

Inleiding

Onlangs is het rapport van de ad hoc groep Verdamping [1984] verschenen. Het rapport geeft de bevindingen weer van een werkgroep die in 1981 naar aanleiding van de 38e Technische Bijeenkomst van TNO in het leven werd geroepen. Tijdens deze bijeenkomst heeft Stricker [1981] verslag gedaan van de wijze waarop indirect, via de energiebalans, een unieke reeks verdampingscijfers van gras is verkregen uit waarnemingen met behulp van een drie meter hoge mast in het stroomgebied van de Hupselse beek.



DR. IR. P. J. M. DE LAAT
International Institute for
Hydraulic and Environmental
Engineering, Delft

De cijfers betreffen het extreem droge jaar 1976 en de relatief natte jaren 1977 en 1978. Simulaties met het quasi drie-dimensionale model voor grondwaterstroming en verdamping GELGAM [De Laat & Awater, 1978] en het hiervan losgekoppelde model voor verticale onverzadigde stroming en verdamping UNSAT lieten voor de jaren 1977 en 1978 geen verschil zien tussen de berekende potentiële en actuele verdamping. De berekende verdamping voor de zomerhalfjaren van 1977 en 1978 lagen evenwel 57, respectievelijk 42 mm boven de door Stricker gemeten waarden. Dit versterkte de reeds bestaande indruk dat met GELGAM (c.q. UNSAT) de potentiële verdamping wordt overschat. In beide modellen wordt de verdamping in principe beschreven volgens de methode Rijtema [1965]. Op initiatief van de provincie Gelderland werd een werkgroep in het leven geroepen met vertegenwoordigers uit een groot aantal instellingen om onder auspiciën van de Begeleidingsgroep GELGAM het verdampingsgedeelte van genoemd model te herzien. Inmiddels was een begin gemaakt met het herschrijven van het model UNSAT waarvan de structuur als gevolg van de historische ontwikkeling voor de buitenstaander ondoorzichtig was geworden. Het herschreven model kreeg de naam MUST (Model for Unsaturated flow above a Shallow water Table). De handleiding voor MUST was eind 1982 in concept gereed maar de definitieve versie [De Laat, 1985] kon pas verschijnen na het gereedkomen van het eerder genoemde rapport van de ad hoc groep Verdamping. De werkgroep heeft zich niet alleen beziggehouden met gras, maar ook met de verdamping van hakvruchten, granen, maïs, bos en kale grond. De belangrijkste wijzigingen in het verdampingsmodel komen hieronder aan de orde, evenals de verificatie en het effect van de wijzigingen op

de berekende potentiële verdamping. Inmiddels zijn de door de werkgroep voorgestelde wijzigingen in de berekening van de verdamping op identieke wijze aangebracht in het model GELGAM. Hiermee blijft dit model aantrekkelijk voor het oplossen van regionale waterhuishoudkundige problemen. Vanwege de kosten wordt hierbij veelal gebruik gemaakt van een tijdstaplengete van tien dagen. Voor het voorspellen van de behoefte aan en de gevolgen van berekening wordt echter de voorkeur gegeven aan simulatie op dagbasis. In dit artikel is nagegaan in hoeverre de lengte van de tijdstap van invloed is op de simulatieresultaten.

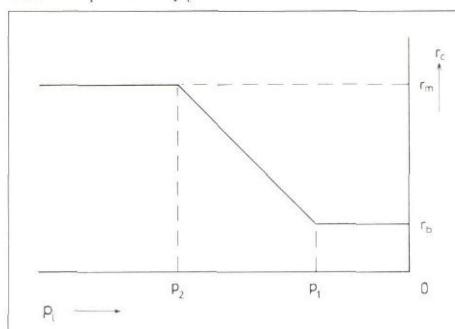
Berekening gewasverdamping herzien

Het deelmodel voor de gewasverdamping, dat gebaseerd is op het twintig jaar oude concept van Rijtema, was nodig aan herziening toe. Nieuwe ontwikkelingen met name op het gebied van de aërodynamische weerstand en de gewasweerstand waren niet in het model verdisconteerd. De bezwaren betroffen verder het ontbreken van een model voor interceptie, het gebruik van verouderde eenheden en de moeilijk hanteerbare definitie van potentiële evapotranspiratie. Bevestiging van het vermoeden dat met het model de potentiële verdamping van gras werd overschat, was tenslotte de directe aanleiding om tot actie over te gaan. De actuele evapotranspiratie E_{act} wordt in het oude model als volgt berekend uit de verdamping van het natte gewas E_{wet}

$$E_{act} = \frac{s + \gamma}{s + \gamma(1 + r_c/r_a)} E_{wet} \quad (1)$$

waarin s de helling is van de verzadigingsdampdrukcurve, γ de psychrometerconstante, r_c de gewasweerstand en r_a de aërodynamische weerstand. In het oude model is de gewasweerstand r_c opgebouwd uit de som van een drietal weerstanden die afhankelijk zijn van respectievelijk de bladwaterpotentiaal, de lichtintensiteit en, in geval van onvolledige bodembedekking, de bedekkingsgraad. In het nieuwe model is r_c alleen nog maar een functie van de

