ten behoeve van berekening
CAFVOER	cumulatieve waterafvoer

Door de veronderstelde 100% bedekkingsgraad bij gras wordt in feite geen bodemverdamping berekend. Met name in de wintermaanden zal er nagenoeg geen grasgroei en dus ook geen gewasverdamping optreden. Om toch een flux vanuit de bodem door het oppervlak te laten plaatsvinden wordt door het programma zelf een flux met behulp van de gegeven Thom-Oliver formule gegenereerd. Naderhand worden zowel de potentiële als de actuele verdampingstermen gecorrigeerd tengevolge van de stilstand van grasgroei tijdens de wintermaanden.

Naast deze verdampingstermen worden ook jaarlijkse reducties tengevolge van wateroverlast voor aardappelen berekend.

Voor de vaststelling van de grondwatertrap worden per jaar de gemiddelden van zowel de drie hoogste als de drie laagste grondwaterstanden op de eerste en de veertiende van de maand berekend.

Ten behoeve van de bepaling van de effecten van peilbeheer en aanvoer voor zowel ondergrondse infiltratie als berekening worden cumulatieve waarden voor aanvoer en afvoer jaarlijks weggeschreven. Naast deze uitvoer worden ook afvoeren over de stuw per decade bepaald. Deze uitvoergegevens kunnen worden gebruikt voor de dimensionering van het sloten- en wijkstelsel.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de subroutines die aan het eind van een simulatieperiode van 1 kalenderjaar aangeroepen worden ten behoeve van de uitvoer:

MAXMIN berekent de gemiddelde waarden van de drie hoogste en de drie laagste grondwaterstanden, zoals die berekend zijn op de eerste en de veertiende dag van de maand. Deze waarden HG_3 en LG_3 worden gebruikt voor de bepaling van de grondwatertrap

CRODAM de gewasschade tengevolge van vertraagde poot-/zaaidatum en/of oogstdatum wordt uitgedrukt in een verdampingsreductieterm

OUTPUT schrijft jaarlijkse uitvoergegevens naar OUTPUT.DAT

REDIS berekent aan- en afvoer per decade en schrijft deze gegevens naar een file met de naam, zoals die in INPUT.DAT gegeven wordt gecombineerd met het jaartal

De volgende subroutines worden enkel aangeroepen als het eindjaar van de op te geven reeks jaren bereikt is.

GEMID berekent gemiddelde waarden van de jaarlijkse uitvoercijfers uit OUTPUT.DAT

GRWT bepaalt met behulp van HG_3 en LG_3 de grondwatertrap

GSDAMA bepaalt opbrengstdepressie door wateroverlast voor grasland op moerige gronden (CoGroWa, 1984)

GSDAMB bepaalt opbrengstdepressie zandgronden (CoGroWa, 1984)

PROUT schrijft langjarige uitvoer naar PROUT.DAT

4.4. Langjarige uitvoer

Na het doorrekenen van een aantal van te voren op te geven jaren worden de resultaten samengevat in een tabel. In deze tabel worden de belangrijkste invoergegevens samengevat en worden de jaarlijkse uitvoergegevens bewerkt. Bovendien worden ook deze jaarlijkse uitvoergegevens nog weergegeven.

Door middel van een label in de meteo-files, bijvoorbeeld een jaarnummer, kan deze langjarige uitvoer worden gestuurd.

LITERATUUR

- BELMANS, C., J.G. WESSELING en R.A. FEDDES, 1981. Simulation model of the waterbalance of a cropped soil (SWATRE). Nota 1257, ICW
- COGROWA, 1984. Landbouwkundige aspecten van grondwateronttrekking: berekening van schade als gevolg van kunstmatige verlaging van de grondwaterstand. Rapport van de Werkgroep Landbouwkundige Aspecten. CoGroWa, Utrecht
- FEDDES, R.A., P.J. KOWALIK en H. ZARADNY, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. Pudoc, Wageningen
- INTERNE WERKGROEP HELP, 1983. Jaarverslag 1983, ICW, pp. 73-74
- JAGTENBERG, W.D., 1961-1963. Vijftien jaar bruto-opbrengstbepaling op grasland. Verslagen van het CI-203-onderzoek. Deel I tot en met IV. PAW-Med. nr. 57, 57A, 73 en 85
- RIJTEMA, P.E., 1965. An analysis of actual evapotranspiration. Pudoc, Wageningen
- THOM, A.S. and H.R. OLIVER, 1977. On Penman's equation for estimating regional evaporation. Quart. J.R. Met. Soc., 103, pp.345-357
- WALSUM, P.E.V. VAN en P.J.T. VAN BAKEL, 1983. Berekening van de effecten van infiltratie op de gewasverdamping in het herinrichtingsgebied met een aangepaste versie van het model SWATRE. Nota 1434, ICW

