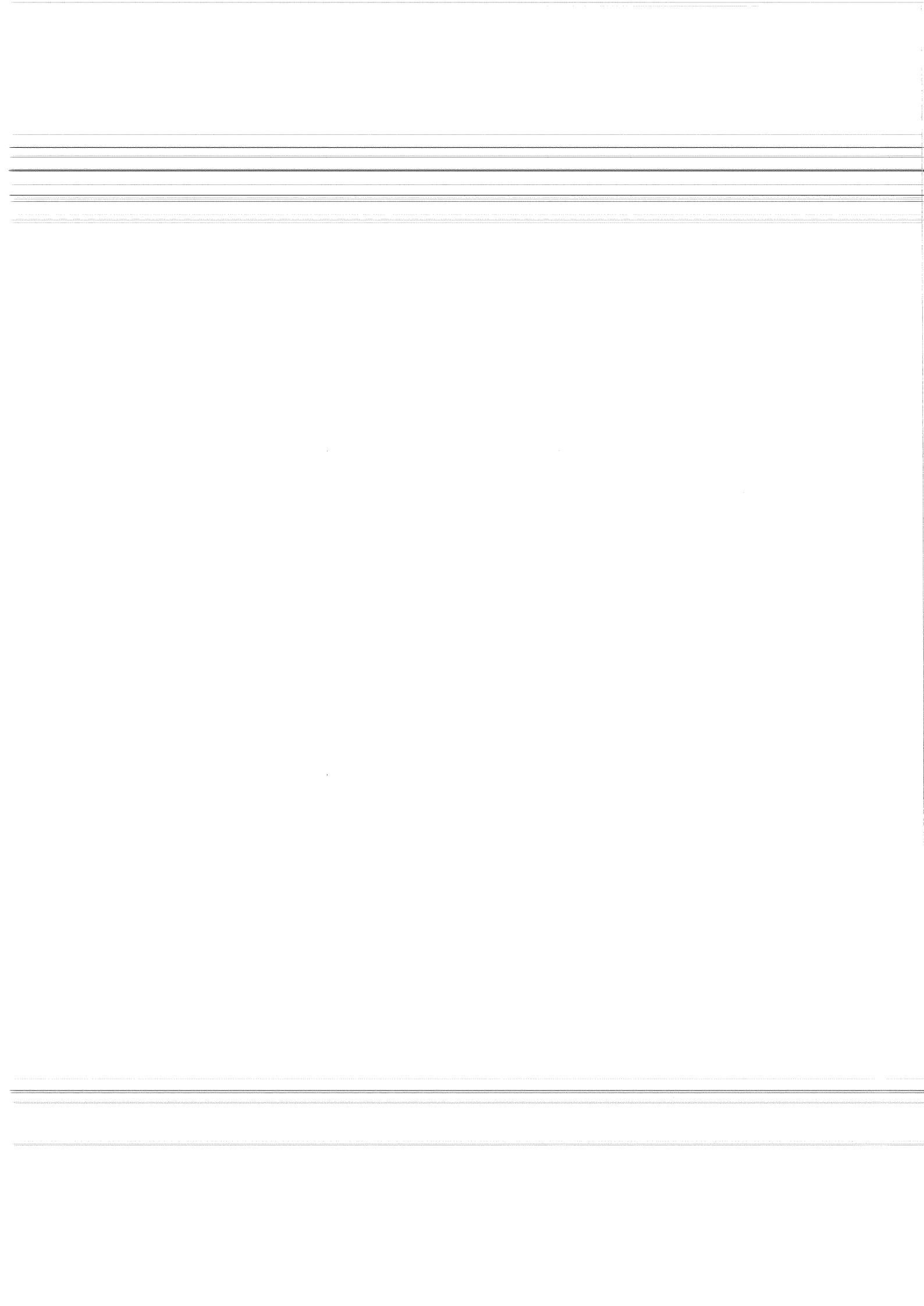


Simulatie van opbrengst- vorming bij tulp met WOFOST

F.J. de Ruijter, W.A.H. Rossing¹⁾, J. Schans

cabo-dlo



Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
Summary	1
1 Inleiding	3
2 De gewasgroeimodellen ROCROP, TUCROS en WOFOST	5
2.1 ROCROP	5
2.2 TUCROS	6
2.3 WOFOST	7
2.4 Vergelijking van ROCROP, TUCROS en WOFOST	8
2.5 Modelkeuze en motivatie	8
3 WOFOST: calibratie en verificatie	11
3.1 Proefgegevens	11
3.2 Gewasontwikkeling	12
3.3 Drogestofverdeling	14
3.4 Remobilisatie vanuit moederbol	16
3.5 SLA en LAI	16
3.6 Vergelijking met veldproeven	17
4 Validatie aan de hand van onafhankelijke veldproeven	25
5 Discussie	27
6 Conclusies	29
Literatuur	31
Bijlage 1 Gewasgroeiroutine van WOFOST	11 pp.
Bijlage 2 Gewasdatafile voor WOFOST Bronnen van parameterwaarden staan tussen haakjes vermeld	3 pp.
Bijlage 3 Samenvatting van resultaten van de "Apeldoorn zift 9" proeven	3 pp.
Bijlage 4 Temperatuursommen	4 pp.
Bijlage 5 Drogestofverdeling per tweewekelijkse periode in de "Apeldoorn zift 9" proeven	3 pp.
Bijlage 6 Experiment-specifieke inputfiles voor elk van de 7 "Apeldoorn zift 9" proeven	2 pp.

Samenvatting

Ten behoeve van het CABO-DLO/TPE-LUW-project "Ontwikkeling van methoden voor het ontwerpen, toetsen en optimaliseren van geïntegreerde plantaardige produktiesystemen" werd een aantal verklarende simulatiemodellen vergeleken op hun bruikbaarheid voor het voorspellen van de potentiële opbrengst bij tulp.

