

NN31545.1577

1577

II

oktober 1984

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

BIBLIOTHEEK  
STARINGEBOUW

NIEUWE VERDAMPINGSVERSIE  
GELDERLAND GROUNDWATER ANALYSIS MODEL  
(GELGAM)

ir. D. Pereboom  
ir. H.A.M. Thunnissen

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

29 FEBRU 1985

ISN = 222611-02



## I N H O U D

	blz.
1. ALGEMEEN	1
2. HET NIEUWE VERDAMPINGSMODEL IN GELGAM	1
3. VERANDERDE ROUTINES	2
4. NUMMERING GEWASSEN	4
5. WIJZIGINGEN PER ROUTINE	5
5.1. MAIN11NEW	5
5.2. Beschrijving module GRONDWNEW	5
5.2.1. Externe module specificaties	5
5.2.2. Interne module specificaties	6
5.3. Beschrijving module READANEW	6
5.3.1. Externe module-specificaties	6
5.3.2. Interne module-specificaties	7
5.4. Beschrijving module READSANEW	8
5.4.1. Externe module-specificaties	8
5.4.2. Interne module-specificaties	10
5.5. Beschrijving module BLOCK	10
5.5.1. Externe module-specificaties	10
5.5.2. Interne module-specificaties	10
5.6. Beschrijving module BALANSNEW	13
5.6.1. Externe module-specificaties	13
5.6.2. Interne module-specificaties	14
5.7. Beschrijving module WRITANEW	16
5.7.1. Externe module specificaties	16
5.7.2. Interne module specificaties	18
5.8. Beschrijving module INDUMPNEW	19
5.8.1. Externe module-specificaties	19
5.8.2. Interne module-specificaties	19

	blz.
5.9. Beschrijving module METEONEW	19
5.9.1. Externe module-specificaties	19
5.9.2. Interne module-specificaties	20
5.10. Beschrijving module UNSPRENEW	22
5.10.1. Externe module specificaties	22
5.10.2. Interne module specificaties	23
5.11. Beschrijving module UNSAFTNEW	24
5.11.1. Externe module-specificaties	24
5.11.2. Interne module-specificaties	25
5.12. Beschrijving module EVAPNEW	25
5.12.1. Externe module-specificaties	25
5.12.2. Interne module-specificaties	26
5.13. Beschrijving module EVAPFNEW	27
5.13.1. Externe module-specificaties	27
5.13.2. Interne module-specificaties	28
5.14. Beschrijving module EVAPGNEW	28
5.14.1. Externe module-specificaties	28
5.14.2. Interne module-specificaties	29
5.15. Beschrijving module UNSATNEW	29
5.15.1. Externe module-specificaties	29
5.15.2. Interne module-specificaties	31
LITERATUUR	33

## 1. ALGEMEEN

Het programma-pakket GELGAM ten behoeve van regionale hydrologische modelberekeningen is geïmplementeerd op STAVAX (PEREBOOM en THUNNISSEN, 1984). GELGAM koppelt modellen voor verzadigde stroming, onverzadigde stroming en verdamping aan elkaar.

GELGAM is in eerdere publikaties door verschillende auteurs beschreven en toegepast (AWATER en DE LAAT, 1978 en 1980, ROLF, 1981, KOVAR, 1981, VAN DRECHT en VAN LANEN, 1981 en 1982, VAN LANEN, 1983a, b en c). De nu op STAVAX geïmplementeerde en hier te bespreken versie verschilt in zoverre dat de modulen waarmee de verdamping wordt berekend, daarbij inbegrepen de berekening van netto inkomende straling, zijn aangepast conform de nieuwste inzichten (WERKGROEP VERDAMPING, 1984).

Samenstelling van de invoerfile geschiedt vrijwel identiek aan de in de handleiding van de DIV genoemde wijze met uitzondering van de codering voor bodemgebruik (zie ook AWATER en KERPERSHOEK, 1979). Uitvoer kan geschieden door middel van prints maar ook door middel van plots van contourlijnen waaronder bijvoorbeeld die ten behoeve van reductie in verdamping en stijghoogte. Hiertoe noodzakelijke aanmaakprogramma's zijn in concept beschikbaar. Verwerking van tijdstijghoogtelijnen geschiedt nog met de hand maar gedachten over automatisering zijn gaande.

## 2. HET NIEUWE VERDAMPINGSMODEL IN GELGAM

Voor het nieuwe verdampingsmodel zijn allereerst de wijzigingen ten behoeve van de implementatie van GELGAM op de STAVAX gehandhaafd.

Deze wijzigingen zijn eerder beschreven. Dit betreft wijzigingen van dimensies, aanpassing van de formule voor LENGTE, INDEX = 1 in routine DYN, het vervangen c.q. als commentaar opnemen van aanroepen van VAX-vreem-

de subroutines, opstellen van open-statements, wijziging van file-reference numbers, beginadressen in DYN, gewijzigde besturing via OESTER.DAT en WAARDE.DAT in GRONDW, uitbreiding van COMMON BLOCK/TOP1/ met IXB en IXC, USE(5,10) in plaats van USE(5,8) om meer landgebruiken mogelijk te maken en een aantal wijzigingen in FORMATS.

In GELGAM10 zijn ten behoeve van de nieuwe verdampingsberekening nauwelijks wijzigingen opgenomen. De oude stralingsberekening in METEO1 is gehandhaafd. Alleen in GELGAM11, subroutine METEO is een nieuwe stralingsberekening ingevoerd. Wel is in GELGAM10 in de routines READO3 en METEO1 de test op het landgebruik IA4 verandert tot binnen begrenzungen  $1 \leq IA4 \leq 10$  in plaats van het oude  $1 \leq IA4 \leq 8$ , zodat nu meer landgebruiken kunnen worden ingevoerd. In GELGAM10 is ook USE(5,8) veranderd in USE(5,10) waar deze array voorkomt.

Nieuwe (sub)routines die ten behoeve van de nieuwe verdampingsberekening zijn ingevoerd onderscheiden zich van de oude versie door het achtervoegsel -NEW, alleen in GELGAM11. Tevens gebruikt de nieuwe versie de subroutine BLOCK.FOR als block data set.

### 3. VERANDERDE ROUTINES

Veranderde routines (voorlopig alleen in GELGAM11) zijn:

MAIN11NEW  
GRONDWNEW  
READANEW  
READSANEW  
BALANSNEW  
WRITANEW  
METEONEW  
UNSPRENEW  
UNSAFTNEW  
EVAPNEW  
EVAPFNEW  
EVAPGNEW  
UNSATNEW  
INDUMPNEW

èn BLOCK.FOR, omvattende BLOCK DATA. Deze subroutine is aan het programma toegevoegd als data set.

In READSANEW wordt SIM(I), de inhoud van het interceptiereservoir, per gewas (I=1,8), geïnitieerd

In READANEW zijn landgebruiken geherdefinieerd

In METEONEW worden nieuwe constanten berekend, volgend uit hernieuwde stralingsberekening

In MAIN11NEW worden nieuwe subroutines aangeroepen, te weten:  
GRONDWNEW

In GRONDWNEW worden nieuwe subroutines aangeroepen, te weten:  
BALANSNEW  
WRITANEW  
READSANEW  
READANEW  
METEONEW  
UNSPRENEW  
UNSAFTNEW  
INDUMPNEW

In UNSPRENEW worden nieuwe subroutines aangeroepen, te weten:  
EVAPNEW  
UNSATNEW

In UNSAFTNEW worden nieuwe subroutines aangeroepen, te weten:  
EVAPNEW  
UNSATNEW

In EVAPNEW vindt nieuwe verdampingsberekening plaats, tevens aanroep  
EVAPFNEW  
EVAPGNEW

In EVAPFNEW vindt nieuwe verdampingsberekening plaats.

Aanpassing EVAPGNEW in verband met vervangen van neerslag in knooppunt door (neerslag-berging in interceptiereservoir) in knooppunt; aanroep UNSATNEW.

Aanpassing UNSATNEW in verband met vervanging van neerslag in knooppunt door (neerslag-berging in interceptiereservoir) in knooppunt.

