

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW

DE GEMIDDELD JAARLIJKSE WATERBALANS VAN  
BOS-, HEIDE- EN GRASLANDVEGETATIES

P.H.B. de Visser  
W. de Vries

Rapport nr. 2085

1989

II

Stichting voor Bodemkartering, Wageningen



0000 0334 8212

ISBN 276540\*

1 210 1009

	Blz.
INHOUD	
VOORWOORD	11
SAMENVATTING	13
1 Inleiding	17
1.1 Aanleiding tot het onderzoek	17
1.2 Doel van het onderzoek	18
1.3 De onderzochte combinaties van bodemgebruik en bodemtype	19
1.4 Inhoud van het rapport	21
2 MODELBEREKENING MET SWATRE	23
2.1 Simulatie van het watertransport	23
2.2 De bovenrandvoorwaarden	24
2.2.1 Interceptie	24
2.2.2 Potentiële evapotranspiratie	26
2.3 De wateronttrekkingsfunctie	28
2.4 Onderrandvoorwaarden	30
2.5 Startwaarden	30
3 BEREKENING EN BEPALING VAN INVOERGEGEVENS	31
3.1 Benodigde gegevens	31
3.2 Meteorologische gegevens	31
3.3 Gewasspecifieke gegevens	32
3.3.1 Gewasparameters	32
3.3.2 Bewortelingsdiepte en bewortelingspatroon	38
3.4 Hydrologische gegevens	40
3.4.1 Grondwaterstand-afvoerrelaties	41
3.4.2 Grondwaterstandsverloop	43
3.5 Bodemfysische gegevens	47

4	RESULTATEN EN DISCUSSIE	53
4.1	De jaarlijkse waterbalans	53
4.2	Seizoensdynamiek in de waterbalans	59
4.3	Het wateropname patroon en de fluxverdeling met de diepte	66
5	GEVOELIGHEIDSANALYSE	73
5.1	Neerslagverdeling over het jaar	73
5.2	Waterverdeling met de diepte	75
5.3	Grondwaterstandsverloop over het jaar	76
5.4	Bodemfysische parameters	78
6	DE BRUIKBAARHEID VAN DE MODELUITKOMSTEN	81
	LITERATUUR	83

## BIJLAGEN:

1.	Profielchetsen van de onderscheiden bodemeenheden	87
2.	Berekende waarden voor de waterflux, wateronttrekking en vochtgehalte op kwartaalbasis in de onderscheiden lagen van de verschillende bodem-vegetatie eenheden	111

## FIGUREN:

2.1	Het verloop van de reductiefactor $\alpha$ (h) als functie van de drukhoogte. Voor de waarden van $h_1$ t/m $h_4$ zij verwezen naar de tekst	29
3.1	Neerslagverdeling van de weerjaren de Bilt 1973 en Beek 1980	33
3.2	Het gesimuleerde grondwaterstandsverloop onder een vlakvaaggrond voor standaardwaarden (1) en geoptimaliseerde waarden (2) van $\alpha$ an $\beta$	43

3.3	Het berekende grondwaterstandsverloop voor vijf Gt-lassen met de indices methode	46
3.4	De bodemfysische schematisatie van de doorgerekende bodemprofielen	51
4.1	Cumulatieve waarden van de infiltratie, actuele evapotranspiratie, waterberging en totale waterafvoer (efflux + evapotranspiratie) voor een holtpodzol onder bos	65

## TABELLEN:

1.1	De combinatie van bodemgebruik en bodemtype waarvoor de waterbalans is doorgerekend	20
3.1	Benodigde invoergegevens voor SWATRE	31
3.2	Gemiddelde 30 jarige neerslag ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) bij (hoofd)-weerstations in Nederland	32
3.3	Literatuurwaarden voor het netto neerslagoverschot (NN), de actuele evapotranspiratie $ET_a$ , de actuele transpiratie $Et_a$ en de interceptie-verdamping $Ei$ van bos, gras en heide in procenten van de neerslag	34
3.4	Waarden voor de gewasfactor ( $f_1$ ) in afhankelijkheid van het seizoen	35
3.5	Waarden voor de fractie bodemevaporatie ( $f_2$ ) in afhankelijkheid van het seizoen	36
3.6	Berekende en uit de literatuur verkregen waarden voor de interceptie als percentage van de bruto-jaarneerslag bij de gebruikte literatuurwaarden voor de transpiratie-interceptie ratio $f_3$ en de interceptie-capaciteit ( $S_c$ )	37
3.7	Procentuele verdeling van fijne wortel-biomassa over de bodemcompartimenten voor naaldbos	39
3.8	Procentuele verdeling van fijne wortel-biomassa over de bodemcompartimenten voor loofbos	39

	Blz.
3.9 De relatie tussen GHG, GVG, GLG en grondwateraanduidingen op de bodemkaart 1:250 000	40
3.10 Waarden van $\alpha$ , $\beta$ en $\gamma$ voor een aantal zandgebieden in Nederland (naar Ernst & Feddes, 1979)	41
3.11 Verkleining van het bergingsverschil over het hydrologische jaar door het bijstellen van de parameters $\alpha$ en $\beta$ van de grondwaterstand-afvoerrelatie	42
3.12 Het berekende grondwaterstandsverloop (cm onder maai-veld) voor 5 Gt-klassen op basis van geïndexeerde gegevens van stambuis L14	45
3.13 Indeling van de gebruikte bouwstenen uit de 'Staringreeks' naar leem, organische stof en mediaan van de zandfractie (M50) (naar Wösten et al., 1987)	47
3.14 Waarden van $K$ ( $\text{cm d}^{-1}$ ) en $\theta$ ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) voor de onderscheiden bouwstenen voor bovengronden (B) en ondergronden (O) bij 13 waarden van $h$	48
4.1 De interceptie, potentiële transpiratie en bodemevaporatie, van de doorgerkende vegetatietypen ( $\text{mm jr}^{-1}$ )	53
4.2 De doorval en infiltratie ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van de onderscheiden vegetatietypen	55
4.3 De actuele transpiratie en het neerslagoverschot ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van de doorgerkende combinaties aan bodem en vegetatie	55
4.4 Berekende gemiddelde actuele transpiratie ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van douglas, grove den, loofbos en heide bij diverse Gt-klassen	57
4.5 De berekende jaarlijkse waterberging (mm) op basis van het verschil tussen netto-neerslagoverschot onder de wortelzone en totale jaarlijkse efflux op 80 cm diepte	58
4.6 De seizoensdynamiek in doorval van regenwater ( $\text{mm jr}^{-1}$ )	59
4.7 De seizoensdynamiek in bodemevaporatie ( $\text{mm jr}^{-1}$ )	60

	Blz.
4.8 De seizoensdynamiek in infiltratie van regenwater (mm jr <sup>-1</sup> )	61
4.9 De seizoensdynamiek in de actuele transpiratie (mm jr <sup>-1</sup> )	61
4.10 Opwaartse fluxen (mm), berekend voor de onderrand van de wortelzone in kwartaal drie bij douglas	66
4.11 De berekende actuele transpiratie (mm jr <sup>-1</sup> ) als func- tie van de diepte voor de onderscheiden bos-bodem combinatie	67
4.12 De fluxverdeling met de diepte (mm jr <sup>-1</sup> ) voor de onderscheiden bos-bodem combinaties	69
5.1 Waterbalans termen (mm jr <sup>-1</sup> ) van een haarpodzol onder grove den per kwartaal en op jaarbasis voor de twee doorgerekende neerslagjaren Beek (1980) en de Bilt (1973)	74
5.2 Transpiratie-onttrekking aan een haarpodzol onder grove den (mm jr <sup>-1</sup> ) voor een gestandaardiseerde, een gemeten en een uniforme wortelverdeling	75
5.3 Waterbalans van de haarpodzol onder grove den (mm jr <sup>-1</sup> ) bij verschillende grondwaterstandsverlopen over het jaar	77
5.4 De jaarlijkse transpiratie, bodemevaporatie, efflux en waterberging (mm jr <sup>-1</sup> ) onder een haarpodzol (Z12) en een duinvaaggrond (Z27) bij gebruik van gestandaardi- seerde en gemeten bodemfysische gegevens	79



## VOORWOORD

De waterbalans van bos- en heide op zandgronden vormt een belangrijke bron van studie in het kader van onderzoek naar de relatie tussen transpiratie en groei. Daarnaast is inzicht in de waterbalans van bos- en heide ecosystemen van belang voor het verkrijgen van inzicht in de nutriënten kringloop in deze systemen en het effect van zure atmosferische depositie hierop.

In dit rapport is derhalve de waterbalans van een relatief groot aantal combinaties van bos- en heide op zandgronden berekend met behulp van het simulatiemodel SWATRE. De verschillende waterbalans termen vormen invoer voor het bodemverzuringmodel RESAM, dat bij STIBOKA is ontwikkeld teneinde op nationale schaal het lange termijn effect van verschillende emissie scenario's op de bodemvochtsamenstelling te voorspellen. De simulaties zijn uitgevoerd door Drs. P.H.B. de Visser, werkzaam bij de Landbouw Universiteit, die deze studie tijdelijk verrichtte op basis van financiering vanuit het Nationaal Programma Zure Regen. De data verzameling ten behoeve van de simulaties alsmede de rapportage werd verzorgd door Drs. de Visser en ondergetekende.

Ir. W. de Vries





## SAMENVATTING

In het kader van het Nationaal Programma Zure Regen is bij de Stichting voor Bodemkartering het bodemverzuringmodel RESAM ontwikkeld. RESAM zal op nationale schaal worden toegepast bij het berekenen van het lange termijn effect van verschillende emissie scenario's op de bodemvochtsamenstelling. De verschillende hydrologische processen die het watertransport en daarmee het elementtransport bepalen worden in RESAM niet expliciet gesimuleerd maar vormen modelinvoer. Om deze reden is met behulp van het hydrologische simulatiemodel SWATRE de gemiddeld jaarlijkse waterbalans van een groot aantal bos en heide ecosystemen op zandgronden berekend. Bij bos is daarbij onderscheid gemaakt in een drietal bostypen namelijk douglas, grove den en eik. Tevens is gekeken naar een aantal combinaties van grasland met natte zandgronden en veengronden (blauwgraslanden) alsmede een aantal kale zandgronden (zandverstuivingen). Het totaal aantal onderscheiden zandgronden is 14. Het totaal aantal doorgerekende combinaties bedraagt 58. Hierbij gaat het om vegetatie-bodem combinaties die vrijwel allemaal in het kader van de verzuringsproblematiek met RESAM zullen worden doorgerekend.

In het rapport is een samenvatting gegeven van het model SWATRE, waarbij wordt ingegaan op de simulatie van watertransport en wateronttrekking alsmede de opgelegde boven- en onderrandvoorwaarden en startwaarden. De waterbalans van de onderscheiden vegetatie-bodem combinaties is doorgerekend met het neerslagjaar de Bilt 1973 met een jaarlijkse neerslag van 779 mm wat overeenkomt met het 30 jaarlijkse gemiddelde voor Nederland. De verschillende gewasparameters die de potentiële verdamping bepalen alsmede de verdeling daarvan over interceptie, bodemevaporatie en transpiratie zijn deels gebaseerd op literatuurgegevens en deels op calibratie. De data die gebruikt zijn voor calibratie hebben daarbij betrekking op literatuurwaarden voor de verschillende waterbalanstermen. Gegevens over de wortelverdeling met de diepte die in hoge mate de wateropname verdeling en daarmee de fluxverdeling bepalen zijn gebaseerd op literatuuronderzoek en veldonderzoek in een aantal douglas-opstanden. Bij de invoer van het grondwaterstandsverloop over het jaar is gebruik gemaakt van metingen van DGV-TNO in een grondwater-

standsbuis onder bos waar de begin- en eindwaarde van de grondwaterstand nauwelijks verschillen (gering bergingsverschil). Het verloop heeft betrekking op het gekozen hydrologische jaar 1973 in een bodem met grondwatertrap (GT) VII dat wil zeggen diep ontwaterd. Bij andere Gt-waarden was onder bos geen meting waarbij aan bovenstaande eis werd voldaan. Derhalve is een grove schematisatie gemaakt met betrekking tot de gemiddelde hoogste en gemiddelde laagste grondwaterstand (GHG en GLG) van elk bodemtype op basis van de bijbehorende dominante grondwatertrap. Vervolgens is voor alle onderscheiden bodems het grondwaterstandsverloop gerelateerd aan het eerdergenoemde stambuisverloop met behulp van een index methode waarin de informatie over GHG en GLG is verwerkt.

De benodigde bodemfysische gegevens ( $K(h)$  en  $\theta(h)$  relaties) per onderscheiden bodemcompartiment (horizont) en bodemtype zijn afgeleid uit vertaalfuncties met textuur (lutum- en leemgehalte en M50) en organische stof gehalte. Daarbij is voornamelijk gebruik gemaakt van de zogenaamde "Staringreeks".

Uit de simulatieberekeningen volgt dat de jaarlijkse waterafvoer (efflux) onder bossen vrijwel volledig wordt bepaald door interceptie en transpiratie. In naaldbossen zijn beide verdampingstermen van gelijke orde van grootte (gemiddeld ca. 300 mm). In loofbos is de interceptie duidelijk lager dan in naaldbos (ca. 175 mm). Dit geldt in nog sterkere mate voor de interceptie van heide en gras (respectievelijk ca. 75 en 45 mm). De transpiratie neemt gemiddeld enigszins toe in de richting heide, grove den, douglas, loofbos, grasland. Verder neemt de transpiratie duidelijk toe naarmate de grond natter is. Gemiddelde transpiratieverschillen onder bos tussen Gt III en Gt VII\* bedragen ca. 100 mm of meer. Dit komt ook tot uiting in de lagere efflux op natte gronden. Onder de meeste bodemtypen bedragen de maximale transpiratie verschillen tussen vegetaties niet veel meer dan 50 mm met uitzondering van het verschil tussen heide en gras wat tot 100 mm kan oplopen. Aangezien de interceptie verschillen veel groter zijn neemt de efflux derhalve duidelijk toe in de richting naaldbos, loofbos, korte vegetaties (heide, gras). Bodemevaporatie is in het algemeen gering en is onder heide en gras van dezelfde orde van grootte als interceptie (respectievelijk ca.

85 en 35 mm). Onder bos is bodemevaporatie echter vier tot zes maal zo laag als interceptie. Waarden variëren van ca. 55 mm voor douglas en loofbos tot ca. 75 mm voor grove den. Relatief hoge bodemevaporatie waarden van ca. 200 mm zijn gesimuleerd voor kale grond. Aangezien het hier echter de enige verdampingsterm bedraagt is de efflux in deze grond toch het hoogst (ca. 600 mm).

Uit de gevoeligheidsanalyses blijkt dat de neerslagverdeling over het jaar weinig invloed heeft op de jaarlijkse waterbalans. Op seizoensbasis kunnen de verschillen in infiltratie en efflux wel groot zijn maar de totale transpiratie wordt nauwelijks beïnvloedt. Deze blijkt vrijwel volledig op te treden in het zomerseizoen (april tot september). De invloed van de wortelverdeling van het grondwaterstandsverloop bij een gegeven  $G_t$  blijkt eveneens weinig invloed te hebben op de jaarlijkse waterbalans. Wel blijkt het wateropname patroon vrijwel volledig bepaald te worden door de wortelverdeling. Conform de veronderstelde wortelverdeling is het gesimuleerde wateropname patroon in naaldbossen derhalve sterker bovenin geconcentreerd dan in loofbossen (eik) terwijl de wateropname in heide en gras vrijwel uniform is in de wortelzone. De invloed van bodem fysische parameters blijkt tenslotte wel zeer groot te kunnen zijn op de gesimuleerde transpiratie en efflux. Het is waarschijnlijk dat de gemiddelde  $\theta(h)$  en  $K(h)$  relaties voor de bouwstenen van de Staringreeks gunstiger zijn dan die welke in bosgronden wordt gevonden. Als gevolg hiervan is de werkelijke transpiratie van bossen waarschijnlijk wat lager terwijl de efflux hoger is.



# 1 INLEIDING

## 1.1 Aanleiding tot het onderzoek

In het kader van het "Nationaal Programma Zure Regen" wordt een model ontwikkeld waarmee de gehele keten vanaf verzurende emissies tot en met de effecten op het milieu en de schade daarvan, in een aantal afzonderlijke modules wordt beschreven. Doel van dit model is met name het vormen van een integratie kader voor het verzuringsonderzoek en het aangeven van de effectiviteit van beleidsmaatregelen. In dit verband is bij de Stichting voor Bodemkartering een voorlopig bodemverzuringmodel ontwikkeld waarmee o.a. de samenstelling van bodemvocht wordt voorspeld op basis van de zure depositie (de Vries, 1987; de Vries et al., 1988). Het model is gericht op lange termijn (ca. 50-100 jaar) voorspelling van de bodemvochtsamenstelling bij verschillende emissie scenario's. De schaal van de voorspelling is nationaal. Derhalve wordt in eerste instantie gewerkt met gemiddelde situaties wat betreft het klimaat (o.a. regenval) en is gekozen voor een tijdstap grootte van een jaar.

In het voorlopige model zijn met uitzondering van kationomwisseling alle relevante hydrologische, biologische en chemische processen opgenomen. Daarbij is echter een sterk vereenvoudigde aanname gemaakt dat hydrologische en biotische chemische processen boven of aan het maaiveld plaatsvinden. De hydrologie is derhalve versimpeld tot het opgeven van een gemiddeld netto neerslagoverschot voor een bepaalde combinatie van bodemgebruik (vegetatie) en bodemtype. Deze aanname heeft echter tot gevolg dat recycling van voedingselementen (zoals Ca, Mg en K) via bladval, bladuitloging, mineralisatie en opname nauwelijks invloed heeft op de concentraties van deze elementen in het bodemvocht (de Vries et al., 1988). Inmiddels is kation omwisseling in het model ingebracht en wordt het nutriënt opname patroon gesimuleerd in afhankelijkheid van de diepte (de Vries en Kros, 1989). Derhalve is het noodzakelijk inzicht te hebben in het watertransport (water opname patroon) van de verschillende ecosystemen die in het kader van verzuring worden doorgerekend.

## 1.2 Doel van het onderzoek

Doel van de onderhavige studie is om een indruk te krijgen van de waterbalans in de meest voorkomende (bos) ecosystemen in Nederland bij een gemiddeld neerslag jaar. Centraal staat hierbij het verkrijgen van inzicht in:

- De waarden van het jaarlijkse netto neerslagoverschot.
- De verdeling van verdamping over interceptieverdamping, bodemevaporatie en transpiratie (wateropname).
- Het verloop van het vochtgehalte en de wateropname (en daarmee de waterflux) met de diepte.

Kwantitatieve kennis van deze hydrologische processen en variabelen verhoogt het inzicht in stoftransport in de bodem. Behalve in het kader van verzuring is deze kennis tevens van nut bij de bestudering van voedingskringlopen in bos ecosystemen.

Voor de berekening van de genoemde variabelen is gebruik gemaakt van het hydrologische simulatie model SWATRE, dat ontwikkeld is door Feddes et al. (1976) en verder uitgebreid door Belmans et al. (1983) en van Grinsven et al. (1987). De berekende waarden vormen een directe invoer in het bodemverzuringmodel RESAM.

Een nevendoeleind van de studie is het gebruik van het model SWATRE voor het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse op de model invoer te weten:

- Meteorologische gegevens : neerslagverdeling over het jaar
- Vegetatiespecifieke gegevens : de wortelverdeling met de diepte
- Hydrologische gegevens : het grondwaterverloop over het jaar
- Bodemfysische gegevens : pF waarden en K-h relaties per karakteristieke bodemhorizont

### 1.3 De onderzochte combinaties van bodemgebruik en bodemtype

Het bodemgebruik is beperkt tot de qua areaal belangrijkste natuurlijke vegetaties, te weten:

- douglas (inclusief fijnspar)
- grove den (inclusief Corsicaanse en Oosterrijkse den)
- loofbos (eik, beuk, lariks)
- heide (inclusief duinvegetaties)
- graslandvegetaties (blauwgraslanden)
- zandverstuivingen (kale grond)

Wat betreft de bovengrondse hydrologie kunnen een aantal bostypen worden samengevoegd, zoals fijnspar en douglas, (rekeneenheid "douglas") en Corsicaanse, Oosterrijkse en Grove den (rekeneenheid "grove den"), welke alleen ongeveer dezelfde interceptie- en transpiratie eigenschappen bezitten (Brechtel en Scheele, 1982). De rekeneenheid "loofbos" bevat in de berekeningen de hydrologische eigenschappen van de inlandse eik, welke meer dan 80% van het loofbosareaal beslaat. De uitkomsten zijn echter tevens toepasbaar verondersteld voor de beuk. Tevens zijn de vegetatietypen Heide en Gras onderscheiden waarbij de bovengrondse hydrologie van duinvegetaties gelijk verondersteld is aan die van heide. De rekeneenheid Gras bestaat uit oligotrofe veenvegetaties (blauwgraslanden), die als kwetsbaar worden beschouwd ten aanzien van atmosferische depositie en in dit onderzoek zijn betrokken. Deze vegetaties vormen een lichte uitbreiding van de vegetaties die in het kader van het verzuringsmodel worden doorgerekend (de Vries et al., 1988).

De bodemtypen zijn beperkt tot de belangrijkste kalkloze zandgronden aangezien deze ca. 80 à 90 % van het Nederlandse bos, heide en duinareaal beslaan en tevens het meest gevoelig zijn voor verzuring (de Vries et al., 1988).

Profielschetsen van de betreffende bodemtypen met informatie over grondwaterstandsverloop, profielopbouw en bodemkenmerken per horizont (organische stof, textuur) zijn gegeven in bijlage 1. Een overzicht van de doorgerekende combinaties van bodemgebruik en bodemtype is gegeven in Tabel 1.1.



Tabel 1.1 De combinatie van bodemgebruik en bodemtype waarvoor de waterbalans is doorgerekend

Bodem- type	Bodemgebruik (vegetatie)					
	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Grasland	Kaal
Z5	x	x	x	x		
Z6	x	x	x	x		
Z8	x	x	x	x		
Z8g	x	x	x	x		
Z8x	x	x	x	x		
Z12	x	x	x	x		
Z13	x	x	x	x		
Z16	x	x	x	x		
Z18	x	x	x	x		
Z20	x	x	x	x	x	
Z21	x	x	x	x	x	
Z23	x	x		x	x	x
Z27		x		x		x
Z28		x		x		x
V7					x	

De codering van de bodemtypen is gebaseerd op de bodemkaart van Nederland, schaal 1:250.000. Een korte verklaring van de gebruikte code is gegeven in onderstaand overzicht:

- Z5, Z6 : Fijnzandige en grofzandige zeer diep ontwaterde holtpodzolgronden
- Z8, Z8g, : Fijnzandige matig ontwaterde veldpodzolgronden met respectievelijk dekzand, grind en keileem in de ondergrond
- Z8x
- Z12, Z13 : Fijnzandige en grofzandige diep tot zeer diep ontwaterde veldpodzol- en haarpodzolgronden
- Z16 : Fijnzandige diep ontwaterde enkeerdgronden
- Z18 : Fijnzandige matig diep ontwaterde loopodzolgronden
- Z20 : Fijnzandige zeer ondiep ontwaterde beekerdgronden

- Z21 : Fijnzandige ondiep ontwaterde gooreerdgronden  
Z23 : Fijnzandige ondiep ontwaterde vlakvaaggronden  
Z27, Z28 : Fijnzandige en grofzandige zeer diep ontwaterde duinvaaggronden  
V7 : Vlierveengronden

Voor douglas en loofbos is aangenomen dat deze niet of nauwelijks voorkomen op stuifzanden (vlakvaaggronden; Z23 en duinvaaggronden; Z27, Z28) terwijl de kale grond daar juist toe is beperkt. Wat douglas betreft is het overigens ook onwaarschijnlijk dat die voorkomt op slecht ontwaterde gronden (Z20, Z21 en Z23) terwijl de (blauw) graslanden daar juist toe zijn beperkt.

Het werkelijk aantal doorgerkende combinaties is geringer dan in Tabel 1.1 is aangegeven aangezien een aantal bodemprofielen fysisch gezien vrijwel geheel identiek bleken te zijn. Hier zal in hoofdstuk 3.5 op ingegaan worden.

#### 1.4 Inhoud van het rapport

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de berekeningsmethode van het hydrologisch simulatie-model SWATRE. Dit betreft met name de simulatie van het watertransport en de boven- en onderrandvoorwaarden van het model. De benodigde modelinvoer wordt besproken in het derde hoofdstuk. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in meteorologische gegevens (neerslag, openwaterverdamming), gewasspecifieke gegevens (gewasparameters, interceptiecapaciteit, bewortelingspatroon), hydrologische gegevens (grondwaterverloop) en bodemfysische gegevens (pF-curve, K-h relatie). Het vierde hoofdstuk bevat de modelresultaten. Dit betreft zowel de jaarlijkse waterbalans als het wateropname patroon (met daarop gebaseerd de waterflux) met de diepte en de tijd (de seizoensdynamiek). Hoofdstuk 5 geeft een gevoeligheidsanalyse van de modeluitvoer op de genoemde invoerparameters. In hoofdstuk 6 worden tenslotte een aantal conclusies getrokken m.b.t. de bruikbaarheid van de modeluitvoer en de gevoeligheid van de resultaten voor invoerparameters.



## 2 MODELBEREKENING MET SWATRE

### 2.1 Simulatie van het watertransport

Voor de berekening van het watertransport in de geselecteerde bodemtypes werd gebruik gemaakt van het hydrologische simulatiemodel SWATRE. Dit model is ontwikkeld op het ICW door Feddes et al. (1978) en uitgebreid door Belmans et al. (1983). Het model is gebaseerd op de stromingsvergelijking van Darcy (1) en de continuïteitsvergelijking (2).

$$J = -K(h) \left[ \frac{dh}{dz} + 1 \right] \quad (1)$$

$$\frac{dh}{dt} = -1/C(h) \cdot \frac{dJ}{dh} - S(h)/C(h) \quad (2)$$

met: J = flux	(cm d <sup>-1</sup> )
K(h) = capillair geleidingsvermogen	(cm d <sup>-1</sup> )
C(h) = de differentiële vochtcapaciteit (dθ/dh)	(cm)
h = drukhoogte	(cm)
θ = vochtgehalte	(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )
S(h) = 'sink term'; onttrekking door plantenwortels	(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> d <sup>-1</sup> )
z = variabele diepte	(cm)
t = variabele tijd	(d)

Stapgrootte van de simulatie is 0.1 dag. Maximaal 5 verschillende bodemhorizonten, met onderling verschillende bodemfysische eigenschappen, kunnen onderscheiden worden. Het aantal compartimenten in het profiel waartoe de berekeningen zich beperken is maximaal 40. In deze studie is meestal een compartimentsdikte van 10 cm aangehouden, tenzij anders vermeld. Het potentiaalverloop in het profiel wordt berekend aan de hand van knooppunten, ieder gelegen midden in een compartiment. Per bodemhorizont zijn de h(θ)- en K(θ)-relaties noodzakelijk, welke in getabelleerde vorm worden ingevoerd in het model. Het capillair geleidingsvermogen (K) en vervolgens de flux, wordt berekend op de compartimentsgrens tussen 2 knooppunten. Hiervoor wordt het geometrisch gemiddelde genomen van de K(θ)-waarde van de 2 knooppunten.

## 2.2 De bovenrandvoorwaarden

Voor het oplossen van de differentiaalvergelijkingen in het model zijn opgelegde boven- en onderrandvoorwaarden noodzakelijk. De bovenrandvoorwaarden hebben betrekking op de hydrologische processen die zich afspelen op het grensvlak lucht-bodem. Dit betreft enerzijds de interceptieverdamping ( $E_1$ ) die met de neerslag ( $P$ ) de invoer aan het bodemoppervlak bepaalt en anderzijds de evapotranspiratie, d.w.z. de som van bodemevaporatie en gewastranspiratie, die de waterontrekking uit de bodem reguleert. Genoemde processen te samen bepalen de waterbalans van een boscossysteem. De bovenrandvoorwaarden in SWATRE betreffen dus:

- De infiltratie aan het maaiveld (neerslag minus interceptieverdamping)
- Potentiële evapotranspiratie, verdeeld over: potentiële bodemevaporatie en potentiële transpiratie van het gewas

Interceptie verdamping en evapotranspiratie worden apart behandeld waarbij tevens de interactie van beide processen aan de orde komt.

### 2.2.1 Interceptie

Interceptie verdamping vanaf het kronendak bepaalt de netto neerslag (doorval en stamafvoer) naar het bodemoppervlak. Doorval is daarbij te verdelen in vrije doorval dat direct de bosbodem bereikt, zonder met de boom in aanraking te komen, en doordrup die via bladeren, twijgen en takken de bosbodem bereikt. Teneinde de hoeveelheid doorvalwater voor de genoemde boscossystemen op dagbasis te berekenen, is gebruik gemaakt van een dynamische simulatie van de interceptie volgens Massmann (1983). Deze berekent de interceptie per regenbui volgens:

$$E_i = \frac{S_c (1 - B \cdot E_o)}{(1-p)R} + E_o T \quad (3)$$

met:  $E_i$  - interceptie-verdamping (mm)  
 $S_c$  - interceptie-capaciteit (mm)  
 $R$  - gemiddelde regenintensiteit tijdens een bui (mm hr<sup>-1</sup>)

$E_0$	- gemiddelde evaporatie-snelheid vanaf het tijdstip waarop de bui begint totdat de doordrup ophoudt	(mm hr <sup>-1</sup> )
T	- tijdsduur vanaf het begin van een bui totdat de doordrup ophoudt	(hr)
B	- parameter	(-)
p	- coëfficiënt van vrije doorval	(-)

Bij de berekening is aangenomen dat het kronendak volledig gesloten is ( $p = 0$ ) en voor B is een waarde van 0.75 aangehouden. Hoewel B waarschijnlijk varieert met opstands- en neerslag-karakteristieken, kreeg Massman (1983) goede resultaten door deze waarde te gebruiken. De waarden van R en  $E_0$  in vergelijking (3) zijn gegeven op uurbasis. Het KNMI registreert gegevens over neerslag en evaporatie echter op dagbasis. Het aantal buien per dag en de evaporatie waarden tijdens een bui zijn dus niet bekend. Teneinde toch een interceptie op dagbasis te kunnen berekenen is verondersteld dat:

1. De neerslag per dag als één aaneengesloten bui valt
2. De waarde van  $E_0$  op uurbasis gelijk is aan de dagwaarde vermenigvuldigd met een correctiefactor die gelijk gesteld is aan 0.1.