Afb. 1 - De relatie tussen de gewasweerstand r_c en de bladwaterpotentiaal p_f .



bladwaterpotentiaal p_f zoals weergegeven in afb. 1. Voor een aantal gewassen zijn de basis gewasweerstand r_b , de maximum gewasweerstand r_m en de parameters p_1 en p_2 bepaald aan de hand van experimenten en literatuurgegevens. De afhankelijkheid van de lichtintensiteit komt hiermee te vervallen, terwijl de weerstand ten gevolge van onvolledige bodembedekking overbodig is geworden omdat in het nieuwe model de transpiratie van het gewas en de evaporatie van kale grond apart zijn gemodelleerd. Afb. 1 is niet van toepassing voor bossen omdat r_c voor dit type grondgebruik wordt berekend in relatie tot het verzadigingsdeficit van de dampspanning.

De bladwaterpotentiaal wordt berekend met de volgende empirische vergelijking

$$p_f = p_s - mT(R_{pl} + b/k(p_s))/S_c \quad (2)$$

waarin p_s de drukhoogte is in de wortelzone, T de actuele transpiratie, R_{pl} de plantweerstand voor vochttransport, b de geometriefactor van het wortelsysteem, k de hydraulische doorlatendheid van de wortelzone en S_c de bodembedekkingsgraad. Het gebruik van vergelijking (2) betekent dat T en p_f iteratief moeten worden opgelost. Dit in tegenstelling tot het oude model waarin gemakshalve gebruik wordt gemaakt van E_{pot} in plaats van T .

Verder is een vermenigvuldigingsfactor m ingevoerd ($m = 3$). Dit is een schatting van de verhouding tussen de verdampingsnelheid midden overdag en gemiddeld over 24 uur. Hiermee is het mogelijk de berekeningen te baseren op momentane waarden van de bladwaterpotentiaal. Tenslotte heeft in het nieuwe model ieder gewas een constante waarde voor R_{pl} terwijl b als volgt is gedefinieerd

$$b = 0,04 \frac{R_{pl}}{D_r} \quad (3)$$

waarin D_r de dikte voorstelt van de wortelzone. Rekening houdend met de bedekkingsgraad geldt voor de actuele transpiratie

$$T = \frac{s + \gamma}{s + \gamma(1 + r_c/r_a)} (S_c \cdot E_{wet} - E_i) \quad (4)$$

waarin E_i de verdamping is van interceptiewater. Het model voor de berekening van E_i is vrij simpel. Voor ieder gewas geldt een bepaalde capaciteit van het interceptiereservoir. Verdamping van water uit het interceptiereservoir verloopt met een snelheid $S_c \cdot E_{wet}$ totdat het reservoir is uitgeput.

De berekening van de aërodynamische weerstand r_a geschiedt voor gras met de formule van Thom en Oliver [1977] in plaats van de eerder gehanteerde windfunctie. Voor andere gewassen wordt r_a berekend uit het logarithmische windprofiel terwijl voor

bossen de weerstand constant wordt gehouden. Voor de berekening van de windsnelheid op standaardhoogte boven het gewas uit waarnemingen op 10 m hoogte elders is een correctiefactor ingevoerd. De bodemverdamping wordt empirisch benaderd uit de Penman openwaterverdamping E_{pen}

$$E_s = \alpha_s (1 - S_c) E_{pen} \quad (5)$$

waarin α_s een parameter die als volgt afhankelijk is gesteld van de drukhoogte p_s in de wortelzone

$$\alpha_s = 1 - \log(1 - p_s)/4,2 \quad (6)$$

In het gewijzigde model volgt de actuele evapotranspiratie uit

$$E_{act} = T + E_s + E_i \quad (7)$$

Voor de berekening van de actuele evapotranspiratie en de drukhoogte in de wortelzone moeten de modellen voor onverzadigde stroming en verdamping iteratief worden opgelost.

Berekening van de potentiële evapotranspiratie E_{pot} geschiedt op exact dezelfde wijze als voor E_{act} met alleen dit verschil dat T en E_s zijn bepaald voor een drukhoogte in de wortelzone die overeenkomt met $pF = 2$. De waarde van E_{pot} is hierdoor onafhankelijk van de bodemvochtsituatie. In de oude versie wordt voor de berekening van E_{pot} de diffusieweerstand die afhankelijk is van de bladwaterpotentiaal gelijkgesteld aan nul. Omdat de gewasweerstand ten gevolge van de bedekkingsgraad een functie is van de drukhoogte in de wortelzone, is E_{pot} in de oude versie bij onvolledige bedekking afhankelijk van de bodemvochtsituatie.