Aanpassing WRITANEW in verband met aangepaste uitvoer, nu worden ook EPEN, EWET, interceptie in cm/tijdstap per knooppunt en verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt uitgevoerd. De geprinte  $E_{pot}$  en  $E_{act}$  in de listing onverzadigde zone zijn waarden inclusief verdamping van interceptiewater  $E_i$ .

Aanpassing BALANSNEW: berekent en print nieuwe waterbalans, waarbij interceptie wordt opgenomen in de listing; verdamping en neerslag zijn netto waarden aan het maaiveld.

Aanpassing INDUMPNEW: in deze subroutine wordt ten behoeve van een herstart de inhoud van het intercept-reservoir geïnitieerd. Voor een normale berekeningsrun geschiedt dit al ten behoeve van de berekening van de initiële situatie in de subroutine READSANEW. Bij een herstart wordt deze subroutine echter niet aangeroepen.

Er is besloten initialisatie bij een herstart te doen plaatsvinden in INDUMPNEW omdat bij een herstart ook andere variabelen daar een waarde krijgen. Zowel bij initialisatie in INDUMPNEW als in READSANEW wordt er vanuit gegaan dat het interceptiereservoir geheel leeg is bij aanvang van de Subroutine BLOCK bevat gegevens ten behoeve van de nieuwe verdampings-<sup>tijdstap</sup> berekening die opgeslagen worden in het common block/BLOK/. Dit common block bevindt zich in de subroutines READSANEW, WRITEANEW, EVAPNEW, EVAPFNEW, UNSATNEW, INDUMPNEW en BLOCK.

#### 4. NUMMERING GEWASSEN

GELGAM11-DIV versie	GELGAM11 met nieuwe verdamping
1. gras	1. gras
2. granen	2. granen
3. hakvruchten	3. aardappelen
4. loofhout	4. loofhout
5. naaldhout	5. naaldhout
6. stedelijk gebied	6. mais
7. open water	7. bieten
8. mais	8. speciaal gewas
9. niet bestaand	9. stedelijk gebied
10. niet bestaand	10. open water

Ten opzichte van oude invoerfiles betekent dit:

3 wordt 3 of 7	7 wordt 10
6 wordt 9	8 wordt 6.

Inlezen landgebruik GELGAM10 gebeurt in READO3. Het landgebruik wordt onmiddellijk weggeschreven naar file (IXO) ten behoeve van GELGAM11. INTEST wordt aangeroepen om na te gaan of het landgebruik binnen de grenzen 1 en 10 ligt. Bij de overgang op een nieuw hydrologisch jaar wordt het landgebruik ingelezen en ook weggeschreven naar file (IXA), dit geschiedt in METEO, waarna nog getest wordt of het landgebruik binnen de grenzen 1 en 10 ligt. In GELGAM11 wordt landgebruik ingelezen in READAI(IA) deze subroutine wordt aangeroepen vanuit READSANEW. Het landgebruik bij overgang op een nieuw hydrologisch jaar wordt ingelezen in METEONEW.

## 5. WIJZIGINGEN PER ROUTINE

(aanduidingen syst.doc.GELGAM11 verwijzen naar AWATER en KERPERSHOEK, 1979)

### 5.1. MAIN11NEW

De arrays TINT(300) en EI(300) worden in MAIN11NEW gedimensioneerd. Als het aantal knooppunten meer dan 300 bedraagt dienen deze dimensies (en die van SIRMAX en PRSMAX in EVAPNEW en de recordlengte van file RESULT.DAT) te worden aangepast.

Hierbij zijn:

TINT = interceptie in cm/tijdstap per knooppunt

EI = verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt

TINT en EI zijn opgenomen in de nieuwe aanroep van subroutine GRONDWNEW:

CALL GRONDWNEW(SDYN(IGHI),SDYN(IPSI),SDYN(ITRANS),TINT,EI).

### 5.2. Beschrijving module GRONDWNEW (syst.doc. GELGAM11 11.2.2.8)

#### 5.2.1. Externe module specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.8.1)

Het module bestaat uit het hoofdmodule GRONDWNEW

Heading: subroutine GRONDWNEW(GHI,PSI,TRANS,TINT,EI)

Wijziging: TINT en EI zijn ook in de heading opgenomen

TINT en EI zijn ook in een dimensie-statement opgenomen:

TINT(NOD) en EI(NOD).

Taak: het aanroepen van de subroutines:

READANEW,READSANEW,BLOCK,SATINS,ISUNZO,BALANSNEW,SATOUT,WRITANEW,



INDUMPNEW, POSINV, OUDUMP, METEONEW, INSAT, UNSPRENEW, SAT, UNSAFTNEW,  
STORDE, BALANSNEW, SATOUT, WRITANEW en OESTER en WAARDE FILES.

UNSPRENEW en UNSAFTNEW roepen weer aan EVAPNEW, EVAPFNEW, EVAPGNEW en  
UNSATNEW. Hier wordt bij de beschrijving van deze subroutines op  
teruggekomen.

Parameters:

GHI = array met freatische vlakken vorige tijdstap (I)  
PSI = array met freatische vlakken (I)  
TRANS = hulparray (I)  
SDYN = array dat zich in een common gebied bevindt. Dit (I)  
array wordt in deelgebieden (arrays) ingedeeld (dit  
gebeurt in subroutine DYN)  
TINT = interceptie in cm/tijdstap per knooppunt (I)  
EI = verdamping van interceptie water in cm/tijdstap (I)  
per knooppunt

#### 5.2.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.8.2)

In de aanroepen van BALANSNEW, WRITANEW, UNSPRENEW, UNSAFTNEW  
wordt TINT meegenomen; in de aanroepen van WRITANEW, UNSPRENEW en  
UNSAFTNEW wordt ook EI meegenomen.

#### 5.3. B e s c h r i j v i n g m o d u l e READANEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.9)

##### 5.3.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.9.1)

Het module bestaat uit de subroutine READANEW.

Heading: SUBROUTINE READANEW (EFW, PAR, VPOS, HFE).

Taak: 1. Berekenen van de bergingscapaciteit in de wortelzone  
als functie van de zuigspanning op het grensvlak voor  
voor verschillende dikten van de wortelzone.  
2. Berekenen van de diepte van de grondwaterstand beneden  
het grensvlak als functie van de zuigspanning op het  
het grensvlak voor verschillende waarden van de flux.  
3. Berekenen van de bergingscapaciteit in de ondergrond  
als functie van de zuigspanning op het grensvlak voor  
verschillende waarden van de flux.  
4. Inlezen van gegevens betreffende pF-curven, wortelzones  
en pF-curven ondergrond.

In READANEW wordt de nieuwe code voor bodemgebruik zoals die gedefinieerd is in de nieuwe GELGAM11-versie vastgelegd. Deze code is:

1 = grass	6 = mais
2 = cereals	7 = sugar beets
3 = potatoes	8 = special crop
4 = deciduous forest	9 = urban area
5 = coniferous forest	10 = open water

Parameters:

- EFW = array met standaard bergingscapaciteiten (wortelzone) (0)
- PAR = array met coëfficiënten die de  $K-\psi$  en de  $K-\theta$  relatie (0) vastleggen
- VPOS = array met:
1. VPOS (X,X,1,X): dieptes grondwater beneden grensvlak (0)
  2. VPOS (X,X,2,X): bergingscapaciteiten ondergrond
- HFE = array met hysteresis factoren (0)

5.3.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.9.2)

De wortelzone is in model gebracht als zijnde een niet doorstroomd reservoir (het verticaal omhoog gerichte vochttransport vindt geheel plaats via het wortelstelsel). Gebruik makend van de pF-curve voor de wortelzone kan nu voor elk type wortelzone de bergingscapaciteit worden berekend afhankelijk van:

- a. de zuigspanning op het grensvlak,
- b. de dikte van de wortelzone.

Voor elk type ondergrond wordt gegeven:

1. de  $K-\psi$  relatie,
2. de diepte van de grondwaterstand beneden het grensvlak berekend als functie van:
  - a. de flux
  - b. de zuigspanning op het grensvlak

Met behulp van de pF-curve wordt hieruit de bergingscapaciteit voor de ondergrond berekend als functie van:

- a. de flux
- b. de zuigspanning op het grensvlak.