Bijlage A

VOORBEELDEN VAN IN- EN UITVOER

V o o r b e e l d 1

Het runnen van het programma SWADRE over de jaren 1982-1983 voor bouwland op een Hn21-profiel kan geschieden met behulp van het volgende DCL-programma. Met de verkregen resultaten zal het wateraanvoer-effect bij een maximale aanvoercapaciteit van 0,75 mm/d te berekenen zijn.

```
#! ILLUSTRATIEF VOORBEELD VAN COMMANDO-PROCEDURE TBV. HET DOORREKENEN
#! VAN MEERDERE PEILBEHEERSINGSALTERNATIEVEN OVER MEERDERE JAREN MBV.
#! HET COMPUTERPROGRAMMA SWADRE
#!
#! CODE=0 HS IS KEPT AT PHASE(0)
#! CODE=1 ONLY CONSERVATION
#! CODE=2 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.075 MM/D
#! CODE=3 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.150 MM/D
#! CODE=4 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.250 MM/D
#! CODE=5 CONSERVATION, WATER SUPPLY (ACAP=0.250 MM/D) AND SPRINKLER IRRIGATION
#! ++++++
$ CODE = 1
$ CROP := POT
$ NEXT:
$ JRST = 1982
$ JREND = 1983
$ JAAR = JRST
$ CREATE                OUTPUT.DAT
$ COPY INVOER'CODE','CROP' INPUT.DAT
$ COPY BODEM.'CROP'      HN21.DAT
$ COPY GWLB.DAT          GWLA.DAT
#! **** METEO-FILES EELDE19**.DAT AT SUBDIRECTORY [.METEO] ****
$ NAME := [.METEO]EELDE
$ TYPE := .DAT
$ LOOP:
$ COPY 'NAME''JAAR''TYPE' METEO.DAT
$ RUN SWADRE
$ JAAR = JAAR + 1
$ IF JAAR .LE. JREND THEN GOTO LOOP
$ REN OUTPUT.DAT        UITVOER'CODE','CROP'
$ REN PROUT.DAT         TABUITVR'CODE','CROP'
$ CODE = CODE + 1
$ IF CODE .LE. 2 THEN GOTO NEXT
$ EXIT
```

Hierin bevatten INVOER1.POT en INVOER2.POT de plaatsafhankelijke invoergegevens. De file BODEM.POT bevat de bodemkarakteristieke informatie, GWLB.DAT de initiële grondwaterstand en EELDE1982.DAT de meteorologische gegevens uit 1982 van het meteo-station Eelde.

Invoer:

 * INVOER1.POT *

Hn21 ! type bodemprofiel
 aardappelen ! gewasstype
 test1 ! plaatsafhankelijke code
 1 0.0 ! alleen conservering
 260 99999 0.0 -0.024 0.0 ! drainageweerstand sloten: 260 d
 ! geen buisdrainage
 ! wezjijsins ! 0.24 mm/d
 ! geen subresonante kwel/wezjijsins

 * INVOER2.POT *

Hn21
 aardappelen
 test1
 2 0.075 ! conservering en wateraanvoer;
 260 99999 0.0 -0.024 0.0 ! max. aanvoerkapaciteit 0.75 mm/d