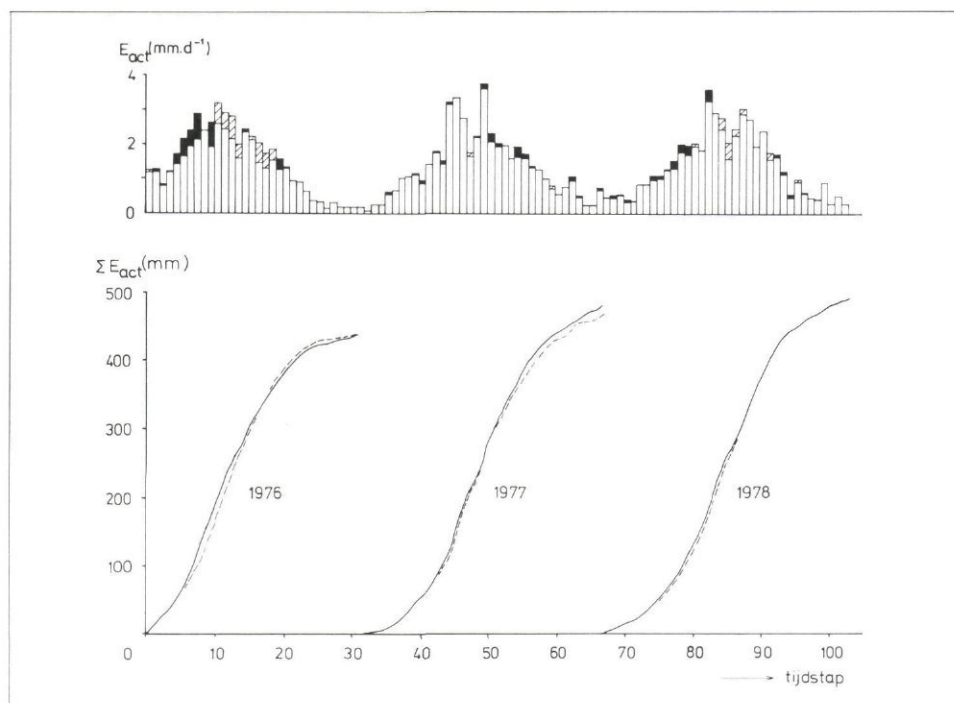
In het gewijzigde model omvat E_{pot} ook de verdamping van interceptiewater.

Dit betekent dat de neerslagverdeling en het al dan niet toepassen van berekening van invloed zijn op de berekende potentiële verdamping. Het effect van berekening op de waarde van E_{pot} is echter gering. Voor het extreem droge jaar 1976 bleek de jaarsom tengevolge van berekening met minder dan 0,5% te zijn toegenomen.

De overige wijzigingen die door de werkgroep zijn voorgesteld betreffen het verloop van de bodembedekking en de gewaslengte met de tijd, de waarde van de albedo en de schattingsformule voor de kortgolfige straling uit waarnemingen van de zonneshijnduur.

Rekenresultaten verdamping

De door de werkgroep voorgestelde berekeningswijze van de verdamping is met MUST geïntegreerd voor de periode 1 maart 1976 tot einde december 1978.



Afb. 2 - Verificatie van de berekende actuele verdamping (—) met de door Stricker beschikbaar gestelde cijfers (---).

De berekende actuele evapotranspiratie is in afb. 2 vergeleken met de door Stricker [1981] verzamelde cijfers in het stroomgebied van de Hupselse beek. De simulatie is uitgevoerd met tijdstappen van een dag, maar de resultaten zijn vanwege de overzichtelijkheid gepresenteerd als gemiddelden per tien dagen. Om een indruk te krijgen van de grootte van de hysteresis in de wortelzone, waarvoor geen meetgegevens beschikbaar zijn, is 1976 tweemaal gesimuleerd. Overigens is het model ten behoeve van de verificatie niet gecalibreerd. Afb. 2 laat zien dat het grootste verschil in de jaarsom zich voordoet in 1977 en dan slechts 14 mm

bedraagt. Verder blijkt dat in het droge jaar 1976 de actuele verdamping in de lente wordt overschat en in de zomer te laag wordt berekend. De verklaring hiervoor is niet alleen te zoeken in het verdampingsmodel omdat in een droge periode de actuele verdamping in sterke mate wordt bepaald door het model voor onverzadigde stroming en de gebruikte bodemfysische gegevens. Het is belangrijk om een indruk te hebben van het effect van de modelwijziging op de rekenresultaten omdat het verdampingsmodel van Rijtema op grote schaal in Nederland is toegepast. Gebruikmakend van meteorologische

Annex

De waarden van E_{pen} in tabel I zijn gebaseerd op de volgende formulering van de Penman openwaterverdamping ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

$$E_{pen} = \frac{sR_n/L + 3 \cdot 10^{-6} \gamma (0,54u(2) + 0,5) (e_s - e_a)}{s + \gamma}$$

waarin s de helling van de verzadigingsdampspanningscurve is, R_n de netto stralingsstroombichtheid ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$), L de verdampingswarmte ($2,451 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$), γ de psychrometerconstante ($0,67 \text{ mbar} \cdot \text{K}^{-1}$), $u(2)$ de windsnelheid op 2 m hoogte ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), e_s de verzadigingsdampdruk (mbar) voor de luchttemperatuur T_a op 2 m hoogte en e_a de actuele dampdruk van waterdamp (mbar).