De argumentatie voor de waarde van 0.1 (en niet 1/24) is dat evaporatie voornamelijk overdag optreedt en wel gemiddeld gedurende 10 uur en buien vaak overdag ('s ochtends) vallen. Binnen realistische grenzen (0.05-0.10) blijkt de waarde van de correctiefactor overigens weinig invloed te hebben op de berekende interceptieverdamping. Hetzelfde geldt voor de waarde van B waarvan de gevoeligheid is vastgesteld in een range tussen 0.5 en 1.0.

De berekende interceptie-verdamping met vergelijking (3) wordt de bruto-interceptie genoemd. Als het bladerdek nat is wordt de transpiratie echter onderdrukt. Wanneer de waarde voor de onderdrukking van de transpiratie in mindering wordt gebracht op de bruto-interceptie dan spreekt men van netto-interceptie. Deze verdamping van interceptiewater vormt samen met de evapotranspiratie de totale verdamping (van Grinsven et al., 1987).

## 2.2.2 Potentiële evapotranspiratie

In SWATRE bestaan drie opties voor de berekening van de potentiële evapotranspiratie n.l. de Penman-, Priestley/Taylor- en Rijtema/Monteith-vergelijking. Voor deze studie is de potentiële evapotranspiratie berekend door de Penman-open-water verdamping zoals berekend bij het KNMI te vermenigvuldigen met een gewasfactor. Feitelijk geeft de Penman-vergelijking het verdampingsproces van bossen niet goed weer omdat hierin alleen rekening gehouden wordt met de atmosferische weerstand, die bij korte gewassen (b.v. gras) overheersend is, maar niet met de gewasweerstand, zoals de invloed van huidmondjes en cuticula die bij bossen een overheersend effect heeft. Hetzelfde bezwaar geldt overigens de Priestley/Taylor vergelijking. Hoewel de Montheith-Reitema-verdampingsfunctie het best geschikt is voor de berekening van gewas-specifieke transpiratie, aangezien de empirische gewaseigenschappen hierin verdisconteerd worden, is voor de KNMI-Penman-verdamping gekozen door afwezigheid van in situ-veldwaarnemingen. Toepassing van een gewasfactor in combinatie met de Penman vergelijking voor transpiratie berekeningen is bovendien een redelijke benadering omdat, door natuurlijke selectie de transpiratie van veel boomsoorten in dezelfde orde van grootte ligt (Roberts, 1983). Onderscheid in bodemevaporatie en transpiratie is gemaakt op basis van de bodembedekkingsgraad.

De gebruikte vergelijkingen om respectievelijk de potentiële evapotranspiratie  $ET_p$ , potentiële bodemevaporatie  $Es_p$  en potentiële transpiratie  $Et_p$  te berekenen zijn als volgt:

$$a) \quad ET_p = f_1 E_o \quad ET_p = Es_p + ET_p \quad (4)$$

$$1 = a + b$$

$$b) \quad Es_p = f_2 ET_p \quad (5)$$

$$c) \quad Et_p = (1-f_2) ET_p \quad (6)$$

met:  $E_o$  = open-water-verdamping volgens Penman (cm d<sup>-1</sup>)  
 $f_1$  = gewas factor (-)  
 $f_2$  = fractie bodemevaporatie (-)

De potentiële transpiratie zoals berekend met vergelijking (6) is feitelijk te hoog omdat de onderdrukking van de transpiratie tijdens bladnat-perioden hierin niet is aangegeven (zie 2.2.1). De potentiële waterontrekking uit de bodem is derhalve lager. Deze gereduceerde potentiële transpiratie ( $E_{t_{rp}}$ ) is berekend volgens (van Grinsven et al., 1987):

$$E_{t_{rp}} = E_{t_p} - f_3 E_i \quad (7)$$

$f_3$  = de fractie van de interceptie die transpiratie door de huidmondjes verhindert tijdens blad-nat-perioden (-)

De totale potentiële gewasverdamping ( $E_{tot}$ ) is derhalve te berekenen als

$$E_{tot} = E_{s_p} + E_{t_{rp}} + E_i \quad (8)$$

of

$$E_{tot} = E_{s_p} + E_{t_p} + (1-f_3) \cdot E_i \quad (9)$$

In vergelijking 9 is  $(1-f_3) \cdot E_i$  de netto interceptie die boven de evapotranspiratie zoals berekend met vergelijking (4) opkomt (zie 2.2.1). De potentiële bodemverdamping ( $E_{s_p}$ ) wordt door SWATRE gereduceerd als functie van het aantal achtereenvolgens optredende droge dagen (met een precipitatie  $< 1.0 \text{ cm d}^{-1}$ ) en een bodemparameter ( $\lambda$ ) waarbij  $\lambda = 0.35 \text{ cm d}^{-1}$  (Belmans et al., 1983). De gereduceerde potentiële bodemverdamping wordt berekend als:

$$E_{s_a} = \lambda (\sqrt{t+1} - \sqrt{t}) \quad (10)$$

met:  $t$  = het aantal opeenvolgende droge dagen (-)

Indien echter geldt:

$$E_{s_a} > E_{s_p} \text{ dan: } E_{s_a} = E_{s_p} \quad (11)$$



De dampdruk aan het bodemoppervlak en in de atmosfeer worden in evenwicht verondersteld, zodat met behulp van waarden voor infiltratie, potentiële bodemevaporatie, vochtspanning en doorlatendheid de actuele flux in het eerste compartiment kan worden berekend.

### 2.3 De wateronttrekkingsfunctie

De onttrekkingsterm  $S(h)$  in vergelijking (2) waarin de wateropname door de wortels is verdisconteerd is berekend volgens (Feddes et al., 1978):

$$S(h) = \alpha(h) \cdot S_{\max} \quad (12)$$

met:  $\alpha(h)$  = opname reductie factor als functie van de drukhoogte (-)

$S_{\max}$  = potentiële (maximale) wateronttrekking door de wortels (d<sup>-1</sup>)

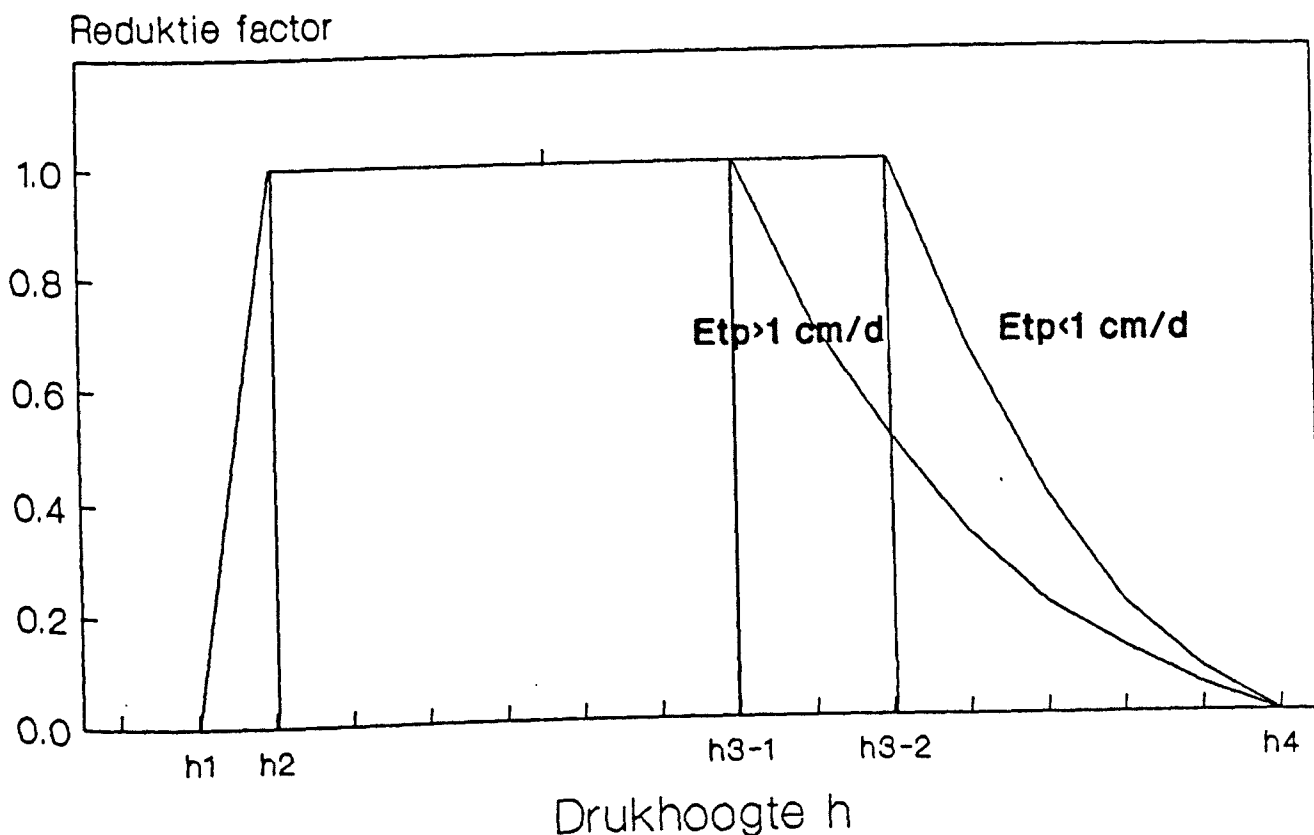
De waarde van  $S_{\max}$  wordt bepaald door de potentiële ~~evapo~~transpiratie. In SWATRE bestaan twee mogelijkheden voor de verdeling van  $S_{\max}$  met de diepte binnen de wortelzone, te weten een constante waarde (Feddes et al., 1978) en een lineaire afnemende functie (Hoogland et al., 1981). In deze studie is de waarde van  $S_{\max}$  per laag  $i$  ( $S_{\max,i}$ ) echter berekend op basis van de actuele wortelmasa verdeling zoals bepaald uit diverse studies (zie par. 3.2.1) volgens:

$$S_{\max,i} = E_{t_p} \cdot RWM_i / DWZ \quad (13)$$

met:  $RWM_i$  = relatieve wortelmasa in laag  $i$  d.w.z. de wortelmasa in deze laag gedeeld door de totale wortelmasa (-)

$DWZ$  = de dikte van de wortelzone (cm)

De actuele transpiratie (wateronttrekking) hangt af van het drukhoogte verloop. De functie  $\alpha(h)$  is bepaald door een aantal empirische waarden zoals aangegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Het verloop van de reductiefactor  $\alpha$  (h) als functie van de drukhoogte. Voor de waarden van  $h_1$  t/m  $h_4$  zij verwezen naar de tekst.

Boven de drukhoogte  $h_1$ , en beneden de drukhoogte  $h_4$  vindt geen wateropname plaats respectievelijk als gevolg van zuurstofgebrek en vochtgebrek. Tussen  $h_2$  en  $h_3$  is de wateropname maximaal terwijl in de trajecten  $h_1$ - $h_2$  en  $h_3$ - $h_4$  respectievelijk een lineair en een hyperbolisch verloop is verondersteld.

De gebruikte waarden voor  $h_1$  en  $h_2$  zijn respectievelijk -10 en -25 cm. De waarde van  $h_3$ , het zgn. reductiepunt, is afhankelijk van de verdampingsvraag van de atmosfeer.

Bij hogere verdampingsvraag treedt reductie eerder op dat wil zeggen bij een lagere vochtspanning. De gebruikte waarden voor  $h_3$  zijn -500 cm bij  $E_{tp} > 1 \text{ cm d}^{-1}$  en -600 cm bij  $E_{tp} < 1 \text{ cm d}^{-1}$ . De gebruikte waarden voor  $h_4$ , het zgn. verwelkingspunt, is -16.000 cm (pF 4.2).

## 2.4 Onderrandvoorwaarden

De randvoorwaarde aan de onderzijde ligt bij het freatrisch vlak. Daarvan dient of de positie als functie van de tijd bekend te zijn, m.a.w. de stijghoogte is gegeven (Dirichlet voorwaarde) of de flux die op het niveau van de grondwaterspiegel passeert dient bekend te zijn (Neumann voorwaarde). Beide onderrandvoorwaarden kunnen in SWATRE worden vastgelegd door invoer van:

- de dagelijkse grondwaterstand
- een grondwaterstand-afvoer ( $Q(h)$ ) relatie

In deze studie is gekozen voor een gestandaardiseerd grondwaterstandsverloop op dagbasis. Daarbij gaat het model uit van de waterbalans met gelijke grondwaterstand tussen twee opeenvolgende simulatie-stappen. Als het verschil tussen gemeten en berekende berging groter dan een bepaalde drempelwaarde is, wordt de grondwaterstand stapsgewijs veranderd om de juiste waterbalans te berekenen. Een veranderde grondwaterstand resulteert tevens in een hernieuwde berekening van de drukhoogte van de bovenliggende 4 bodemcompartimenten. Daarbij wordt verondersteld dat geen capillaire opstijging meer plaats vindt boven deze compartimenten. In geval van zeer diepe grondwaterstanden wordt bij gebrek aan metingen onder het gebruikte bodemprofiel in de efflux in het laatste compartiment gelijk gesteld aan de daar berekende doorlaatbaarheid (vrije drainage).

De  $Q(h)$  relatie die eveneens als onderrandvoorwaarde kan worden gebruikt geeft het verband tussen de grondwaterstand beneden maaiveld en de af- of toevoer van grondwater door een horizontaal vlak dat net iets dieper ligt dan het diepste punt tot waar de grondwaterstand daalt (van Lanen, 1985). Het gebruik van een grondwaterstand-afvoerrelatie is getest tijdens een voorstudie. Hierop wordt in par. 3.4 nader ingegaan.

## 2.5 Startwaarden

Tijdens de start van de simulatie is in het gehele profiel een onderdruk van -100 cm (pF2) verondersteld. Verder is als initiële waarde voor  $h$  de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) verondersteld, uitgaande van een simulatie die begint op 1 januari.

### 3 BEREKENING EN BEPALING VAN INVOERGEGEVENS

#### 3.1 Benodigde gegevens

De benodigde gegevens voor toepassing van SWATRE op de gegeven bos-ecosystemen zijn weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Benodigde invoergegevens voor SWATRE.

Meteorologisch	Gewasspecifiek	Hydrologisch	Bodemfysisch
P	$S_c$	GHG, GLG, GVG <sup>1)</sup>	K(0)-relatie
$E_o$	$f_1, f_2, f_3,$ DWZ, RWM	Q(h)-relatie	Q(h)-relatie

- 1) GHG - gemiddelde hoogste grondwaterstand  
GLG - gemiddelde laagste grondwaterstand  
GVG - gemiddelde voorjaars grondwaterstand

De betekenis van de verschillende afkortingen is weergegeven in het vorige hoofdstuk. In de volgende paragrafen zullen achtereenvolgens de verschillende typen invoergegevens besproken worden.

#### 3.2 Meteorologische gegevens

In het kader van deze studie zijn de gegevens m.b.t. de neerslag (P) en open-water-verdamping ( $E_o$ ) gerelateerd aan een gemiddeld hydrologisch jaar. Dit is gedefiniëerd als een reëel hydrologisch jaar wat qua neerslag som overeenkomt met het langjarig (30 jaar) gemiddelde voor Nederland (775 mm). Er is dus niet gerekend met een fictief jaar met een totale neerslag van 775 mm waarbij de gegevens zijn gemiddeld omdat dit geen reële dagneerslag oplevert. Uit analyse van de regencijfers blijkt dat de ruimtelijke variatie in de langjarige gemiddelde neerslag gering is (zie tabel 3.2) zodat gerekend is met één neerslagcijfer voor heel Nederland.

Tabel 3.2 Gemiddelde 30 jarige neerslag ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) bij (hoofd)weersstations in Nederland.

Station	Neerslag (mm)	Station	Neerslag (mm)	Station	Neerslag (mm)
De Kooy	756	Schiphol	800	Vlissingen	748
Leeuwarden	787	de Bilt	815	Oudenbosch	775
Hoorn	771	Winterswijk	775	Eindhoven	746
Lelystad	775	Eelde	775	Venlo	720
Twente	768	Andel	769	Z.Limburg(LU)	808

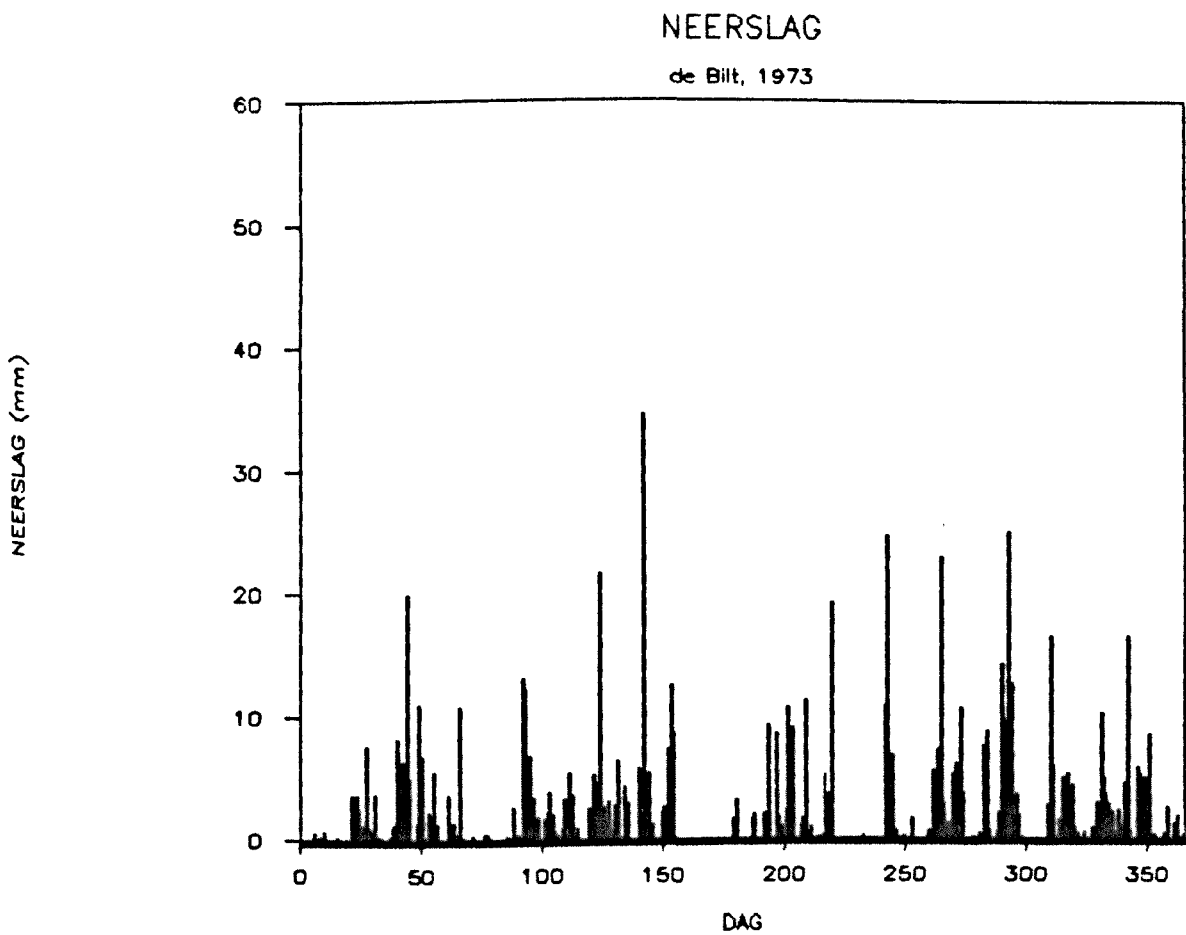
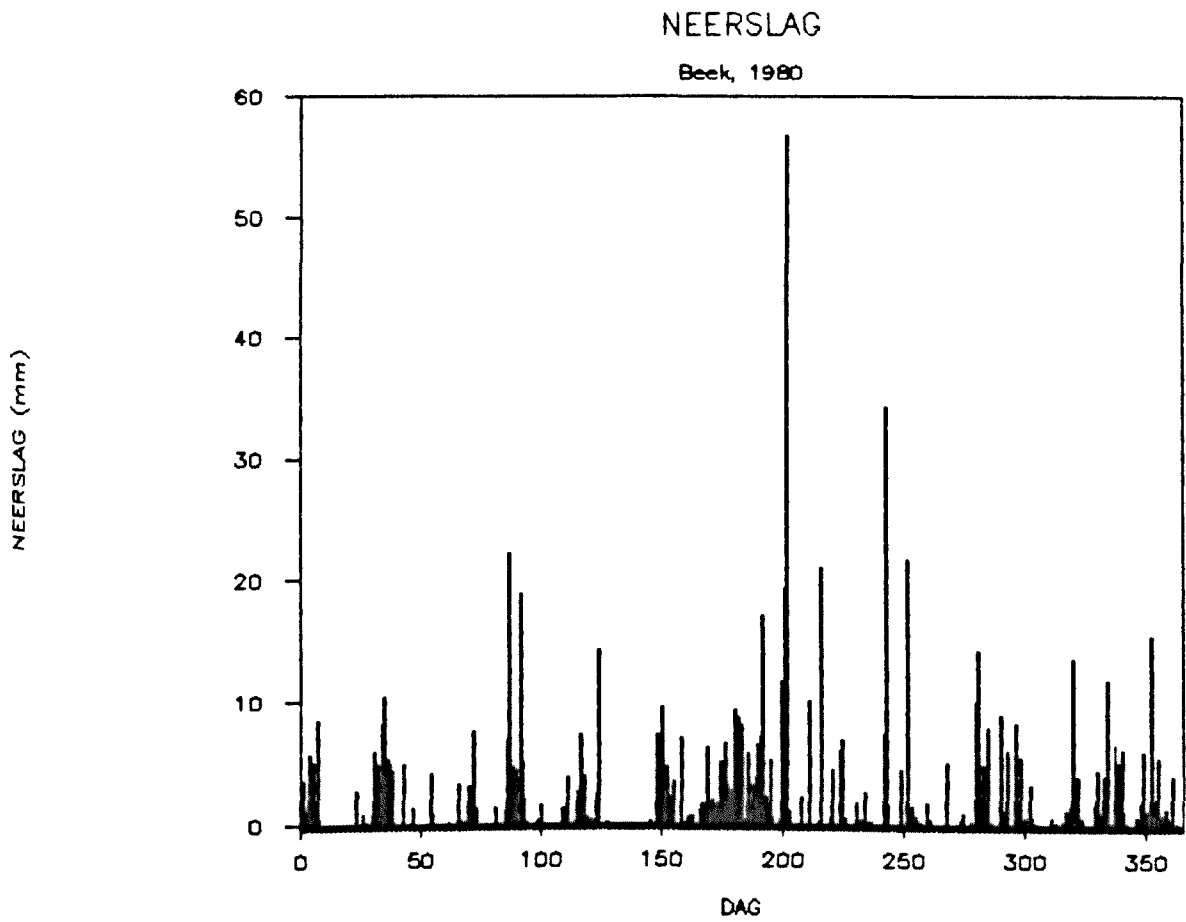
Bij de vaststelling van een gemiddeld hydrologisch jaar is de keuze gevallen op de Bilt (1973) met een jaarneerslag van 779 mm. Dit kan als representatief voor Nederland worden beschouwd hoewel in de Bilt gemiddeld meer neerslag valt (zie tabel 3.2). De verdeling van de neerslag over het jaar is weergegeven in figuur 3.1. Teneinde de invloed van de neerslagverdeling op de simulaties na te gaan is tevens gebruik gemaakt van de neerslagjaren Beek 1980 (765 mm) en Hulshorst 1979 (766 mm) (zie figuur 3.1). De vergelijking is overigens slechts gemaakt voor één bos-ecosysteem te weten grove den op een haarpodzolgrond, Z12 (zie par. 5.1).

Waarden van de neerslag zijn op dagbasis ingevoerd en van de open-water verdamping op decade basis. Aangezien beide gegevens in SWATRE op dagbasis bekend moeten zijn is  $E_0$  binnen een decade constant verondersteld.

### 3.3 Gewasspecifieke gegevens

#### 3.3.1 Gewasparameters

De jaarlijkse waterbalans van een bos wordt in hoofdzaak bepaald door de toevoer via de neerslag en de totale verdamping middels interceptie, gewastranspiratie en bodemevaporatie. In het model wordt dit



Figuur 3.1 Neerslagverdeling van de weerjaren de Bilt 1973 en Beek 1980

gereguleerd door de gewasfactor ( $f_1$ ), de bodemevaporatiefractie ( $f_2$ ), de ratio tussen transpiratie en interceptie-verdamping ( $f_3$ ) en de interceptiecapaciteit ( $S_c$ ) (zie par. 2.2).

Waarden van deze parameters zijn in eerste instantie gebaseerd op literatuurgegevens. Daarnaast is tevens gebruik gemaakt van informatie over de jaarlijkse waterbalans van de doorgerekende vegetatie-typen, teneinde de gewasparameters voor zover nodig bij te stellen op basis van deze gegevens (calibratie). Een overzicht van de hiertoe gebruikte literatuurwaarden is gegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Literatuurwaarden voor het netto neerslagoverschot (NN), de actuele evapotranspiratie  $ET_a$ , de actuele transpiratie  $Et_a$  en de interceptie-verdamping  $Ei$  van bos, gras en heide in procenten van de neerslag

	NN	$ET_a$	$Et_a$	$Ei$
Douglas	12(1)	88(1)	63(3)	38(4)
Grove den	16(1)	84(1)	37(3)	35(4)
Loofbos	14(1)	86(1)	41(3)	26(4)
Heide	15(2)	85(2)	-	20-30(4)
Gras	25(2)	75(2)	-	1,5(5)

(1) Brechtel & Scheele (1982), omgeving Frankfurt (gem. jaarlijkse neerslag 663 mm)

(2) Brechtel (1980), Berlijn

(3) Brechtel & Lehnhardt (1982), berekend m.b.v. meerdere Midden-Europese standplaatsen

(4) Leyton et al. (1967), Groot-Brittanië

(5) Feller (1981)

Over actuele bodemevaporatie is weinig bekend. Roberts et al. (1980) noemen in dit verband waarden van  $0.1 - 0.6 \text{ mm d}^{-1}$  voor loofbos. De actuele bodemevaporatie is onder Nederlandse omstandigheden geschat op  $50-60 \text{ mm jr}^{-1}$ .

Uit bovenstaande waarden blijkt dat douglas zich kenmerkt door een hoge transpiratie, terwijl grove den minder dan gemiddeld transpireert. Volgens Roberts (1983) is de actuele transpiratie van alle bossen in de gematigde streken echter bij benadering gelijk aan 300-330 mm per jaar. Het neerslagoverschot zou dan in hoge mate bepaald worden door de hoeveelheid interceptie terwijl de transpiratie als percentage van de neerslag een vrij constante waarde heeft (ca. 38-42% bij een neerslaghoeveelheid van 775 mm).

De gewasfactor ( $f_1$ ) is seizoensafhankelijk. Derhalve is onderscheid gemaakt in drie perioden n.l.:

1. Een zomerperiode vanaf eind oktober (dagnr. 300) tot april (dagnr. 120)
  2. Een lente- en herfstperiode in respectievelijk mei (dagnr. 120-140) en september (dagnr. 270-300)
  3. Een zomerperiode vanaf half mei tot eind augustus (dagnr. 140-270).
- De gebruikte waarden voor naaldbos (douglas en grove den), heide en gras zijn vermeld in tabel 3.4.