 * BODEN.POT *

zandgrond								! grondsoort (Hn21)
250 25 2 3 25 25 25 3								! geometrie bodemprofiel
0.01 0.01 0.00 0.00 0.00								!
0.40 0.36 0.00 0.00 0.00								! grenzen PRH- en CDN-tabel
0.40 0.36 0.00 0.00 0.00								!
61.0 1.0								! verzadigde doorlatendheid
30								! dikte wortelzone
1.00e7	1.26e5	3.98e4	1.26e4	7.94e3	3.98e3	2.58e3		
1.41e3	8.91e2	6.31e2	5.01e2	4.17e2	3.47e2	2.82e2	2.51e2 ! drukhooste-	
2.14e2	1.91e2	1.74e2	1.58e2	1.48e2	1.35e2	1.26e2	1.12e2 ! tabel 1-ste	
1.03e2	1.00e2	9.33e1	8.91e1	8.51e1	7.94e1	7.08e1	6.31e1 ! bodemlaas	
5.89e1	5.25e1	4.47e1	3.98e1	3.16e1	2.51e1	1.78e1	1.00e1	
0.00e0								
1.0e-7	4.0e-6	1.4e-5	4.5e-5	7.5e-5	1.8e-4	3.1e-4		
6.7e-4	1.1e-3	1.6e-3	2.2e-3	2.8e-3	4.0e-3	5.3e-3	6.5e-3 ! doorlatend-	
9.0e-3	1.1e-2	1.5e-2	2.5e-2	3.5e-2	5.0e-2	7.0e-2	1.4e-1 ! heidstabel	
1.8e-1	2.0e-1	2.7e-1	3.4e-1	4.2e-1	5.0e-1	7.2e-1	1.0e+0 ! 1-ste bodem-	
1.2e+0	1.7e+0	2.4e+0	3.0e+0	5.0e+0	7.5e+0	1.2e+1	2.3e+1 ! laas	
6.1e+1								
1.58e4	3.16e3	1.26e3	6.31e2	3.98e2	2.82e2	2.24e2	1.78e2 ! drukhooste-	
1.51e2	1.26e2	1.17e2	1.07e2	1.00e2	9.55e1	9.12e1	8.71e1 ! tabel 2-de	
8.51e1	8.32e1	8.13e1	7.94e1	7.08e1	6.31e1	5.62e1	5.01e1 ! bodemlaas	
4.47e1	3.98e1	3.47e1	2.82e1	2.24e1	1.78e1	1.26e1	7.94e0	
5.01e0	2.82e0	1.58e0	0.00e0					
1.3e-7	2.0e-6	6.0e-6	2.7e-5	9.0e-5	2.4e-4	5.0e-4	1.1e-3 ! doorlatend-	
2.5e-3	7.0e-3	2.0e-2	6.0e-2	9.0e-2	1.1e-1	1.3e-1	1.5e-1 ! heidstabel	
1.7e-1	2.0e-1	2.3e-1	2.6e-1	4.0e-1	4.5e-1	5.5e-1	6.5e-1 ! 2-de bodem-	
8.0e-1	9.0e-1	1.1e+0	1.5e+0	2.0e+0	3.0e+0	4.5e+0	9.0e+0 ! laas	
1.2e+1	1.6e+1	2.0e+1	2.3e+1					

Voor wat de meteo-gegevens betreft moeten de diverse cijfers voor zowel 1982 als 1983 beschikbaar zijn en wel op de volgende wijze.

Bijlage A vervolg

 * EELDE1983.DAT *

19	34	71	80	83	99	52	47	62	66	83	61	44	28	60
76	75	43	23	30	61	56	19	21	58	71	103	80	70	35
33	63	31	14	12	12	11	6	-8	-24	!				
----- 365 waarden -----										! gemiddelde temperatuur				
										! in 0,1 gr C				
										!				
-52	-41	-17	2	-37	-22	16	33	67	62	65	71	77	100	71
69	101	80	54	60										
87	240	30	52	76	176	281	326	234	278	207	75	59	59	86
173	59	349	166	201	115	136	165	413	90	227	103	78	455	200
388	371	584	501	665	438	107	363	325	375	!				
----- 365 waarden -----										! totale globale straling				
										! in J/cm**2.d				
										!				
197	364	307	314	185	173	167	75	162	196	61	54	36	107	112
26	73	71	246	125										
70	50	90	115	75	110	80	65	95	75	60	65	85	80	95
100	110	135	85	65	90	55	25	45	50	75	110	95	110	80
75	155	95	50	35	70	30	65	75	40	!				
----- 365 waarden -----										! gemiddelde windsnelheid				
										! in 0,1 m/s				
										!				
30	30	55	40	40	30	30	35	60	50	70	70	55	85	80
90	90	50	65	100										
68	76	102	98	107	100	79	79	86	94	102	87	75	71	84
93	93	63	64	69	90	80	65	62	91	100	107	104	82	75
70	81	65	64	61	63	65	61	52	49	!				
----- 365 waarden -----										! gemiddelde dampdruk				
										! in 0,1 mbar				
										!				
38	44	48	47	40	50	67	77	91	86	95	99	104	119	91
100	118	107	77	86										
8	0	147	133	15	51	19	1	15	3	0	1	44	69	75
7	0	16	63	1	2	0	0	5	61	0	0	125	3	39
63	48	8	30	0	75	30	26	13	7	!				
----- 365 waarden -----										! neerslassom				
										! in 0,1 mm				
										!				
0	0	0	0	0	7	11	19	14	0	50	23	82	2	34
20	9	0	0	4										
30										! Jaarnummer (label)				