De netto straling volgt uit

$R_n = (1 - r)R_{sh} - R_{lo}$ waarin r de reflectiecoëfficiënt (0,06) is, R_{sh} de inkomende kortgolfige en R_{lo} de langgolfige stralingsstroombichtheid ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$). De waarde van R_{sh} wordt geschat uit de inkomende stralingsstroombichtheid aan de rand van de atmosfeer R_a ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) met behulp van de volgende empirische vergelijking

$R_{sh} = (a + b \cdot n/N)R_a$ waarin de parameters $a = 0,20$ en $b = 0,60$ en n/N de relatieve zonneshijnduur is. De waarde van R_{lo} volgt tenslotte uit de empirische formule $R_{lo} = \sigma(273 + T_a)^4 \cdot (0,47 - 0,067\sqrt{e_a}) \cdot (0,2 + 0,8n/N)$ waarin σ de Stefan-Boltzmann constante is ($5,76 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$).

TABEL I – Het gemiddelde van de jaarsommen (a) en de zomerhalfjaarsommen (b) over de periode 1971 t/m 1980 van de Penman openwaterverdamping E_{pen} en de potentiële gewasverdamping (mm) berekend met zowel de oude als de nieuwe modelversie.

	Ia		Ib	
	oud	nieuw	oud	nieuw
E_{pen}	618	668	535	574
gras	530	500	493	415
granen	497	465	457	415
maïs	536	436	498	384
aardappelen	531	493	490	444
bieten	531	517	490	451
loofbos	442	519	407	427
naaldbos	549	696	503	476

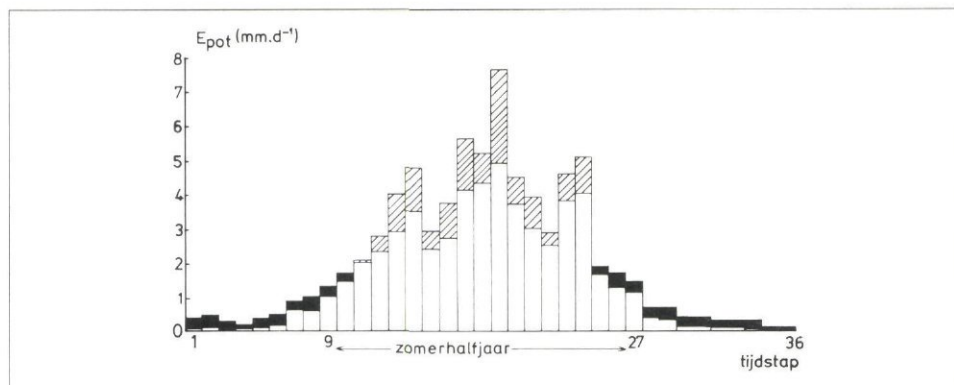
gegevens van het KNMI (station Eelde) zijn voor een tienjarige periode de Penman openwaterverdamping (zie Annex) en de potentiële evapotranspiratie voor een zevental soorten grondgebruik berekend met zowel het oude als het nieuwe model. De gemiddelde waarden van de jaarsommen en van de zomerhalfjaarsommen (180 dagen vanaf 1 april) zijn vermeld in tabel I.

Wat het eerste opvalt is een toename van de openwaterverdamping E_{pen} met 8%. Dit is vrijwel uitsluitend toe te schrijven aan het gebruik van een gewijzigde schattingsformule voor de kortgolfige straling R_{sh} uit gemeten waarden voor de relatieve zonneshijnduur n/N . In het oude model wordt voor de berekening van R_{sh} gebruik gemaakt van de inkomende straling bij onbewolkte hemel. In MUST volgt R_{sh} echter uit

$$R_{sh} = (a + b \cdot n/N) R_a \quad (8)$$

waarin R_a de inkomende straling is op een horizontaal oppervlak aan de rand van de atmosfeer. In het nieuwe model zijn voor a en b respectievelijk de waarden 0,20 en 0,60 ingevoerd. Deze waarden zijn ontleend aan het werk van Frantzen en Raaff [1982]. Overeenkomstige waarden zouden voor het oude model in de buurt liggen van $a = 0,20$ en $b = 0,48$ maar exacte cijfers zijn uiteraard niet te geven omdat een andere benaderingswijze voor de schatting van R_{sh} is gehanteerd. Uit tabel I blijkt verder dat met het nieuwe model een lagere potentiële verdamping voor gras wordt berekend, ondanks de gewijzigde schatting van de kortgolfige straling. Afb. 3 laat zien dat deze verlaging zich alleen voordoet in de zomer en dat er in de winter sprake is van een geringe stijging ten opzichte van de oude versie. Dit verschijnsel is niet specifiek voor het droge jaar 1976 maar doet zich voor in alle jaren.