Gekozen werd voor het model WOFOST omdat hiermee eenvoudig verschillende gewassen gesimuleerd kunnen worden. Na aanpassing voor simulatie van het gewas tulp werd het model gecalibreerd op metingen van de gewasgroei van tulp in zeven jaren. Vervolgens werd één parameterset bepaald die de zeven jaren tegelijk beschreef. Deze parameterset werd gebruikt bij de validatie van het model met enkele onafhankelijke datasets.

Met het model werd het niveau van bolopbrengst goed gesimuleerd, maar gemeten variatie in bolopbrengst tussen verschillende jaren kon slechts ten dele worden verklaard. Tevens was het model niet gevoelig genoeg voor verschillen in plantgoedgewicht. Deze gevoeligheid kan verhoogd worden door meer rekening te houden met de bijdrage aan de initiële bladgroei van de in het plantgoed aanwezige reserves.

Summary

In the framework of the CABO-DLO/TPE-LUW project "Development of methods for design, validation and optimization of integrated cropping systems" three explanatory models were compared to identify the most suitable one for simulation of potential growth of tulip. The model WOFOST appeared most suitable for simulation of tulip growth and was selected for further use in the project and adapted for simulation of tulip. The model was calibrated with datasets of seven field trials. After calibration the model was validated with some independent datasets.

Yield level was well simulated but variation in yield between years was not fully explained by the model. Also the model was not sensitive enough to changes in total seed bulbweight. The model may be improved by incorporating the contribution of seed bulb carbohydrates to initial leaf growth.