Tabel 3.4 Waarden voor de gewasfactor ( $f_1$ ) in afhankelijkheid van het seizoen

Einddag periode:	120	140	270	300	366	gem
Douglas	0.5	0.7	0.9	0.7	0.5	0,67
Grove den	0.3	0.5	0.9	0.5	0.3	0,54
Heide	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0,65
Gras	0.5	0.8	0.8	0.8	0.5	0,65

De waarden van  $f_1$  gedurende de zomerperiode zijn gebaseerd op literatuurgegevens, te weten Whitehead en Jarvis (1981) voor douglas en van Dobben en Mulder (in publ.) voor grove den. Voor heide en gras is aangenomen dat de gewasfactoren hiervan gelijk zijn aan landbouwgewassen. De waarden van  $f_1$  buiten het groeiseizoen zijn schattingen per vegetatietype, rekening houdend met de waarde voor de jaarlijkse transpiratie, zoals vermeld in tabel 3.3. De bodemevaporatiefraction ( $f_2$ ) is



eveneens seizoensgebonden aangezien deze parameter voornamelijk afhankelijk is van de aanwezigheid van bladeren en naalden (de bodembedekingsgraad). De gebruikte  $f_2$  waarden voor douglas, grove den, heide en gras zijn gegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Waarden voor de fractie bodemevaporatie ( $f_2$ ) in afhankelijkheid van het seizoen

Einddag periode:	120	140	270	300	366	
Douglas	1.0	0.5	0.5	0.5	1.0	0,75
Grove den	1.0	0.5	0.1	0.5	1.0	0,93
Heide	1.0	0.1	0.1	0.1	1.0	0,56
Gras	0.5	0.	0.	0.	0.5	

Met uitzondering van gras is voor de winterperiode aangenomen dat er alleen sprake is van evaporatie. De waarden voor douglas en grove den zijn gebaseerd op veldwaarnemingen in respectievelijk Kootwijk en Speuld (douglas) en Tongbersven, Hasselsven en Gerritsfles (grove den). De waarden van  $f_2$  in voor- en najaar zijn voor grove den wat verhoogd in vergelijking tot het zomerseizoen teneinde de transpiratie door de kruidlaag mee te nemen. Deze transpiratie vindt namelijk plaats aan het maaiveld en is niet verdisconteerd in de  $f_1$  waarde die slechts betrekking heeft op de transpiratie door de bomen. Onder douglas is de  $f_2$  waarde niet veranderd in voor- en najaar aangezien hier nauwelijks sprake is van een kruidlaag.

Bij de selectie van  $f_1$  en  $f_2$  waarden voor loofbos is onderscheid gemaakt in drie perioden: (1) Een volledig ontwikkeld bladerdek van 22 mei tot 30 september; (2) Een periode van blad ontwikkeling in de lente van 7 tot 21 mei en van bladval in de herfst van 1 tot 15 oktober; en (3) Een volledig bladloze periode van 15 oktober tot 7 mei. Geselecteerde waarden voor  $f_1$  zijn respectievelijk 0.9(1), 0.7(2) en 0.5(3) en voor  $f_2$  0.1(1), 0.5(2) en 1(3) (van Grinsven et al., 1987).

De gebruikte waarden voor de transpiratie-interceptie ratio ( $f_3$ ) en de interceptie-capaciteit ( $S_c$ ) zijn aangegeven in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Berekende en uit de literatuur verkregen waarden voor de interceptie als percentage van de bruto-jaarneerslag bij de gebruikte literatuurwaarden voor de transpiratie-interceptie ratio  $f_3$  en de interceptie-capaciteit ( $S_c$ )

	Douglas	Grove den	Eik	Heide	Gras
$f_3$ (-)	0.33	0.5	0.8	0.66	0.8
$S_c$ (mm d <sup>-1</sup> )	2.1	1.6	0.8	1.4	1.0
berekend	39.1	35.1	22.6	10.0	6.0
literatuur	38	35	26	20-30	1.5

Waarden van  $f_3$  zijn gebaseerd op van Roestel (pers. comm.) terwijl de  $S_c$  waarden gebaseerd zijn op literatuurgegevens te weten Mitscherlich en Moll (1970) voor douglas en grove den, van Grinsven et al. (1987) voor eik, Leyton et al. (1967) voor heide en Zinke (1967) voor gras. De  $S_c$  waarden in tabel 3.6 hebben feitelijk betrekking op een regenbui. In navolging van Massmann (1983) is echter aangenomen dat per dag maximaal één regenbui valt waardoor de waarden gelijk zijn aan de interceptie op dagbasis (zie ook par. 2.2.1).

In tabel 3.6 zijn tevens het berekende en uit de literatuur verkregen interceptiepercentage gegeven. De jaarlijkse interceptie waarden berekend met het Massman-model blijken goed overeen te komen met de literatuurwaarden in tabel 3.3. Voor heide is de berekende interceptie minder dan de literatuurwaarde, omdat de bodembedekking minder is dan 100%. Voor gras is de interceptie daarentegen hoger dan in tabel 3.3 is vermeld, omdat voor het hoge gras in veenvegetaties een hogere interceptie-factor geldt. Het model blijkt overigens erg gevoelig te zijn voor  $S_c$ , met name gedurende de wintermaanden bij lage  $E_0$ -waarden.

### 3.3.2 Bewortelingsdiepte en bewortelingspatroon

Wat de bewortelingsdiepte (effectieve wortelzone) betreft is aangenomen dat dit voor bossen alleen afhankelijk is van het bodemtype en niet van de boomsoort. Verder zijn de volgende vuistregels aangehouden (van den Burg, pers. comm.).

1. Bij bossen op podzol- en eerdgronden is de bewortelingsdiepte gelijk aan de verwerkingsdiepte. Indien daaronder echter een B3- of een sterk lemige C-horizont voorkomt is de beworteling ca. 10-20 cm dieper.
2. Bij bossen of stuifzand is een bewortelingsdiepte van 20 cm aangehouden voor vlakvaaggronden (uitgestoven laagte) en van 70 cm voor duinvaaggronden (opgestoven hoogte).
3. De bewortelingsdiepte van heide en grasland is gelijk aan de dikte van de A-horizonten.

De waarden voor de bewortelingsdieptes zijn weergegeven in bijlage 1 bij de profielbeschrijvingen van de doorgerekende bodemtypen. Voor heide fluctueert de worteldiepte over het algemeen tussen de 15 en 25 cm en voor bos tussen 20 en 80 cm.

De wateropname voor transpiratie wordt over het bodem-profiel verdeeld via de wortelbiomassa op diverse diepten. De verdeling van de wortels verschilt per plantensoort en per bodemtype. Voor de verdeling van de fijne-wortelbiomassa (< 5 mm diameter) is gebruik gemaakt van literatuurgegevens van Ligthart (1986), Hiege (1985) en Oterdoom et al. (in voorber.) voor naaldbos en van Breemen et al. (1988) voor loofbos. Voor heide en gras is een homogene verdeling over de wortelzone verondersteld. De uit bovengenoemd studiemateriaal geschematiseerde wortelverdeling is gegeven in tabel 3.7 voor naaldbos en in tabel 3.8 voor loofbos.

De potentiële wateronttrekking door transpiratie is evenredig met het percentage aanwezige fijne wortels in de betreffende bodemcompartimenten (zie vergl. 13). In paragraaf 5.2 wordt de gevoeligheid voor de wortelverdeling van het simulatie-model SWATRE toegelicht.

Tabel 3.7 Procentuele verdeling van fijne wortel-biomassa over de bodemcompartimenten voor naaldbos

Naaldbos						
compartiment	diepte wortelzône	20	30	60	70	80
0-10 cm		65	60	50	45	45
10-20 cm		35	30	20	20	15
20-30 cm			10	10	10	10
30-40 cm				10	10	10
40-50 cm				5	5	5
50-60 cm				5	5	5
60-70 cm					5	5
70-80 cm						5

Tabel 3.8 Procentuele verdeling van fijne wortel-biomassa over de bodemcompartimenten voor loofbos

Loofbos						
compartiment	diepte wortelzône	20	30	60	70	80
0-10 cm		60	45	30	25	25
10-20 cm		40	35	20	20	20
20-30 cm			20	20	20	15
30-40 cm				15	15	15
40-50 cm				10	10	10
50-60 cm				5	5	5
60-70 cm					5	5
70-80 cm						5

### 3.4 Hydrologische gegevens

Hydrologische gegevens hebben betrekking op de positie van of de flux door het freatisch vlak. Beide mogelijkheden worden in de volgende subparagrafen besproken. Zowel bij het gebruik van actuele grondwaterstandsgegevens als van Q(h) relaties is een eerste indicatie over de gemiddelde hoogte en fluctuatie in grondwaterstand onder de verschillende bodemtypen noodzakelijk. Dit is gebaseerd op de grondwatertrap (Gt) die informatie geeft over de GHG, GLG en GVG. Waarden hierover zijn in bijlage 1 gegeven voor alle onderscheiden bodemtypen in deze studie. Daarbij heeft overigens een sterke schematisatie plaatsgevonden aangezien de Gt op de 1:250 000 bodemkaart niet wordt aangegeven. Informatie over de grondwaterstand op deze kaartschaal is slechts zeer globaal in termen van ondiep en diep. De wijze waarop deze informatie is vertaald in een GHG, GVG en GLG is weergegeven in tabel 3.9. De dominante Gt voor de onderscheiden bodemtypen is onderstreept (F. de Vries, pers. comm.). De relatie tussen Gt en GHG, GVG en GLG is gebaseerd op Bouma (1979).

Tabel 3.9 De relatie tussen GHG, GVG, GLG en grondwateraanduidingen op de bodemkaart 1:250 000

Kaart 1:250 000		Kaart 1:50 000			
Grondwater	Bodem	Gt	GHG	GVG	GLG
Zeer ondiep	-	I, <u>II</u>	10	20	45
Vrij ondiep	Z20, V7	<u>III</u>	20	50	110
Matig diep	Z21, Z23	II*, III*, <u>V</u> , V*	30	60	140
Vrij diep	Z8, Z8g, Z8x, Z18	IV, <u>VI</u>	60	90	160
Diep	Z12, Z16	<u>VII</u>	100	130	200
Zeer diep	Z5, Z6, Z13, Z27, Z28	<u>VII</u> *	200	230	300

### 3.4.1 Grondwaterstand-afvoerrelaties

Aangezien het gebruik van actuele grondwaterstanden voor regionale toepassing een probleem leek is allereerst het gebruik van de  $Q(h)$  relatie als onderrandvoorwaarde gestest. Deze relatie tussen basisafvoer en grondwaterstand wordt door Ernst & Feddes (1979) beschreven in een exponentiële functie volgens:

$$q = \alpha e^{\beta h} + \gamma$$

$q$  = grondwaterafvoer (cm d<sup>-1</sup>)  
 $h$  = grondwaterstand (cm)  
 $\alpha, \beta, \gamma$  = parameters (cm d<sup>-1</sup>, cm, cm d<sup>-1</sup>)

Waarden van  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$ , gebaseerd op door Ernst & Feddes (1979) gegeven relaties voor een aantal zandgebieden met toenemende ontwateringsdiepte zijn gegeven in tabel 3.10 (van Lanen, pers. comm.).

Tabel 3.10 Waarden van  $\alpha$ ,  $\beta$  en  $\gamma$ , voor een aantal zandgebieden in Nederland (naar Ernst & Feddes, 1979)

Gebied	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	
Oostelijk N-Brabant (beekdal)	-0.710	-0.0380	0.07	
West Salland	-0.696	-0.0276	0.04	(III, V)
Achterhoek	-0.805	-0.0330	0	
Geldrop-Leende	-0.714	-0.0238	0	(VI)
Oost Salland	-0.247	-0.0138	-0.01	(VII, VII*)
Oostelijk N-Brabant (rug)	-0.133	-0.01	-0.03	

Tussen haakjes is de meest voorkomende Gt-klasse van het betreffende gebied vermeld. In het kader van deze studie is allereerst voor één bodemtype nagegaan in hoeverre de functie parameters bijgesteld moesten worden wanneer aan de volgende eisen werd voldaan:

- 1) De beginwaarde en eindwaarde voor de grondwaterstand (de GVG) na één simulatie- jaar dient gelijk te zijn.
- 2) Over het hydrologisch jaar mag geen netto-bergingsverschil worden berekend.

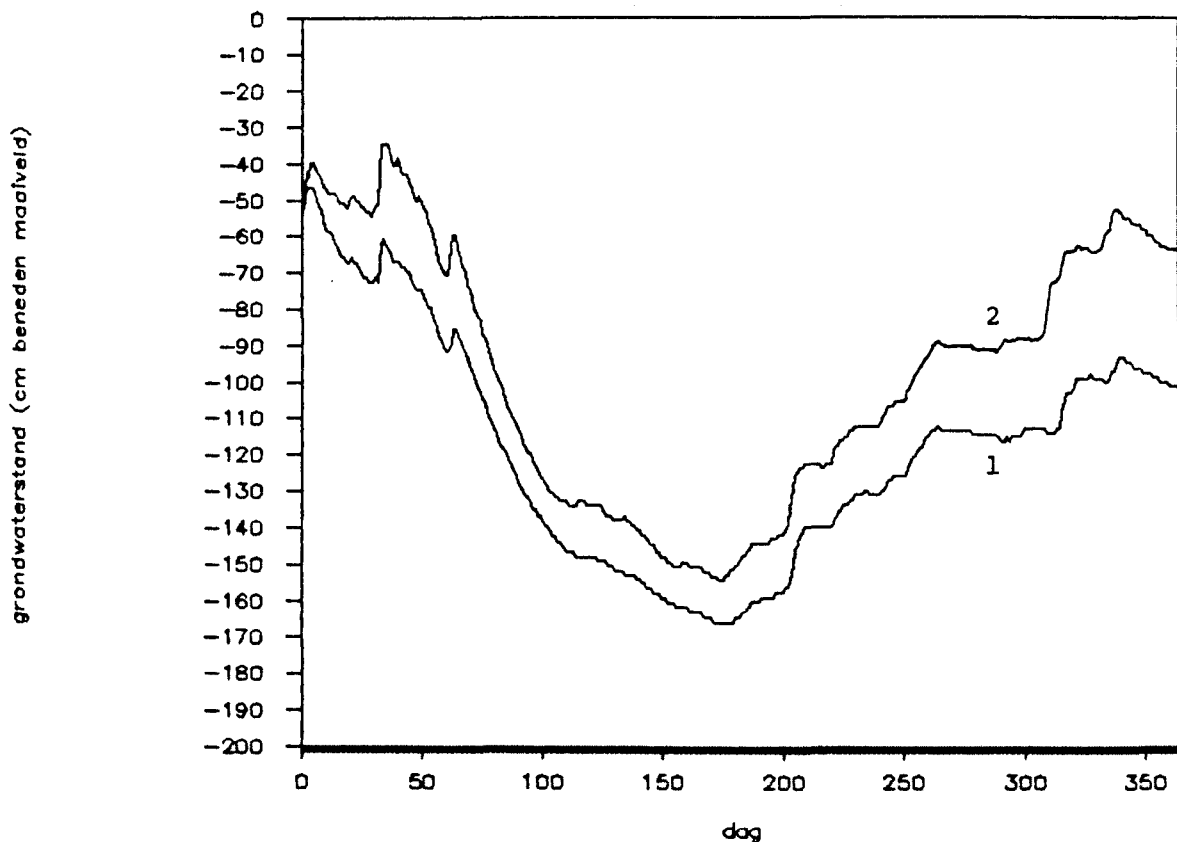
De afvoerrelatie is iteratief bijgesteld totdat aan deze eisen werd voldaan. De simulatie is uitgevoerd voor een grove den op een vlakvaaggrond (Z23) met een Gt V (GVG = 60 cm-mv). De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.11 en laten een sterke aanpassing zien van de parameters  $\alpha$  en  $\beta$ .

Tabel 3.11 Verkleining van het bergingsverschil over het hydrologisch jaar door het bijstellen van de parameters  $\alpha$  en  $\beta$  van de grondwaterstand-afvoerrelatie

RUN	$\alpha$	$\beta$	berging (cm)	Grondwaterstand dag 365 (cm-mv)
1	-0.696	-0.0276	-6.81	-100.0
2	-0.710	-0.038	-9.01	-80.0
3	-0.6	-0.038	-2.40	-77.9
4	-0.6	-0.045	-0.95	-67.8
5	-0.6	-0.05	-0.26	-62.1

Het gesimuleerde grondwaterstandsverloop met de oorspronkelijke (run 1) en de geoptimaliseerde parameterwaarden  $\alpha$  en  $\beta$  (run 5) is weergegeven in figuur 3.2.

Uit tabel 3.10 en 3.11 blijkt dat de verschillen met de oorspronkelijke parameterwaarden groter zijn dan die tussen de gebieden met verschillende Gt-klassen onderling. Een aparte Q(h)-relatie per Gt-klasse werd daarom door ons afgewezen. Wel is het verschil van de uiteindelijk gebruikte onderrandvoorwaarde met het gebruik van een Q(h)-relatie vergeleken (zie par. 5.3).



Figuur 3.2 Het gesimuleerde grondwaterstandsverloop onder een vlakvaaggrond voor standaardwaarden (1) en geoptimaliseerde waarden (2) van  $\alpha$  en  $\beta$ .

### 3.4.2 Grondwaterstandsverloop

Allereerst is nagegaan in hoeverre aan de onderscheiden Gt-klassen een actueel grondwaterstandsverloop kan worden toegekend op basis van stambuisgegevens van DGV-TNO voor het jaar 1973 (het gekozen hydrologisch jaar). Extra eisen die daarbij werden gesteld zijn:

1. Het bodemgebruik dient bos te zijn aangezien het grondwaterstandsverloop onder bos nogal afwijkt van cultuurgewassen (van Lynden, pers. comm.).
2. De begin-eind-waarde van de grondwaterstand dienen dichtbij elkaar te liggen teneinde het bergingsverschil over een jaar zo klein mogelijk te houden.

Ondanks de vele stambuisgegevens bleek een actueel grondwaterstands-



verloop voor alle gegeven Gt-klassen (III, V, VI, VII en VII<sup>\*</sup>) niet aanwezig te zijn, gegeven bovengenoemde randvoorwaarden. Derhalve is hiervan een benadering gemaakt op basis van één grondwaterstandsverloop dat redelijk aan de eisen voldeed. Het betreft de metingen van grondwaterstandsbus L14 op kaartblad 45G. De betreffende bus bevindt zich in een hoge enkeerdgrond onder bos op enige afstand van de rivier de Aa in Noord-Brabant. De Gt-klasse is VII. Het verloop van de grondwaterstand is aangegeven in tabel 3.12 onder het kopje stambuis. Het verloop van de grondwaterstand laat zien dat begin- en eind-grondwaterstand redelijk overeenkomen. Lage grondwaterstanden in de nazomer komen overeen met het algemene beeld dat grondwaterstanden in het groeiseizoen te zien geven.

Het grondwaterstandsverloop van de overige genoemde Gt-klassen is op basis van deze stambuisgegevens als volgt benadert: Allereerst is het grondwaterstandsverloop in de stambuis geïndexeerd door transformatie van de 14-daagse standen volgens

$$i = \frac{\bar{X}_i - X}{\sigma} \quad (14)$$

met:

$i$	= index	(-)
$X_i$	= actuele grondwaterstand op tijdstip $t_i$	(cm)
$X$	= gemiddelde grondwaterstand	(cm)
$\sigma$	= standaardafwijking ten opzichte van de gemiddelde grondwaterstand	(cm)

De index  $i$  beschrijft het grondwaterstandsverloop op basis van de ratio van de afwijking van het gemiddelde op tijdstip  $t_i$  en de standaardafwijking.

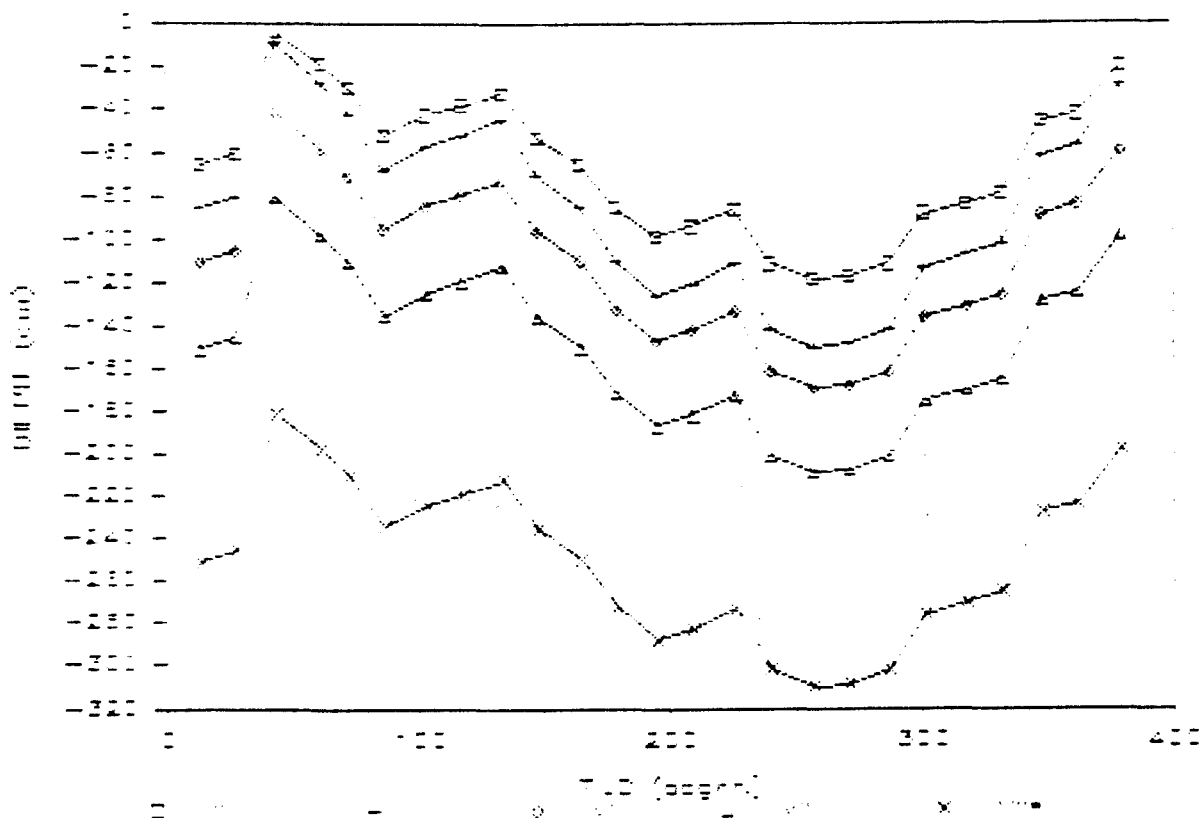
Met dezelfde functie zijn de indices vervolgens gebruikt voor het berekenen van het grondwaterstandsverloop voor de Gt-klassen III, V, VI en VII<sup>\*</sup> volgens

$$X_i = \bar{X} + i \cdot \sigma \quad (15)$$

Tabel 3.12 Het berekende grondwaterstandsverloop (cm onder maaiveld)  
voor 5 Gt-klassen op basis van geïndexeerde gegevens van  
stambuis L14

Dagnr.	Stambuis	Index	Gt-klasse				
			III	V	VI	VII	VII*
14	165	.0	-65.5	-85.6	-110.5	-150.5	-250.5
28	161	-0.1	-60.8	-79.9	-105.4	-145.4	-245.4
44	95	-1.8	-2.7	-8.9	-40.8	-80.8	-180.8
62	124	-1.4	-17.8	-27.4	-57.6	-97.6	-197.6
73	134	-1.0	-29.5	-41.6	-70.5	-110.5	-210.5
87	153	-0.4	-51.5	-68.5	-95.0	-135.0	-235.0
104	145	-0.7	-42.2	-57.2	-84.7	-124.7	-224.7
118	141	-0.8	-37.6	-51.5	-79.5	-119.5	-219.5
134	136	-1.0	-31.8	-44.4	-73.1	-113.1	-213.1
148	154	-0.4	-52.7	-70.0	-96.3	-136.3	-236.3
165	165	0.	-65.5	-85.6	-110.5	-150.5	-250.5
179	182	0.6	-85.2	-109.7	-132.5	-172.5	-272.5
195	194	1.0	-99.2	-126.7	-147.9	-187.9	-287.9
209	190	0.9	-94.5	-121.1	-142.8	-182.8	-282.8
226	183	0.6	-86.4	-111.1	-133.7	-173.7	-273.7
240	205	1.4	-111.9	-142.3	-162.1	-202.1	-302.1
257	211	1.6	-118.9	-150.9	-169.9	-209.9	-309.9
271	210	1.5	-117.7	-149.4	-168.6	-208.6	-308.6
287	205	1.4	-111.9	-142.3	-162.1	-202.1	-302.1
301	185	0.7	-88.7	-114.0	-136.3	-176.3	-276.3
318	318	0.6	-84.1	-108.3	-131.2	-171.2	-271.2
332	177	0.4	-79.4	-102.6	-126.6	-166.0	-266.0
348	148	-0.6	-45.7	-61.4	-88.6	-128.6	-228.6
362	145	-0.7	-42.2	-57.2	-84.7	-124.7	-224.7
379	125	-1.3	-19.0	-28.8	-58.9	-98.9	-198.9

De gemiddelde grondwaterstanden ( $X$ ) en standaard deviaties ( $\sigma$ ) van de Gt-klassen zijn daarbij gelijk verondersteld aan respectievelijk  $(GLG+GHG)/2$  en  $GLG-GHG/2.6$ . Dit laatste is gebaseerd op de aanname dat het bodemgedeelte binnen GLG en GHG 80% van de 14-daagse grondwaterstandsmetingen omvat (v.d. Sluijs, pers. comm.). Door de indices te vermenigvuldigen met de genoemde variantie en vervolgens te verhogen met de gemiddelde grondwaterstand is voor de 5 Gt-klassen het grondwaterstandsverloop berekend (zie tabel 3.12 + fig. 3.3).



Figuur 3.3 Het berekende grondwaterstandsverloop voor vijf Gt-klassen met de indices methode

Voor alle Gt-klassen komen ca. 3 waarden onder de GLG resp. boven de GHG uit, zodat overeenstemming met de definitie van deze waarden bereikt is. Deze methode is bij de verdere berekeningen gebruikt.

### 3.5 Bodemfysische gegevens

De benodigde bodemfysische gegevens betreffen  $K(\theta)$  en  $\theta(h)$  relaties per onderscheiden bodemcompartiment (horizont) van de doorgerekende bodemtypen. Waarden van deze bodemfysische karakteristieken zijn gebaseerd op vertaalfuncties met bodemkenmerken die standaard in het kader van de bodemkartering worden bepaald te weten textuur (lutum- en leemgehalte en M50) en organische stofgehalte. Daarbij is voornamelijk gebruik gemaakt van de zgn. 'Staringreeks' (Wösten et al., 1987). Deze onderscheiden voor zand-, klei- en veengronden een aantal bodemfysische bouwstenen onderverdeeld naar bovengrond (effectieve wortelzone) en ondergrond in relatie tot de genoemde bodemkenmerken. De bodemfysische bouwstenen die in het kader van deze studie zijn gebruikt, zijn aangegeven in tabel 3.13.

Tabel 3.13 Indeling van de gebruikte bouwstenen uit de 'Staringreeks' naar leem, organische stof en mediaan van de zandfractie (M50) voor zandgronden (naar Wösten et al., 1987)

Bouwsteen	Boven-	Onder-	Leem(%)	Org.stof(%)		M50(um)
	grond	grond		B	O	
Leemarm, zeer fijn tot matig fijn zand	B1	01	0-10	0-15	0-3	105-210
Zwak lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	B2	02	10-18	0-15	0-3	105-210
Sterk lemig, zeer fijn tot matig fijn zand	B3	03	18-33	0-15	0-3	105-210
Grof zand	B5*	05	-	0-15	0-3	210-2000
Keileem	-	06	0-50	0-15	0-3	50-2000
Veen	B16	016	-	23-100	35-100	-

De bouwsteen B5 is met een \* aangegeven omdat hiervan nog geen gegevens in de 'Staringreeks' zijn opgenomen. Voor deze bouwsteen is wat de  $\theta(h)$  relatie betreft gebruik gemaakt van standaard vochtkarakte-

ristieken zoals gegeven door Krabbenborg et al. (1983). Wat de K(h) relatie betreft is hierbij gebruik gemaakt van gegevens vermeld door Bloemen (1980).

De betreffende K(h) en  $\theta(h)$  relaties behorende bij de bouwstenen in tabel 3.13 zijn aangegeven in tabel 3.14.