De met MUST berekende potentiële verdamping voor maïs ligt zo'n 20% onder de waarden die met de oude modelversie zijn verkregen. De gegevens met betrekking tot de verdampingskenmerken van dit gewas zijn zeer summier. In het oude model wordt maïs behandeld als graan, in de nieuwe versie is een waarde voor de basis gewasweerstand



Afb. 3 - Het verloop per decade van de potentiële verdamping voor het jaar 1976 zoals berekend op dagbasis met het oude en het nieuwe model.

ingevoerd die is afgeleid uit materiaal van slechts één veldmeting. Tenslotte blijken de voorstellen van de werkgroep het grootste effect te sorteren voor de verdamping van naaldbos gedurende het winterhalfjaar. Dit is een direct gevolg van het invoeren van interceptie. De interceptieverdamping voor naaldbos bedraagt in Nederland zo'n 200 à 300 mm per jaar. Een schatting van de verdamping van naaldbos is daarom niet goed mogelijk zonder rekening te houden met interceptie.

Berekeningsscenario's

De mogelijkheid bestaat om met MUST de behoefte aan en de gevolgen van berekening te simuleren volgens een van te voren gedefinieerde strategie. De gebruiker beschikt voor de beschrijving van het berekeningsscenario over een viertal parameters. Dat betreffen op de eerste plaats de grootte van de gift en twee criteria voor verstrekking. Een criterium is de overschrijding van een kritische pF-waarde in de wortelzone (c.q. de onderschrijding van een kritische drukhoogte) en een ander criterium is de overschrijding van een kritische waarde voor het vochttekort. Indien de gebruiker beide criteria van toepassing verklaart, vindt berekening plaats indien aan een van beide wordt voldaan. Het laatste criterium tenslotte betreft de minimale lengte van het tijdsinterval tussen twee berekeningsgiften CDT. Berekening heeft in het algemeen gevolgen voor de door de gebruiker te specificeren onderrandvoorwaarde van MUST. Indien het water voor de berekening aan het (ondiepe) grondwater wordt onttrokken, zal berekening een verlaging van het freatisch vlak met zich meebrengen. Berekening vanuit het oppervlaktewater daarentegen zal in de regel een grondwaterstandsverhoging tot gevolg hebben. Het effect van de berekening op de onderrandvoorwaarde van het model voor onverzadigde stroming is met MUST niet te voorspellen. Het quasi drie-dimensionale model GELGAM biedt hiertoe wel de mogelijkheid. Voor simulatie met GELGAM

wordt echter, gezien de benodigde inspanning, veelal gebruik gemaakt van een tijdstaplenge van tien dagen. Het zal duidelijk zijn dat in geval van berekening de voorkeur uitgaat naar een berekening op dagbasis. Het zal er dan niet veel toe doen of berekening plaatsvindt in dezelfde tijdstap dan wel in de tijdstap nadat aan een van de criteria voor verstrekking wordt voldaan. Voor de modelbouwer, maar ook voor de gebruiker is dat laatste echter wel van belang. Berekening in dezelfde tijdstap is minder eenvoudig in het model in te bouwen en kost de gebruiker meer rekentijd. Navolgend zal aan de hand van simulatieresultaten een aantal van de genoemde aspecten die betrekking hebben op het berekenings-scenario aan de orde komen.

Rekenresultaten berekening

De reeds eerder genoemde reeks KNMI-gegevens over de tienjarige periode 1971 t/m 1980 is gebruikt voor een aantal simulaties met MUST. Het bodemprofiel betreft een droogtegevoelige podzol die gelegen is in het studiegebied 't Klooster (Hengelo, Gld.). Dit profiel en de onderandvoorwaarde (grondwaterstand-flux relatie) zijn door Van Bakel [1979] uitvoerig beschreven. Het resultaat van de simulatie met verschillende lengten van de tijdstap DT ($DT = 1, 3, 10$ en 30 dagen) zijn vermeld in tabel II. Ter informatie zijn in deze tabel ook vermeld de neerslag en de berekende openwaterverdamping volgens Penman. Hieruit blijkt dat zelfs met een berekening op maandbasis een redelijke schatting van E_{pen} wordt verkregen. In het model is een correctiefactor ingevoerd voor de grootte van het interceptiereservoir en wel zodanig dat de berekende waarde voor E_{pot} onafhankelijk is van de gekozen lengte van de tijdstap. De waarde van de berekende actuele verdamping E_{act} neemt echter toe naarmate het tijdsinterval voor simulatie groter is. Een grotere lengte van de tijdstap betekent een lagere neerslagintensiteit waardoor er minder water vanuit de wortelzone naar de

ondergrond percoleert hetgeen de beschikbaarheid van het bodemvocht voor het gewas ten goede komt.