5.4. B e s c h r i j v i n g m o d u l e READSANEW (Syst.doc.GELGAM11  
11.2.2.10)

5.4.1. Externe module-specificaties (Syst.doc.GELGAM11 11.2.2.10.1)

Het module bestaat uit de subroutine READSANEW

Heading: SUBROUTINE READSANEW(PED1,PED2,A,PHI,PHI1,PHI2,FA,PP,  
DBS,DBO,DBB,UR,WPHIMX,C1,C2,PERV,OPP,VOENET,INF,NKNO,  
IA,NQ,QA1,QA2,NRAND,ITY1,NTY1,ITY2,NTY2,RP,ROPP,CR,  
DBR,PHIC,RPC,IRIV,CRB,NF,NTX,ISTR,HE,BE,PE1,PE2,KT,  
P1,P2,CF,CP,DC1,PHIP,VPHIMX,RPHIMX,SDYN).

In READSANEW komt het common block/BLOK/ voor.

Taak: Het inlezen van de gegevens ten behoeve van de verzadigde zone en het aanroepen van subroutines waarin tijdsafhankelijke invoergegevens worden gelezen en waarin het voorbereidend rekenwerk wordt verricht.

In READSANEW wordt SIM als functie van SIPAR en tijdstaplenkte geïntialiseerd.

SIM = inhoud interceptiereservoir, gewasafhankelijk

SIPAR = bevat correctiecijfers welke SIM aanpassen aan de lengte van de tijdstap.

Afhankelijk van de graad van bodembedekking wordt in subroutine EVAPNEW de grootte van het actuele reservoir bepaald.

Parameters:

PED1	= array met doorlaatvermogens 1ste w.v.p.	(I/O)
PED2	= array met doorlaatvermogens 2de w.v.p.	(I/O)
A	= array met maaiveldhoogtes	(0)
PHI	= array met freatische vlakken	(0)
PHI1	= array met stijghoogtes 1ste w.v.p.	(0)
PHI2	= array met stijghoogtes 2de w.v.p.	(0)
FA	= array met FA nummers 1,2 of 3	(0)
PP	= array met slootpeilen	(0)
DBS	= array met slootbodems	(0)
DBO	= array met niveau's onderkant 2de sublaag van het topsysteem	(0)
DBB	= array met niveau's onderkant 1ste sublaag van het topsysteem	(0)
UR	= array met drainage weerstanden 3de sublaag van het topsysteem	(0)

WPHIMX	= array met drainage weerstanden 1ste sublaag van het topsysteem	(0)
C1	= array met hydraulische weerstanden ondiepe slecht doorlatende laag	(0)
C2	= array met hydraulische weerstanden diepe slecht doorlatende laag	(0)
PERV	= array met coëfficiënten van de hydraulische doorlatendheid	(I/0)
OPP	= array met invloedsoppervlakken	(0)
VOENET	= array met nuttige neerslagen	(0)
INF	= array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is	(I)
NKNO	= array met knooppuntnummers, waarvoor per tijdstap uitvoer wordt gegeven	(I)
IA	= array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en code-nummers bodemgebruik	(I)
NQ	= hulpparray	(I)
QA1	= array met onttrekkingswaarden 1ste w.v.p.	(I)
QA2	= array met onttrekkingswaarden 2de w.v.p.	(I)
NRAND	= array met knooppuntnummers waarin de rand ondoorlatend is	(I)
ITY1	= array met knooppuntnummers 1ste w.v.p. waarin stijghoogte wordt ingelezen	(I)
NTY1	= array met typenummers 1ste w.v.p.	(I)
ITY2	= array met knooppuntnummers 2de w.v.p. waarin stijghoogte wordt ingelezen	(I)
NTY2	= array met typenummers 2de w.v.p.	(I)
RP	= array met rivierpeilen	(I)
ROPP	= array met rivieroppervlakken	(I)
CR	= array met rivierweerstand (radiale stroming)	(I)
DBR	= array met niveau's rivierbodem	(I)
PHIC	= array met kritieke dieptes	(I)
RPC	= array met weerstanden	(I)
IRIV	= array met rivierknooppunten	(I)
CRB	= array met rivierbodemweerstand	(I)
NF	= hulpparray	(I)

NTX	= array met gemeenschappelijk knooppunts- type 1, 2 of 3	(0)
ISTR	= array met de 4 knooppuntsnummers behorende bij een element J	(I)
HE	= array met de hoogtes van alle elementen	(I)
BE	= array met de breedtes van alle elementen	(I)
PE1	= hulparray	(I)
PE2	= hulparray	(I)
KT	= hulparray	(I)
P1	= hulparray	(I)
P2	= hulparray	(I)
CF	= hulparray	(I)
CP	= hulparray	(I)
DC1	= array met hydraulische weerstanden van de ondiepe slecht doorlatende laag	(I)
PHIP	= array met stijghoogtes gemeten boven de ondiepe slecht doorlatende laag	(I)
VPHIMX	= hulparray	(I)
RPHIMX	= hulparray	(I)
SDYN	= 'common'-array	(I)

#### 5.4.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGEM11 11.2.2.10.2)

READSANEW roept achtereenvolgens de volgende subroutines aan:  
INFAR, ORGOUT, READAI, SORCES, BOUNCO, RIVRIN, TYPEX, STRUK, GEOM, LIST,  
KDEL, KONTK, MATRIX, DIVERS, XPARAM, YINIT.

### 5.5. Beschrijving module BLOCK

#### 5.5.1. Externe module-specificaties

Het module bestaat uit BLOCK DATA

Heading: BLOCK DATA

Taak: Het toekennen van waarden aan variabelen die voorkomen in  
het common block/BLOK/

Het common block/BLOK/ is opgenomen.

#### 5.5.2. Interne module specificaties

Block is een block data statement waarin gewasafhankelijke  
gegevens nodig voor de verdampingsberekening worden vastgelegd per gewas.

Standaard wordt vastgelegd voor de gewassen

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. gras        | 5. naaldbos                               |
| 2. granen      | 6. mais                                   |
| 3. aardappelen | 7. suikerbieten                           |
| 4. loofbos     | en 8. speciaal gewas, kan worden ingevuld |

een set gegevens bestaande uit:

- informatie over de gewashoogte in m, gerelateerd aan dagnummer in het (kalender-)jaar. Voor bos (loofbos en naaldbos) wordt standaard geen waarde opgegeven omdat bij de berekening van de verdamping van een andere benadering wordt uitgegaan, waarop hier niet wordt ingegaan;
- informatie over de bodembedekkingsgraad (fractie), gerelateerd aan het dagnummer in het (kalender-)jaar. Ook hier wordt voor bos (loofbos en naaldbos) een andere benadering toegepast;
- informatie ter berekening van de grootte van het interceptie-reservoir in cm/tijdstap volgens de formule:

$$SIM(I) = SIM_1(I) * \{SIPAR(1,I) + SIPAR(2,I) * INB + SIPAR(3,I) * INB^2\} \quad (1)$$

waarin:

- I = gewasnummer volgens voorgaande nummering 1 t/m 8  
SIM(I) = interceptiereservoir in cm/tijdstap  
SIM<sub>1</sub>(I) = interceptiereservoir in cm/tijdstap nog te corrigeren op tijdstaplengte  
INB = lengte van de tijdstap, doorgaans 10 dagen  
SIPAR(1,I)  
SIPAR(2,I) = correctiecoëfficiënten voor lengte van de  
SIPAR(3,I). tijdstap

De berekening vindt plaats in subroutine READSANEW of, bij een herstart, in subroutine INDUMPNEW. Afhankelijk van de graad van bodembedekking (SC varieert van 0.0 tot 1.0) wordt bij de berekening in subroutine EVAPNEW de grootte van het actuele reservoir bepaald. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat bij de aanvang van de berekening voor de eerste tijdstap of bij een herstart voor de tijdstap voor de herstart het interceptiereservoir geheel leeg is. De volgende getalwaarden worden gebruikt:

	SIM <sub>1</sub> (I)	SIPAR(1,I)	SIPAR(2,I)	SIPAR(3,I)	SIM(I) cm bij tijdstaplenge INB = 10 dagen
1. gras	0,05	0,5711	0,4668	-0,0013	0,26
2. granen	0,10	0,6517	0,4270	-0,0011	0,48
3. aardappelen	0,10	0,6017	0,4493	-0,0019	0,49
4. loofbos	0,15	0,6032	0,4355	-0,0022	0,71
5. naaldbos	0,20	0,6292	0,4114	-0,0019	0,91
6. mais	0,10	0,5409	0,4828	-0,0031	0,51
7. suikerbiet	0,10	0,5609	0,4639	-0,0026	0,49
8. special	-	-	-	-	-

- waarden voor de reflectiecoëfficiënten REFLC zoals deze worden gebruikt om inkomende netto-straling te berekenen ten behoeve van de verdamping van een nat oppervlak E;
- waarden voor de plantweerstand tegen vloeistofstroming RPL in dagen;
- waarden die de gewasweerstand tegen transpiratie  $R_c$  in s/m bepalen, te weten:
  - a.  $R_B$ , de basisgewasweerstand, dat is de weerstand bij optimale vochtvoorziening. Er is sprake van optimale vochtvoorziening zolang als de bladwaterpotentiaal PLN groter dan of gelijk is aan  $P_1$  (zie onder);
  - b.  $R_m$ , de maximale gewasweerstand, dat is de weerstand bij maximale sluiting van de huidmondjes. Deze maximale waarde wordt bereikt bij een waarde van de bladwaterpotentiaal PLN kleiner dan of gelijk aan  $P_2$  (zie onder);
  - c.  $P_1$ , de waarde van de bladwaterpotentiaal PLN in cm waarboven geldt  $R_c = R_B$  (optimale vochtvoorziening).  $P_1$  is een negatief getal;
  - d.  $P_2$ , de waarde van de bladwaterpotentiaal PLN in cm waaronder geldt  $R_c = R_m$  (maximaal beperkte vochtvoorziening).  $P_2$  is een negatief getal.

Tussen  $P_1$  en  $P_2$  wordt voor  $R_c$  een lineair verband aangenomen tussen  $R_B$  en  $R_m$ , zie onderstaande figuur 5.1.

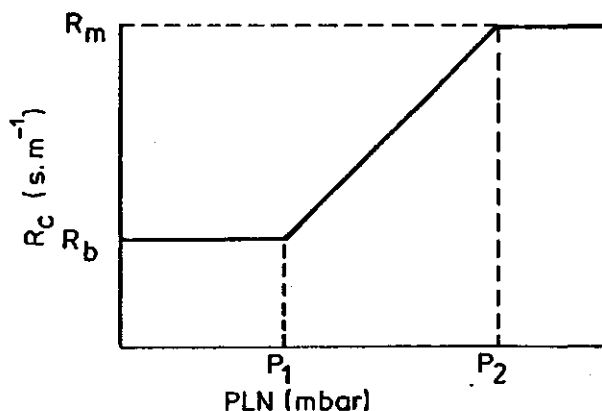


Fig. 5.1. Relatie tussen gewasweerstand  $R_c$  en bladwaterpotentialaal PLN

## 5.6. Beschrijving module BALANSNEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.13)

### 5.6.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.13.1)

Het module bestaat uit de subroutine BALANSNEW.

Heading: SUBROUTINE BALANSNEW (INF,QA1,QA2,VOENET,CP,QAFTER,  
QAFTOP,QAFRIV,QRAN1,QRAN2,QKW1,QKW2,A,TINT)

Wijziging: TINT is ook in de heading opgenomen en in de dimensie  
statement: TINT(NOD)

Taak: berekenen en printen van de waterbalans.

Parameters:

INF	= array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is	(I)
QA1	= array met onttrekkingswaarden 1ste w.v.p.	(I)
QA2	= array met onttrekkingswaarden 2de w.v.p.	(I)
VOENET	= array met nuttige neerslagen	(I)
CP	= hulparray	(I)
QAFTER	= array met totale fluxen naar het tertiaire ontwateringsstelsel	(I)



QAFTOP	= array met fluxen door de bovenste laag	(I)
QAFRIV	= array met de fluxen uit het 1ste w.v. pakket naar de rivier	(I)
QRAN1	= array met de randfluxen 1ste w.v.p.	(I)
QRAN2	= array met de randfluxen 2de w.v.p.	(I)
QKW1	= array met fluxen door de ondiepe slecht- doorlatende laag uit het 1ste w.v.p. naar het topsysteem	(I)
QKW2	= array met fluxen door de diepe slecht doorlatende laag uit het 2de w.v.p. naar het 1ste w.v.p.	(I)
A	= array met maaiveldhoogtes	(I)
TINT	= array met interceptie in cm/tijdstap per knooppunt	(I)

#### 5.6.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.13.2)

BALANSNEW wordt aangeroepen zowel voor de initiële situatie als voor elke tijdstap

BALANSNEW doet achtereenvolgens:

1. Berekent de waterbalanstermen ( $m^3$ /tijdstap).
2. Bij het begin van een nieuw hydrologisch jaar (1 april) worden alle cumulatieve waterbalanstermen op nul gezet, behalve de bergingstekorten in de onverzadigde zone.
3. Print de waterbalans van het topsysteem
  - a. print waterbalans voor de tijdstap in  $m^3$
  - b. print de cumulatieve fout in de waterbalans vanaf begin berekening of vanaf het begin van het nieuwe hydrologisch jaar in  $m^3$ .
4. Print waterbalans van het 1ste watervoerend pakket
  - a. print waterbalans voor de tijdstap in  $m^3$
  - b. print de cumulatieve fout in de waterbalans vanaf begin berekening of vanaf het begin van het nieuwe hydrologisch jaar in  $m^3$ .
5. Print waterbalans van het 2de watervoerend pakket
  - a. print waterbalans voor de tijdstap in  $m^3$
  - b. print de cumulatieve fout in de waterbalans vanaf begin berekening of vanaf het begin van het nieuwe hydrologisch jaar in  $m^3$ .

6. Print de maximale fouten waarmee de convergentie beëindigd werd en het aantal iteraties.  
Voor de initiële situatie worden alleen de punten 1 t/m 6, met uitzondering van 2, gedaan.
7. Berekent de som van de totalen aan verdamping, neerslag en bergingstekorten ( $m^3$ /tijdstep).
8. Berekent de toename van de berging in de onverzadigde zone ten opzichte van de initiële situatie of ten opzichte van de vorige tijdstep.
9. Ten behoeve van de waterbalans van het hele systeem worden de cumulatieve termen ook in cm over het modeloppervlak uitgerekend.
10. Print de waterbalans van het hele systeem
  - a. print waterbalans voor de tijdstep in  $m^3$
  - b. print de cumulatieve fout in de waterbalans vanaf begin berekening of vanaf het begin van het nieuwe hydrologisch jaar in  $m^3$
  - c. print de cumulatieve fout in de waterbalans vanaf begin berekening of vanaf het begin van het nieuwe hydrologisch jaar in cm over het modeloppervlak
  - d. print de over het gehele gebied gesommeerde interceptie in  $m^3$  en m.

Opm.: De waterbalans zoals deze wordt uitgevoerd heeft betrekking op het gehele bodemsysteem. Dit betekent

1. dat onder 'neerslag' moet worden verstaan de neerslag die het maaiveld bereikt, dit wil zeggen meteorologische neerslag gereduceerd met interceptie;
  2. dat onder 'verdamping' moet worden verstaan de som van bodem-evaporatie en gewastranspiratie. Niet inbegrepen is de verdamping van interceptiewater.
11. Test of de fout in de cumulatieve waterbalans van het hele systeem groter of gelijk is aan 0,1 cm.  
Ja: melding en het programma stopt.
  12. Test of voor de tijdstep de fout in de waterbalans van het hele systeem groter of gelijk is aan 0,05 cm.

Opm.: 1. Waterbalans topsysteem:

Geprint wordt de totale flux (=A) naar het tertiaire ontwateringsstelsel zoals berekend, nadat de convergentie in de subroutines SATINS of SAT bereikt werd.

Naast de totale flux, inclusief topafvoer component, wordt ook de topafvoer component (=C) geprint.