Tabel 3.14 Waarden van K ( $\text{cm d}^{-1}$ ) en  $\theta$  ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) voor de onderscheiden bouwstenen voor bovengronden (B) en ondergronden (O) bij 13 waarden van h

h (cm)	pF	Bouwsteen:							
		B1		B2		B3		B5*	
		K	$\theta$	K	$\theta$	K	$\theta$	K	$\theta$
1	0.0	33.34	0.371	32.21	0.432	17.81	0.449	160.04	0.462
10	1.0	12.47	0.364	4.56	0.401	3.88	0.428	12.93	0.383
20	1.3	5.62	0.357	2.42	0.392	1.97	0.416	4.20	0.344
31	1.5	3.34	0.347	1.38	0.381	1.14	0.406	1.95	0.311
50	1.7	0.99	0.280	0.77	0.351	0.67	0.391	0.47	0.265
100	2.0	8.7E-2	0.201	1.4E-1	0.276	2.3E-1	0.342	6.3E-2	0.205
250	2.4	6.5E-3	0.130	8.4E-3	0.203	2.7E-2	0.249	2.8E-3	0.142
500	2.7	9.5E-4	0.098	1.9E-3	0.155	2.8E-3	0.193	3.4E-4	0.110
1000	3.0	1.4E-4	0.074	6.3E-4	0.118	6.5E-4	0.152	6.7E-5	0.093
2500	3.4	8.8E-6	0.054	1.7E-4	0.087	1.6E-4	0.115	2.0E-5	0.078
5000	3.7	1.4E-6	0.043	6.2E-5	0.067	5.8E-5	0.093	5.1E-6	0.065
10000	4.0	2.2E-7	0.034	2.7E-5	0.053	2.4E-5	0.076	1.4E-6	0.055
16000	4.2	7.7E-8	0.030	1.2E-5	0.045	1.2E-5	0.067	4.9E-7	0.045

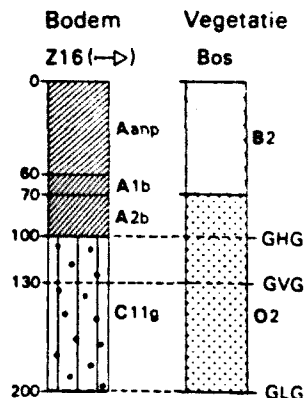
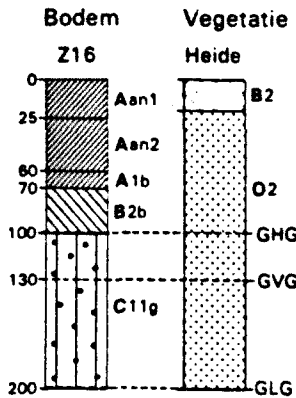
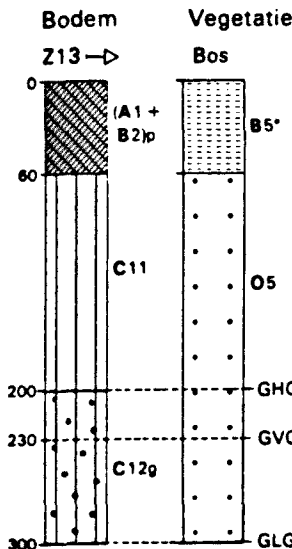
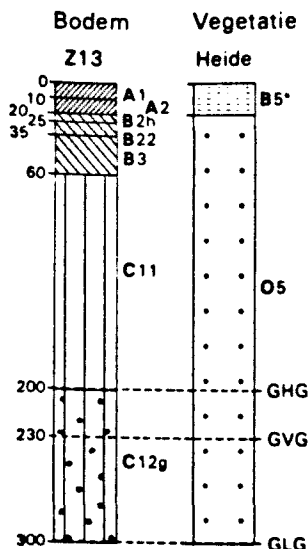
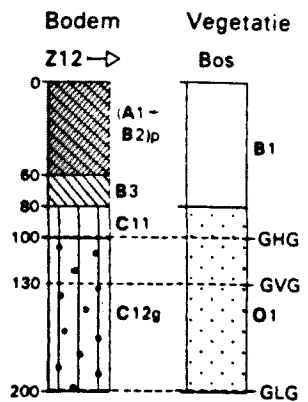
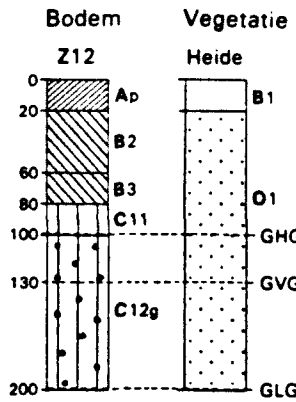
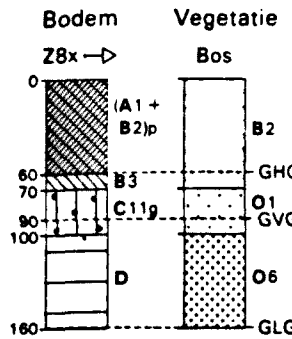
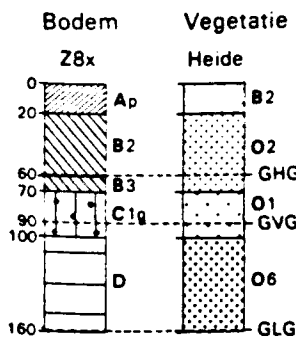
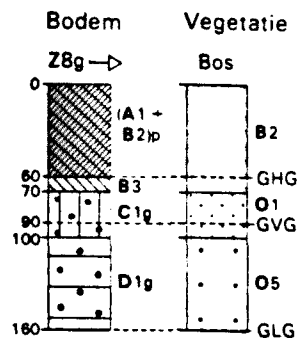
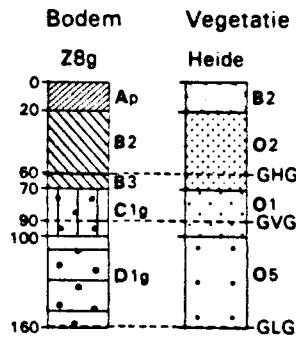
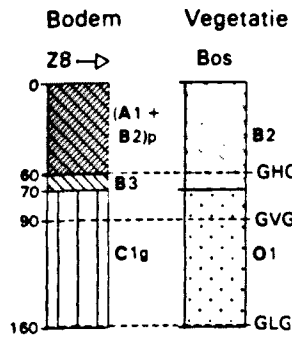
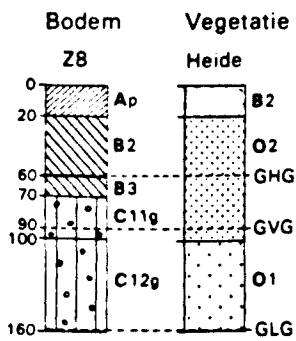
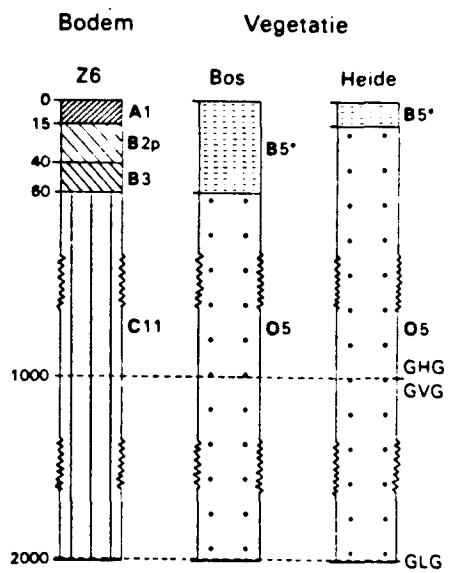
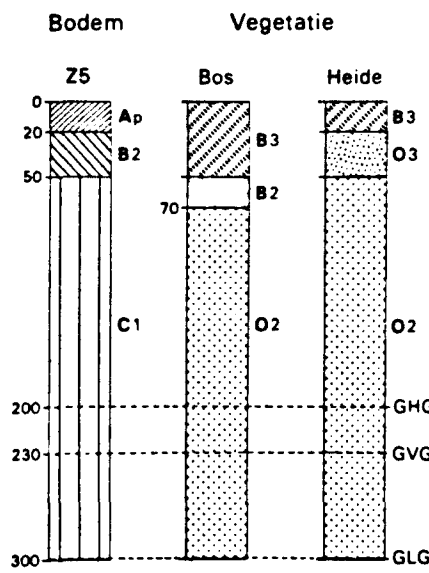
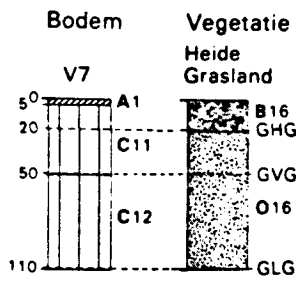
vervolg tabel 3.14

h (cm)	pF	Bouwsteen:							
		B16		01		02		03	
		K	$\theta$	K	$\theta$	K	$\theta$	K	$\theta$
1	0.0	13.44	0.733	99.67	0.354	63.88	0.381	44.58	0.347
10	1.0	1.79	0.677	24.03	0.316	15.13	0.354	6.82	0.321
20	1.3	0.88	0.658	10.10	0.303	8.40	0.340	3.64	0.308
31	1.5	0.43	0.644	5.10	0.286	5.52	0.327	2.06	0.295
50	1.7	0.23	0.627	1.26	0.242	2.68	0.304	1.01	0.272
100	2.0	6.5E-2	0.589	7.5E-2	0.121	2.9E-1	0.197	2.3E-1	0.194
250	2.4	8.4E-3	0.505	8.7E-4	0.056	2.6E-3	0.099	3.0E-2	0.111
500	2.7	1.8E-3	0.409	1.1E-4	0.037	3.0E-4	0.073	1.7E-3	0.075
1000	3.0	4.1E-4	0.303	2.4E-5	0.027	3.8E-5	0.057	3.2E-4	0.055
2500	3.4	1.0E-4	0.221	4.7E-6	0.020	5.6E-6	0.046	5.0E-5	0.041
5000	3.7	4.0E-5	0.176	1.0E-6	0.016	1.4E-6	0.039	1.1E-5	0.032
10000	4.0	1.7E-5	0.145	2.6E-7	0.013	3.1E-7	0.033	3.0E-6	0.026
16000	4.2	1.0E-5	0.129	6.3E-8	0.011	8.2E-8	0.029	7.9E-7	0.023

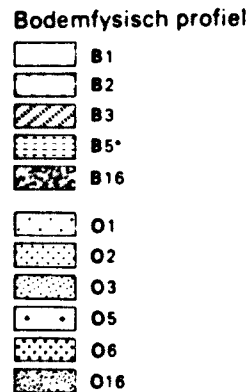
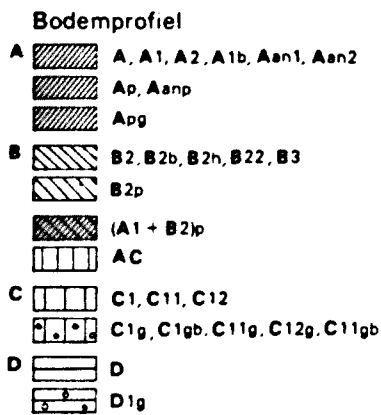
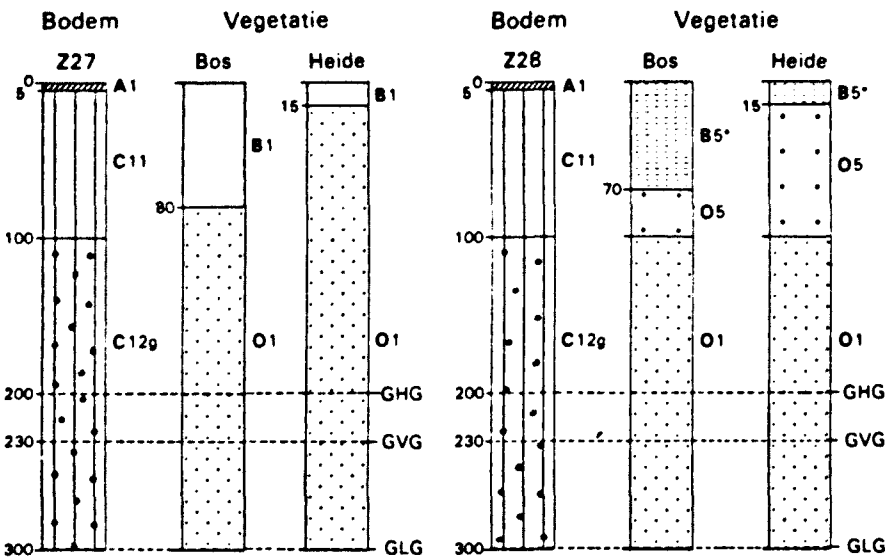
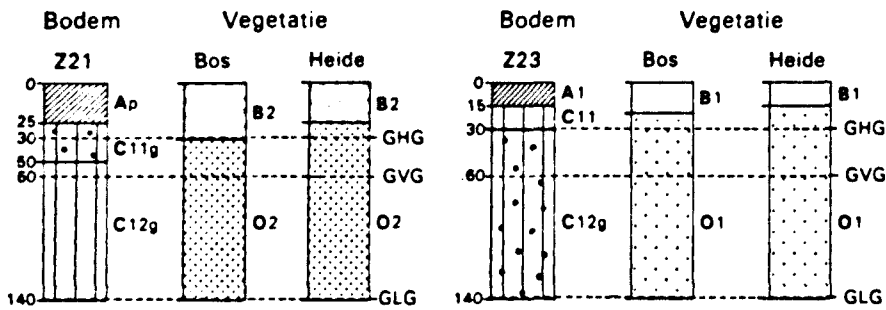
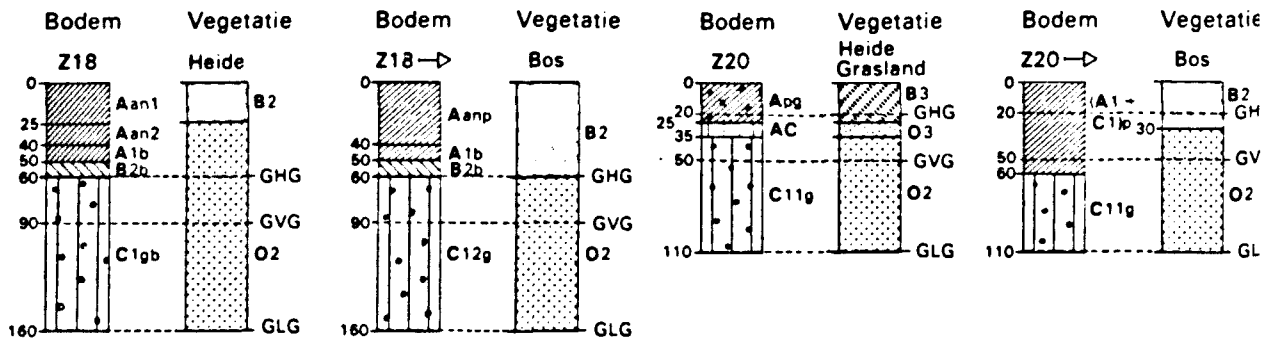
vervolg tabel 3.14

h (cm)	pF	Bouwsteen:					
		05		06		016	
		K	$\theta$	K	$\theta$	K	$\theta$
1	0.0	223.20	0.332	5.48	0.412	14.66	0.878
10	1.0	43.59	0.303	0.44	0.387	0.92	0.819
20	1.3	6.65	0.254	0.13	0.375	0.30	0.803
31	1.5	1.12	0.191	0.08	0.364	0.15	0.789
50	1.7	0.10	0.114	0.05	0.355	0.07	0.755
100	2.0	63.0E-3	0.076	2.2E-2	0.337	2.1E-2	0.709
250	2.4	31.6E-4	0.046	6.9E-3	0.303	3.1E-3	0.569
500	2.7	53.3E-5	0.035	3.0E-3	0.276	9.2E-4	0.450
1000	3.0	17.2E-6	0.027	1.5E-3	0.253	3.0E-4	0.378
2500	3.4	21.0E-6	0.020	4.3E-4	0.222	8.5E-5	0.296
5000	3.7	52.0E-7	0.016	1.9E-4	0.198	3.5E-5	0.244
10000	4.0	15.2E-8	0.012	8.4E-5	0.175	1.3E-5	0.211
16000	4.2	31.3E-8	0.010	5.4E-5	0.164	7.0E-6	0.185

Waarden van het lutum, leem en organische stofgehalte en de M50 voor de onderscheiden horizonten in de onderzochte bodemtypen zijn aangegeven in de profielschetsen in bijlage 1. Op basis hiervan zijn uit de profielschetsen zogenaamde bodenfysische profielen afgeleid zoals aangegeven in figuur 3.4. Vergelijking van de verschillende bodenfysische profielen laat zien dat er grote overeenkomsten bestaan tussen respectievelijk Z6 (grofzandige holtpodzol), Z13 (grofzandige haarpodzol) en Z28 (grofzandige duinvaaggrond enerzijds en Z12 (fijnzandige haarpodzol) en Z27 (fijnzandige duinvaaggrond) anderzijds.







Figuur 3.4 De bodemfysische schematisatie van de doorgeredene bodemprofielen

## 4.1 De jaarlijkse waterbalans

De resultaten van de waterbalans zijn in 3 processen samen te vatten, namelijk de verdamping, de waterflux aan de onderrand van het bodemsysteem en de bergingsverandering in de onverzadigde zône.

De verdamping valt uiteen in interceptie, bodemevaporatie en transpiratie. Waarden voor de interceptie, bodemevaporatie en potentiële transpiratie worden alleen bepaald door het vegetatietype middels de gewasparameters  $S_c$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  en  $f_3$ . Wat de bodemevaporatie betreft geldt dit niet slechts de potentiële waarden die alleen bepaald worden door de bodemevaporatiefraction ( $f_2$ ), maar ook de actuele waarden die haast de waarde van  $f_2$  ook door de waarde van  $\lambda$  worden bepaald. Bij de berekening van de gereduceerde potentiële evaporatie is slechts één waarde van  $\lambda$  gebruikt n.l.  $3.5 \text{ mm d}^{-1}$  (zie par. 2.2.2). In werkelijkheid zal deze waarde afhangen van het bodemtype maar hierover zijn geen gegevens. De berekende jaartotalen voor de verschillende verdampingscomponenten voor de onderscheiden vegetatietypen zijn weergegeven in tabel 4.1. Daarbij dient vermeld te worden, dat voor loofbos en grove den interceptie door de Kruidenlaag in rekening is gebracht, die resp. 5 en 10% van de neerslag bedraagt. Dit is van belang, gezien de weelderige kruidenvegetatie in deze relatief lichte, open bostypen.

Tabel 4.1 De interceptie, potentiële transpiratie en bodemevaporatie, van de doorgerekende vegetatietypen ( $\text{mm jr}^{-1}$ )

Proces	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras	Kaal
Interceptie	305.1	273.8	175.9	77.6	46.4	0.0
Transpiratie	416.6	377.9	396.5	323.7	450.1	0.0
Bodemevaporatie:						
- potentiëel	96.9	90.0	98.1	111.3	37.4	703.5
- actueel	56.4	74.5	54.7	85.3	33.1	199.3

De waarden voor interceptie en potentiële transpiratie zijn, met betrekking tot de bosvegetaties, relatief hoog voor douglas, hetgeen overeen komt met de hoge waterconsumptie van deze soort. De potentiële transpiratie bij gras is eveneens hoog, door de lage interceptie welke de transpiratie weinig reduceert, en door een relatief klein onderdeel van de bodemevaporatie in de gehele evapotranspiratie.

De evaporatie bij heide blijkt aanzienlijk te zijn, hoewel in het model de fractie van bodemevaporatie in de evapotranspiratie gedurende het groeiseizoen slechts 0.1 is (zie tabel 3.5). Deze fractie is voor grove den afwisselend 0.5 en 0.1 gedurende deze periode, terwijl toch een lagere bodemevaporatie wordt berekend. Dit is het gevolg van de keuze voor een hogere gewas-factor voor heide dan voor grove den in een korte periode voor en na het groeiseizoen (zie tabel 3.4). Het verschil in potentiële en actuele bodemevaporatie is bij kale grond enorm hoog. In tegenstelling tot begroeide grond wordt de bodemevaporatie hier niet zozeer bepaald door de bodembedekkingsgraad maar door de waarde van en het aantal opeenvolgende droge dagen.

De evaporatie van de zeer diep ontwaterde grofzandige bodems (Z6, Z13 en Z28) is iets lager dan de waarden gegeven in tabel 4.1 en bedraagt jaarlijks respectievelijk 51.0 mm, 64.6 mm en 79.2 mm voor respectievelijk douglas, grove den en heide. Dit hangt samen met de zeer geringe waterretentie van deze gronden.

De infiltratie van water aan het maaiveld kan per vegetatietype worden berekend door de interceptie van de hoeveelheid regenval ( $779.8 \text{ mm jr}^{-1}$ ) af te trekken. Feitelijk betreft dit het doorvalwater. De werkelijke infiltratie in de bodem kan vervolgens worden berekend door aftrek van de bodemevaporatie. Waarden voor respectievelijk de doorval en infiltratie zijn gegeven in tabel 4.2. Voor de grofzandige bodems Z6, Z13 en Z28 liggen de infiltratiewaarden iets hoger als gevolg van de lagere bodemevaporatie: waarden zijn respectievelijk  $423.7 \text{ mm jr}^{-1}$ ,  $441.4 \text{ mm jr}^{-1}$  en  $622.9 \text{ mm jr}^{-1}$  voor douglas, grove den en heide. De verdeling van de infiltratie over actuele transpiratie en efflux is aangegeven in tabel 4.3.

Tabel 4.2 De doorval en infiltratie ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van de onderscheiden vegetatietypen

	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras	Kaal
Doorval	474.7	506.0	603.9	702.1	733.4	779.8
Infiltratie	418.3	431.5	549.2	616.8	700.3	580.6

Tabel 4.3 De actuele transpiratie en het neerslagoverschot van de doorgerekende combinaties aan bodem en vegetatie

Bodem	Douglas		Grove den		Loofbos	
	$\text{Et}_a$	Efflux	$\text{Et}_a$	Efflux	$\text{Et}_a$	Efflux
Z5	305.6	112.6	281.8	149.7	326.3	222.9
Z6, Z13, Z28	247.3	176.4	227.5	213.6	263.3	285.9
Z8	374.7	43.6	341.6	89.9	383.4	165.8
Z8g	377.1	41.1	-	-	-	-
Z8x	369.9	48.4	-	-	-	-
Z12, Z27	328.6	89.7	297.7	133.8	340.4	208.8
Z16	323.4	94.9	293.7	137.8	336.5	212.7
Z18	332.2	86	327.4	104.1	364.5	184.8
Z20	377.8	40.5	372.7	58.8	382.5	166.7
Z21	309.1	109.2	306.0	125.5	345.9	203.4
Z23	275.1	143.2	285.1	146.9	-	-
V7	-	-	-	-	-	-

vervolg tabel 4.3

Bodem	Heide		Gras		Kaal	
	Et <sub>a</sub>	Efflux	Et <sub>a</sub>	Efflux	Et <sub>a</sub>	Efflux
Z5	285.7	331.1	-	-	-	-
Z6,Z13,Z28	229.7	393.3	-	-	-	-
Z8	268.2	348.6	-	-	-	-
Z8g	266.8	349.9	-	-	-	-
Z8x	-	-	-	-	-	-
Z12,Z27	246.4	370.3	-	-	-	-
Z16	257.6	359.1	-	-	-	-
Z18	268.4	348.4	-	-	-	-
Z20	311.5	305.3	428.0	272.3	-	-
Z21	295.3	321.5	386.1	314.2	-	-
Z23	261.7	355.1	366.7	333.6	0	580.5
V7	-	-	424.8	275.5	-	-

De actuele transpiratie (tabel 4.3) is duidelijk lager dan de potentiële opgelegde transpiratie (tabel 4.1). Daar de hoeveelheid geïnfiltreerd water gedurende het groeiseizoen lager is dan de transpiratievraag van de vegetatie, is het resulterende verdampingstekort afhankelijk van de hoeveelheid berging en de mate van capillaire opstijging. Relatief grote verdampingstekorten treden met name op bij bodem-vegetatie combinaties met een diepe grondwaterstand (lager dan Gt VI). Voor bodem Z6 met Gt VII\* wordt voor de bosvegetaties zelfs een reductie in de potentiële transpiratie berekend van meer dan 30%. De grootte van de transpiratie, en het daaruit resulterende neerslagoverschot, lijkt op jaarbasis dus vooral gedomineerd te worden door de Gt-klasse. Dit is geïllustreerd in tabel 4.4. Voor Gt-klasse V laat het voorbeeld vrij lage transpiratie-waarden zien, welke niet zondermeer verklaard kunnen worden.

Tabel 4.4 Berekende gemiddelde actuele transpiratie ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van douglas, grove den, loofbos en heide bij diverse Gt-klassen

Gt-klasse	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide
III	377.8	372.7	382.5	311.5
V	292.1	295.6	295.6	278.5
VI	363.4	334.5	374.0	267.8
VII	325.5	295.7	338.5	252.0
VII*	261.8	241.1	279.1	243.7

De jaarlijkse transpiratie tussen verschillende bodems met identieke grondwaterstanden verschilt echter weinig. Tussen bodems Z8 en Z18 (beide Gt VI) variëert het verschil tussen 24 mm (grove den) en 42 mm (douglas), en tussen Z12 en Z16 (Gt VII) van 4 mm (grove den) tot -11 mm (heide).

Verschillen in waterbalans tussen de vegetatie-typen onderling laten voor de gehele bodemreeks een vrij eenduidig beeld zien. Behalve voor de bodems Z20, Z21 en Z23, waar gras het meest transpireert, heeft loofbos voor alle andere bodems de hoogste transpiratiewaarden. Douglas verdampt minder, en bij grove den is de transpiratie het laagst. De hoge transpiratie-waarden voor loofbos zijn te herleiden uit de hoge doorval ten opzichte van de andere bosvegetaties. Ook heeft dit een hogere efflux tot gevolg. Heide lijkt door zijn relatief kleine wortelzone niet al het infiltrerende water te kunnen benutten en draineert meer water dan er verdampt wordt.

Het netto-neerslagoverschot is berekend door de actuele transpiratie af te trekken van de infiltratie onder de aanname dat de waterberging nihil is. Waarden hiervoor komen redelijk overeen met de literatuurgegevens hierover (tabel 3.3). Aangezien het interceptie verschil tussen naaldbos, loofbos en korte vegetaties (heide en gras) veel groter is dan het transpiratie verschil neemt de efflux gemiddeld toe in de richting douglas < grove den < loofbos < korte vegetaties. De gelijke efflux onder heide en gras ondanks de duidelijk (ca. 100 mm) hogere tran-

spiratie is het gevolg van de hogere interceptie en bodemevaporatie van heide waardoor dit verschil weer wordt gecompenseerd. Voor douglas bedraagt de jaarlijkse efflux slechts ca. 5% van de bruto-neerslag in bodems met een goed vochtleverend vermogen, zoals Z8 en Z20. Goed gedraineerde bodems met een diepe grondwaterstand laten een relatief hoge efflux zien, hetgeen het resultaat is van een hoge afvoer in de winter en een relatief kleine opwaartse flux in het groeiseizoen. Dit geldt voor bodems Z5 en Z6 en in mindere mate voor Z12 en Z16.

In het gekozen simulatiejaar 1973 verschillen netto-neerslagoverschot en berekende efflux soms aanzienlijk. Het verschil betreft bergingsverandering en deze is sterk afhankelijk van het bodemtype (zie tabel 4.5), dit in tegenstelling tot de transpiratie (zie boven).

Tabel 4.5 De berekende jaarlijkse waterberging (mm) op basis van het verschil tussen netto-neerslagoverschot onder de wortelzone en totale jaarlijkse efflux op 80 cm diepte

Bodem	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras
Z5	-5.9	-3.2	-0.1	17.3	-
Z6, Z13, Z28	79.4	78.4	78.2	17.7	-
Z8	39.2	40.0	40.4	62.6	-
Z8g	39.8	-	-	73.4	-
Z8x	35.5	-	-	-	-
Z12, Z27	7.1	8.4	9.6	61.5	-
Z16	7.9	8.7	11.4	40.3	-
Z18	59.0	41.7	43.0	61.0	-
Z20	-	7.0	38.6	1.2	1.2
Z21	50.5	51.1	50.8	53.6	54.2
Z23	75.3	75.7	-	76.9	77.8
V7	-	-	-	-	23.2

In de bodems Z5, Z12, Z16, Z20 en Z27 zijn de verschillen veelal vrij klein (< 10 mm) en in Z6, Z8, Z13, Z18, Z21 Z23 en Z28 vrij groot. De bergingsverschillen zijn altijd positief, resulterend in een hoger

vochtgehalte dan in de beginsituatie. In principe betekent dit dat de jaarlijkse efflux zoals die door SWATRE is berekend (zie bijlage 2) te laag is voor toepassing in het regionale verzuringsmodel omdat hierin de aanname is gemaakt dat bergingsverschillen op jaarbasis verwaarloosbaar zijn.

#### 4.2 Seizoendynamiek in de waterbalans

De seizoensdynamiek in de toevoer van regenwater via doorval wordt enerzijds bepaald door de neerslagverdeling over het jaar en anderzijds door de variatie in interceptieverdamping. Berekende doorvalwaarden in afhankelijkheid van het seizoen op basis van het neerslagjaar De Bilt 1973 zijn gegeven in tabel 4.6.

Tabel 4.6 De seizoensdynamiek in doorval van regenwater ( $\text{mm jr}^{-1}$ )

Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras	Kaal
0 - 90	70.1	79.5	95.8	113.4	122.1	124.7
90 - 180	121.0	130.3	152.0	181.2	187.8	207.7
180 - 270	124.9	125.2	151.0	172.5	177.2	195.6
270 - 365	158.7	171.0	205.1	235.0	246.3	251.8
totaal	474.7	506.0	603.9	702.1	733.4	779.8

Uit de tabel blijkt dat de doorval het laagst is in het eerste kwartaal (januari-maart), hoger en vrijwel gelijk in het tweede en derde kwartaal (april-september) en het hoogst in het laatste kwartaal (oktober-december).

De seizoensdynamiek in bodemevaporatie is gegeven in tabel 4.7.



Tabel 4.7 De seizoensdynamiek in bodemevaporatie ( $\text{mm jr}^{-1}$ )

Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras	Kaal
0 - 90	18.3	14.8	18.3	23.7	15.1	31.4
90 - 180	16.7	31.7	31.9	33.1	14.2	65.0
180 - 270	14.3	22.0	0.0	20.0	0.0	69.3
270 - 365	7.2	6.1	4.5	8.5	3.8	33.7
totaal	56.5	74.5	54.7	85.3	33.1	199.3

Ondanks de lage  $E_0$  waarden is de bodemevaporatie in het eerste kwartaal onder alle vegetaties vrij hoog, wat samenhangt met de hoge  $f_2$  waarde in deze periode (zie tabel 3.5). De bodemevaporatie is echter onder vrijwel alle vegetaties het hoogst in het tweede kwartaal. Dit hangt samen met de combinatie van een relatief hoge verdamping en hoge bedekkingsgraad in deze periode. Omgekeerd is de bodemevaporatie vrijwel overal het laagst in het laatste kwartaal als gevolg van de relatief lage verdamping en hoge bedekkingsgraad.

In het derde kwartaal is de bodemevaporatie in het algemeen gelijk aan het eerste of tweede kwartaal met uitzondering van loofbos en gras waarvoor in deze periode in het geheel geen bodemevaporatie is berekend. Dit hangt samen met de veronderstelde volledige bezettingsgraad ( $f_2 = 1.0$ ) in deze periode (zie ook tabel 3.5).