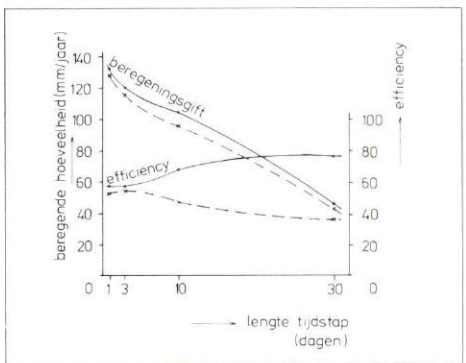
Om een indruk te krijgen van het effect van de lengte van de tijdstap op de beregeningsgift zijn bovenstaande simulaties opnieuw uitgevoerd met een scenario waarbij een gift van 20 mm is toegediend zodra het vochttekort (dat is het verschil tussen de potentiële en de actuele verdamping sinds de laatste berekening) is opgelopen tot 1 mm. Hierbij is een minimale lengte tussen twee beregeningsgiften aangehouden van tien dagen ($CDT = 10$ d). Het rekenresultaat voor de situaties dat berekening plaatsvindt

TABEL II – Gemiddelde jaarsommen (mm) over de periode 1971 t/m 1980 van de neerslag, de openwaterverdamping (E_{pen}), de potentiële (E_{pot}) en de actuele (E_{act}) verdamping van gras voor vier verschillende lengten van de tijdstap ($DT = 1, 3, 10$ en 30 dagen).

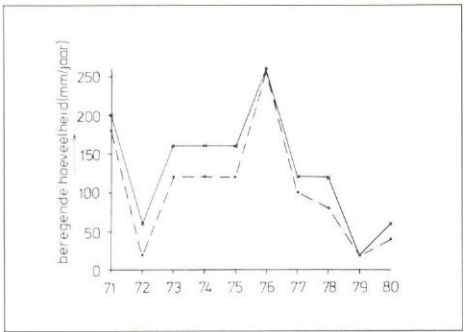
	1	3	10	30
neerslag	725	725	725	725
E_{pen}	670	670	668	665
E_{pot}	499	500	501	499
E_{act}	404	406	412	425

in dezelfde tijdstap en in de tijdstap nadat aan het criterium van 1 mm vochttekort is voldaan zijn weergegeven in afb. 4. Hieruit blijkt een sterke afname van de beregeningsgift met een toename van de lengte van de tijdstap voor simulatie. De efficiency, dat is het quotiënt van de toename van de actuele verdamping tengevolge van berekening en de beregende hoeveelheid, blijkt volgens verwachting toe te nemen voor een grotere lengte van de tijdstap indien berekening plaatsvindt in hetzelfde interval waarin de behoefte zich voordoet. De combinatie van een lagere beregeningsgift met een hogere efficiency heeft tot gevolg dat de verschillen tussen de berekende actuele evapotranspiratie voor de simulaties met verschillende lengten van de tijdstap niet zo groot zullen zijn.

Afb. 4 - De beregende hoeveelheid (gemiddelde jaarsom in mm over de periode 1971 t/m 1980) als resultaat van simulaties met verschillende lengten van de tijdstap en volgens een model waarbij berekening plaatsvindt in hetzelfde interval (—) waarin de behoefte zich voordoet dan wel in het interval daarna (---).



Om deze reden, maar ook omdat er behoefte is aan een strategie waarbij het mogelijk is het vochttekort volledig op te heffen, is gekozen voor een model waarbij berekening plaatsvindt in dezelfde tijdstap waarin de behoefte zich voordoet. Navolgende resultaten zijn volgens dit model tot stand gekomen. Hierbij is steeds gebruik gemaakt van het criterium dat berekening plaatsvindt zodra het cumulatieve vochttekort sinds de laatste berekening 1 mm bedraagt. Gebleken is dat dit criterium overeenkomt met een kritische waarde voor de pF aan de onderzijde van de wortelzone van 2,4. Dit is dan de gemiddelde pF-waarde waarvoor het quotiënt van actuele en



Afb. 5 - De beregende hoeveelheid (jaarsom in mm) als resultaat van simulaties met een tijdstap van een (—) en tien (---) dagen.

potentiële evapotranspiratie kleiner wordt dan 1. Uit afb. 5 blijkt dat de beregeningsgift per jaar sterk verschilt en dat, afgezien van het jaar 1972 met een zeer natte zomer, de beregende hoeveelheid voor simulaties met een tijdstaplengte van tien dagen varieert van 67 tot 100% van de waarde voor simulatie op dagbasis. De efficiency van berekening neemt toe naarmate het jaar droger is en loopt uiteen van ongeveer 25% in 1972 tot 75% in 1976. De belangrijkste parameter met betrekking tot bovenstaande simulatiere resultaten blijkt de minimale lengte tussen twee beregeningsgiften te zijn. Daarom zijn bovenstaande simulaties behalve voor een waarde van tien dagen eveneens uitgevoerd voor beregeningsfrequenties waarbij $CDT = 1, 3, 7, 14$ en 20 dagen. De resultaten voor zes

verschillende beregeningsfrequenties en vier verschillende lengten van de tijdstap voor simulatie zijn vermeld in tabel III, waarbij de cijfers in IIIa de beregeningsgift en in IIIb de berekende actuele verdamping voorstellen.