Geprint worden o.a. A en C

$$A = B+C$$

B = afvoer naar het tertiaire ontwateringsstelsel door de 3de sublaag van het topsysteem.

2. Waterbalans van het hele systeem:

De totale flux (=D) naar het tertiaire ontwateringsstelsel welke hier wordt afgedrukt kan hoger zijn dan de totale flux welke in de waterbalans van het topsysteem geprint werd. Deze extra hoeveelheid water (=E) wordt berekend in de subroutine STORDE, indien blijkt dat het bergingstekort, berekend in de subroutine UNSAFTNEW in de wortelzone negatief is.

Geprint worden o.a. D, C en E.

$$D = B+C+E.$$

5.7. B e s c h r i j v i n g m o d u l e WRITANEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.15)

5.7.1. Externe module specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.15.1)

Het module bestaat uit de subroutine WRITANEW.

Heading: SUBROUTINE WRITANEW (INF,IA,PHI,PHI1,PHI2,A,NTY1,NKNO,VOENET,AZ,AZ1,AZ2,QKW1,QKW2,QAFRIV,QAFTER,PED1,PED2,C1,C2,OPP,TINT,EI)

Wijziging: TINT en EI toegevoegd in de heading.

Tevens zijn TINT en EI opgenomen in de dimensie-statement: TINT (NOD) en EI(NOD).

Het common block/BLOK/ is toegevoegd om  $E_{pen}$  en  $E_{wet}$  beschikbaar te maken voor uitvoer binnen deze subroutine. Het betreft dan de  $E_{wet}$  zoals berekend voor het laatste knooppunt (hoogste knooppunt-nummer).

Taak: Voor de initiële situatie:

1. Print de resultaten van de berekening in de verzadigde zone.
2. Schrijft enkele tijdsafhankelijke invoergegevens en enkele resultaten van de berekening weg naar een dataset op unitnr. = 7.

Voor elke tijdstap:

1. Print de resultaten van de berekening in de onverzadigde zone.
2. Geeft een print van  $E_{pen}$  en  $E_{wet}$ , de laatste betrekking hebbend op het laatste knooppunt (hoogste knooppunt-nummer).
3. Geeft een print voor de interceptie TINT in cm/tijdstap voor elk knooppunt.
4. Geeft een print van de verdamping EI van het interceptie-water in cm/tijdstap voor elk knooppunt.

Opm.: Bedacht moet worden dat  $E_{act}$  en  $E_{pot}$ , zoals in de listing onverzadigde zone geprint, waarden zijn inclusief interceptie verdamping EI.

5. Schrijft enkele resultaten van de berekening betreffende de verzadigde en onverzadigde zone weg naar een tijdelijke dataset op disc.

Parameters:

- INF = array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is (I)
- IA = array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en code-nummers bodemgebruik (I)
- PHI = array met freatische vlakken (I)
- PHI1 = array met stijghoogten 1ste w.v.p. (I)
- PHI2 = array met stijghoogten 2de w.v.p. (I)
- A = array met maaiveldhoogten (I)
- NTY1 = array met typenummers 1ste w.v.p. (I)
- NKNO = array met knooppuntnummers, waarvoor per tijdstap uitvoer wordt gegeven (I)
- VOENET= array met nuttige neerslagen (I)
- AZ = hulparray (I)

AZ1	= hulpparray	(I)
AZ2	= hulpparray	(I)
QKW1	= array met fluxen door de ondiepe slecht doorlatende laag uit het 1ste w.v.p. naar het topsysteem	(I)
QKW2	= array met fluxen door de diepe slecht doorlatende laag uit het 2de w.v.p. naar het 1ste w.v.p.	(I)
QAFRIV	= array met de fluxen uit het 1ste w.v.p. naar de rivier	(I)
QAFTER	= array met totale fluxen naar het tertiaire ontwateringsstelsel	(I)
PED1	= array met doorlaatvermogens 1ste w.v.p.	(I)
PED2	= array met doorlaatvermogens 2de w.v.p.	(I)
C1	= array met hydraulische weerstanden ondiepe slecht doorlatende laag	(I)
C2	= array met hydraulische weerstanden diepe slecht doorlatende laag	(I)
OPP	= array met invloedsoppervlakken	(I)
TINT	= array met interceptie in cm/tijdstap per knooppunt	(I)
EI	= verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt	(I)

### 5.7.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.15.2)

WRITANEW wordt aangeroepen zowel voor de initiële situatie als voor elke tijdstap.

De verdampingen  $E_{act}$  en  $E_{pot}$  zoals deze in de listing van de onverzadigde zone worden uitgevoerd zijn inclusief de verdamping van interceptiewater  $E_i$ . De sommatie van  $E_{act}$  en  $E_{pot}$  met  $E_i$  vindt eveneens plaats in WRITANEW.  $E_i$  is daartoe opgenomen in de subroutine heading om vanuit de aanroepende subroutine GRONDWNEW binnen de subroutine te kunnen worden gebracht.

5.8. B e s c h r i j v i n g m o d u l e INDUMPNEW (syst.doc.  
GELGAM11 11.2.2.16)

5.8.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.16.1)

Het module bestaat uit de subroutine INDUMPNEW

Heading: SUBROUTINE INDUMPNEW(SDYN,GHI,PHI)

In INDUMPNEW komt het common block/BLOK/ voor.

- Taak: 1. Inlezen van lopende variabelen, welke zich op een  
'doorstart file' op disc bevinden.
2. Print de tijd waarop met de berekening wordt doorgegaan.  
(indien op de 'doorstart file' de tijdstap 10 staat dan  
wordt met de tijdstap 11 doorgegaan).
3. Het berekenen van de grootte van de interceptiereservoirs  
na het inlezen van de lengte van de tijdstap.

Parameters:

SDYN = 'common'-array (0)

GHI = array met freatische vlakken vorige tijdstap (0)

PHI = array met freatische vlakken (0)

5.8.2. Interne module-specificaties (N.V.T.)(syst.doc.GELGAM11  
11.2.2.16.2)

5.9. B e s c h r i j v i n g m o d u l e METEONEW (syst.doc.GELGAM11  
11.2.2.19)

5.9.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.19.1)

Het module bestaat uit de subroutine METEONEW

Heading: SUBROUTINE METEONEW (IAO,IA,A,INF,RANK,OPP)

Taak: Inlezen van de tijdsafhankelijke meteorologische invoer-  
gegevens.

Parameters:

IAO	= array met oud bodemgebruik	(0)
IA	= array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en codenummers bodemgebruik	(0)
A	= array met maaiveldhoogten	(0)
INF	= array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is	(0)
RANK	= array met neerslaghoogten	(0)
OPP	= array met invloedsoppervlakken	(0)

5.9.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.19.2)

METEONEW leest

IY	= overgang nieuw hydrologisch jaar
U	= windsnelheid op 2 m hoogte in m/sec
FR	= fractie relatieve zonneshijnduur
RH	= fractie relatieve vochtigheid
TEMP	= temperatuur in graden celsius
RAIN	= neerslaghoogte in cm/tijdstap (bovenstaande waarden zijn gebiedsgemiddelden)

Indien de neerslaghoogte van knoop tot knoop varieert dan behoeft RAIN niet te worden ingelezen. KNMI is dan ongelijk nul.

Indien IY > 0 dit wil zeggen overgang op een nieuw hydrologisch jaar (begin april) dan leest METEONEW voor alle binnen het rekengebied liggende knooppunten de (eventueel gewijzigde) gewastypen. METEONEW test dan tevens of er een verandering in de gewastypen is opgetreden. Zo ja, dan volgt een print van gewastypen in de nieuwe en de oude situatie. Zo nee, dan volgt de melding 'geen verandering landgebruik'.

Indien wordt overgegaan op een nieuw hydrologisch jaar dan worden een aantal waterbalanstermen op nul gezet, daar de waterbalans per hydrologisch jaar wordt opgesteld.

Indien de stuurvariabele KNMI = 0 dan wordt van de gebiedsgemiddelde neerslaghoogte (RAIN) gebruik gemaakt, welke aan de binnen het rekengebied liggende knooppunten wordt toegekend.