1 Inleiding

In het CABO-DLO/TPE-LUW-project "Ontwikkeling van methoden voor het ontwerpen, toetsen en optimaliseren van geïntegreerde plantaardige produktiesystemen" wordt gebruikt gemaakt van Interactieve Meervoudige Doel Programmering (IMDP) (Boon et al., 1993; Van Keulen et al., 1992). Met behulp van deze techniek is het mogelijk agrarische produktiesystemen te evalueren met betrekking tot de mate waarin zij voldoen aan verschillende, deels conflicterende doelen voldoen. Hierbij wordt systematisch nagegaan in welke mate modelmatig geformuleerde produktiesystemen aan bedrijfseconomische en milieuhygiënische doelstellingen voldoen. Een produktiesysteem bestaat uit opeenvolgende teelten van gewassen en wordt beschreven door een serie teeltmodellen. In een teeltmodel wordt de gewasopbrengst, die de basis vormt voor de berekening van het bedrijfseconomische resultaat, berekend als een basisopbrengst (potentieel of watergelimiteerd) die wordt gecorrigeerd voor de invloed van diverse teelthandelingen. Deze basisopbrengst kan worden geschat op basis van in proeven gemeten opbrengsten of met behulp van verklarende simulatiemodellen. Het grote voordeel van verklarende simulatiemodellen is dat de resultaten uitsluitend bepaald worden door eco-fysiologische factoren. Daardoor kan variatie in proefresultaten die het gevolg is van verschillen in de kwaliteit van gewasmanagement en proeftechniek, worden uitgesloten bij de verkenning van de potenties van produktiesystemen.

In het project is gekozen voor de bloembollensector als case voor de methodologie-ontwikkeling. Aangezien tulp een belangrijk gewas is binnen de bloembollenteelt, zijn er over dit gewas veel gegevens beschikbaar. Daarom worden teeltmodellen ontwikkeld op basis van dit gewas.

In dit verslag wordt een evaluatie gegeven van de bruikbaarheid van een aantal bestaande verklarende simulatiemodellen voor het voorspellen van de potentiële opbrengst bij tulp. Hiertoe worden eerst de bestaande gewasgroeimodellen voor tulp geïnventariseerd, waarna een vergelijking gemaakt wordt van de beschrijving van deelprocessen in de modellen. Op grond hiervan wordt een keuze gemaakt voor een model en worden de resultaten van dat model geëvalueerd door vergelijking met metingen welke gedurende zeven jaar gedaan zijn. Hierbij wordt het model gecalibreerd op de metingen van de zeven afzonderlijke jaren. Vervolgens wordt één parameterset gezocht die de zeven jaren tegelijk beschrijft. Deze parameterset wordt gebruikt bij validatie van het model met enkele onafhankelijke datasets.

2 De gewasgroeimodellen ROCROP, TUCROS en WOFOST

De bestaande gewasgroeimodellen voor tulp zijn ROCROP, ontwikkeld door Van der Valk en Van Gils (in prep.), en TUCROS, ontwikkeld door Benschop (1985). Daarnaast wordt hier het model WOFOST beschreven, een generiek gewasgroeimodel ontwikkeld door Van Diepen et al. (1988), waarvoor van een tiental akkerbouwgewassen parametersets aanwezig zijn.

2.1 ROCROP

Het model ROCROP (Van der Valk en van Gils, in prep.) simuleert met tijdstappen van één dag de groei van tulp van de dag van opkomst tot de dag van oogst. Aan het eind van de simulatie wordt de totale gesimuleerde dochterbolproductie via verdelingstabellen verdeeld over bollen van diverse grootteklassen.

De groei van de dochterbollen wordt in het model bepaald door de CO_2 assimilatie, die berekend wordt uit de onderschepte hoeveelheid licht. De lichtonderschepping is een functie van het bladoppervlak. Het bladoppervlak wordt berekend uit de door de gebruiker ingevoerde dag van opkomst, de toenamesnelheid van het bladoppervlak en het maximale bladoppervlak. Het maximale bladoppervlak is afhankelijk van de geplante bolmaat en de cultivar. Het model bevat geen relaties met de temperatuur; de ontwikkeling van het gewas is alleen afhankelijk van de tijd.

ROCROP bevat van veertien cultivars het verband tussen bolmaat en maximaal bladoppervlak, naast de tabellen voor de verdeling van de uiteindelijke dochterbolproductie in diverse grootteklassen.