Uit tabel III blijkt dat de verschillen tussen simulaties op dagbasis en die met een grotere lengte van die tijdstap sterk afhankelijk zijn van het tijdsinterval tussen de beregeningsgiften. De keuze van een lengte voor het beregeningsinterval die kleiner is dan de lengte van de tijdstap ($CDT < DT$) heeft weinig zin. Dat betekent dat voor simulatie met een lengte van de tijdstap van tien dagen, de minimale lengte van het tijdsinterval tussen twee beregeningsgiften eveneens tien dagen bedraagt, hetgeen in de praktijk veelal te lang is. In het onderzoek van de Dienst Waterbeheer van de Provincie Gelderland [Kant et al., 1984] is gebruik gemaakt van frequenties van 1x per 7 en 1x per 5 dagen. Tevens werd vastgesteld dat het er weinig toe doet of de beregeningsgift van 20 mm in een dag danwel gespreid over vier dagen wordt toegediend. Tabel IIIb laat zien dat de waarden voor de berekende actuele verdamping minder ver uiteenlopen. Bij deze tabel moet verder worden opgemerkt dat de gewasverdamping voor $CDT = DT = 1$ d niet potentieel verloopt omdat het criterium voor berekening een vochttekort is van 1 mm. Dit zou wel het geval zijn geweest voor een criterium van 0,1 mm.

Conclusies

1. De berekende verdamping van gras volgens de door de ad hoc groep Verdamping voorgestelde procedure komt goed overeen met de door Stricker verzamelde cijfers in het stroomgebied van de Hupselse beek.
2. De schatting van de inkomende kortgolfige straling uit de relatieve zonneshijnduur volgens Frantzen en Raaff [1982] leidt tot verdampingscijfers die 8% boven de waarden liggen zoals die met de oude modelversie worden verkregen.
3. Tengevolge van de invoering van een basis gewasweerstand worden met het nieuwe model voor de landbouwgewassen in het winterhalfjaar hogere en in het zomerhalfjaar veel lagere cijfers berekend voor de potentiële evapotranspiratie, terwijl

TABEL III – Gemiddelde jaarsommen (mm) over de periode 1971 t/m 1980 van de beregeningsgift (a) en de actuele verdamping (b) voor zes verschillende beregeningsfrequenties ($CDT = 1, 3, 7, 14$ en 20 dagen) en vier verschillende lengten van de tijdstap ($DT = 1, 3, 10$ en 30 dagen).

DT	IIIa				IIIb			
	1	3	10	30	1	3	10	30
CDT								
1	150	150	106	46	496	501	485	460
3	150	150	106	46	496	501	485	460
7	146	128	106	46	487	486	485	460
10	132	120	106	46	479	474	485	460
14	122	114	90	46	469	468	461	460
20	104	98	90	46	457	459	461	460

de jaarsommen onder de waarden liggen die met de oude modelversie zijn verkregen.

De verschillen zijn voor maïs het grootst.

4. De berekende verdamping van bos (met name naaldbos in het winterhalfjaar) is sterk toegenomen als gevolg van de invoering van interceptie in het verdampingsmodel.

5. Het gebruik van GELGAM met een tijdstaplengete van tien dagen is in geval van berekening slechts zeer beperkt mogelijk. De grote lengte van de tijdstap heeft een veel te hoge efficiency van de berekening tot gevolg terwijl de beregeningsfrequentie beperkt is tot 1x per tien dagen of minder.

Literatuur

Bakel P. J. T. van (1979). *Verdamping in relatie tot bodem en gewas*. ICW nota 1122/Basisrapport Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem.

Frantzen, A. J. en Raaff, W. R. (1982). *De relatie tussen de globale straling en de relatieve zonneschijnduur in Nederland*. KNMI, WR 82-5.

Kant, G. R. et al. (1984). *Vochttekorten van grasland op zand- en rivierkleigronden*. Dienst Waterbeheer, Provincie Gelderland, Arnhem.

Laat, P. J. M. de (1985). *MUST, a simulation model for unsaturated flow*. Report series nr. 16, IHE, Delft.

Laat, P. J. M. de and Awater, R. H. C. M. (1978). *Groundwater flow and evapotranspiration. A simulation model. Part 1: theory*. Basisrapport Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland, Arnhem.

Rapport van de ad hoc Groep Verdamping (1984). *Herziening van de berekening van de gewasverdamping in het hydrologisch model GELGAM*. Begeleidingsgroep GELGAM, Dienst waterbeheer, Provincie Gelderland, Arnhem.

Rijtema, P. E. (1965). *An analysis of actual evapotranspiration*. Agric. Res. Rep. 659, Pudoc, Wageningen.

Stricker, J. N. M. (1981). *Methods of estimating evapotranspiration from meteorological data and their applicability in hydrology*. In Versl. en Med. CHO-TNO, no. 28: 59-76.