De seizoensdynamiek in de infiltratie van regenwater kan worden berekend uit het verschil in doorval en bodemevaporatie. Waarden hiervan zijn gegeven in tabel 4.8.

Aangezien de infiltratie van regenwater voornamelijk wordt bepaald door de doorval zijn ook hier de waarden het laagst in het eerste kwartaal, hoger en van gelijke orde in de twee volgende kwartalen en het hoogst in het laatste kwartaal.

Tabel 4.8 De seizoensdynamiek in infiltratie van regenwater (mm jr<sup>-1</sup>)

Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras	Kaal
0 - 90	51.8	64.7	77.5	89.7	107.0	93.4
90 - 180	104.3	98.6	120.1	148.1	173.6	142.7
180 - 270	110.6	103.2	151.0	152.5	177.2	126.3
270 - 365	151.5	164.9	200.6	226.5	242.5	218.1
totaal	418.3	431.5	549.2	616.8	700.3	580.5

Een overzicht van de berekende transpiratiewaarden op seizoensbasis is gegeven in tabel 4.9. Voor een meer gedetailleerd overzicht van de transpiratiewaarden per seizoen en per bodemlaag zij verwezen naar bijlage 2.

Tabel 4.9 De seizoensdynamiek in de actuele transpiratie (mm jr<sup>-1</sup>)

Bodem	Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras
Z5	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	161.1	143.7	144.1	138.0	-
	270	134.6	131.8	166.8	136.0	-
	365	9.9	6.4	15.4	11.7	-
	totaal	305.6	281.8	326.3	285.7	-
Z6, Z13 Z28	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	136.6	121.2	121.3	106.8	-
	270	101.2	100.2	126.7	111.2	-
	365	9.5	6.1	15.2	11.7	-
	totaal	247.3	227.5	263.3	229.7	-

vervolg tabel 4.9

Bodem	Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras
Z8	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	169.7	149.7	148.8	130.4	-
	270	195.0	185.5	219.2	126.2	-
	365	10.0	6.4	15.4	11.5	-
	totaal	374.7	341.6	383.4	268.2	-
Z8g	90	0.0	-	-	0.0	-
	180	169.7	-	-	129.8	-
	270	197.4	-	-	125.5	-
	365	10.0	-	-	11.5	-
	totaal	377.1	-	-	266.8	-
Z8x	90	0.0	-	-	-	-
	180	169.7	-	-	-	-
	270	190.2	-	-	-	-
	365	10.0	-	-	-	-
	totaal	369.9	-	-	-	-
Z12, Z27	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	163.7	143.5	144.4	119.3	-
	270	154.8	147.8	180.6	115.4	-
	365	10.0	6.4	15.4	11.7	-
	totaal	328.6	297.7	340.4	246.4	-
Z16	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	160.0	140.4	142.4	125.8	-
	270	153.4	146.9	178.7	120.3	-
	365	10.0	6.4	15.4	11.5	-
	totaal	323.4	293.7	336.5	257.6	-

vervolg tabel 4.9

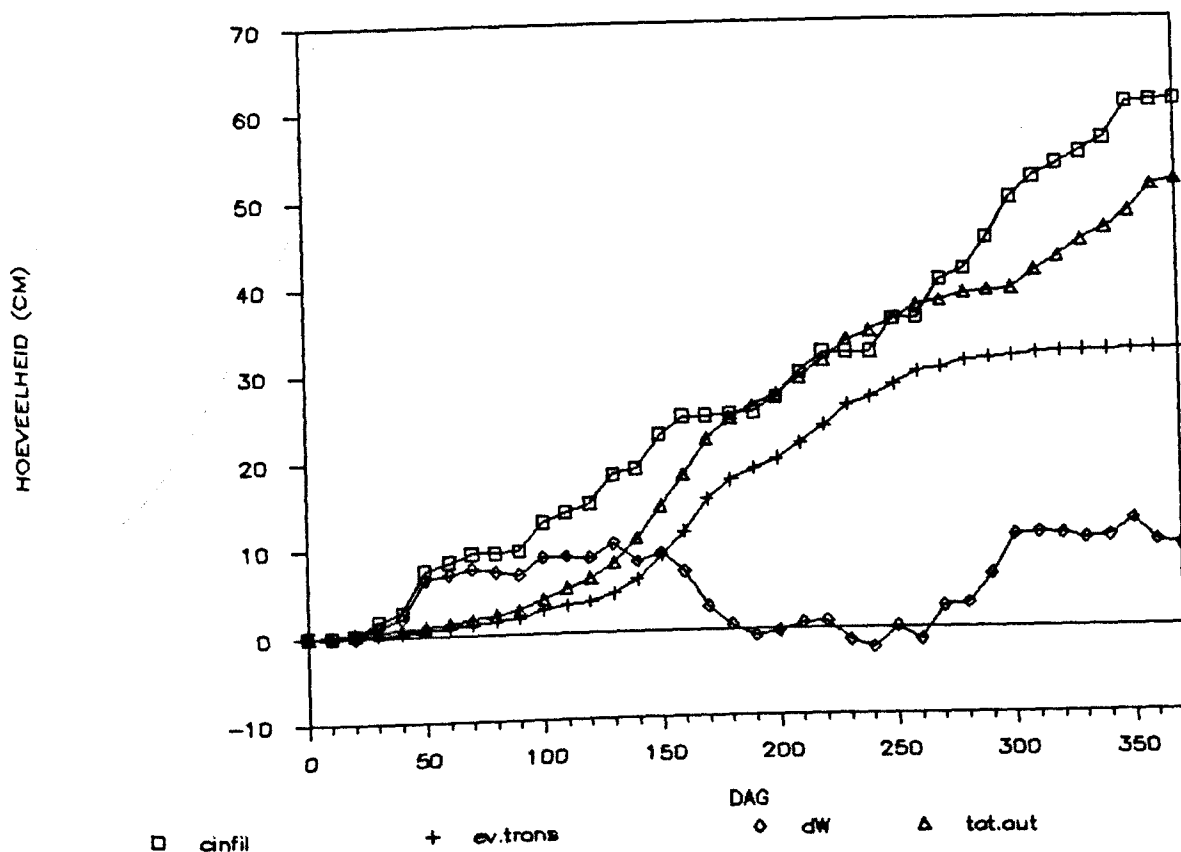
Bodem	Dagnr.	Douglas	Grove den	Loofbos	Heide	Gras
Z18	90	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	180	170.5	150.3	147.4	130.5	-
	270	151.8	170.6	201.6	126.4	-
	365	10.0	6.4	15.4	11.5	-
	totaal	332.2	327.4	364.5	268.4	-
Z20	90	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
	180	168.0	150.3	145.7	129.5	178.3
	270	199.8	216.0	221.3	170.3	221.2
	365	10.0	6.4	15.4	11.7	20.7
	totaal	377.8	372.7	382.5	311.5	428.0
Z21	90	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2
	180	163.9	143.0	141.1	138.2	185.2
	270	135.2	156.7	189.4	145.5	170.4
	365	10.0	6.4	15.4	11.6	20.4
	totaal	309.1	306.0	345.9	295.3	386.1
Z23	90	0.0	0.0	-	0.0	10.1
	180	152.6	137.7	-	126.4	175.9
	270	112.5	141.0	-	123.6	160.2
	365	10.0	6.4	-	11.7	20.6
	totaal	275.1	285.1	-	261.7	366.7
V7	90	-	-	-	-	8.6
	180	-	-	-	-	184.9
	270	-	-	-	-	210.5
	365	-	-	-	-	20.7
	totaal	-	-	-	-	424.8

Transpiratie vindt vrijwel alleen plaats in het groeiseizoen in de periode april-september (tweede en derde kwartaal). De berekende transpiratie waarden zijn in deze perioden van gelijke orde van grootte met name voor heide en gras.

De seizoensvariatie in de efflux onder vegetaties kan worden berekend door de transpiratie af te trekken van de infiltratie onder de aanname dat er geen sprake is van waterberging op seizoensbasis. Vergelijking van de transpiratie waarden (tabel 4.9) met de infiltratiewaarden (tabel 4.8) laat zien dat onder bosvegetaties de infiltratie in het tweede en derde kwartaal vrijwel altijd lager is dan de transpiratie, onder heide hoger en onder gras van gelijke orde. Wanneer de efflux dus op basis van genoemde aanname wordt berekend, concentreert ze zich volledig in de winterperiode (oktober-maart) en dan met name in de periode oktober tot december (het vierde kwartaal) waarin de infiltratie het hoogst is. In werkelijkheid is er echter wel sprake van waterberging op seizoensbasis. Het patroon in de waterafvoer is derhalve minder éénduidig (zie bijlage 2).

In het voorjaar vindt relatief weinig uitspoeling plaats. Waarden variëren van een kleine opwaartse flux (meestal) bij bodems met Gt VI tot ca. 50 mm efflux bij de bosvegetaties, en uitschieters tot 90 mm voor heide. In het tweede kwartaal laat de waarde van de efflux geen éénduidig algemeen beeld zien. Met name bij heide intensificeert de uitspoeling, maar onder sommige bosvegetaties verandert de uitspoeling in het eerste kwartaal in capillaire opstijging in het tweede kwartaal. Het omgekeerde komt echter ook voor. Pas in kwartaal drie wordt de wateronttrekking door transpiratie zodanig van invloed op de efflux dat bij alle simulaties een opwaartse flux plaatsvindt. Hiermee gepaard gaat een sterke daling in het vochtgehalte van de bovengrond met minimaal 10%. Bij de meeste simulaties is de infiltratie geringer dan de actuele evapotranspiratie in dit kwartaal, zodat de bovengrond iets uitdroogt en enige aanvulling door capillaire opstijging plaatsvindt. De opwaartse flux is bij de kwartaalcijfers in bijlage 2 te zien in de wortelzone tussen 20 en 70 cm diepte. Uitzondering hierop vormen de bodems Z21 en Z23 onder gras en heide en alle Z6-bodems. Hier zijn de transpiratiewaarden 20 tot 30 mm minder dan de infiltratie. Dit is het gevolg van

het feit dat de regenval zich concentreert in de laatste dagen van het kwartaal (vanaf dag 260), zodat transpiratie-reductie eerder in het kwartaal kon optreden door tekort aan infiltratie en geen of relatief kleine opwaartse fluxen. Dit is geïllustreerd in figuur 4.1 voor de waterbalans van loofbos op een holtpodzol.



Figuur 4.1 Cumulatieve waarden van de infiltratie, actuele evapotranspiratie, waterberging en totale waterafvoer (efflux + evapotranspiratie) voor een holtpodzol onder bos.

De verschillen in opwaartse flux tussen de bodemtypen onderling kan geïllustreerd worden aan de hand van de waarden bij douglas (tabel 4.10).

Tabel 4.10 Opwaartse fluxen (mm), berekend voor de onderrand van de wortelzone in kwartaal drie bij Douglas

Bodem :	Z5	Z6	Z8g	Z12	Z16	Z18	Z20	Z21	Z23
Flux :	18.6	8.3	84.0	34.5	32.1	24.1	82.8	42.8	25.6

Vanaf dag 260 vindt in alle bodems weer een toeneming van de berging plaats (vergelijk ook figuur 4.6). Hoewel het gemiddelde vochtgehalte van kwartaal IV 2 tot 3% lager is dan van kwartaal I, is op dag 365 de berging voor de meeste bodems in het totale profiel toch hoger dan op dag 0 (zie tabel 4.5).

Hogere gemiddelde vochtgehalten vinden we wel voor heide in kwartaal IV ten opzichte van kwartaal I, bij bodems met Gt-klasse hoger dan V, ten gevolge van vrij hoge infiltratie in kwartaal IV. Ook bij de bodems onder heide is er een positief bergingsverschil tussen dag 365 en dag 0.

#### 4.3 Het wateropname patroon en de fluxverdeling met de diepte

Interceptie en bodemevaporatie vinden respectievelijk boven en aan het maaiveld plaats. De waterontrekking uit de bodem als gevolg van transpiratie is echter verdeeld over de wortelzone. De waarden per compartiment worden bepaald door het bewortelingspatroon en de waarden van de drukhoogte over het jaar (zie par. 2.3).

In tabel 4.11 zijn de jaarlijkse wateropnamepatronen voor de doorgerekende bosbodem combinaties gegeven. De flux-verdeling met de diepte gebaseerd op dit wateropname patroon, onder de aanname dat waterberging verwaarloosbaar is, is aangegeven in tabel 4.12. Voor een volledig overzicht van het wateropnamepatroon en de fluxverdeling op seizoensbasis zij opnieuw verwezen naar bijlage 2. Wat de fluxverdeling betreft zijn in bijlage 2 andere jaartotalen gegeven omdat hier wel sprake is van een bergingsverschil over het jaar (vergelijk tabel 4.5).

Tabel 4.11 De berekende actuele transpiratie ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) als functie van de diepte voor de onderscheiden bos-bodem combinatie

BODEM	LAAG (cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z5	0-10	128.6	116.8	81.7	139.8	-
	10-20	59.7	55.3	64.9	145.9	-
	20-30	31.2	29.1	63.8	0	-
	30-50	49.6	46.5	80.7	0	-
	50-70	36.6	34.0	35.2	0	-
Z6,Z13, Z28	0-10	103.2	92.3	85.1	114.6	-
	10-20	42.1	39.1	55.9	115.1	-
	20-40	65.5	61.4	81.9	0	-
	40-60	36.5	34.8	40.9	0	-
Z8	0-10	154.8	140.7	92.1	132.6	-
	10-20	77.0	70.6	75.5	135.6	-
	20-40	82.7	75.2	137.5	0	-
	40-70	60.1	55.1	78.4	0	-
Z8g	0-10	156.1	-	-	132.0	-
	10-20	77.8	-	-	134.8	-
	20-40	83.1	-	-	0	-
	40-70	60.1	-	-	0	-
Z8x	0-10	152.6	-	-	-	-
	10-20	75.6	-	-	-	-
	20-40	81.6	-	-	-	-
	40-70	60.1	-	-	-	-



vervolg tabel 4.11

BODEM	LAAG (cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z12,Z27	0-10	128.3	113.9	79.9	121.2	-
	10-20	48.7	44.4	65.0	125.3	-
	20-40	72.3	66.7	102.8	0	-
	40-60	38.5	35.4	54.3	0	-
	60-80	40.8	37.4	38.5	0	-
Z16	0-10	130.7	116.8	81.9	127.9	-
	10-20	62.5	57.1	65.5	129.8	-
	20-40	70.6	65.2	115.9	0	-
	40-60	39.1	35.9	54.0	0	-
	60-70	20.6	18.8	19.2	0	-
Z18	0-10	131.8	122.8	103.3	132.7	-
	10-20	55.4	54.3	71.0	135.7	-
	20-40	100.1	103.6	131.2	0	-
	40-60	45.0	46.8	59.0	0	-
Z20	0-10	222.16	226.6	170.3	129.2	178.7
	10-20	117.90	110.9	135.8	-	-
	10-25	-	-	-	182.3	249.4
	20-30	37.71	35.2	76.4	-	-
Z21	0-10	177.6	133.0	191.9	117.1	155.2
	10-20	95.9	70.5	68.5	-	-
	20-25	-	-	-	178.23	230.86
	20-30	35.6	24.5	29.2	-	-
	25-40	-	-	-	0.4	0.4
	30-40	0	-	28.8	-	-
	30-50	-	53.1	-	-	-
	40-60	0	-	27.5	0.5	0.2
	50-60	-	25.1	-	-	-

vervolg tabel 4.11

BODEM	LAAG (cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z23	0-10	154.4	118.1	-	172.05	-
	0-15	-	-	-	-	216.8
	10-20	82.3	62.7	-	89.7	-
	15-30	-	-	-	-	149.9
	20-40	38.4	53.1	-	-	-
	40-60	-	51.3	-	-	-
V7	0-10	-	-	-	-	214.0
	10-20	-	-	-	-	210.8

Tabel 4.12 De fluxverdeling met de diepte (mm jr<sup>-1</sup>) voor de onderscheiden bos-bodem combinaties

BODEM	(cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z5	0	418.3	431.5	549.2	616.8	-
	10	289.7	314.7	467.5	476.9	-
	20	230.0	259.4	402.6	331.1	-
	30	198.8	230.3	338.8	-	-
	50	149.2	183.7	258.1	331.1	-
	70	112.6	149.7	222.9	331.1	-
Z6, Z13,	0	423.7	441.4	549.2	622.9	-
Z28	10	320.5	348.8	464.1	508.4	-
	20	278.3	309.7	408.2	393.3	-
	40	212.8	248.3	326.8	393.3	-
	60	176.4	213.6	285.9	393.3	-

vervolg tabel 4.12

BODEM	(cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z8	0	418.3	431.5	549.2	616.8	-
	10	263.4	290.9	457.2	484.2	-
	20	186.4	220.2	381.6	348.6	-
	40	103.7	145.0	244.2	348.6	-
	70	43.6	89.9	165.8	348.6	-
Z8g	0	418.3	-	-	616.8	-
	10	262.1	-	-	484.8	-
	20	184.4	-	-	349.9	-
	40	101.3	-	-	349.9	-
	70	41.1	-	-	349.9	-
Z8x	0	418.3	-	-	-	-
	10	265.7	-	-	-	-
	20	190.1	-	-	-	-
	40	108.5	-	-	-	-
	70	48.4	-	-	-	-
Z12,	0	418.3	431.5	549.2	616.8	-
Z27	10	289.9	317.6	469.3	495.6	-
	20	241.3	273.2	404.3	370.3	-
	40	169.0	206.5	301.6	378.3	-
	60	130.5	171.1	247.3	370.3	-
	80	89.7	133.8	208.8	370.3	-
Z16	0	418.3	431.5	549.2	616.8	-
	10	287.6	314.7	467.3	488.9	-
	20	225.1	257.7	401.8	359.1	-
	40	154.5	192.5	285.9	359.1	-
	60	115.4	156.6	231.9	359.1	-
	70	94.9	137.8	212.7	359.1	-

vervolg tabel 4.12

BODEM	(cm)	DOUGLAS	GROVE DEN	LOOFBOS	HEIDE	GRAS
Z18	0	418.3	431.5	549.2	616.8	-
	10	286.5	308.7	445.9	484.1	-
	20	231.2	254.5	374.9	348.4	-
	40	131.1	150.9	243.7	348.4	-
	60	86.0	104.1	184.8	348.4	-
Z20	0	418.3	431.5	549.2	616.8	700.3
	10	196.1	204.9	378.9	487.6	531.6
	20	78.2	94.0	243.1	-	-
	25	-	-	-	305.3	272.3
	30	40.5	58.8	166.7	305.3	272.3
Z21	0	418.3	431.5	549.2	616.8	700.3
	10	240.7	298.5	357.3	499.7	545.1
	20	144.8	228.1	288.8	-	-
	30	109.2	203.6	259.6	321.5	314.2
	40	109.2	150.6	230.8	321.5	314.2
	60	109.2	125.5	203.3	321.5	314.2
Z23	0	418.3	431.5	-	616.8	700.3
	10	263.9	313.4	-	444.7	-
	15	-	-	-	-	483.5
	20	181.6	250.8	-	355.1	-
	30	-	-	-	-	333.6
	40	143.2	197.7	-	355.1	333.6
	60	143.2	146.4	-	355.1	333.6
V7	0	-	-	-	-	700.3
	10	-	-	-	-	486.3
	20	-	-	-	-	275.5

Vergelijking van de gegevens in tabel 4.11 over de wateropname verdeling met de diepte met de tabellen 3.7 en 3.8 voor de wortelverdeling met de diepte laat een duidelijk verband zien. Het wateropname patroon is in naaldbossen sterker bovenin geconcentreerd dan in loofbos (eik) conform de veronderstelde wortelverdeling. In heide en gras is sprake van een uniform wateropname patroon wat overeenkomt met de veronderstelde uniforme wortelverdeling (zie par. 3.3).

Teneinde een indruk te krijgen van de gevoeligheid van modeluitkomsten voor veranderingen in de modelinvoer is een beperkte gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De mate waarin verschillende waterbalans termen worden beïnvloedt is onderzocht door variatie in:

- de neerslagverdeling over het jaar
- de wortelverdeling met de diepte
- het grondwaterstandsverloop over het jaar
- de waarden van bodemfysische parameters

De gevoeligheid van modeluitkomsten voor de gewasparameters  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  en  $S_c$  die de potentiële transpiratie, de potentiële evaporatie en de interceptie bepalen komt hier niet aan de orde. Daarover is reeds het nodige naar voren gebracht in par. 3.3.1. De onderzochte waterbalans termen zijn derhalve beperkt tot de actuele transpiratie, de actuele evaporatie, de waterberging en de efflux. Het accent ligt daarbij op de jaarlijkse waarden voor het gehele profiel. De simulaties zijn verder beperkt tot de combinaties van grove den op een haarpodzol (Z12) en een duinvaaggrond (Z27). Dit zijn tamelijk representatieve boseco-systemen. De belangrijkste reden voor deze keuze is echter de aanwezigheid van gegevens met betrekking tot de wortelverdeling en bodemfysische parameters via het onderzoek van van Dobben en Mulder (in prep.) op de lokaties Tongbersven (haarpodzol) en Gerritsfles (duinvaaggrond). In de volgende subparagrafen zal achtereenvolgens op de verschillende gevoeligheidsanalyses worden ingegaan.

### 5.1 Neerslagverdeling over het jaar

Twee neerslagjaren, te weten het jaar 1973 gemeten in De Bilt en het jaar 1980 gemeten te Beek, zijn doorgerekend met SWATRE om het effect van de neerslagverdeling op de waterbalans te bestuderen. De jaarlijkse hoeveelheden neerslag verschillen onderling slechts 4 mm (De Bilt 769 mm en Beek 765 mm).

In tabel 5.1 zijn de berekende waarden gegeven van de hoeveelheden infiltratie, actuele transpiratie, actuele evaporatie en de efflux op 80

cm diepte, op kwartaal- en jaarbasis. De resultaten hebben betrekking op een haarpodzol (Z12) onder grove den.

Tabel 5.1 Waterbalans termen ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) van een haarpodzol onder grove den per kwartaal en op jaarbasis voor de twee doorgerekende neerslagjaren Beek (1980) en de Bilt (1973)

Proces	Plaats	Dagnummers				totaal
		0-90	90-180	180-270	270-365	
Infiltratie	Beek	111.7	75.9	218.2	117.8	523.6
	De Bilt	80.0	144.6	130.6	169.7	524.9
Actuele transpiratie	Beek	0	116.5	172.7	3.4	292.6
	De Bilt	0	127.1	175.0	3.6	305.8
Actuele evaporatie	Beek	9.8	34.6	9.3	10.6	64.3
	De Bilt	12.5	36.1	14.2	15.5	78.3
Efflux	Beek	-51.3	+21.4	+24.8	-112.6	-103.1
	De Bilt	-53.5	-44.2	+97.4	-109.8	-110.1

Op kwartaalbasis blijkt het verschil in neerslagverdeling met name invloed te hebben op de verdeling van de infiltratie over het jaar alsmede de efflux in de zomermaanden (dagnr. 90-270). De verschillen in actuele transpiratie en bodmevaporatie zijn beduidend kleiner, hoewel de ingevoerde Penman-open-water-verdamping tussen de twee jaren relatief een groter verschil te zien gaf.

Op jaarbasis lijkt de verdeling van neerslag en verdamping geen grote invloed te hebben op de waterbalans. Zo verandert de transpiratie slechts met 4.4%, de evaporatie met 19.6% en de efflux met 6.6%. Wel is het verschil in bergingsverandering relatief fors, als gevolg van lagere verdampingscijfers en effluxwaarden bij Beek. De totale evapotranspiratie en efflux bedraagt voor Beek 1980 namelijk ca. 460 mm terwijl dit bij voor de Bilt 1973 ca. 484 mm is. Als gevolg hiervan is de jaarlijkse waterberging voor Beek ca. 64 mm terwijl dit voor de Bilt ca. 40 mm is. Resumerend kan gesteld worden dat een verandering in de neerslagverdeling bij gelijke neerslag-jaartotalen tot relatief grote verschillen in

berging en efflux per seizoen leidt maar dat de jaarlijkse waterbalans nauwelijks wordt beïnvloedt.

## 5.2 Wortelverdeling met de diepte

De invloed van de verdeling van de wortelbiomassa met de diepte is onderzocht door een vergelijking te maken tussen gesimuleerde, actuele transpiratie-onttrekking van profielen met:

- een gestandaardiseerde wortelverdeling met de diepte (zie par. 3.3.2)
- een wortelverdeling met de diepte zoals gevonden in de haarpodzol in Tongbersven (van Dobben en Mulder, in prep.)
- een uniforme verdeling van wortels binnen de wortelzone.

De transpiratie-vraag, de sink-term, is in alle gevallen identiek. De actuele transpiratie kan in droge zomermaanden door lage vochtgehalten en lage conductiviteiten in bepaalde delen van de wortelzone echter aanzienlijk kleiner zijn dan de potentiële transpiratie. De wortelverdeling speelt bij dit proces een grote rol. Tabel 5.2 geeft de transpiratie per bodemlaag weer van de vergeleken simulaties.

Tabel 5.2 Transpiratie-onttrekking aan een haarpodzol onder grove den (mm per jaar) voor een gestandaardiseerde, een gemeten en een uniforme wortelverdeling

Diepte (cm)	Gestandaardiseerd		Gemeten		Uniform	
	mm jr <sup>-1</sup>	%	mm jr <sup>-1</sup>	%	mm jr <sup>-1</sup>	%
0-10	113.9	38.2	120.0	39.2	35.6	12.9
10-20	44.4	14.9	46.1	15.1	35.7	13.0
20-40	66.7	22.5	69.5	22.7	65.9	23.9
40-60	35.4	11.9	35.1	11.5	64.3	23.3
60-80	37.4	12.5	35.1	11.5	74.5	26.9
	-----	-----	-----	-----	-----	-----
totaal	297.7	100	305.7	100	275.9	100



Uit tabel 5.2 blijkt dat er nauwelijks verschillen zijn tussen de totale transpiratie en de transpiratieverdeling over de wortelzone tussen de gestandaardiseerde- en de gemeten wortelverdeling.

Opvallend is echter dat bij een realistische wortelverdeling (gestandaardiseerd of gemeten) de actuele transpiratie hoger is dan bij een uniforme verdeling. In de zomermaanden blijkt bij invoer van een realistische wortelverdeling een hogere opwaartse waterflux plaats te vinden in vergelijking tot de blokverdeling te weten ca. 97 mm tegenover ca. 44 mm. Dit hangt waarschijnlijk samen met de betere conductiviteit in de bodems met een realistische wortelverdeling omdat hierin het vochtgehalte onder in de wortelzone ca. twee maal zo hoog is als bij de blokverdeling.

Concluderend kunnen we stellen, dat bij een uniforme wortelverdeling in totaliteit minder transpiratie optreedt, waarbij de onttrekking zich meer onder in de wortelzone afspeelt, terwijl bij een actuele wortelverdeling meer transpiratie optreedt, waarbij meer onttrekking bovenin de wortelzone plaatsvindt.

### 5.3 Grondwaterstandsverloop over het jaar

De effecten van een verschillend grondwaterstandsverloop op de waterbalans van de haarpodzol (Z12) zijn onderzocht door vergelijking van:

1. De Gt-index methode met een grondwaterstandsverloop behorende bij Gt VII. Dit is als uitgangspunt gekozen voor de berekening van de waterbalans (zie par. 3.4.2).
2. De Q-h relatie van Ernst & Feddes (1979), waarbij de grondwaterstand-afvoerrelatie voor Gt VII is gebruikt, na optimalisatie van de parameters. Deze optimalisatie had als richtlijn de minimalisatie van het vochtbergingsverschil tussen begin en einde van het berekende jaar 1973 van De Bilt (zie par. 3.4.1).
3. De Gt-index methode, maar met een grondwaterstandsverloop behorende bij een Gt VII\*. Onder Z12 komt namelijk naast Gt VII (dominerend) ook Gt VII\* voor.

4. Simulatie met als uitgangspunt vrije drainage. Voor deze vergelijking is gekozen, omdat vermoedelijk in de vroege zomer bij een inzigingsprofiel al snel transpiratie reductie door vochttekort optreedt, terwijl bij een opgelegde grondwaterstand relatief meer water resteert voor de wortels.

De resultaten zijn weergegeven in tabel 5.3.

Tabel 5.3 Waterbalans van de haarpodzol onder grove den ( $\text{mm jr}^{-1}$ ), bij verschillende grondwaterstandsverlopen over het jaar

Proces	Gt-index, Gt VII	Q(h)	Gt-index, Gt VII*	Vrije drainage
transpiratie	305.7	324.2	254.4	241.2
bodem-evaporatie	78.3	78.6	78.0	78.2
efflux	110.1	117.6	195.3	215.0
berging (0-100cm)	30.8	4.6	-2.9	-9.5

Vergelijking van de Q(h) relatie met de uitgangssituatie (Gt-index, Gt VII) laat een relatief klein transpiratieverschil zijn. De hogere transpiratie bij toepassing van een Q(h) relatie is het gevolg van het niet opleggen van een grondwaterstand waardoor hier in de loop van de zomer minder snel transpiratie-reductie optreedt. De waterbalans berekend met de Q(h) functie, heeft tevens een aanzienlijk lager bergingsverschil op jaarbasis dan de uitgangssituatie (Gt VII indexmethode). Dit hangt samen met het kleinere grondwaterstandsverschil tussen begin en einde van de simulatie. Als gevolg hiervan is de efflux bij toepassing van de Q(h) relatie toch hoger dan de uitgangssituatie ondanks een hogere transpiratie. Bij diepere grondwaterstanden (Gt VII\* en vrije drainage), zijn een negatief bergingsverschil en een grotere efflux, gekoppeld aan lage transpiratie-waarden, de belangrijkste verschillen met de uitgangssituatie. De verschillen tussen Gt VII\* en vrije drainage onderling zijn heel gering.