Indien KNMI is ongelijk nul dan leest en print METEONEW per binnen het rekengebied liggend knooppunt de daarbij behorende neerslaghoogte in en daarna wordt de gebiedsgemiddelde neerslaghoogte (RAIN) berekend.

METEONEW print vervolgens:

RAIN,U,IP,RH,TEMP en FR (IP = tijdstapnummer).

Daarna berekent METEONEW stralingsgrootheden en andere van belang zijnde meteorologische grootheden die bij de verdampingsberekening zullen worden gebruikt.

Er is een nieuwe stralingsberekening ingevoerd, overeenkomstig de procedure ASTRO die bij het KNMI werd ontwikkeld (DE BRUIN, 1977, zie hiervoor WERKGROEP VERDAMPING, 1984).

De inkomende kortgolvlige straling  $R_{sh}$  wordt bepaald volgens:

$$R_{sh} = (0.20 + 0.60 \frac{n}{N}) * R_a \quad (1)$$

Berekening van de uitgaande langgolvlige straling  $R_{lo}$  heeft plaats volgens

$$R_{lo} = \sigma(273+T)^4 (0,47-0,067\sqrt{RH*e_s}) (0,2+0,8 \frac{n}{N}) \quad (2)$$

waarin:

$\frac{n}{N}$  = fractie relatieve zonneshijnduur

$R_a$  = inkomende straling aan de rand van de atmosfeer

$\sigma$  = de Stefan Boltzmann constante

T = luchttemperatuur

RH= relatieve vochtigheid (fractie)

$e_s$  = verzadigingsdampspanning van waterdamp.



De verzadigingsdampspanning  $e_s$  en de helling van de dampspanningscurve van waterdamp  $s$  worden met de volgende empirische formules berekend:

$$e_s = 1.3332 e^{\left(\frac{17.25 \cdot T}{237.3 + T} + 1.51977\right)} \quad (3)$$

$$s = 4093.425 \frac{e_s}{(237.3 + T)^2} \quad (4)$$

In METEONEW wordt  $e_s$  aangeduid met SVP,  $s$  met DELTA.

Tot nu toe is met gemiddelden gewerkt betrekking hebbend op de lengte van de tijdstap en een waarnemingshoogte van 2 m boven maaiveld.

Er is te overwegen over te gaan op het standaard inlezen van windsnelheid op 10 m hoogte boven maaiveld zoals deze door het KNMI (in halve m/s) wordt gegeven. Via de parameter KNMI kan een afwijking hiervan worden opgegeven bijvoorbeeld volgens:

KNMI = 100 dit wil zeggen windsnelheid is op 10 m hoogte boven maaiveld gemeten, neerslag is gebiedsgemiddeld.

Na inlezen wordt KNMI = 0

KNMI = 20 d.w.z. windsnelheid is op 2 m hoogte boven maaiveld gemeten, neerslag is gebiedsgemiddeld. Na inlezen wordt KNMI = 0

KNMI = 101 dit wil zeggen windsnelheid is op 10 m hoogte boven maaiveld gemeten, de neerslag wordt per knooppunt ingevoerd. Na inlezen wordt KNMI = 1

KNMI = 21 dit wil zeggen windsnelheid is op 2 m hoogte boven maaiveld gemeten, de neerslag wordt per knooppunt ingevoerd. Na inlezen wordt KNMI = 1.

## 5.10. Beschrijving module UNSPRENEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.21)

### 5.10.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.21.1)

Het module bestaat uit de subroutine UNSPRENEW

Heading: SUBROUTINE UNSPRENEW (INF, IAA, GHI, AZ, VPOS, PAR, EFW, HFE, RAINK, TINT, EI)

Wijziging: TINT en EI zijn in de heading opgenomen. Tevens zijn TINT en EI gedimensioneerd: TINT(NOD), EI(NOD).

Taak: Berekenen van de parameters die de relatie tussen de flux over het freatisch vlak en de verandering van de grondwaterstand vastleggen, zoals die volgen uit de 'onverzadigde zoneberekening': berekening van de toestand van de onverzadigde zone voorafgaande aan de berekening van de verzadigde zone.

Parameters:

INF = array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is (I)

IA = array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en code-nummers bodemgebruik (I)

A = array met maaiveldhoogtes (I)

GHI = array met freatische vlakken vorige tijdstap (I)

AZ = hulpparray (I)

VPOS = array met

1. VPOS(X,X,1,X): dieptes grondwater beneden grensvlak
2. VPOS(X,X,2,X): bergingscapaciteiten ondergrond

PAR = array met coëfficiënten die de  $K-\psi$  en de  $K-\theta$  relatie vastleggen (I)

EFW = array met standaard bergingscapaciteiten (wortelzone) (I)

HFE = array met hysteresis factoren (I)

RAINK= array met neerslaghoogtes (I)

TINT = array met interceptie in cm/tijdstap (I)

EI = array met verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap (I)

5.10.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.21.2)

Door UNSATNEW aan te roepen met een bepaalde waarde voor de flux over het freatisch vlak berekent UNSATNEW de verandering van de grondwaterstand, alsmede andere bij die waarde van de flux behorende parameters. Met behulp van deze parameters wordt in bepaalde gevallen het verloop van het niet lineaire deel van de 'koppelingsrelatie' vastgelegd.

Lineaire delen van deze relatie worden gevonden door UNSATNEW voor twee verschillende waarden van de flux aan te roepen. UNSPRENEW roept naast UNSATNEW ook de subroutines HYS en EVAPNEW aan.

5.11. Beschrijving module UNSAFTNEW (syst.doc. GELGAM11 11.2.2.23)

5.11.1. Externe module specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.23.1)

Heading: SUBROUTINE UNSAFTNEW(INF,IA,A,VOENET,PSI,GHI,NTY1,EFW, HFE,PAR,RAINK,VPOS,TINT,EI)

Wijziging: TINT en EI zijn toegevoegd en ook opgenomen in dimensie statement: TINT(NOD) en EI(NOD)

Taak: Berekenen van de bergingstekorten in de onverzadigde zone, na voltooiing van de berekening van de verzadigde zone.

Parameters:

INF	= array waarin staat of een knooppunt effectief of ineffectief is	(I)
IA	= array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en code nummers bodemgebruik	(I)
A	= array met maaiveldhoogtes	(O)
VOENET	= array met nuttige neerslagen	(I)
PSI	= array met freatische vlakken	(I)
GHI	= array met freatische vlakken vorige tijdstap	(I)
NTY1	= array met typenummers 1ste w.v.p.	(I)
EFW	= array met standaard bergingscapaciteiten (wortelzone)	(I)
HFE	= array met hysteresis factoren	(I)
PAR	= array met coëfficiënten die de $K-\psi$ en de $K-\theta$ relatie vastleggen	(I)
RAINK	= array met neerslaghoogtes	(I)
VPOS	= array met:	(I)
	1. VPOS(X,X,1,X): dieptes grondwater beneden grensvlak	
	2. VPOS(X,X,2,X): bergingscapaciteiten ondergrond	

TINT = array met interceptie in cm/tijdstap per knooppunt (I)

EI = array met verdamping interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt (I)

#### 5.11.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.23.2)

De subroutine UNSAFTNEW roept de routines HYS, EVAPNEW en UNSATNEW aan. In UNSATNEW worden de bergingstekorten berekend.

#### 5.12. Beschrijving module EVAPNEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.34)

##### 5.12.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.34.1)

Het module bestaat uit de subroutine EVAPNEW

Heading: SUBROUTINE EVAPNEW (NWO,L,AK,KV,KN,EMP,VOED,ERE,EPOT, IA,A,PAR,RAIN,CHI,VPOS,EFW,TINT,EI)

Wijziging: TINT (interceptie in cm/tijdstap per knooppunt) en EI (verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt) zijn toegevoegd en gedimensioneerd TINT(NOD) en EI(NOD).

Tevens zijn SIRMAX(300) en PRSMAX(300) hier gedimensioneerd. Als NOD > 300 dienen deze dimensies te worden aangepast.

Het common block/BLOK/ is opgenomen.