Tulpen worden op bedden geteeld, waardoor er geen sprake is van een volveldsgewas. In ROCROP worden de bedden gezien als gewasblokken, waarbij afhankelijk van de hoogte van de zon en de stand t.o.v. de lengterichting van het bed, de lichtonderschepping berekend wordt. De grootte van het gewasblok hangt af van de ontwikkelingssnelheid van het blad en de maximale planthoogte.

ROCROP bevat veel mogelijkheden voor de gebruiker om correctiefactoren in te voeren. In tabel 1 is een voorbeeld gegeven van een inputfile voor ROCROP.

Tabel 1 Voorbeeld van een inputfile voor ROCROP

Inputparameters	
n	/ with reproduction of instructions ----- file rocr.inp
rocrop.lis	/ output listing
apeldoorn	/ for which cultivar processing is done
11, 30	/ pair(s, max. 10) of seedbulb weight (g), max. plant height (cm)
y	/ do you vote for the proposed file (distribution data)
n	/ data in output listing
1.50	/ distance in m between centers of beds (or ridges)
1.08	/ width in m of the sowing bed
0	/ bed orientation in degrees
3000.	/ alternatives of planted bulbweights in kg/ha, paths included (max. 16)
83/03/01	/ at what date starts growing season
83/06/01	/ at what date ends growing season
y	/ do you vote for the proposed file (radiation data Naaldwijk)
n	/ data in output listing
	/ at what date leaf area is reduced, close with <RET>
	/ latitude on earth, <RET>=52.3
	/ C, fraction of clear radiation on cloudy days, <RET>=0.29
	/ light attenuation factor at 60 degra sun altitude, <RET>=0.6
	/ coefficient leaf area development rate, <RET>=0.0005
	/ correction factor for respiratory losses, <RET>=0.8
	/ part of dry matter production stored in bulbs, <RET>=0.9
	/ dry matter content of bulbs, <RET>=0.45
	/ how many steps between sunrise and sunset, <RET>=19
	/ integration step in degrees, <RET>=10
	/ price/kg of bulbs in group starting from size 0, <RET>=0
	/ size of upper boundary, close with <RET>
n	/ with results per period
n	/ do you continue program ROCROP

2.2 TUCROS

TUCROS (Benschop, 1985) is ontwikkeld op basis van SUCROS (Van Keulen. et al., 1982) en gericht op tulp, cultivar Apeldoorn, ziftmaat 9. In TUCROS wordt de ontwikkeling van het gewas in afhankelijkheid van de temperatuur beschreven. De ontwikkelingsstadia die worden onderscheiden staan vermeld in tabel 2. In de periode van planten tot ontwikkelingsstadium 0.8 wordt de ontwikkelingssnelheid bepaald door de bodemtemperatuur op 10 cm diepte. Daarna neemt in het model de invloed van de luchttemperatuur op 1,5 m hoogte toe, totdat bij de bloei de effectieve temperatuur half door de bodemtemperatuur en half door de luchttemperatuur wordt bepaald.

Tabel 2 Ontwikkelingsstadia van een tulp gewas (uit: Benschop, 1985)

Ontwikkelingsstadium (DVSP)	Omschrijving
0.3	planten
0.7	opkomst
0.75	begin fotosynthese
1.0	bloei
1.125	fotosynthese en herverdeling assimilaten uit blad en stengel
1.66	oogsten

In TUCROS dienen de initiële gewichten voor de verschillende plantonderdelen in het model opgegeven te worden. Deze waarden kunnen verkregen worden door een tussenooft tijdens het seizoen uit te voeren. Het is ook mogelijk het model vanaf het tijdstip van planten te laten draaien. Hiervoor dienen dan de gewichten van de individuele bolonderdelen als initiële waarden in het model gezet te worden.

De bronnen van koolhydraten zijn zowel de CO_2 -assimilatie als remobilisatie van koolhydraten uit de moederbol. Als er veel fotosynthese plaatsvindt of als de moederbol tot een bepaald minimum gewicht is afgenomen vindt er geen remobilisatie meer plaats. De koolhydraten worden, afhankelijk van het ontwikkelingsstadium, via verdelingsfuncties over de verschillende plantorganen verdeeld.