#### 5.4 Bodemfysische parameters

De gebruikte waarden voor bodemfysische parameters per bodemtype en bodemlaag zijn in deze studie ontleend aan de Staring-reeks (zie par. 3.5). De gebruikte gegevens per bouwsteen zijn gemiddelden van vele bepalingen waarbij voor de doorlatendheid gebruik is gemaakt van de hetslucht-methode (zie Wösten et al., 1987). Bij deze invoergegevens staan de volgende punten ter discussie:

1. De meeste bovengronden, zoals beschreven in de Staring-reeks, zijn cultuurgronden die geploegd worden. Dit betekent ondermeer een verbetering in hoeveelheid organische stof, sortering en vermindering van het aantal zeer grote poriën. Deze factoren kunnen de berging verbeteren en de vochtleverantie verhogen ten opzichte van een ongestoorde bosgrond.
2. De onverzadigde doorlatendheid lijkt onder veldomstandigheden veel lager te zijn, dan uit laboratorium-proeven mag worden verwacht. Zo bleken met SWATRE gecalibreerde K-waarden op vochtspanningen uit veldwaarnemingen, 10 tot 100 maal lager te zijn dan K-waarden, welke met de 2-platen-methode (Klute, 1972) bij een vochtspanning van -10 cm waren bepaald, (van Grinsven et al., 1987).

Het is dus waarschijnlijk dat zowel de waterberging ( $\theta(h)$ -relatie) als de doorlatendheid ( $K(h)$  relatie) in de bosesystemen onder veldomstandigheden veel ongunstiger zijn dan de waarden uit de Staringreeks. De invloed van de bodemfysische parameters is onderzocht voor de bodems Z12 en Z27, door de standaard simulaties te vergelijken met simulaties waarbij de bodemfysische eigenschappen van een ongestoorde haarpodzol (Tongbersven, West Brabant) en duinvaaggrond (Gerritsfles stuifzand) zijn ingevoerd. Laatstgenoemde eigenschappen zijn gecalibreerd met veldwaarnemingen van het hydrologisch jaar 1983/1984 (van Dobben en Mulder, in prep.). Uit gemeten vochtgehalten en vochtspanningen in de beide ongestoorde bodemprofielen zijn veld-retentie-curven samengesteld. Deze veld-curven gaven een geleidelijker verloop te zien dan de in het laboratorium bepaalde desorptie-curve, en resulteerden in hogere vochtgehalten bij hoge pF-waarden.

De resultaten van de simulaties zijn aangegeven in tabel 5.4.

Tabel 5.4 De jaarlijkse transpiratie, bodemevaporatie, efflux en waterberging ( $\text{mm jr}^{-1}$ ) onder een haarpodzol (Z12) en een duinvaaggrond (Z27) bij gebruik van gestandaardiseerde en gemeten bodemfysische gegevens

Proces	Z12		Z27	
	Staring-reeks	Tongbersven gemeten	Staring-reeks	Gerritsfles gemeten
Transpiratie	254.4	234.0	241.2	163.4
Bodemevaporatie	78.0	72.1	78.2	73.3
Efflux (80 cm)	160.5	211.2	215.0	261.9
Berging	+31.9	+7.6	-9.5	-26.3

Uit de tabel blijkt dat er sprake is van een duidelijk hogere transpiratie (en derhalve een lagere efflux) bij gebruik van bodemfysische eigenschappen uit de Staringreeks ten opzichte van de genoemde veldgegevens. Voor de duinvaaggrond (Z27) is het verschil erg uitgesproken, terwijl voor de haarpodzol (Z12) het verschil kleiner is. Bovendien worden de verschillen bij bodem Z12 deels veroorzaakt door het grondwaterstandsregime. Vrije drainage gebruikt voor Tongbersven resulteert in een hogere efflux en een kleiner bergingsoverschot dan de Gt VII\* klasse gebruikt voor de standardsituatie. De forse transpiratie tekorten van Gerritsfles ten opzichte van de standaard Z27-bodem is met name het gevolg van een veel lager waterbergend vermogen van deze grond in vergelijking tot de Staringreeks.

De lagere transpiratie in bossen bij gebruik van gecalibreerde veldmetingen voor  $K(h)$  en  $\theta(h)$  relaties in vergelijking tot waarden uit de Staringreeks is ook gevonden voor vergraven bosprofielen (Reurslag, in voorber.). Dit geldt met name voor de droge gronden (Gt VII en VII\*). In een bodemkundig-agrohydrologisch onderzoek in Midden- en Oost-Brabant is eveneens geconstateerd dat het gebruik van gebiedseigen bodemfysische relaties tot een lagere transpiratie leidt dan de waarden uit de Staringreeks (van Holst et al., 1988).



De doelstelling van dit onderzoek was het berekenen van de jaarlijkse waterbalans (wateropname patroon, fluxverdeling en vochtverloop) voor een aantal bos-bodem-eenheden in Nederland als gegevens-invoer voor een regionaal bodemverzuringmodel. Om een indruk te krijgen van de orde van grootte van de variatie in het vochtgehalte en de waterflux gedurende het jaar zijn tevens de cijfers op kwartaalbasis gegeven.

De keuze van het gebruikte neerslagjaar is zorgvuldig geweest en benadert redelijk een gemiddeld neerslagjaar in Nederland. De vergelijking met een ander neerslagjaar met gelijke jaarsom maar een andere neerslagverdeling wijst uit dat op jaarbasis de verschillen zeer gering zijn, zowel voor bodems met een laag als hoog vochtbergend vermogen. De seizoensdynamiek verschilt echter aanzienlijk. De modeluitvoer op seizoensbasis mag derhalve echter niet als representatief voor het betreffende bos-bodem-systeem worden beschouwd en geeft slechts een orde van grootte. Tevens is het bergingsverschil tussen begin en einde van de simulatie afhankelijk van de neerslagverdeling en de Penman-verdamping over het jaar. Voor het bestuderen van seizoensfluctuaties en het verdisconteren van grote jaarlijkse bergingsverschillen verdient het aanbeveling om met tijdreeksen van minimaal 30 jaar te rekenen. Vervolgens kan een range aangegeven worden waarbinnen de toestandsvariabele van jaar tot jaar varieert, in een bepaald seizoen.

Uit diverse wortelstudies (zie o.a. Hiege, 1985) lijkt het algemene beeld te bestaan van voornamelijk in de bovengrond aanwezige wortels, met een lineair afnemende biomassa met de diepte. Deze studie heeft zich aan die gegevens gehouden. Er is geen uitvoerige gevoeligheidsanalyse verricht met betrekking tot gewasspecifieke factoren zoals crop factor en interceptiecapaciteit. Dit viel niet binnen het bestek van dit onderzoek, maar lijkt van belang gezien de soms grote verschillen in waterbalans tussen de verschillende vegetatie-typen. Er zijn helaas slechts weinig in-situ metingen verricht aan gewasspecifieke hydrologische processen. Het verdient aanbeveling diverse simulatie-runs uit te voeren indien de range van de betreffende gewas-parameters bekend is.

De invloed van de grondwaterstand op de waterbalans is veelal dominerend. Doordat de grondwaterstand, net als de neerslag, een sterke variatie in de tijd vertoont, is het moeilijk om een representatief rekenjaar te kiezen. Toch is gekozen voor een realistisch grondwaterverloop in het neerslagjaar 1973, omdat berekening via een afvoerrelatie geen bevredigende resultaten opleverde. Grondwaterstanden zullen sterk verschillen tussen gronden met een gereguleerd polderpeil en bijvoorbeeld wegzijgingsprofielen. Bij de interpretatie van de modeluitvoer zal hier steeds rekenschap van moeten worden gegeven.

De bodemfysische eigenschappen beïnvloeden in belangrijke mate het vochtgehalte en de fluxverdeling, hetgeen op jaarbasis tot uiting komt in verschillende waarden voor evapotranspiratie en efflux. Bodems met een hoge bergingscapaciteit als Z18 en Z20 verhogen de actuele transpiratie. De gebruikte bodemeigenschappen, die afkomstig zijn uit de Staringreeks (zie Wösten et al., 1987), zijn naar alle waarschijnlijkheid over het algemeen te gunstig voor bosgronden, ongeacht of ze vergraven zijn of niet, waardoor een te hoge transpiratie en een te lage efflux wordt berekend. Dit geldt met name voor de drogere gronden.

Resumerend kunnen we stellen, dat deze studie een redelijke benadering geeft van de gemiddeld jaarlijkse waterbalans van bos- en heide ecosystemen, waarbij wel rekening gehouden moet worden met de mogelijkheid dat de transpiratie in droge gronden is overschat. Voor de bestudering van de lange termijn effecten van zure depositie op de bodem leveren de jaartotalen van de diverse processen echter een waardevolle bijdrage.

## LITERATUUR

- Belmans, C., J.G. Wesseling and R.A. Feddes, 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil providing different types of boundary conditions: SWATRE. J. Hydrol. 63: 271-286
- Bloemen, G.W., 1980. Calculation of hydraulic conductivities of soils from texture and organic matter. Z. Pflanzenernähr. Bodemk. 143: 581-605
- Bouma, J., 1979. Overzichtskaarten met betrekking tot een aantal aspecten van de waterhuishouding in Gelderland. STIBOKA-rapport 1434
- Brechtel, H.M., 1980. Bestimmung der Menge und Tiefe des Bodenwasser-Aufbrauches von Waldbestände auf Lockersediment-Standorte mit abgesenktem Grundwasser; Hessische Forstliche Versuchsanstalt (IUFRO-Vortrag)
- Brechtel, H.M. und F. Lehnardt, 1982. Einfluss der Grundwasseradsenkung auf Waldstandorten; Hesische Forstliche Versuchsanstalt
- Brechtel, H.M. und G. Scheele, 1982. Erwirtschaftung von Grundwasser durch land- und forstwirtschaftlichen Massnahmen; Hessische Forstliche Versuchsanstalt
- De Vries, W., 1987. A conceptual model for analysing soil and groundwater acidification on regional scale. In: Proc. Int. Sympos. Acidification and water pathways, Bolkesjø 4-5 may, Norwegian National Committee for Hydrology (ISBN 82-554-0486-4): 185-194
- De Vries, W., M.J.P.H. Waltmans, R. van Versendaal en J.J.M. van Grinsven, 1988. Aanpak, structuur en voorlopige procesbeschrijving van een bodemverzuringmodel voor toepassing op regionale schaal. STIBOKA-rapport 2014



- De Vries, W. en J. Kros, 1989. De lange termijn effecten van verschillende depositiescenario's op de bodemvochtsamenstelling van representatieve bosecosystemen. STIBOKA-rapport 2050
- Ernst, L.F. en R.A. Feddes, 1979. Invloed van grondwateronttrekking voor beregening en drinkwatervoorziening op de grondwaterstand. ICW-nota 1116
- Feddes, R.A., P. Kowalik and K. Kolinska-Malinka, 1976. Simulation of field water uptake by plants using a soil water extraction function. J. Hydrol. 31: 13-26
- Feddes, R.A., P.J. Kowalik and H. Zaradny, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. PUDOC, Wageningen
- Feller, M.C., 1981. Water balances in Eucalyptus regnans, Eucalyptus obliqua and Pinus radiata forests in Victoria; Australian Forestry 44: 153-161
- Hiege, W., 1985. Wasserhaushalt von Forsten und Wälder und der Einfluss des Wassers auf Wachstum und Gesundheit von Forsten und Wälder: eine Literaturstudie. Rapport 7a, Studiecommissie Waterbeheer Natuur Bos en Landschap, Utrecht.
- Hoogland, J., 1981. Een verbeterd simulatiemodel voor de wateropname van landbouwgewassen. ICW-nota 1239
- Klute, A., 1972. The determination of the hydraulic conductivity and the diffusivity of unsaturated soils. Soil Sci. 113: 264-276
- Krabbenborg, A.J., J.N.B. Poelman en E.J. van Zuilen, 1983. Standaardvochtkarakteristieken van zandgronden en veenkoloniale gronden. STIBOKA-rapport 1680.

- Leyton, L., E.R.C. Reynolds and F.B. Thompson, 1967. Rainfall interception in forest and moorland. In: W.E. Sopper and H.W. Lull (Eds.): Forest hydrology: Intern. symposium on forest hydrology. Pergamon, Exford: 163-178.
- Ligthart, W.N.K., 1986. Veldonderzoek naar de relaties tussen zure depositie, bodemeigenschappen, wortelgroei en mycorrhizagroei in enkele opstanden van grove den op zandgrond in Nederland. Doct. scriptie, Vakgroep Bosteelt, LU Wageningen.
- Massmann, W.J., 1983. The derivation and validation of a new model for the interception of rainfall by forests. Agric. meteorol. 28:261-286.
- Mitscherlich, G. und W. Moll, 1970. Untersuchungen über die Niederslags- und bodenfeuchtigkeitsverhältnisse in einige Nadel- und Laubholzbeständen in der Nähe von Freiburg/Br. A.F.J.Z. 141(3): 49-60.
- Oterdoom, H., E. Dik, C. van Doorn en C. Hendriksen, in voorber.. De indirecte effecten van atmosferische depositie op de vitaliteit van Nederlandse bossen. 3. Karakterisering van de naaldsamenstelling, groei, vitaliteit en doorworteling van het bodemprofiel van acht douglasopstanden. Concept-rapport 18-2. Nationaal Programma Zure Regen.
- Reurslag, A., in voorber. De indirecte effecten van atmosferische depositie op de vitaliteit van Nederlandse bossen. 4. Simulatie van de waterbalans in acht Douglasopstanden met behulp van SWATRE. Stiboka rapport, in concept.
- Roberts, J., 1980. Seasonal changes in leaf area, stomatal and canopy conductances and transpiration from bracken below a forest canopy. J. Appl. Ecol. 17: 402-422.
- Roberts, J., 1983. Forest transpiration: A conservative hydrological process? J. Hydrol. 66:133-141.

- Van Breemen, N., W.J.F. Visser and Th. Pape, 1988. Biogeochemistry of an oak-woodland ecosystem in the Netherlands affected by acid atmospheric deposition. Agric. Res. Rep. no. 930 (ISBN 90 220 0942-4), PUDOC, Wageningen, the Netherlands.
- Van Dobben, H.F. and J. Mulder, in prep. Impact of acid atmospheric deposition on oligotrophic ecosystems part II: Biogeochemistry and hydrology of moorland pools and surrounding upland areas.
- Van Grinsven, J.J.M., N. van Breemen and J. Mulder, 1987. Impacts of acid atmospheric deposition on woodland soils in the Netherlands: I. Calculation of hydrological and chemical budgets. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 1629-1634.
- Van Holst, A.F., W.J.M. te Riele en B.J. Bles, 1988. Bodemkundig-agrohydrologisch onderzoek Midden- en Oost-Brabant. Bodemkundig-hydrologische inventarisatie en modelberekeningen van vochttekorten en relatieve opbrengsten. STIBOKA-rapport 1854.
- Van Lanen, H.A.J., 1985. Grondwaterstand-afvoerrelaties als randvoorwaarde voor bodemvochttekort berekeningen met onverzadigde grondwaterstandstromingsmodellen. Cult. Techn. Tijdschrift 25(3): 185-195.
- Wösten, J.H.M., M.H. Bannink en J. Beuving, 1987. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. STIBOKA-rapport 1932.
- Whitehead, D. and P.J. Jarvis, 1981. Coniferous forests and plantations; waterdeficits and plant growth. Vol. 6: Woody Plant Communities Press. Ltd.
- Zinke, P.J., 1967. Forest interception studies in the United States. In W.E. Sopper and H.W. Lull (Eds.): Forest hydrology: Intern. Symposium on Forst Hydrology. Pergamon, Oxford: 137-161.

BIJLAGE 1

PROFIELSCHETSEN VAN DE ONDERSCHIEDEN BODEMEENHEDEN

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenhed	Volgnr.	GHG cm - mv	GLG cm - mv	GVG cm - mv	Bew. Diepte cm	Opstell
V <sub>7</sub>		20 10 - 50	110 70 - 160	50 -	20 10 - 40	VRS

omschr.: Dieruengronden in veenmosveen

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Vs, Av <sub>0</sub>
toevoeging	
G+	II, III, (VI)
Vegetatie	heide, grasland

PROFIELOPBOW

Laag Nr.	HORIZONT		Org. STOF %	STOF aard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)			lutum %	leem %	M50 µm				
1	A <sub>1</sub>	0-5	62	S	-	-	-			152	
2	C <sub>11</sub>	5-50	78	S	-	-	-			152	veenmosveen
3	C <sub>12</sub>	50-110	95	S	-	-	-			152	veenmosveen
4											
5											
6											
7											
8											

opm.: geldt voor de gronden in het oosten van het land.

# DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z5	1	200 100 - 300	300 200 - 500	230 -	bos - heide 70 20	VRS

omschr.: hultpodzolgronden en vorstlosraggronden; fijn zand

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	Y <sub>21</sub> , Y <sub>2b</sub> , <u>Y<sub>23</sub></u> , Y <sub>23b</sub> , (Z <sub>b21</sub> ), Z <sub>b23</sub> , (B <sub>2d23</sub> , B <sub>2d24</sub> )
toevoeging	
Gt	VII, VII*
Vegetatie	bos en heide

## PROFIELOPBOW

Horizont	Org. Stof	Textuur	Kalk	Rij-	Geol.	Opmerkingen				
							code	diepte (cm)	%	aard/veen-soort
Ap	2 1-6	5 3-7	22 10-35	150 130-170	1	410				
B <sub>2</sub>	1	5 3-7	22 10-35	150 130-170	1	410	bij een deel van de gronden een zwak ontwikkelde B <sub>2</sub>			
C <sub>1</sub>	0,3	3 1-7	13 5-35	160 130-180	1	410	met dunne ijzerbandjes; plaatselijk zeer steek Lemig			

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenheid	Vlgnr.	GHG cm - mv	GLG cm - mv	GVG cm - mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Zb	1	<u>1000</u> 100 - 2000	<u>2000</u> 200 - 3000	<u>1000</u> -	bos heide 60 15	VRS

omschr.: holtputzolagonden en vorstwaaggonden; grof zand

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Y <sub>30</sub> , Zb <sub>30</sub>
toevoeging	g...
Gt	VIII, VII*
Vegetatie	bos en heide

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF		TEXTUUR			Kalkrij-klasse	pings-klasse	Geol.-form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/veen-soort	Leem %	Leem %	M 50 $\mu$ m				
1	A <sub>1</sub>	0-15	4 1-6		5 3-7	16 10-40	250 210-500	1		b <sub>30</sub>	met fijn grind; bij bouwland is de A <sub>1</sub> 20 à 30 cm
2	B <sub>2p</sub>	15-40	1		5 3-7	16 10-40	250 150-500	1		b <sub>30</sub>	met fijn grind; iets verwerkt
3	B <sub>3</sub>	40-60	0,5		5 3-7	16 10-40	250 150-500	1		b <sub>30</sub>	met fijn grind
4	C <sub>11</sub>	60-2000	0,5		4 3-7	10 5-30	250 150-500	1		b <sub>30</sub>	met grind
5											
6											
7											
8											

opm.: Op plaatsen waar gestuwde lagen doorgaan, varieert op korte afstand de textuur van grindrijk, leemarm, zeer grof zand tot steek leemig, zeer fijn zand of soms leem. Lang de maas liggen grofzandige rivierafzettingen (Geologische formatie 330).

SOORTENIATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaart-eenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z3	1	60 30 - 80	160 100 - 200	90 -	20 20 - 50	VRS

omschr.: klei- en zandgronden; fijn zand; grondwater matig diep en vrij diep

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	Hn 2, Hn 23, (p2n 2, p2n 23)
bevoeging	
G+	(III*) IV, V*, VI
Vegetatie	heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		ORG. STOF %	AARD/ VEEN- SOORT	TEXTUUR			Kalk- klasse	Rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)			LEEM %	LEEM %	M 50 µm				
Ap	0-20	5 2-12		3 2-6	16 5-40	160 130-180			het org. stofgehalte is in het noorden het hoogst.	
B2	20-60	2 1-6		3 2-6	16 5-40	160 130-180				
B3	60-70	2 1-6		3 2-6	16 5-40	160 130-180				
C <sub>11g</sub>	70-100	0,5		3 2-6	12 5-45	160 130-180				
C <sub>12g</sub>	100-160	0,5		3 2-6	10 5-45	160 130-180				

De variatie in profielopbouw is groot, er komen geheel zwak lemige of sterk lemige profielen voor, maar ook zwak lemige profielen met een sterk lemige ondergrond of sterk lemige profielen met een zwak lemige ondergrond. Tevens zijn er dieper dan 20 cm keileem of andere oude klei, of grof zand en of t. heuvelen.



# DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenhed	Vlg.nr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opstella
Z8 →	1	60 30-80	160 140-200	90 -	70 40-80	VRS

omschr.: Deldpootzandgronden; fijn zand; grondwater matig diep en vrij diep;  
vergeven en/of geëgaliseerd

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hn21, Hn23 (p202, p203)
toevoeging	... →, ... ←
Gt	V*, VI
Vegetatie	Bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	Leem %	Leem %	M50 µm				
1	(A1+B2) p	0-60	3 2-6		3 2-4	14 10-20	160 150-180	1		410	verwerkt
2	B3	60-70	1		3 2-4	14 10-20	160 150-180	1		410	
3	C1g	70-160	0.5		3 2-4	10 5-20	160 150-180	1		410	
4											
5											
6											
7											
8											

opm: \_\_\_\_\_

# DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Vlg.nr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenhed		cm-mv	cm-mv	cm-mv	cm	
Z8g	1	60 30-80	160 100-200	90 -	20	VRS

omschr.: Deldpodzolgeonden; fijn zand; grondwater matig diep en vrij diep; grf zand en/of grind beginnend tussen 40 en 120 cm

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hn 21, Hn 23 (p20 21, p20 23)
toevoeging	...g
Gt	(III*), IV, V*, VI
Vegetatie	heide

## PROFIELOPBOW

Horizont	Org. Stof	TEXTUUR			Kalk	Rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
		%	Leem %	M50 µm				
code	diepte (cm)	%	Leem %	M50 µm	klasse	klasse	form.	
Ap	0-20	5 2-10	3 2-6	16 5-40	160 130-180	1	410	
B2	20-60	2 1-6	3 2-6	16 5-40	160 130-180	1	410	
B3	60-70	2 1-6	3 2-6	16 5-40	160 130-180	1	410	
C1g	70-100	0.5	3 2-6	10 5-30	160 140-180	1	410	
D1g	100-160	0.5	2 2-4	8 5-25	300 190-402	1	330	grindrijk; langs de stuwwallen hellingafzettingen

: de dikte van de grindlagen in de ondergrond kan enig verschillen

## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenheden	Volgenr.	GHG cm - mv	GLG cm - mv	GVG cm - mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z8g →	1	$\frac{60}{30-80}$	$\frac{160}{100-200}$	$\frac{90}{-}$	$\frac{70}{-}$	

omschr.: Lekpodzolgronden, fijnzand, grondwater matig diep en zeer diep, geel zand en/of grind beginnend tussen 40 en 120 cm

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hn 21, Hn 23 (pZn 21, pZn 23)
toevoeging	... g
Gt	(III*), IV, V*, VI
Vegetatie	Bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk- klasse	Rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	zand %	leem %	M50 µm				
1	(A+B <sub>2</sub> ) <sub>p</sub>	0-60	3		3 2-6	16 5-40	160 130-180	1		410	
2	B <sub>3</sub>	60-70	2 1-6		3 2-6	16 5-40	160 130-180	1		410	
3	C <sub>1g</sub>	70-100	0.5		3 2-6	10 5-30	160 140-180	1		410	
4	D <sub>1g</sub>	100-160	0.5		2 2-4	8 5-25	300 190-402	1		330	grindrijk, langs de stuwvallen hellingafzettingen
5											
6											
7											
8											

opm.: de dikte van de grindlagen in de ondergrond kan enig verschillen

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgenr.	G HG	GLG	G VG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z 8x	1	bo 30-70	lbo 100-300	so -	20 -	VRS

omschr.: Veldpodzolgronden: fijn zand; grondwater matig diep en vrij diep; keileem en/of andere oude klei beginnend tussen 40 en 120 cm.

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	Hn 21, Hn 23 (pzn 21, pzn 23)
toevoeging	... x, ... t
Gt	(III*), (IV), (V), V*, VI
Vegetatie	heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		Org. STOF		TEXTUUR			Kalk	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	lutum %	leem %	M 50 µm	klasse			
Ap	0-20	5 4-10		5 3-7	18 10-35	100 140-180	1		410	
B2	20-60	2 2-6		5 3-7	18 10-35	100 140-180	1		410	
B3	60-70	2 2-6		5 3-7	18 10-35	100 140-180	1		410	
Ctg	70-100	0,5		3 3-7	10 5-35	100 140-180	1		410	
D	100-160	0,2		15 10-30	30 20-40	100 160-190	1		510	

: De begindiepte en dikte van de zware laag in de ondergrond verschilt  
 ik van plaats tot plaats. In het noorden bestaat de zware onder-  
 rd vooral uit keileem; elders komen andere kleien of lemen  
 (als lössleem) voor.

## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenheid	Volgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z8x →	1	60 30-70	160 60-300	90 -	70 -	VRS

omschr.: Veldpodzolgronden; fijn zand; grondwater matig diep en vrij diep; klei-  
leem of andere oude klei beginnend tussen 40 en 70 cm; verlapven en/of geïmpliceerd

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hn21, Hn23, (p2n21, p2n23)
toevoeging	...t, ...t, ...t
Gt	V*, VI
Vegetatie	Bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	lutum %	leem %	M50 µm				
1	(A <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> ) p	0-60	3 1-5		5 2-6	18 10-20	160 140-180	1		410	verwerkt
2	B <sub>3</sub>	60-70	1		5 2-6	18 10-20	160 140-180	1		410	
3	C <sub>hg</sub>	70-100	0,5		3 2-6	10 10-20	160 140-180	1		410	
4	D	100-160	0,5		15 10-30	30 30-70	180 80-120	1		630	
5											
6											
7											
8											

opm.: De dikte van de zware laag in de ondergrond wisselt  
van 30 tot meer dan 100 cm



## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenhed	Volgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z 12(HA)	1	<u>100</u> 80-200	<u>200</u> 200-300	<u>130</u> -	<u>80</u> -	VRS

omschr.: haarpodzol - en veldpodzolgebonden; fijn zand; vergraven en/of geëgaliseerd

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid Hd 21, Hd 23, Hn 21, Hn 23

toevoeging ... HA, ... 41

Gt VII, VII\*

Vegetatie Bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF %	TEXTUUR	Kalk-rij- klasse	Opmerkingen per laag			
	code	diepte (cm)					geol.- form.		
1	(A <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> ) <sub>p</sub>	0-60	4 2-8	3 1-5	10 6-15	160 140-180	1	411	
2	B <sub>3</sub>	60-80	2 0-3	3 1-5	10 6-15	160 140-180	1	410	met fibers
3	C <sub>11</sub>	80-100	0,5	3 1-5	10 6-15	160 140-180	1	410	
4	C <sub>12g</sub>	100-200	0,5	3 1-5	10 6-15	160 140-180	1	410	
5									
6									
7									
8									

opm:

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Vlg.nr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z13	1	<u>200</u> 100 - 500	<u>300</u> 200 - 600	<u>230</u> -	<u>20</u> 10 - 40	VRS

omschr.: boerepedzclgronden en veldpedzclgronden; grof zand.

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hd30, Hd30
toevoeging	g...
G+	VII, VII*
Vegetatie	heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		Org. STOF	TEXTUUR			Kalkrij-klasse	rijings-klasse	Geol.-form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)	%	LEEM %	LEEM %	150 µm				
		aard/veen-soort							
A1	0-10	8 4-14	2 1-4	7 5-20	250 200-400	1	530	grindrijk	
A2	10-20	2 1-3	2 1-4	7 5-20	250 200-400	1	530	grindrijk	
B2h	20-25	9 4-14	2 1-4	7 5-20	250 200-400	1	530	grindrijk	
B22	25-35	4 1-6	2 1-4	7 5-20	250 200-400	1	530	grindrijk	
B3	35-60	1	2 1-4	7 5-20	300 200-600	1	530	met fibers, grindrijk	
C11	60-200	0,5	2 1-4	7 5-20	300 200-600	1	530	grindrijk	
Z12g	200-300	0,5	2 1-4	7 5-20	300 200-600	1	530	grindrijk	

Naast fluvioglaciale afzettingen en fluviatile afzettingen komen eolische afzettingen voor. De eolische afzettingen bevatten stal geen grind. Vaak zijn de gronden enigszins verweert.



DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenheid	Volgnr.	G HG cm - mv	GLG cm - mv	G VG cm - mv	Bew. Diepte cm	Opstell.
Z13 H →	1	<u>200</u> 100 - 500	<u>300</u> 200 - 600	<u>230</u> -	<u>60</u> -	VRS

omschr.: haarpadzalgronden en veldpadzalgronden; graf zand

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Hd 30, Hn 30
toevoeging	g ...
Gt	VII, VII*
Vegetatie	Bos

PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF %	STOF aard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)			lutum %	leem %	M 50 µm				
1	(A1+B2) P	0-60	4		<u>2</u> 1-4	<u>7</u> 5-20	<u>275</u> 200-500	1		530	grindrijk
2	C11	60-200	9,5		<u>2</u> 1-4	<u>7</u> 5-20	<u>300</u> 200-600	1		530	grindrijk
3	C12g	200-300	9,5		<u>2</u> 1-4	<u>7</u> 5-20	<u>300</u> 200-600	1		530	grindrijk
4											
5											
6											
7											
8											

opm.: Naast fluvioglaciale afzettingen en fluviatiele afzettingen komen ook eolische afzettingen voor. De eolische afzettingen bevatten meestal geen grind. Vaak zijn de gronden enigszins verwerkt.