Taak: 1. Berekent afhankelijk van het gewastype, tijd van het jaar en vochttoestand in de wortelzone de potentiële en reële verdamping.

2. EVAPNEW roept de subroutine UNSATNEW aan.

UNSATNEW berekent onder andere de zuigspanning in de wortelzone en deze zuigspanning is afhankelijk van de reële verdamping.

EVAPNEW berekent onder andere de reële verdamping en deze is afhankelijk van de zuigspanning. Door middel van een iteratieproces tussen deze 2 subroutines worden uiteindelijk de reële verdamping (in EVAPNEW) en de zuigspanning (in UNSATNEW) berekend.

Parameters:

NWO	= volgnummer van de wortelzone	(I)
L	= dikte van de wortelzone in dm	(I)
AK	= dikte wortelzone in cm = 10*L	(I)
KV	= volgnummer ondergrond	(I)
KN	= volgnummer knooppunt	(I)
EMP	= verdampingsoverschot	(I/O)
VOED	= flux aan de onderrand (QW)	(I)
ERE	= reële verdamping	(O)
EPOT	= maximale verdamping, indien er voldoende water aanwezig is	(O)
IA	= array met volgnummers wortelzone, diktes wortelzone, volgnummers ondergrond en code nummers bodemgebruik	(I)
A	= array met maaiveldhoogtes	(I)
PAR	= array met coëfficiënten die de K- $\psi$ en de K- $\theta$ relatie vastleggen	(I)
RAINK	= array met neerslaghoogtes	(I)
GHI	= array met freatische vlakken vorige tijdstap	(I)
VPOS	= array met: 1. VPOS(X,X,1,X): dieptes grondwater beneden grensvlak 2. VPOS(X,X,2,X): bergingscapaciteiten ondergrond	(I)
EFW	= array met standaard bergingscapaciteiten (wortelzone)	(I)
TINT	= array met interceptie in cm/tijdstap per knooppunt	(O)
EI	= verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt	(O)

5.12.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.34.2)

Aanroep geschiedt per knooppunt gespecificeerd door de waarde van KN.

Het landgebruik in het betreffende knooppunt LUSE=IA(KN,4) wordt ingelezen.

Vervolgens worden bepaald, afhankelijk van dagnummer in het jaar, bodembedekkingsgraad SC en gewashoogte CROPH; benodigde gegevens

hiervoor zijn opgeslagen in het common block/BLOK/.

Vervolgens worden  $E_{wet}$  en  $E_{pen}$  respectievelijk verdamping van een nat gewas en verdamping van open water in cm/tijdstap bepaald. Daarna wordt interceptie TINT en verdamping van interceptiewater  $E_i$  bepaald.

Vervolgens wordt de potentiële verdamping  $E_{pot}$  bepaald door aanroep van EVAPNEW waarbij de parameters van de ondergrond PAR1 tot en met PAR5 worden meegegeven en een zuigspanning op het grensvlak van wortelzone en ondergrond  $\psi_s = 100$  cm.  $E_{pot}$  is hier de verdamping zonder de verdamping van interceptiewater.

Vervolgens wordt door middel van aanroepen EVAPFNEW en via EVAPGNEW UNSATNEW de reële verdamping bepaald. In EVAPFNEW wordt de verdamping bepaald, in UNSATNEW (aangeropen via EVAPGNEW) de zuigspanning  $\psi_s$ . Melding wordt gedaan wanneer er geen convergentie optreedt. De berekende reële verdamping is de verdamping zonder verdamping van interceptiewater.

### 5.13. B e s c h r i j v i n g m o d u l e EVAPFNEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.55)

#### 5.13.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.55.1)

Het module bestaat uit de subroutine EVAPFNEW.

Heading: SUBROUTINE EVAPFNEW(SUC,NOD,KN,ERE,PAR1,PAR2,PAR3,PAR4,PAR5,AK,DELTA,EI,INB,LUSE)

Wijziging: de gehele aanroep is gewijzigd.

Het common block/BLOK/ is opgenomen.

Taak: Het berekenen van de verdamping als functie van de zuigspanning.

Parameters:

SUC	=	zuigspanning op grensvlak wortelzone/ondergrond	(I)
NOD	=	aantal knooppunten	(I)
KN	=	knooppuntnummer	(I)
ERE	=	verdamping	(O)
PAR1	=	K(O), parameter van de K- $\psi$ relatie	(I)
PAR2	=	ALPHA, " " " " "	(I)
PAR3	=	PSI(A), " " " " "	(I)
PAR4	=	PSI(MAX), " " " " "	(I)
PAR5	=	A, " " " " "	(I)

AK	= dikte van de wortelzone in cm	(I)
DELTA	= helling van de dampspanningscurve van waterdamp s bij de heersende temperatuur T	(I)
EI	= verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap in het knooppunt	(I)
INB	= lengte van de tijdstap in dagen	(I)
LUSE	= landgebruik in het betreffende knooppunt	(I)

### 5.13.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.55.2)

De aanroep van EVAPFNEW geschiedt per knooppunt bepaald door de waarde van KN.

In een iteratieproces worden eerst  $\psi_{leaf}$  en aan de hand daarvan  $R_c$  (gewasweerstand) gevolgd door de transpiratie EN bepaald. Indien geen convergentie optreedt wordt dit vermeld. Bepaald door de bodembedekkingsgraad SC wordt de verdamping vastgesteld als

$$E = SC * EN + (1,0 - SC) * ES \quad (1)$$

waarin

$$ES = \text{evaporatie} = \alpha_s * E_{pen} \quad (2)$$

en

$$\alpha_s = 1 - \frac{\log(\psi_s)}{4,2} \quad (3)$$

E wordt uitgevoerd als ERE uit de subroutine.

### 5.14. Beschrijving module EVAPGNEW (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.56)

#### 5.14.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.56.1)

Het module bestaat uit de subroutine EVAPGNEW

Heading: SUBROUTINE EVAPGNEW(ERE, SUC, NWO, L, AK, KV, KN, VOED, RNK, A, GH1, PAR, VPOS, EFW, EI).

Wijziging: RAINK komt niet meer voor in heading en dimensiestatement.

EI is in de heading opgenomen en tevens gedimensioneerd EI(NOD).

Taak: Het berekenen van de zuigspanning  
(SUC = G(ERE)) via aanroep UNSATNEW

Parameters:

ERE = reële verdamping (I)  
SUC = zuigspanning (O)  
NWO = volgnummer wortelzone (I)  
L = dikte van de wortelzone in dm (I)  
AK = dikte van de wortelzone in cm = 10 \* L (I)  
KV = volgnummer ondergrond (I)  
KN = volgnummer knooppunt (I)  
VOED = flux aan de onderrand (I)  
RNK = neerslaghoogte per knooppunt (I)  
A = array met maaiveldhoogten (I)  
GHI = array met freatische vlakken vorige tijdstap (I)  
PAR = array met de coëfficiënten die de K- $\psi$  en de  
K- $\theta$  relatie vastleggen (I)  
VPOS = array met: (I)  
1. VPOS(X,X,1,X): dieptes grondwater  
beneden grensvlak  
2. VPOS(X,X,2,X): bergingscapaciteiten  
ondergrond (I)  
EFW = array met standaard bergingscapaciteiten  
(wortelzone) (I)  
EI = array met verdamping interceptiewater in  
cm/tijdstap per knooppunt (I)

5.14.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.56.2)

De subroutine wordt per knooppunt bepaald door de waarde van KN  
aangeropen en roept zelf de subroutine UNSATNEW aan.

5.15. B e s c h r i j v i n g m o d u l e UNSATNEW (syst.doc.GELGAM11  
11.2.2.35)

5.15.1. Externe module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.35.1)

Het module bestaat uit de subroutine UNSATNEW

Heading: SUBROUTINE UNSATNEW(NWO,L,AK,KV,KN,EMP,QW,DGS,BE,AE,  
SP,SG,BT,GDIF,QPER,A,GHI,PAR,VPOS,EFW,EI)



Wijziging: RAINK's plaats in de aanroep is opgevuld door EI  
RAINK is ook uit dimensie-statement gehaald en komt niet  
meer voor in de formule voor AE; is daar vervangen door  
RAINSS.