 * GULR.DAT *

100

! initiele grondwaterstand

Uitvoer:

 * UITVOER1.POT *

31.160	25.805	0.000	0.000	26.805	-90	-147	0.000	2.954
37.388	24.108	0.000	0.000	24.108	-67	-152	0.000	20.304

 * UITVOER2.POT *

31.160	27.334	0.000	0.000	27.334	-90	-139	3.765	3.134
37.388	25.039	1.021	0.000	24.018	-67	-138	4.471	20.520

 * TABUITURC.POT *

profieltype : Hn21
 drainsweerstand : 260./*** d
 kwel/wesluisings : -0.24 cm/d
 Sewas : aardappelen
 reilbeheer : alleen conserverings

Langjarige semidagdelde waarden (1982-1983) sedurende groeiseizoen

potentiele sewasverdamping : 34.274 cm
 aktuele sewasverdamping : 25.457 cm
 voorjaarskorrektie : 0.000 cm
 najaarskorrektie : 0.000 cm
 gekorrigeerde sewasverdamping : 25.457 cm
 grondwatertrap : VI (78/149)
 wateraanvoer : 0.000 cm
 waterafvoer : 11.629 cm

Jaar	cptra	ctra	rtsp	rtaut	contra	hs3	193	cavoer	cbere	cavoer	cbere	Jaar
1	31.160	26.805	0.000	0.000	26.805	-90.	-147.	0.000	*****	0.000	*****	1982
2	37.388	24.108	0.000	0.000	24.108	-67	-152	0.000	*****	0.000	*****	1983
Jaar	cptra	ctra	rtsp	rtaut	contra	hs3	193	cavoer	cbere	cavoer	cbere	Jaar

 * TABUITURC.POT *

profieltype : Hn21
 drainsweerstand : 260./*** d
 kwel/wesluisings : -0.24 cm/d
 Sewas : aardappelen
 reilbeheer : conservering en aanvoer, acara= 0.075 cm/d

Langjarige semidagdelde waarden (1982-1983) sedurende stoeiseizoen

potentiele sewasverdamping : 34.274 cm
 aktuele sewasverdamping : 26.187 cm
 voorjaarskorrektie : 0.511 cm
 najaarskorrektie : 0.000 cm
 gekorrigeerde sewasverdamping : 25.676 cm
 grondwatertrap : VI (78/132)
 wateraanvoer : 4.118 cm
 waterafvoer : 11.827 cm

Jaar	cptra	ctra	rtsp	rtaut	contra	hs3	193	cavoer	cbere	cavoer	cbere	Jaar
1	31.160	27.334	0.000	0.000	27.334	-90.	-139.	3.765	*****	3.134	*****	1982
2	37.388	25.039	1.021	0.000	24.018	-67	-138.	4.471	*****	20.520	*****	1983
Jaar	cptra	ctra	rtsp	rtaut	contra	hs3	193	cavoer	cbere	cavoer	cbere	Jaar