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaartenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z6	1	100 30-200	200 140-400	130	20 -	VRS

omschr.: zwarte enkeelgedronden; fijn zand

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid zE7 21, zE7 23

bevoeging

Gt V\*, VI, VII, VII\*

Vegetatie heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		Org. STOF %	STOF aard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)			Lu %	Leem %	M50 µm				
Acum	0-25	5 3-9		3 2-6	16 3-30	160 130-200	1		692	
Acn2	25-60	4 3-6		3 2-6	13 3-30	160 130-200	1		692	
Atb	60-70	4 3-9		3 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	
B2b	70-100	2 1-4		3 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	
C1gb	100-200	0,5		4 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	

De variatie in profielopbouw is groot, er komen geheel zwak lemige of sterk lemige profielen voor maar ook zwak lemige profielen met een sterkige ondergrond of sterk lemige profielen met een zwak lemige ondergrond. Tevens kan er dieper dan 120 cm keilerm of andere oude of opol zand en/of grind beginnen

## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaartenheid	Volgenr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z1b (H)	1	100 30-200	200 140-400	130 -	70 60-100	VRS

omschr.: zwarte enkerdgronden; fijn zand

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid zEZ 21, zEZ 23

toevoeging

Gt VI\*, VI, VII, VII\*

Vegetatie bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF		TEXTUUR			kalk- klasse	Rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	kleem %	leem %	M50 µm				
1	Aap	0-60	5		3 2-6	15 3-30	160 130-200	1		602	
2	A1b	60-70	4 3-9		3 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	
3	B2b	70-100	2 1-4		3 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	
4	C1gb	100-200	0,5		4 2-6	13 3-45	160 130-200	1		410	
5											
6											
7											
8											

opm.: De variatie in profielopbouw is groot, er komen geheel zwak lemige of sterk lemige profielen voor maar ook zwak lemige profielen met een sterk lemige ondergrond of sterk lemige profielen met een zwak lemige ondergrond. Tevens kan er dierop een 120 cm keilam of andere oude lijk

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z18	1	60 30 - 200	60 140 - 400	90 -	25 -	VRS

omschr.: enkeleerdgronden en zandgronden met een 30-50 cm dik cultuuredek  
: fijn zand

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	cY21, cY23, cHn21, cHn23, (cHd21, cHd23), (cZd21, cZd23)
bevoering	bFZ21, bZE23, zFZ21, zFZ23
Gt	(V*, VI, VII, VII*)
Vegetatie	heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		Org. STOF %	Aard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	Rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)			Leem %	zand %	M50 µm				
Aan1	0-25	6 3-12		3 2-6	16 5-30	160 130-200	1		b92	het org. stofgehalte is in het noorden het hoogst
Aan2	25-40	5 2-10		3 2-6	16 5-30	160 130-200	1		b92	
A1b	40-50	6 3-12		3 2-6	16 5-30	160 130-200	1		410	
B2b	50-60	3 1-5		3 2-6	13 5-45	160 130-200	1		410	vaak humuspodzol, in het noorden ook moder- podzol
Z1gb	60-160	0,5		3 2-8	13 5-45	160 130-200	1		410	

: De variatie in profielopbouw is groot, de dikte van de humushoudende  
afgrond varieert van 30 tot 100 cm; de profielen kunnen zwak lemig of steek  
g zijn; of er komen texturetsprongen in voor. Dieper dan 20 cm kan in het  
ten keileem of potklei voorkomen, elders kan oude klei of lössleem of  
d en/of oof zand voorkomen.

# DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenheid	Volgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z18 HD	1	60 30-200	160 140-400	90 -	60 40-100	VRS.

omschr.: enkelegronden en zandgronden met een 30-50 cm dik cultuurlaag; fijn zand.

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	cY21, cY23, cH21, cH23, (cHd21, cHd23), (cZd21, cZd23)
toewijzing	bFZ21, bFZ23, zFZ21, zFZ23
G+	(V*), VII, VII*
Vegetatie	bcs

## PROFIELOPBOUW

Laag nr.	HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk-klasse	rij-klasse	Geol.-form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/veen-soort	kleem %	leem %	M50 µm				
1	Amp	0-40	6 3-11		3 2-6	16 5-30	160 130-200	1		692	het org. stofgehalte is in het noorden het hoogst
2	Amb	40-50	6 3-12		3 2-6	16 5-30	160 130-200	1		410	
3	Bzb	50-60	3 1-5		3 2-6	13 5-45	160 130-200	1		410	vaak humuspodzol, in het noorden ook moer-podzol
4	Cgb	60-100	9,5		3 2-8	13 5-45	160 130-200	1		410	
5											
6											
7											
8											

opm.: De variatie in profielopbouw is groot, de dikte van de humushoudende bovengrond varieert van 30 tot 100 cm; de profielen kunnen zwak lemig of sterk lemig zijn; of er komen texturespanningen in voor. Dieper dan 100 cm kan in het noorden keilaem of pakklei voorkomen, elders kan oude klei of lössleem of grind en/of grof zand voorkomen.

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
laartheenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z20	1	20 0 - 80	10 80 - 150	50 -	25 30 - 50	VRS

omschr.: Bekkeerdgronden; (lemig) fijn zand.

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	p2g 21, p2g 23
bevoeging	f...
Gt	III, III*, V, V*, IV, (VI)
Vegetatie	heide, grasland

PROFIELOPBOW

code	diepte (cm)	Org. STOF %	STOF aard/veen-score	TEXTUUR			Kalk-klasse	pH-klasse	Geol.-form.	Opmerkingen per laag
				kleem %	leem %	M50 µm				
Apg	0-25	6 4-15		6 4-10	23 10-45	150 120-200	1		410	met roest
AC	25-35	3 2-10		6 4-10	23 10-45	150 120-200	1		410	met roest
C11g	35-110	0,5		5 3-10	14 10-45	150 130-200	1		410	met roest

opm.: De bovengrond is plaatselijk ijzerrijk. De samenstelling van de ondergrond kan sterk variëren. Naast leemoeme en zwak lemige ondergronden komt ook sterk lemige en zeer sterk lemige ondergronden voor. Plaatselijk komt löss of veen in de ondergrond voor. In de Achterhoek en Tinto is de ondergrond plaatselijk kalkrijk.

# DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaartenheid	Volgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z <sub>20</sub> HD	1	20 20-40	110 100-140	50 ..	60 20-50	VRS

omschr.: Bekkeredgedronken; (lemig) fijn zand; vergraven en/of gëgaliseerd

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	pZg 21, pZg 23
toevoeging	... HD, ... SH
Gt	III*, IV
Vegetatie	Bos

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF % gaard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)		lutum %	leem %	M 50 µm				
1	(A <sub>1</sub> +C) <sub>p</sub>	0-10	3 1-20	4 3-15	16 10-30	170 150-200	1		410	verwerkt
2	C <sub>11g</sub>	60-110	93	4 3-8	16 10-30	170 150-200	1		410	
3										
4										
5										
6										
7										
8										

opm.: plaatselijk komt veen of zavel of klei voor.

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code aarteenheid	Vlg.nr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z 21	1	30 5-70	140 100-150	60 -	bos - heide 60 25	VRS

omschr.: gooreedgedonden; fijn zand

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

legenda-eenheid	pZn 21, pZn 23
bevoeging	
St	III, III*, IV, V, V*, VI
Vegetatie	Bos en heide

PROFIELOPBOW

HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk-	Rij-	Geol.-	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	lutum %	leem %	M50 µm	klasse	klasse	form.	
Ap	0-25	5 3-10		3 2-8	15 5-45	160 130-200	1		410	
C11g	25-50	0,5		3 2-8	15 5-45	160 130-200	1		410	
C12g	50-140	0,3		3 2-5	12 8-50	160 130-200	1		410	gelaagd.

pm: plaatselijk is de barengrond 30 à 40 cm dik. De ondergrond kan zowel zwak als steek lemig zijn. Dieper dan 120 cm kan graf zand en/of grind of oude klei of lössléem voorkomen



## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaartenheid	Volgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z23	2	<u>30</u> 20-80	<u>40</u> 100-180	<u>60</u> -	<u>60</u> - <u>beide</u> 15	VRS

omschr.: kalkloze vlakwaaggebonden; leemarm fijn zand; Deze profielschets geldt voor de vlakwaaggebonden die niet voor de kust liggen.

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Zn 21
toevoeging	
G+	III, III*, V, V*, VI
Vegetatie	Bos en heide

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		Org. STOF %	STOF aard/ veen- soort	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)			Leem %	zand %	M50 µm				
1	A <sub>1</sub>	0-15	<u>2</u> 1-3		<u>3</u> 2-5	<u>10</u> 5-15	<u>160</u> 130-200	1		410	
2	C <sub>11</sub>	15-30	<u>0,5</u>		<u>3</u> 2-5	<u>10</u> 5-15	<u>160</u> 130-200	1		410	
3	C <sub>12g</sub>	30-140	<u>0,3</u>		<u>3</u> 2-5	<u>8</u> 5-30	<u>160</u> 130-200	1		410	
4			---		---	---	---				
5			---		---	---	---				
6			---		---	---	---				
7			---		---	---	---				
8			---		---	---	---				

opm.: plaatselijk bestaat het bovenste deel van het profiel uit stuifzand.

DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code	Volgnr.	GHG	GLG	GVG	Bew. Diepte	Opsteller
kaarteenheid		cm - mv	cm - mv	cm - mv	cm	
Z27	1	<u>200</u> 80 - 800	<u>300</u> 200 - 1000	<u>230</u> -	bos - beide 80 15	VRS

omschr.: kalkloze duinvoeggronden; (Lemarm) fijn zand

DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Zd 21, (Zd 23, Zb 21)
toevoeging	
Gt	VII, VIII*
Vegetatie	Bos en heide

PROFIELOPBOUW

HORIZONT		ORG. STOF %	TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pings- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
code	diepte (cm)		klei/ veen- soort	lutum %	leem %				
A1	0-5	2 1-4	2 1-4	10 8-15	150 140-180	1		450	
C11	5-100	0,3	2 1-4	10 8-15	150 140-180	1		450 met dunne humushouder- de laagjes, losse pakking	
C12g	100-300	0,3	3 2-6	10 8-40	150 130-200	1		450 vast	

o: De vaste ondergrond begint op wisselende diepte. Hierin kan ook een podzolprofiel voorkomen

## DOCUMENTATIE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:250000

Code kaarteenhed	Vlgnr.	GHG cm-mv	GLG cm-mv	GVG cm-mv	Bew. Diepte cm	Opsteller
Z 23	1	200 80-800	300 200-1000	230 -	bos - beide 70 15	VRS

omschr.: kalkloze diunvoaggsanden; graf zand

## DOMINANTE EENHEDEN VAN DE BODEMKAART VAN NEDERLAND 1:50000

Legenda-eenheid	Zd 30
toevoeging	
Gt	VII, VII*
Vegetatie	Bos en beide

## PROFIELOPBOW

Laag nr.	HORIZONT		ORG. STOF		TEXTUUR			Kalk- klasse	rij- pijns- klasse	Geol.- form.	Opmerkingen per laag
	code	diepte (cm)	%	aard/ veen- soort	lutum %	leem %	M50 µm				
1	A <sub>11</sub>	0-5	2 1-4		2 1-4	6 4-12	240 200-300	1		450	
2	C <sub>11</sub>	5-100	0,3		2 1-4	6 4-12	240 200-300	1		450	met dunne humushoudende laagjes, losse pakking
3	C <sub>12g</sub>	100-300	0,3		4 2-8	12 8-45	200 140-300	1		330	vast
4											
5											
6											
7											
8											

opm.: De vaste ondergrond begint op wisselende diepte. Hierin kan ook een podzolprofiel voorkomen.

BEREKENDE WAARDEN VOOR DE WATERFLUX, WATERONTTREKING EN  
VOCHTGEHALTE OP KWARTAALBASIS IN DE ONDERSCHIEDEN LAGEN  
VAN DE VERSCHILLENDE BODEM-VEGETATIE EENHEDEN

## DOUGLAS 1973 OP Z5 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	20.0 (50-70)	130.0 (70-200)
90	FLUX	-57.60	-58.42	-59.96	-63.02	-63.87	-63.87
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.322	0.329	0.336	0.347	0.301	0.253
180	FLUX	-62.62	-38.71	-31.20	-26.33	-24.14	-24.14
	ONTREKKING	68.07	32.21	16.88	26.25	17.70	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.293	0.302	0.312	0.324	0.284	0.243
270	FLUX	-56.46	-16.30	-0.41	14.39	18.57	18.57
	ONTREKKING	55.99	25.51	13.27	21.83	17.97	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.178	0.174	0.172	0.176	0.155	0.154
365	FLUX	-151.66	-135.84	-120.84	-84.11	-49.06	-49.06
	ONTREKKING	4.50	2.00	1.00	1.49	0.93	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.303	0.304	0.304	0.305	0.253	0.182
TOTAAL	FLUX	-328.34	-249.27	-212.40	-159.07	-118.50	-118.50
	ONTREKKING	128.56	59.72	31.16	49.58	36.60	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.274	0.277	0.281	0.288	0.248	0.208

## DOUGLAS 1973 OP Z6 VRIJ

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-52.25	-39.02	-19.05	0.20	0.03	0.03
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.175	0.169	0.162	0.163	0.060	0.066
180	FLUX	-83.04	-58.89	-28.65	-18.49	-20.73	-20.73
	ONTREKKING	47.65	22.60	44.52	21.84	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.192	0.198	0.203	0.213	0.081	0.081
270	FLUX	-58.18	-20.04	3.38	8.26	4.10	4.10
	ONTREKKING	51.41	17.86	18.10	13.79	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.135	0.119	0.096	0.111	0.047	0.060
365	FLUX	-161.37	-152.06	-127.79	-93.48	-80.31	-80.31
	ONTREKKING	4.17	1.67	2.85	0.82	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.238	0.238	0.232	0.220	0.084	0.083
TOTAAL	FLUX	-354.84	-270.01	-172.11	-103.51	-96.96	-96.96
	ONTREKKING	103.22	42.13	65.47	36.45	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.185	0.181	0.173	0.177	0.068	0.073

## DOUGLAS 1973 OP Z8 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-52.04	-46.77	-32.52	-10.08	12.74	12.74
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.316	0.328	0.347	0.383	0.319	0.339
180	FLUX	-55.38	-27.63	-6.61	-8.72	-24.49	-24.49
	ONTREKKING	74.78	35.31	35.40	24.19	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.302	0.327	0.365	0.306	0.334
270	FLUX	-34.10	18.53	62.64	78.54	67.98	67.98
	ONTREKKING	75.56	39.70	45.27	34.44	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.175	0.178	0.197	0.236	0.127	0.205
365	FLUX	-155.97	-143.55	-121.18	-80.44	-60.66	-60.66
	ONTREKKING	4.50	2.00	2.00	1.50	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.286	0.289	0.294	0.313	0.219	0.249
TOTAAL	FLUX	-297.50	-199.42	-97.66	-20.70	-4.43	-4.43
	ONTREKKING	154.84	77.01	82.67	60.13	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.266	0.274	0.291	0.324	0.243	0.282

## DOUGLAS 1973 OP Z8g GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	100.0 (80-180)
90	FLUX	-52.00	-46.76	-32.59	-9.16	12.44	12.44
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.317	0.329	0.348	0.384	0.322	0.340
180	FLUX	-55.18	-27.35	-6.22	-8.14	-22.82	-22.82
	ONTREKKING	74.83	35.31	35.40	24.19	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.302	0.327	0.365	0.306	0.335
270	FLUX	-32.66	21.06	66.68	83.95	73.43	73.43
	ONTREKKING	76.81	40.43	45.72	34.44	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.177	0.182	0.202	0.241	0.132	0.209
365	FLUX	-154.39	-143.19	-122.48	-83.57	-64.33	-64.33
	ONTREKKING	4.50	2.00	2.00	1.50	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.286	0.289	0.295	0.315	0.221	0.251
TOTAAL	FLUX	-294.23	-196.24	-94.61	-16.93	-1.28	-1.28
	ONTREKKING	156.14	77.75	83.12	60.13	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.267	0.275	0.293	0.326	0.245	0.284

## DOUGLAS 1973 OP Z8x GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	100.0 (80-180)
90	FLUX	-52.03	-46.77	-32.56	-13.05	12.44	12.44
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.317	0.329	0.348	0.383	0.321	0.340
180	FLUX	-55.32	-27.57	-6.62	-8.92	28.33	28.33
	ONTREKKING	74.83	35.31	35.40	24.19	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.302	0.327	0.365	0.306	0.334
270	FLUX	-36.78	13.08	52.44	62.31	50.81	50.81
	ONTREKKING	73.26	38.26	44.23	34.44	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.171	0.172	0.187	0.222	0.113	0.187
365	FLUX	-155.20	-142.24	-116.17	-68.74	-47.83	-47.83
	ONTREKKING	4.50	2.00	2.00	1.50	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.283	0.285	0.289	0.304	0.207	0.235
TOTAAL	FLUX	-299.32	-203.50	-102.90	-28.39	-12.90	-12.90
	ONTREKKING	152.59	75.57	81.63	60.13	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.264	0.272	0.288	0.319	0.237	0.274

## DOUGLAS 1973 OP Z12 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-55.31	-54.17	-51.09	-39.28	-33.24	-33.24
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.201	0.210	0.225	0.255	0.291	0.295
180	FLUX	-58.03	-38.03	-17.59	-16.39	-17.25	-17.25
	ONTREKKING	68.00	25.01	35.33	17.70	17.70	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.179	0.189	0.205	0.230	0.264	0.263
270	FLUX	-64.30	-22.22	16.66	27.18	34.52	34.52
	ONTREKKING	55.82	22.18	34.94	19.78	22.09	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.095	0.094	0.095	0.102	0.115	0.103
365	FLUX	-155.45	-144.90	-124.40	-98.48	-66.66	-66.66
	ONTREKKING	4.50	1.50	2.00	1.00	1.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.186	0.188	0.190	0.194	0.206	0.168
TOTAAL	FLUX	-333.10	-259.31	-176.41	-126.97	-82.63	-82.63
	ONTREKKING	128.31	48.69	72.27	38.48	40.79	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.165	0.170	0.179	0.195	0.219	0.202

## DOUGLAS 1973 OP Z16 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	10.0 (60-70)	10.0 (70-80)
90	FLUX	-56.76	-54.52	-50.59	-41.80	-37.75	-37.75
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.284	0.291	0.304	0.325	0.343	0.302
180	FLUX	-65.93	-39.63	-21.43	-19.68	-19.03	-19.03
	ONTREKKING	66.02	32.28	35.09	17.70	8.85	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.256	0.266	0.283	0.308	0.330	0.297
270	FLUX	-47.35	-5.84	25.41	30.26	32.09	32.09
	ONTREKKING	60.15	28.18	33.48	20.41	11.21	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.154	0.148	0.151	0.170	0.187	0.135
365	FLUX	-157.66	-142.59	-114.50	-80.39	-62.28	-62.28
	ONTREKKING	4.50	2.00	2.00	1.00	0.50	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.273	0.272	0.268	0.267	0.273	0.213
TOTAAL	FLUX	-327.69	-242.59	-161.10	-111.61	-86.97	-86.97
	ONTREKKING	130.68	62.46	70.58	39.11	20.56	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.242	0.244	0.252	0.268	0.283	0.237

## DOUGLAS 1973 OP Z18 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-50.38	-42.92	-25.57	-6.89	16.95	16.95
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.312	0.323	0.339	0.364	0.334	0.364
180	FLUX	-63.90	-46.81	-17.80	-23.83	-40.57	-40.57
	ONTREKKING	68.90	29.04	51.61	20.97	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.294	0.309	0.333	0.362	0.345	0.372
270	FLUX	-51.19	-16.11	21.84	24.07	6.58	6.58
	ONTREKKING	58.70	24.64	45.55	22.87	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.157	0.149	0.146	0.162	0.202	0.301
365	FLUX	-153.82	-136.20	-95.42	-43.93	-9.92	-9.92
	ONTREKKING	4.17	1.67	2.91	1.20	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.282	0.283	0.284	0.291	0.253	0.301
TOTAAL	FLUX	-319.27	-242.03	-116.95	-50.58	-26.97	-26.97
	ONTREKKING	131.76	55.35	100.08	45.04	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.261	0.266	0.276	0.295	0.284	0.335



## DOUGLAS 1973 OP Z20 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	30.0 (50-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-44.52	-34.18	-23.24	1.82	1.82	1.82
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.367	0.381	0.400	0.372	0.389	0.390
180	FLUX	-22.19	9.96	14.97	-7.75	-14.42	-14.42
	ONTREKKING	105.44	48.79	13.76	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.346	0.361	0.375	0.365	0.386	0.390
270	FLUX	-0.63	74.15	100.01	82.75	72.91	72.91
	ONTREKKING	110.73	66.11	22.96	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.184	0.197	0.220	0.254	0.327	0.365
365	FLUX	-152.73	-134.46	-123.81	-79.44	-62.28	-62.28
	ONTREKKING	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.324	0.336	0.348	0.318	0.354	0.378
TOTAAL	FLUX	-220.07	-84.53	-32.07	-2.62	-1.97	-1.97
	ONTREKKING	222.16	117.90	37.71	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.305	0.319	0.336	0.327	0.364	0.381

## DOUGLAS 1973 OP Z21 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	30.0 (50-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-47.62	-38.89	-31.27	-7.39	19.78	19.78
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.347	0.360	0.377	0.347	0.373	0.390
180	FLUX	-41.69	-4.43	-4.60	-18.02	-40.00	-40.00
	ONTREKKING	96.01	51.06	16.80	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.316	0.333	0.350	0.330	0.370	0.386
270	FLUX	-30.35	22.14	42.79	31.91	10.00	10.00
	ONTREKKING	75.55	41.85	17.82	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.151	0.149	0.159	0.185	0.276	0.327
365	FLUX	-152.97	-133.63	-116.45	-85.22	-48.47	-48.47
	ONTREKKING	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.304	0.312	0.322	0.282	0.308	0.353
TOTAAL	FLUX	-272.63	-154.81	-109.54	-78.72	-58.69	-58.69
	ONTREKKING	177.56	95.91	35.63	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.279	0.288	0.302	0.286	0.332	0.364

## DOUGLAS 1973 OP Z23 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABLE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX :	-47.71	-39.49	-7.92	32.26	46.34	46.34
	ONTREKKING :	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE :	0.289	0.304	0.284	0.320	0.344	0.359
180	FLUX :	-63.81	-32.26	-21.84	-41.57	-59.20	-59.20
	ONTREKKING :	88.97	46.85	16.77	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE :	0.247	0.271	0.264	0.312	0.341	0.354
270	FLUX :	-49.44	8.65	25.57	7.74	-11.01	-11.01
	ONTREKKING :	59.40	32.46	20.63	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE :	0.087	0.086	0.094	0.173	0.229	0.271
365	FLUX :	-151.38	-135.64	-105.86	-75.30	-44.03	-44.03
	ONTREKKING :	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE :	0.235	0.248	0.211	0.231	0.261	0.303
TOTAAL	FLUX :	-312.33	-198.73	-110.04	-76.87	-67.90	-67.90
	ONTREKKING :	154.38	82.31	38.40	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE :	0.215	0.227	0.213	0.259	0.294	0.322

GROVE DEN 1973 OP Z5 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	20.0 (50-70)	30.0 (70-100)
90	FLUX	-70.71	-71.33	-72.25	-74.84	-75.14	-75.14
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.325	0.332	0.339	0.350	0.304	0.258
180	FLUX	-64.14	-42.92	-37.43	-34.66	-33.76	-33.76
	ONTREKKING	60.87	28.82	15.16	23.27	15.55	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.299	0.308	0.317	0.330	0.289	0.250
270	FLUX	-51.66	-12.90	2.40	16.40	19.56	19.56
	ONTREKKING	53.04	25.19	13.34	22.32	17.88	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.177	0.175	0.174	0.179	0.159	0.157
365	FLUX	-166.35	-151.11	-136.26	-99.15	-63.53	-63.53
	ONTREKKING	2.88	1.28	0.64	0.96	0.60	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.308	0.309	0.310	0.311	0.259	0.192
TOTAAL	FLUX	-352.86	-278.27	-243.55	-192.24	-152.86	-152.86
	ONTREKKING	116.79	55.29	29.14	46.54	34.03	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.277	0.281	0.285	0.292	0.253	0.214

GROVE DEN 1973 OP Z6 VRIJ

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-63.13	-50.88	-28.31	-6.40	-4.85	-4.85
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.184	0.177	0.170	0.171	0.064	0.069
180	FLUX	-88.68	-65.31	-40.23	-33.12	-36.47	-36.47
	ONTREKKING	41.08	20.24	40.50	19.41	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.197	0.204	0.211	0.223	0.087	0.089
270	FLUX	-57.01	-19.48	4.00	8.72	4.17	4.17
	ONTREKKING	48.51	17.77	19.10	14.79	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.135	0.120	0.098	0.114	0.048	0.062
365	FLUX	-175.56	-168.16	-144.21	-111.24	-98.02	-98.02
	ONTREKKING	2.67	1.07	1.84	0.56	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.242	0.241	0.236	0.225	0.086	0.086
TOTAAL	FLUX	-384.37	-303.82	-208.76	-142.05	-135.17	-135.17
	ONTREKKING	92.26	39.08	61.44	34.76	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.129	0.125	0.120	0.127	0.050	0.055

GROVE DEN 1973 OP Z8 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-65.67	-59.78	-45.34	-22.84	0.02	0.02
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.317	0.329	0.347	0.383	0.319	0.339
180	FLUX	-59.21	-36.03	-17.72	-22.54	-38.22	-38.22
	ONTREKKING	65.84	31.07	31.10	21.70	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.303	0.328	0.365	0.306	0.334
270	FLUX	-29.75	21.25	63.27	77.70	67.18	67.18
	ONTREKKING	71.93	38.26	42.86	32.40	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.175	0.180	0.200	0.238	0.128	0.206
365	FLUX	-169.82	-159.83	-138.32	-98.68	-78.92	-78.92
	ONTREKKING	2.88	1.28	1.28	0.96	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.289	0.292	0.298	0.317	0.223	0.250
TOTAAL	FLUX	-324.45	-234.38	-138.12	-66.36	-49.94	-49.94
	ONTREKKING	140.65	70.61	75.24	55.06	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.267	0.276	0.293	0.326	0.244	0.282

GROVE DEN 1973 OP Z12 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-68.50	-67.20	-64.07	-54.23	-45.94	-45.94
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.203	0.211	0.226	0.256	0.291	0.275
180	FLUX	-61.37	-43.63	-27.54	-28.37	-31.03	-31.03
	ONTREKKING	59.24	22.12	31.07	15.55	15.55	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.180	0.190	0.206	0.232	0.266	0.264
270	FLUX	-60.29	-19.70	18.43	28.18	34.52	34.52
	ONTREKKING	51.75	21.32	34.35	19.21	21.17	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.093	0.094	0.096	0.104	0.117	0.103
365	FLUX	-170.23	-160.18	-140.49	-114.49	-82.96	-82.96
	ONTREKKING	2.88	0.96	1.28	0.64	0.64	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.190	0.191	0.193	0.198	0.210	0.174
TOTAAL	FLUX	-360.40	-290.71	-213.67	-168.91	-125.41	-125.41
	ONTREKKING	113.87	44.40	66.70	35.40	37.36	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.167	0.172	0.180	0.197	0.221	0.204

GROVE DEN 1973 OP Z16 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	10.0 (60-70)	10.0 (70-80)
90	FLUX	-69.69	-67.49	-63.39	-54.52	-50.25	-50.25
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.286	0.292	0.305	0.326	0.343	0.303
180	FLUX	-68.30	-46.75	-31.62	-31.87	-32.06	-32.06
	ONTREKKING	57.59	28.49	30.96	15.55	7.77	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.258	0.269	0.286	0.311	0.333	0.299
270	FLUX	-43.08	-3.04	27.09	30.93	32.16	32.16
	ONTREKKING	56.29	27.30	32.91	19.73	10.72	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.153	0.148	0.152	0.172	0.189	0.137
365	FLUX	-171.79	-158.39	-130.30	-96.19	-78.05	-78.05
	ONTREKKING	2.88	1.28	1.28	0.64	0.32	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.277	0.276	0.273	0.272	0.278	0.220
TOTAAL	FLUX	-352.86	-275.67	-198.22	-151.65	-128.19	-128.19
	ONTREKKING	116.75	57.07	65.15	35.92	18.81	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.243	0.246	0.254	0.270	0.286	0.240

GROVE DEN 1973 OP Z18 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	100.0 (80-180)
90	FLUX	-65.19	-59.53	-45.96	-32.99	-4.07	-4.07
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.316	0.328	0.346	0.374	0.352	0.373
180	FLUX	-66.68	-49.10	-21.49	-21.26	-43.30	-43.30
	ONTREKKING	60.27	25.74	45.35	18.98	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.288	0.303	0.327	0.357	0.339	0.370
270	FLUX	-41.66	-2.84	49.23	61.12	43.76	43.76
	ONTREKKING	59.84	27.46	56.34	26.99	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.164	0.161	0.169	0.201	0.199	0.279
365	FLUX	-169.79	-156.96	-127.69	-92.91	-58.80	-58.80
	ONTREKKING	2.67	1.07	1.87	0.80	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.290	0.294	0.307	0.273	0.305
TOTAAL	FLUX	-343.32	-268.43	-145.91	-86.04	-62.41	-62.41
	ONTREKKING	122.78	54.26	103.56	46.77	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.264	0.270	0.284	0.310	0.291	0.332