Thom, A. S. and Oliver, H. R. (1977). *On Penman's equation for estimating regional evaporation*.

Quart. J. R. Met. Soc., 103: 345-357.

● ● ●

Op 6 juni 1985 is de instelling van de Dienst Binnenwateren/RIZA een feit geworden.

De taken van het RIZA zijn daarmee geïncorporeerd in de DBW/RIZA te Lelystad. Vanuit nevenvestigingen te Arnhem en Dordrecht zal een deel van de regionale activiteiten plaats hebben.

De Dienst Binnenwateren/RIZA zal een bredere taakstelling kennen dan het RIZA voorheen had, namelijk integraal beheer van de natte infrastructuur en het grondwater, waarbij aspecten als: watervoorziening, (grond)waterstand, waterkwaliteit en ecologie van wateren, verzilting(sbestrijding), de hydraulische randwaarden t.b.v. de veiligheid van waterkeringen, scheepvaart, de organisatie van het waterbeheer en de internationale aspecten in hun onderlinge samenhang en in een evenwichtige benadering van de daarbij betrokken belangen worden behandeld.

Taken en organisatie

De DBW/RIZA verleent technische wetenschappelijke ondersteuning aan beheerders van oppervlaktewateren met betrekking tot aspecten als: waterloopkunde, waterverdeling, hydrologie, morfologie, hydro-metrie, aquatische ecologie, biologie, chemie, toxicologie en dergelijke. Zij doet dit door te adviseren over haar voorgelegde problemen op basis van eigen dan wel door anderen uitgevoerd onderzoek.

Voor de te verlenen ondersteuning worden activiteiten ontplooid in het kader van:

- algemeen onderzoek;
 - projectgericht onderzoek en advies;
 - meting en verwerking van (basis)gegevens.
- In deze clusterwerkzaamheden onderscheidt zich de hoofdstructuur. Daarnaast kan, gezien het specifieke karakter, de WVO/WVZ-taak met het direct daaraan gekoppelde onderzoek in een aparte eenheid ondergebracht, welke de naam van het Rijksinstituut in de nieuwe dienst doet herleven.

De diverse technische hoofdafdelingen hebben de volgende taken.

Hoofdafdeling Algemeen Onderzoek

Verkrijgen en vergroten van kennis over de fysische, chemische en biologische processen, ten behoeve van het integraal beheer van de natte infrastructuur van de binnenwateren en het grondwater.

De hoofdafdeling houdt zich bezig met het (doen) verrichten van algemeen onderzoek, gericht op de kennisverwerving voor het toekomstig te voeren beheer en beleid. Er wordt daarbij vanuit gegaan dat dit beheer en beleid zich richt op het zoete oppervlaktewater en het grondwater. Hierbij wordt 'algemeen onderzoek' gedefinieerd als inventariserend, kennisvermeerderend en

grensverleggend onderzoek, waarbij wordt geanticipeerd op komende ontwikkelingen.

Hoofdafdeling Watersystemen

Adviseren op basis van beschikbare kennis, zonodig aangevuld met op de vraag gericht onderzoek, aan de Hoofddirectie van de Waterstaat en de regionale directies of derden over zaken die op het integrale beheer van de natte infrastructuur en het grondwater betrekking hebben. Binnen deze hoofdafdeling is het secretariaat van de Technische Commissie Grondwater-Beheer (TCGB) als stafeenheid ondergebracht.

Hoofdafdeling RIZA

Adviseren op het gebied van beleid en beheer, ten aanzien van de wijze waarop oppervlaktewateren kunnen worden beschermd tegen emissie van verontreinigende stoffen. In deze hoofdafdeling is tevens het onderzoek op dit terrein ondergebracht.

Hoofdafdeling Informatie en ontwikkeling

Zorgdragen voor de beschikbaarheid en zonodig verwerking van gegevens t.b.v.:

- onderzoek, advies en controle lozingen;
- berichtgevingen;
- de waterstaatkundige toestand van het land;
- de ontwikkeling en beschikbaarstelling van instrumentatie en meetmethoden;
- de ontwikkeling van het automatiseringsbeleid van de dienst;
- zorgdragen voor de ontwikkeling en optimalisering van infrastructuur voor informatievoorziening en leveren van informatica-technische inbreng.

Dit alles in nauwe samenspraak met de andere hoofdafdelingen, de regionale directies en DGW – de productie van gegevens en de zorg voor de laboratoria en infrastructuur van de informatievoorziening.

● ● ●

Begrippenlijst Ecologische Normen Waterbeheer

De Commissie Ecologische Normen Waterbeheer van de Gezondheidsraad heeft een begrippenlijst ten behoeve van ecologische normen waterbeheer opgesteld. De lijst is onder nummer 37/7-11-1984 te verkrijgen bij de Gezondheidsraad te 's-Gravenhage, Postbus 95379, 2509 CJ 's-Gravenhage. Prijs incl. verzendkosten: f 13,80.

● ● ●