Bijlage A vervolg

V o o r b e e l d 2

Voor de berekening van het berekeningseffect voor grasland op een aVz/z-profiel over de jaren 1982-1983 kan onderstaand DCL-programma gebruikt worden.

```

#! ILLUSTRATIEF VOORBEELD VAN COMANDO-PROCEDURE TBV. HET DOORREKENEN
#! VAN MEERDERE PEILBEHEERSINGSALTERNATIEVEN OVER MEERDERE JAREN MBV.
#! HET COMPUTERPROGRAMMA SWADRE
#!
#! CODE=0 HS IS KEPT AT PHASE(0)
#! CODE=1 ONLY CONSERVATION
#! CODE=2 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.075 MM/D
#! CODE=3 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.150 MM/D
#! CODE=4 CONSERVATION AND WATER SUPPLY, ACAP=0.250 MM/D
#! CODE=5 CONSERVATION, WATER SUPPLY (ACAP=0.250 MM/D) AND SPRINKLER IRRIGATION
#! ++++++
$ CODE = 4
$ CROP := GRS
$ NEXT:
$ JRST = 1982
$ JREND = 1983
$ JAAR = JRST
$ CREATE                OUTPUT.DAT
$ COPY INVDER'CODE'.'CROP' INPUT.DAT
$ COPY BODEM.'CROP'     AVZVZ.DAT
$ COPY GWLB.DAT         GWLA.DAT
#! **** METEO-FILES EELDE19** DAT AT SUBDIRECTORY C.METEOJ ****
$ NAME := C.METEOJEEELDE
$ TYPE := .DAT
$ LOOP:
$ COPY 'NAME''JAAR''TYPE' METEO.DAT
$ RUN SWADRE
$ JAAR = JAAR + 1
$ IF JAAR .LE. JREND THEN GOTO LOOP
$ REN OUTPUT.DAT        UITVDER'CODE'.'CROP'
$ REN PROUT.DAT         TABUITVR'CODE'.'CROP'
$ CODE = CGDE + 1
$ IF CODE .LE. 5 THEN GOTO NEXT
$ EXIT
$

```

Invoer:

```

*****
* INVOER4.GRS *
*****

```

```

aVzVz
gras
test2                ! conservering en wateraanvoer,
2 0.250              ! max. aanvoercapaciteit 2,5 mm/d
260. 120. 100. 0.024 0.0 ! drainageweerstand drainbuizen: 120 d
! draandiepte           : 100 cm
! kwel                   : 0.24 mm/d

```

```

*****
* INVOER5.GRS *
*****

```

```

aVzVz
gras
test2                ! conservering, wateraanvoer
3 0.250              ! (acap=2,5 mm/d) en berekening
260. 120. 100. 0.024 0.0