GROVE DEN 1973 OP Z20 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	30.0 (30-60)	20.0 (60-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-59.14	-52.50	-50.51	-41.68	-41.68	-41.68
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.371	0.386	0.405	0.374	0.389	0.390
180	FLUX	-18.13	21.07	28.18	9.89	3.47	3.47
	ONTREKKING	93.16	44.15	13.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.356	0.370	0.384	0.368	0.386	0.390
270	FLUX	17.45	90.08	110.97	97.34	88.81	88.81
	ONTREKKING	129.60	64.80	21.60	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.280	0.292	0.307	0.291	0.330	0.365
365	FLUX	-162.72	-152.65	-143.65	-117.84	-102.44	-102.44
	ONTREKKING	3.84	1.92	0.64	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.318	0.329	0.340	0.318	0.355	0.379
TOTAAL	FLUX	-222.54	-94.00	-55.00	-52.28	-51.84	-51.84
	ONTREKKING	226.60	110.87	35.24	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.331	0.344	0.359	0.338	0.365	0.381

GROVE DEN 1973 OP Z21 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	10.0 (50-60)	50.0 (60-110)
90	FLUX	-60.58	-51.76	-44.31	-20.14	7.07	7.07
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.348	0.361	0.377	0.347	0.373	0.390
180	FLUX	-55.32	-30.68	-39.93	-39.23	-54.87	-54.87
	ONTREKKING	68.80	35.36	11.38	19.44	7.97	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.322	0.338	0.353	0.330	0.370	0.386
270	FLUX	-39.55	3.16	17.22	36.72	29.65	29.65
	ONTREKKING	61.19	33.62	12.62	32.63	16.61	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.156	0.151	0.154	0.161	0.266	0.326
365	FLUX	-168.92	-152.03	-134.21	-96.67	-56.09	-56.09
	ONTREKKING	2.95	1.48	0.49	0.98	0.48	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.307	0.315	0.324	0.279	0.305	0.352
TOTAAL	FLUX	-324.37	-231.32	-201.22	-119.32	-74.25	-74.25
	ONTREKKING	132.95	70.45	24.49	53.05	25.06	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.283	0.291	0.302	0.279	0.328	0.363

GROVE DEN 1973 OP Z23 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-63.25	-51.10	-20.87	19.50	33.62	33.62
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.290	0.305	0.285	0.320	0.344	0.359
180	FLUX	-53.53	-57.40	-46.62	-53.14	-71.39	-71.39
	ONTREKKING	65.38	33.73	21.46	17.08	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.254	0.279	0.265	0.311	0.341	0.354
270	FLUX	-54.28	-1.63	23.65	36.83	16.34	16.34
	ONTREKKING	49.73	27.45	30.62	33.23	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.092	0.091	0.073	0.150	0.220	0.269
365	FLUX	-167.41	-153.72	-120.71	-83.72	-49.75	49.75
	ONTREKKING	2.95	1.48	0.98	0.99	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.239	0.251	0.212	0.227	0.258	0.302
TOTAAL	FLUX	-338.46	-263.85	-164.54	-80.53	-71.18	71.18
	ONTREKKING	118.07	62.65	53.07	51.31	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.219	0.231	0.209	0.252	0.291	0.321

LOOFBOS 1973 OP Z5 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	20.0 (50-70)	30.0 (70-100)
90	FLUX	-83.84	-83.96	-84.66	-86.79	-86.64	-86.64
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.327	0.334	0.341	0.352	0.307	0.262
180	FLUX	-108.56	-87.09	-68.15	-52.49	-52.15	-52.15
	ONTREKKING	34.75	28.24	28.92	37.18	15.01	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.311	0.317	0.324	0.336	0.296	0.260
270	FLUX	-117.30	-63.64	-24.63	14.46	20.57	20.57
	ONTREKKING	43.07	33.62	31.81	39.63	18.67	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.210	0.198	0.187	0.183	0.159	0.159
365	FLUX	-204.20	-189.96	-175.36	-140.82	-104.77	-104.77
	ONTREKKING	3.85	3.08	3.08	3.85	1.54	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.323	0.325	0.327	0.331	0.281	0.219
TOTAAL	FLUX	-513.91	-424.64	-352.80	-265.64	-223.00	-223.00
	ONTREKKING	81.67	64.94	63.81	80.67	35.22	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.293	0.293	0.295	0.300	0.261	0.225

LOOFBOS 1973 OP Z6 VRIJ

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-76.11	-63.42	-38.91	-15.50	-12.82	-12.82
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.190	0.184	0.176	0.179	0.068	0.073
180	FLUX	-115.24	-91.13	-62.92	-54.38	-58.53	-58.53
	ONTREKKING	31.46	22.73	44.82	22.34	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.210	0.213	0.219	0.231	0.092	0.094
270	FLUX	-108.53	-47.34	1.26	9.20	4.45	4.45
	ONTREKKING	49.00	30.08	31.22	16.42	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.165	0.142	0.108	0.111	0.048	0.062
365	FLUX	-211.04	-206.79	-185.95	-155.59	-140.82	-140.82
	ONTREKKING	4.62	3.08	5.39	2.12	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.248	0.249	0.247	0.237	0.092	0.091
TOTAAL	FLUX	-510.91	-408.69	-286.52	-216.27	-207.72	-207.72
	ONTREKKING	85.09	55.89	81.42	40.89	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.203	0.197	0.187	0.189	0.075	0.080



LOOFBOS 1973 OP Z8 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-78.63	-72.59	-57.93	-35.37	-12.50	-12.50
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.318	0.329	0.348	0.383	0.320	0.339
180	FLUX	-140.86	-82.20	-46.38	-44.46	-60.71	-60.71
	ONTREKKING	37.21	29.98	52.53	29.12	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.295	0.307	0.328	0.365	0.306	0.334
270	FLUX	-106.34	-43.81	44.52	79.02	69.24	69.24
	ONTREKKING	50.98	42.47	79.53	46.20	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.208	0.201	0.203	0.235	0.125	0.205
365	FLUX	-209.27	-198.57	-178.38	-140.88	-121.39	-121.39
	ONTREKKING	3.85	3.08	5.39	3.08	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.296	0.299	0.306	0.326	0.233	0.255
TOTAAL	FLUX	-499.10	-397.17	-238.16	-141.70	-125.36	-125.36
	ONTREKKING	92.04	75.54	137.45	78.40	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.279	0.284	0.296	0.327	0.246	0.283

LOOFBOS 1973 OP Z12 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-81.43	-80.17	-76.92	-66.42	-58.30	-58.30
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.204	0.212	0.227	0.256	0.292	0.275
180	FLUX	-105.10	-81.90	-54.11	-49.38	-53.38	-53.38
	ONTREKKING	34.07	28.18	44.66	22.51	15.01	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.189	0.195	0.209	0.234	0.269	0.265
270	FLUX	-125.41	-66.91	-0.25	25.30	34.60	34.60
	ONTREKKING	41.98	33.70	53.49	29.44	21.96	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.117	0.108	0.100	0.102	0.114	0.102
365	FLUX	-207.13	-197.96	-178.45	-154.07	-122.17	-122.17
	ONTREKKING	3.85	3.08	4.62	2.31	1.54	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.198	0.200	0.203	0.210	0.224	0.190
TOTAAL	FLUX	-519.07	-426.93	-309.74	-244.57	-199.25	-199.25
	ONTREKKING	79.90	64.95	102.77	54.27	38.51	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.177	0.179	0.185	0.201	0.224	0.208

LOOFBOS 1973 OP Z16 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	10.0 (60-70)	10.0 (70-80)
90	FLUX	-83.08	-80.60	-76.28	-67.16	-62.60	-62.60
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.294	0.306	0.327	0.344	0.304
180	FLUX	-110.76	-89.22	-56.69	-51.68	-52.66	-52.66
	ONTREKKING	33.55	27.56	51.31	22.51	7.50	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.270	0.276	0.289	0.314	0.336	0.302
270	FLUX	-109.47	-53.36	13.27	30.21	32.27	32.27
	ONTREKKING	44.46	34.90	59.24	29.13	10.92	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.187	0.171	0.155	0.165	0.182	0.133
365	FLUX	-209.88	-198.77	-172.40	-137.46	-118.30	-118.30
	ONTREKKING	3.85	3.08	5.39	2.31	0.77	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.287	0.287	0.287	0.288	0.295	0.241
TOTAAL	FLUX	-513.19	-421.95	-292.10	-226.10	-201.28	-201.28
	ONTREKKING	81.86	65.54	115.93	53.95	19.19	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.258	0.257	0.259	0.274	0.289	0.245

LOOFBOS 1973 OP Z18 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	120.0 (80-200)
90	FLUX	-78.59	-72.22	-58.56	-45.51	-16.48	-16.48
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.317	0.329	0.347	0.374	0.352	0.373
180	FLUX	-100.98	-81.65	-48.59	-45.99	-67.87	-67.87
	ONTREKKING	43.17	29.66	52.50	22.08	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.294	0.306	0.329	0.358	0.340	0.370
270	FLUX	-99.82	-41.78	36.74	60.81	44.24	44.24
	ONTREKKING	55.53	38.27	73.27	34.57	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.192	0.181	0.177	0.201	0.198	0.279
365	FLUX	-207.33	-195.21	-168.80	-136.10	-101.65	-101.65
	ONTREKKING	4.62	3.08	5.39	2.31	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.296	0.299	0.306	0.321	0.285	0.309
TOTAAL	FLUX	-486.72	-390.85	-239.22	-166.79	-141.76	-141.76
	ONTREKKING	103.32	71.01	131.16	58.96	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.275	0.279	0.290	0.314	0.294	0.333

LOOFBOS 1973 OP Z20 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	30.0 (30-60)	20.0 (60-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-70.52	-59.82	-49.24	-23.83	-23.83	-23.83
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.367	0.381	0.401	0.372	0.389	0.390
180	FLUX	-74.16	-36.41	-21.09	-43.25	-49.92	-49.92
	ONTREKKING	67.49	51.14	27.11	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.349	0.362	0.376	0.365	0.386	0.390
270	FLUX	-61.70	33.33	88.83	80.43	70.82	70.82
	ONTREKKING	95.86	79.26	46.20	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.216	0.220	0.235	0.257	0.327	0.365
365	FLUX	-203.80	-193.68	-183.53	-142.37	-125.08	-125.08
	ONTREKKING	6.93	5.39	3.08	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.333	0.345	0.357	0.327	0.357	0.379
TOTAAL	FLUX	-410.17	-256.57	-165.03	-129.02	-128.01	-128.01
	ONTREKKING	170.28	135.80	76.38	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.316	0.327	0.342	0.330	0.365	0.381

LOOFBOS 1973 OP Z21 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	10.0 (30-40)	20.0 (40-60)	50.0 (60-110)
90	FLUX	-67.81	-56.65	-45.22	-16.54	-5.44	-5.44
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.351	0.373	0.341	0.359	0.377	0.390
180	FLUX	-75.60	-62.25	-66.57	-62.75	-77.15	-77.15
	ONTREKKING	83.74	28.43	10.58	9.86	8.50	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.329	0.351	0.319	0.351	0.375	0.386
270	FLUX	-41.04	10.50	25.88	46.42	30.72	30.72
	ONTREKKING	99.28	37.11	17.44	17.77	17.77	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.179	0.175	0.130	0.215	0.281	0.326
365	FLUX	-197.94	-179.87	-158.52	-126.40	-100.18	-100.18
	ONTREKKING	8.88	2.96	1.18	1.18	1.18	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.320	0.335	0.293	0.297	0.316	0.353
TOTAAL	FLUX	-382.39	-288.26	-244.43	-159.28	-152.05	-152.05
	ONTREKKING	191.90	68.51	29.21	28.81	27.45	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.295	0.309	0.271	0.305	0.337	0.364

## HEIDE 1973 OP Z5 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	10.0 (20-30)	20.0 (30-50)	20.0 (50-70)	30.0 (70-100)
90	FLUX	-95.40	-95.63	-95.48	-95.07	-90.61	-90.61
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.338	0.345	0.207	0.222	0.263	0.258
180	FLUX	-106.75	-48.92	-51.22	-62.50	-71.51	-71.51
	ONTREKKING	68.22	69.79	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.320	0.328	0.195	0.213	0.260	0.268
270	FLUX	-93.18	3.73	12.05	16.08	6.62	6.62
	ONTREKKING	65.74	70.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.213	0.211	0.098	0.108	0.153	0.204
365	FLUX	-228.09	-217.01	-210.14	-189.02	-158.26	-158.26
	ONTREKKING	5.85	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.348	0.353	0.218	0.234	0.270	0.262
TOTAAL	FLUX	-523.42	-357.83	-344.79	-330.51	-313.75	-313.75
	ONTREKKING	139.81	145.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.305	0.309	0.179	0.194	0.236	0.248

## HEIDE 1973 OP Z6 VRIJ

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	5.0 (10-15)	15.0 (15-30)	30.0 (30-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-85.93	-75.64	-73.44	-77.50	-86.75	-86.75
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.209	0.214	0.086	0.091	0.094	0.096
180	FLUX	-127.68	-75.07	-72.90	-73.16	-73.77	-73.77
	ONTREKKING	51.28	55.51	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.211	0.216	0.090	0.094	0.096	0.097
270	FLUX	-101.67	-12.01	0.06	0.50	-2.72	-2.72
	ONTREKKING	57.43	53.76	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.161	0.142	0.054	0.063	0.069	0.073
365	FLUX	-235.66	-230.72	-226.39	-220.49	-212.35	-212.35
	ONTREKKING	5.85	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.258	0.262	0.109	0.109	0.107	0.106
TOTAAL	FLUX	-550.95	-393.45	-372.67	-370.66	-375.59	-375.59
	ONTREKKING	114.55	115.12	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.210	0.208	0.085	0.089	0.092	0.093

## HEIDE 1973 OP Z8 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-95.38	-85.56	-67.92	-33.73	-18.10	-18.10
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.322	0.333	0.295	0.330	0.359	0.373
180	FLUX	-122.41	-66.26	-76.46	-93.92	-100.98	-100.98
	ONTREKKING	64.21	66.24	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.297	0.311	0.293	0.327	0.352	0.371
270	FLUX	-90.23	7.21	13.97	-3.37	-10.34	-10.34
	ONTREKKING	62.61	63.62	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.184	0.176	0.155	0.230	0.267	0.294
365	FLUX	-293.01	-229.10	-200.98	-167.03	-156.56	-156.56
	ONTREKKING	5.79	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.326	0.337	0.295	0.297	0.305	0.317
TOTAAL	FLUX	-547.02	-373.71	-331.40	-298.05	-285.98	-285.98
	ONTREKKING	132.61	135.58	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.282	0.289	0.260	0.296	0.321	0.339

## HEIDE 1973 OP Z8g GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-95.41	-85.57	-66.90	-24.66	3.06	3.06
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.322	0.333	0.296	0.330	0.321	0.340
180	FLUX	-122.64	-66.79	-77.34	-96.23	-107.63	-107.63
	ONTREKKING	63.89	65.94	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.297	0.310	0.292	0.326	0.310	0.335
270	FLUX	-90.14	6.72	13.61	-2.86	-11.07	-11.07
	ONTREKKING	62.33	63.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.184	0.175	0.154	0.229	0.193	0.226
365	FLUX	-240.93	-227.33	-201.71	-168.47	-154.73	-154.73
	ONTREKKING	5.80	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.325	0.335	0.293	0.293	0.241	0.260
TOTAAL	FLUX	-549.12	-372.97	-332.34	-292.22	-276.48	-276.48
	ONTREKKING	132.01	134.83	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.282	0.288	0.258	0.294	0.266	0.291

## HEIDE 1973 OP Z12 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-94.79	-91.29	-82.12	-63.14	-41.73	-41.73
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.225	0.237	0.194	0.205	0.229	0.268
180	FLUX	-116.22	-64.89	-73.53	-82.33	-91.90	-91.90
	ONTREKKING	58.34	60.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.201	0.212	0.186	0.214	0.243	0.274
270	FLUX	-105.14	-3.43	8.07	-1.18	-13.64	-13.64
	ONTREKKING	56.97	58.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.118	0.114	0.085	0.122	0.147	0.170
365	FLUX	-232.43	-222.91	-206.87	-184.55	-161.58	-161.58
	ONTREKKING	5.85	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.245	0.258	0.220	0.212	0.209	0.214
TOTAAL	FLUX	-548.58	-382.52	-354.44	-331.20	-308.85	-308.85
	ONTREKKING	121.17	125.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.197	0.205	0.171	0.188	0.207	0.232

## HEIDE 1973 OP Z13 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-86.69	-76.02	-75.84	-75.97	-74.92	-74.92
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.195	0.199	0.085	0.088	0.090	0.090
180	FLUX	-128.07	-73.99	-72.97	-73.33	-73.93	-73.93
	ONTREKKING	50.67	55.06	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.194	0.198	0.090	0.094	0.096	0.097
270	FLUX	-103.50	-13.19	-0.92	0.37	-2.60	-2.60
	ONTREKKING	57.37	53.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.147	0.126	0.056	0.064	0.070	0.074
365	FLUX	-235.24	-229.71	-227.12	-221.82	-213.92	-213.92
	ONTREKKING	5.85	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.240	0.243	0.109	0.109	0.107	0.106
TOTAAL	FLUX	-553.50	-392.90	-376.85	-370.75	-365.37	-365.37
	ONTREKKING	113.88	114.61	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.194	0.192	0.085	0.089	0.091	0.092

## HEIDE 1973 OP Z16 GtVII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	10.0 (60-70)	10.0 (70-80)
90	FLUX	-98.36	-92.32	-84.11	-69.31	-61.98	-61.98
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.305	0.315	0.268	0.277	0.288	0.299
180	FLUX	-118.37	-63.43	-72.72	-80.29	-84.29	-84.29
	ONTREKKING	61.71	64.08	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.278	0.289	0.262	0.287	0.303	0.313
270	FLUX	-91.53	2.91	9.01	-0.94	-6.35	-6.35
	ONTREKKING	60.35	59.97	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.179	0.169	0.142	0.201	0.220	0.231
365	FLUX	-239.77	-227.75	-200.83	-177.60	-166.13	-166.13
	ONTREKKING	5.80	5.73	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.323	0.333	0.289	0.282	0.281	0.283
TOTAAL	FLUX	-548.03	-380.60	-348.65	-328.15	-318.76	-318.76
	ONTREKKING	127.86	129.78	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.272	0.276	0.240	0.262	0.273	0.282

## HEIDE 1973 OP Z18 GtVI

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-95.31	-85.62	-67.91	-48.10	-18.35	-18.35
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.322	0.333	0.295	0.322	0.352	0.373
180	FLUX	-122.40	-66.23	-76.39	-88.39	-101.92	-101.92
	ONTREKKING	64.21	66.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.297	0.311	0.293	0.322	0.346	0.371
270	FLUX	-90.20	7.35	14.16	3.24	-10.23	-10.23
	ONTREKKING	62.67	63.71	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.185	0.176	0.155	0.222	0.259	0.296
365	FLUX	-239.48	-228.82	-200.84	-178.35	-156.91	-156.91
	ONTREKKING	5.79	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.326	0.337	0.296	0.296	0.304	0.318
TOTAAL	FLUX	-547.38	-373.32	-330.98	-311.61	-287.41	-287.41
	ONTREKKING	132.67	135.68	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.283	0.289	0.260	0.290	0.315	0.340

## HEIDE 1973 OP Z20 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	15.0 (10-25)	10.0 (25-35)	15.0 (35-50)	30.0 (50-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-85.58	-85.38	-82.68	-75.66	-74.68	-74.68
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.406	0.420	0.330	0.372	0.387	0.390
180	FLUX	-98.77	-29.24	-34.06	-44.46	-56.45	-56.45
	ONTREKKING	56.35	73.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.397	0.408	0.314	0.367	0.383	0.390
270	FLUX	-93.14	12.19	10.63	4.97	-7.39	-7.39
	ONTREKKING	68.12	102.18	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.352	0.362	0.238	0.289	0.324	0.366
365	FLUX	-222.82	-209.05	-202.29	-190.51	-165.61	-165.61
	ONTREKKING	4.68	7.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.372	0.381	0.268	0.315	0.348	0.379
TOTAAL	FLUX	-500.31	-311.48	-308.40	-305.66	-304.12	-304.12
	ONTREKKING	129.15	182.34	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.382	0.393	0.288	0.336	0.360	0.381

## HEIDE 1973 OP Z21 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	15.0 (10-25)	15.0 (25-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-87.58	-73.30	-56.49	-27.74	-16.58	-16.58
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.349	0.366	0.338	0.359	0.377	0.390
180	FLUX	-124.40	-66.47	-70.24	-86.35	-99.94	-99.94
	ONTREKKING	56.03	82.19	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.328	0.345	0.321	0.353	0.375	0.386
270	FLUX	-97.68	23.24	28.87	15.83	1.70	1.70
	ONTREKKING	56.40	89.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.197	0.190	0.174	0.244	0.291	0.328
365	FLUX	-236.61	-217.57	-199.97	-175.85	-153.11	-153.11
	ONTREKKING	4.66	6.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.329	0.342	0.306	0.311	0.323	0.355
TOTAAL	FLUX	-546.27	-334.10	-297.83	-274.12	-267.92	-267.92
	ONTREKKING	117.09	178.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.301	0.311	0.285	0.317	0.342	0.365



## HEIDE 1973 OP Z23 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-81.39	-73.03	-43.41	-3.07	11.12	11.12
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.291	0.281	0.285	0.320	0.344	0.359
180	FLUX	-160.39	-63.75	-81.76	-101.01	-118.35	-118.35
	ONTREKKING	83.59	42.81	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.256	0.256	0.273	0.314	0.342	0.354
270	FLUX	-73.03	6.10	10.39	-5.11	-23.01	-23.01
	ONTREKKING	80.67	42.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.135	0.113	0.132	0.183	0.232	0.272
365	FLUX	-214.98	-221.32	-204.33	-177.78	-147.89	-147.89
	ONTREKKING	7.80	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.258	0.251	0.240	0.252	0.273	0.307
TOTAAL	FLUX	-529.80	-352.00	-319.12	-286.97	-278.12	-278.12
	ONTREKKING	172.05	89.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.235	0.225	0.233	0.267	0.298	0.323

## GRAS 1973 OP Z20 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	15.0 (10-25)	10.0 (25-35)	15.0 (35-50)	30.0 (50-80)	30.0 (80-110)
90	FLUX	-99.56	-94.94	-92.36	-85.19	-84.22	-84.22
	ONTREKKING	4.14	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.406	0.418	0.330	0.372	0.387	0.390
180	FLUX	-103.26	-6.34	-11.32	-21.75	-33.64	-33.64
	ONTREKKING	77.75	100.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.397	0.408	0.314	0.367	0.383	0.390
270	FLUX	-97.82	38.03	37.20	31.60	19.31	19.31
	ONTREKKING	88.48	132.72	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.351	0.362	0.238	0.289	0.324	0.366
365	FLUX	-235.29	-216.00	-209.40	-197.67	-172.51	-172.51
	ONTREKKING	8.28	12.42	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.372	0.381	0.268	0.315	0.348	0.379
TOTAAL	FLUX	-535.93	-279.24	-275.87	-273.00	-271.06	-271.06
	ONTREKKING	178.65	249.36	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.382	0.392	0.288	0.336	0.360	0.381

## GRAS 1973 OP Z21 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	15.0 (10-25)	15.0 (25-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	90.0 (80-170)
90	FLUX	-100.43	-81.29	-64.76	-36.00	-24.82	-24.82
	ONTREKKING	4.65	5.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.349	0.366	0.338	0.360	0.377	0.390
180	FLUX	-137.07	-46.82	-52.41	-69.01	-82.64	-82.64
	ONTREKKING	74.25	110.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.324	0.340	0.318	0.353	0.375	0.386
270	FLUX	-108.56	26.50	29.74	16.29	2.12	2.12
	ONTREKKING	68.10	102.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.190	0.176	0.170	0.243	0.291	0.328
365	FLUX	-250.40	-224.63	-202.58	-178.10	-154.64	-154.64
	ONTREKKING	8.24	12.15	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.329	0.342	0.305	0.309	0.322	0.355
TOTAAL	FLUX	-596.46	-326.22	-290.01	-266.83	-259.98	-259.98
	ONTREKKING	155.24	230.86	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.298	0.306	0.283	0.316	0.341	0.365

## GRAS 1973 OP Z23 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		15.0 (0-15)	15.0 (15-30)	15.0 (30-45)	15.0 (45-60)	20.0 (60-80)	80.0 (80-160)
90	FLUX	-95.16	-68.13	-43.40	-11.42	2.77	2.77
	ONTREKKING	6.65	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.296	0.271	0.299	0.324	0.344	0.359
180	FLUX	-135.84	-53.77	-66.70	-82.80	-100.34	-100.34
	ONTREKKING	103.58	72.31	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.261	0.249	0.287	0.319	0.342	0.354
270	FLUX	-64.46	26.40	18.43	5.00	-13.64	-13.64
	ONTREKKING	94.20	65.96	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.133	0.075	0.136	0.183	0.229	0.271
365	FLUX	-239.92	-218.48	-197.66	-175.78	-144.59	-144.59
	ONTREKKING	12.40	8.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.263	0.235	0.241	0.250	0.269	0.305
TOTAAL	FLUX	-535.38	-313.98	-289.32	-265.00	-255.80	-255.80
	ONTREKKING	216.83	149.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.238	0.208	0.241	0.269	0.296	0.322

## GRAS 1973 OP V7 GtIII

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	45.0 (80-125)
90	FLUX	-99.04	-85.20	-72.02	-71.64	-71.64	-71.64
	ONTREKKING	5.19	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.647	0.663	0.786	0.789	0.790	0.790
180	FLUX	100.82	-22.13	-37.04	-38.20	-38.74	-38.74
	ONTREKKING	96.75	88.14	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.622	0.635	0.780	0.788	0.790	0.790
270	FLUX	-67.84	61.91	64.33	55.40	51.94	51.94
	ONTREKKING	101.66	108.88	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.489	0.494	0.679	0.758	0.780	0.787
365	FLUX	-245.68	-180.45	-203.49	-196.41	-193.88	-193.88
	ONTREKKING	10.35	10.35	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.627	0.632	0.774	0.778	0.785	0.789
TOTAAL	FLUX	-513.38	-225.87	-248.21	-250.85	-252.32	-252.32
	ONTREKKING	213.95	210.81	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.596	0.606	0.754	0.778	0.786	0.789

KAAL 1973 OP Z23 GtV

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	100.0 (80-180)
90	FLUX	-84.80	-70.42	-40.29	0.22	14.30	14.30
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.239	0.253	0.284	0.320	0.344	0.359
180	FLUX	-156.35	-157.52	-169.21	-184.03	-200.66	-200.66
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.243	0.260	0.284	0.317	0.342	0.354
270	FLUX	-130.04	-116.48	-108.20	-109.63	-118.00	-118.00
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.191	0.200	0.210	0.227	0.251	0.280
365	FLUX	-234.43	-230.13	-224.17	-213.57	-194.25	-194.25
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.227	0.235	0.246	0.263	0.284	0.313
TOTAAL	FLUX	-605.61	-574.54	-541.87	-507.01	-498.62	-498.62
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.225	0.237	0.256	0.282	0.305	0.326

KAAL 1973 OP Z27 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	20.0 (40-60)	20.0 (60-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-97.96	-93.74	-85.98	-75.62	-63.08	-63.08
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.176	0.179	0.178	0.173	0.167	0.160
180	FLUX	-151.14	-144.33	-140.64	-139.13	-137.60	-137.60
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.200	0.207	0.210	0.212	0.212	0.213
270	FLUX	-129.37	-110.75	-94.28	-85.19	-82.36	-82.36
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.187	0.192	0.195	0.195	0.195	0.197
365	FLUX	-234.48	-234.29	-236.50	-237.26	-233.88	-233.88
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.223	0.228	0.231	0.233	0.234	0.233
TOTAAL	FLUX	-612.95	-583.11	-557.39	-537.20	-516.92	-516.92
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.197	0.201	0.203	0.203	0.202	0.200

## KAAL 1973 OP Z28 GtVII\*

TIJD DAGNR.	VARIABELE	LAAGDIKTE (CM)					
		10.0 (0-10)	10.0 (10-20)	20.0 (20-40)	30.0 (40-70)	10.0 (70-80)	20.0 (80-100)
90	FLUX	-101.94	-100.41	-99.21	-97.65	-96.72	-96.72
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.089	0.092	0.094	0.095	0.095	0.096
180	FLUX	-160.02	-149.31	-145.71	-143.50	-143.30	-143.30
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.095	0.099	0.101	0.102	0.104	0.105
270	FLUX	-142.09	-126.98	-113.28	-101.14	-97.92	-97.92
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.090	0.094	0.095	0.097	0.098	0.099
365	FLUX	-237.33	-232.54	-232.24	-234.34	-235.72	-235.72
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.106	0.108	0.109	0.110	0.111	0.114
TOTAAL	FLUX	-641.38	-609.24	-590.44	-576.63	-573.67	-573.67
	ONTREKKING	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VOCHTGEHALTE	0.095	0.098	0.100	0.101	0.102	0.103