EI(NOD) is in de dimensie-statement opgenomen.

Wijziging: het commonblock/BLOK/ is opgenomen in UNSATNEW.

Dit block bevat onder andere RAINSS.

Wijziging: de formule voor AE is gewijzigd:

$$AE = EMP + RAINSS - X1$$

Taak: UNSATNEW berekent voor een gegeven flux aan de boven- en  
onderrand van de onverzadigde zone voor een tijdstap:

1. de grondwaterstandsverandering
2. de vochtverdeling in de wortelzone en de ondergrond
3. de pF (= log. zuigspanning) in de wortelzone
4. de capillaire opstijging naar, of percolatie vanuit  
de wortelzone
5. de flux aan het maaiveld, indien aan de opgegeven flux  
door de bovenrand (=maaiveld) niet kan worden voldaan,  
met andere woorden er treedt een verdampingsreductie op,  
er wordt onvoldoende vocht aangevoerd om aan de ver-  
damping te kunnen voldoen.

Parameters:

NWO	= volgnummer wortelzone	(I)
L	= dikte wortelzone in dm (max. 10 dm)	(I)
AK	= 10*L (dikte wortelzone in cm)	(I)
KV	= volgnummer ondergrond	(I)
KN	= volgnummer knooppunt	(I)
EMP	= verdampingsoverschot	(I)
QW	= flux aan de onderrand	(I)
DGS	= verandering grondwaterstand	(O)
BE	= de in de vorige tijdstap berekende bergingscapaciteit van de wortelzone	(I)
AE	= werkelijke verdamping	(O)
SP	= de voor	(O)
	a) percolatie,	
	b) veranderde bergingscoëfficiënt, (=verschil berging/verschil grondwaterstand)	

c) flux over het freatisch vlak  
gecorrigeerde bergingscapaciteit van het  
wegzgingsprofiel

SG	= nieuwe lengte van het wegzgingsprofiel	(0)
BT	= bergingscapaciteit van het hele profiel aan het einde van de huidige tijdstap	(0)
GDIF	= verschil tussen de in de vorige tijdstap berekende grondwaterstand en de grondwaterstand zoals die wordt gevonden door alleen met capil- laire opstijgingsprofielen te rekenen	(0)
OPER	= percolerende hoeveelheid water	(0)
A	= array met maaiveldhoogtes	(I)
GHI	= array met freatische vlakken vorige tijdstap	(I)
PAR	= array met coëfficiënten die de $K-\psi$ en de $K-\theta$ relatie vastleggen	(I)
VPOS	= array met:	(I)
	1. VPOS(X,X,1,X): dieptes grondwater beneden grensvlak	
	2. VPOS(X,X,2,X): bergingscapaciteiten ondergrond	
EFW	= array met st. bergingscapaciteiten (wortelzone)	(I)
EI	= array met verdamping van interceptiewater in cm/tijdstap per knooppunt	(I)

#### 5.15.2. Interne module-specificaties (syst.doc.GELGAM11 11.2.2.35.2)

UNSATNEW berekent eerst of de bergingscapaciteit kleiner of  
gelijk nul wordt aan de hand van een waterbalans.

Ja: dit wil zeggen het grondwater komt tot aan het maaiveld, dan is  
UNSATNEW klaar.

Nee: dan wordt er getest of het grondwater tot in de wortelzone  
stijgt.

Is dit laatste het geval dan wordt de nieuwe grondwaterstand in  
de wortelzone berekend en wordt tevens het verschil bepaald met de  
oude grondwaterstand en is UNSATNEW klaar.

Zo niet dan wordt er indien er sprake is van een neerslagoverschot  
volgend op een tijdstap met capillaire opstijging gekeken of dit

neerslagoverschot in het capillaire opstijgingsprofiel kan worden geborgen, zonder dat de grondwaterstand hierdoor wordt beïnvloed. Kan het totale neerslagoverschot niet worden geborgen, dan wordt de 'doorval' berekend.

(doorval = gedeelte van het neerslagoverschot dat niet kan worden geborgen en dat direct naar de ondergrond wordt getransporteerd).

Vervolgens wordt er bepaald of er capillaire opstijging plaatsvindt. Is dit inderdaad het geval dan wordt er getest of er voldoende vocht aanwezig is om aan het verdampingsoverschot te kunnen voldoen.

(verdampingsoverschot = werkelijke verdamping-neerslag (indien positief)).

Ja: dan wordt het capillaire opstijgingsprofiel berekend.

Nee: dan wordt het capillaire opstijgingsprofiel berekend behorende bij een gereduceerde flux aan de bovenrand (= verdamping).

Vindt er geen capillaire opstijging plaats dan wordt de percolatie (= aanvulling grondwater) snelheid en het percolatieprofiel berekend.

Na afloop wordt indien aanwezig (d.w.z. flux aan de onderrand is dan negatief) het wegzijgingsprofiel berekend.

Opm.: EI wordt in de huidige versie niet gebruikt in subroutine UNSATNEW.

Desalniettemin is de plaatsing in de heading en in dimensie-statement voorlopig gehandhaafd en bevatten derhalve ook de aanroepen uit EVAPGNEW, UNSPRENEW en UNSAFTNEW deze EI.

## LITERATUUR

- AWATER, R.H.C.M. en P.J.M. DE LAAT, 1978. Groundwater flow and Evapotranspiration, a simulation model. Part 1: Theory. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem
- \_\_\_\_\_ en A. KERPERSHOEK, 1979. GELGAM algemeen, GELGAM10 systeemdocumentatie, GELGAM11 systeemdocumentatie, GELGAM voorbeeld IN- EN UITVOER, ondergebracht in drie delen, Dienst Informatie Verwerking Rijkswaterstaat, Rijswijk
- \_\_\_\_\_ en P.J.M. DE LAAT, 1980. Groundwaterflow and Evapotranspiration, a simulation model. Part 2: Applications. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem
- DRECHT, G. VAN en H.A.J. VAN LANEN, 1981. Hydrologische modelstudie in het kader van het vooronderzoek in het studiegebied Sleen (Drenthe).  
Deel I: Bepaling van Invoergegevens. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, hydrologische hoofdafdeling, rapport hy.h. 81-23, Voorburg
- \_\_\_\_\_ en H.A.J. VAN LANEN, 1982. Hydrologische modelstudie in het kader van het vooronderzoek in het studiegebied Sleen (Drenthe).  
Deel II: Berekeningsresultaten.  
Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, hydrologische hoofdafdeling, rapport hy.h. 82-15, Voorburg
- KOVAR, K., 1981. Model study Over-Betuwe, a model for groundwater flow and evapotranspiration. Volume 2: model description, model for saturated flow.  
Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem
- LANEN, H.A.J. VAN, 1983a. Aanvullend onderzoek met het model GELGAM in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel I: Aanpassingen en resultaten voor een 10% droog zomerhalfjaar. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, hydrologische hoofdafdeling, rapport hy.h. 83-10
- \_\_\_\_\_ 1983b. Aanvullend onderzoek met het model GELGAM in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel II: Bepaling van de hydrologische effecten van permanente grondwaterwinning met verschillende rekenmethoden. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, hydrologische hoofdafdeling, rapport hy.h. 83-12

- LANEN, H.A.J. VAN, 1983c. Aanvullend onderzoek met het model GELGAM in het studiegebied Sleen (Drenthe). Deel III: Hydrologische effecten van intensieve beregening uit het grondwater en het eerder of later opzetten van stuwen. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, hydrologische hoofdafdeling, rapport hy.h. 83-13.
- PEREBOOM, D. en H.A.M. THUNNISSEN, 1984. Implementatie Gelderland groundwater analysis model (GELGAM) op de VAX-computer, Staringgebouw, Wageningen (STAVAX), ICW, Wageningen (in voorbereiding)
- ROLF, H.L.M., 1981. Modelonderzoek Over-Betuwe, een model voor grondwaterstroming en verdamping. Deel 1: geohydrologie van de Over-Betuwe en de Zuidelijke Veluwezoom. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem
- WERKGROEP VERDAMPING, 1984. Voorlopige titel: Herziening van het verdampingsgedeelte van het model GELGAM. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem (in voorbereiding)