```

 * BODEM.GRS *

veensgrond										! grondsoort (AvzVz)
250	25	3	2	8	25	25	2			
0.01	0.10	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00				
0.56	0.85	0.30	0.00	0.00						
0.56	0.85	0.30	0.00	0.00						
26.0	1.0									
20										
1.00e7	4.52e5	1.78e5	7.94e4	3.98e4	2.51e4	1.26e4				
7.94e3	5.62e3	4.17e3	3.16e3	2.51e3	2.00e3	1.58e3	1.41e3			
1.20e3	1.00e3	8.91e2	7.94e2	7.08e2	6.31e2	5.89e2	5.37e2	!	drukhooste-	
5.01e2	4.79e2	4.57e2	4.37e2	4.17e2	3.98e2	3.89e2	3.72e2	!	tabel 1-ste	
3.55e2	3.39e2	3.24e2	3.16e2	3.09e2	2.82e2	2.51e2	2.40e2	!	bodemlaas	
2.19e2	2.00e2	1.86e2	1.70e2	1.51e2	1.32e2	1.20e2	1.00e2			
8.91e1	7.94e1	6.31e1	5.01e1	3.55e1	2.51e1	1.26e1	3.16e0			
0.00e0										
1.0e-8	6.5e-8	1.5e-7	3.5e-7	1.2e-6	2.3e-6	3.1e-6				
6.0e-6	1.1e-5	1.6e-5	2.4e-5	4.0e-5	5.8e-5	8.3e-5	1.0e-4			
1.3e-4	1.7e-4	2.2e-4	2.7e-4	3.5e-4	4.4e-4	6.0e-4	8.0e-4	!	doorlatend-	
1.0e-3	1.2e-3	1.4e-3	1.6e-3	1.8e-3	2.1e-3	2.5e-3	2.9e-3	!	heidstabel	
3.4e-3	3.9e-3	4.4e-3	5.0e-3	5.6e-3	9.0e-3	1.4e-2	1.6e-2	!	1-ste laas	
2.8e-2	3.5e-2	4.1e-2	6.0e-2	7.5e-2	1.1e-1	1.4e-1	2.0e-1			
2.5e-1	3.1e-1	4.5e-1	6.4e-1	1.0e+0	1.5e+0	3.5e+0	1.4e+1			
2.6e+1										
3.55e4	2.51e4	2.00e4	1.41e4	1.00e4	7.94e3	6.31e3	5.01e3			
3.98e3	3.16e3	2.63e3	2.24e3	1.78e3	1.58e3	1.26e3	1.12e3			
1.00e3	8.91e2	8.13e2	7.76e2	7.08e2	6.92e2	6.46e2	6.30e2	!	drukhooste-	
6.28e2	6.26e2	6.24e2	6.22e2	6.20e2	6.17e2	6.14e2	6.11e2	!	tabel 2-de	
4.08e2	6.05e2	6.02e2	5.98e2	5.75e2	5.62e2	5.50e2	5.37e2	!	bodemlaas	
5.25e2	5.13e2	5.00e2	4.95e2	4.90e2	4.79e2	4.57e2	4.47e2			
4.31e2	4.17e2	3.98e2	3.89e2	3.71e2	3.55e2	3.40e2	3.31e2			
3.20e2	3.10e2	3.02e2	2.75e2	2.51e2	2.40e2	2.09e2	1.78e2			
1.58e2	1.41e2	1.12e2	8.91e1	7.08e1	5.01e1	3.80e1	2.63e1			
1.78e1	1.12e1	5.62e0	0.00e0							
3.5e-6	4.5e-6	5.5e-6	7.5e-6	1.2e-5	1.4e-5	2.0e-5	2.6e-5			
3.4e-5	4.5e-5	6.0e-5	7.5e-5	1.1e-4	1.3e-4	2.0e-4	2.5e-4			
3.0e-4	4.0e-4	5.0e-4	5.7e-4	7.0e-4	7.3e-4	8.7e-4	8.9e-4	!	doorlatend-	
9.0e-4	9.1e-4	9.2e-4	9.3e-4	9.4e-4	9.5e-4	9.6e-4	9.7e-4	!	heidstabel	
9.8e-4	9.9e-4	1.0e-3	1.1e-3	1.2e-3	1.3e-3	1.4e-3	1.5e-3	!	2-de laas	
1.6e-3	1.7e-3	1.8e-3	1.9e-3	2.0e-3	2.1e-3	2.2e-3	2.5e-3			
2.6e-3	2.7e-3	3.2e-3	3.3e-3	4.0e-3	4.5e-3	5.0e-3	5.5e-3			
5.7e-3	5.9e-3	6.0e-3	7.0e-3	9.0e-3	1.1e-2	1.4e-2	1.8e-2			
2.2e-2	2.5e-2	3.6e-2	5.0e-2	6.8e-2	1.0e-1	1.4e-1	2.2e-1			
3.5e-1	6.5e-1	1.5e+0	1.7e+1							
2.51e5	1.00e4	2.51e3	1.45e3	9.55e2	6.31e2	5.01e2	3.63e2	!	drukhooste-	
3.02e2	2.51e2	2.09e2	1.82e2	1.58e2	1.45e2	1.29e2	1.15e2	!	tabel 3-de	
1.00e2	8.91e1	7.94e1	7.24e1	6.46e1	5.75e1	5.01e1	4.37e1	!	bodemlaas	
3.39e1	2.51e1	1.66e1	1.00e1	3.55e0	0.00e0					
1.5e-6	5.0e-5	3.0e-4	6.7e-4	1.1e-3	2.0e-3	2.6e-3	4.4e-3	!	doorlatend-	
5.6e-3	7.1e-3	1.0e-2	1.2e-2	1.4e-2	2.0e-2	2.6e-2	1.2e-1	!	heidstabel	
2.4e-1	3.5e-1	4.4e-1	5.5e-1	6.0e-1	7.0e-1	9.0e-1	1.1e+0	!	3-de laas	
1.3e+0	1.6e+0	2.2e+0	3.2e+0	6.0e+0	1.1e+1					

 * GULP.DAT *

110

! initiele grondwaterstand

Ook hier moeten weer de meteorologische gegevens van de gegeven jaren beschikbaar zijn, zoals in voorbeeld 1 te zien was.

Bijlage A vervolg

Uitvoer:

* UITVOER4.GRS *

44.737	42.999	-87	-117	4.353	0.940
46.930	41.045	-59	-120	5.381	19.131

* UITVOER5.GRS *

44.737	44.042	-83	-115	0.000	8.877	2.579
46.930	46.059	-60	-133	0.000	11.872	19.179