Lichtonderschepping wordt in TUCROS berekend voor een volveldsgewas. Voor de teelt van tulp in bedden wordt gecorrigeerd met één reductiefactor, de fraktie beteeld oppervlak.

Evenals in ROCROP wordt aan het eind van de simulatie m.b.v. een tabel het totale dochterbolgewicht per plant verdeeld over diverse ziftmaten. Hieruit kan dan ook het aantal geproduceerde bollen bepaald worden, dit alles voor cultivar Apeldoorn, ziftmaat 9.

De bladafsterving wordt in TUCROS nagebootst. Door remobilisatie neemt het bladgewicht af terwijl het bladoppervlak en de SLA in het model gelijk blijven. De AMAX (de lichtverzadigde fotosynthesesnelheid van individuele bladeren) wordt gereduceerd door de factor $\text{bladgewicht}/(\text{LAI} * \text{SLA})$, waarbij bij een bepaalde reductiefactor het gewas als afgestorven beschouwd wordt. De simulatierun wordt ook beëindigd als het ontwikkelingsstadium de waarde 2 bereikt heeft.

2.3 WOFOST

Het acronym WOFOST is afgeleid van WO^World FO^Wood ST^Udies. Het model is ontwikkeld door de Stichting Onderzoek Wereldvoedselvoorziening (van Diepen et al., 1988). Doordat gewassen volledig gedefinieerd worden via een 'gewasfile' (bijlage 2) kunnen eenvoudig verschillende gewassen met WOFOST gesimuleerd worden. De structuur van WOFOST is gebaseerd op die van SUCROS en lijkt daarom veel op die van TUCROS. Door Van Diepen et al. (1988) is versie 4.1 beschreven, de huidige versie 5.4 is nog niet gedocumenteerd.

Voor de simulatie van tulp waren enkele toevoegingen aan het model nodig. Zo is remobilisatie van assimilaten vanuit de moederbol, die de groeisnelheid van de plant bij opkomst bepaalt, toegevoegd. Daarnaast wordt in WOFOST onderscheid gemaakt tussen wortels, stengels, bladeren en opslagorganen. Een tulpgewas heeft naast deze organen nog een bloem, die als apart plantorgaan aan het model is toegevoegd.

Een nog aan te brengen uitbreiding is de lichtonderschepping door gewasblokken. Met deze toevoeging wordt het model geschikt voor alle gewassen die op ruggen of bedden worden

geteeld met daartussen duidelijke paden. Hieronder vallen de meeste bolgewassen en vele tuinbouwgewassen. In bijlage 1 is aangegeven hoe de aanpassingen in het computer-programma zijn doorgevoerd.

2.4 Vergelijking van ROCROP, TUCROS en WOFOST

Als basis voor de keuze voor een model zijn de verschillen en overeenkomsten tussen de modellen naast elkaar gezet (tabel 3). ROCROP bevat geen temperatuurrelaties, waardoor een belangrijke sturende factor bij de groei niet wordt meegenomen. In TUCROS en WOFOST wordt de temperatuur wel meegenomen, zodat de processen bij de groei van het gewas beter beschreven worden. Een nadeel van TUCROS is dat het specifiek op één ziftmaat van één cultivar is gericht.

De lichtonderschepping is in ROCROP zeer gedetailleerd beschreven, i.t.t. TUCROS waar het rijenaspect slechts ruw wordt benaderd. De lichtonderschepping in WOFOST is op basis van een volveldsgewas, maar lichtonderschepping op basis van gewasblokken kan vrij eenvoudig in het model aangebracht worden (Goudriaan, TPE-LUW, mondelinge mededeling).

ROCROP en TUCROS werken met een verdelingstabel die de verdeling van de eindopbrengst over de diverse ziftmaten exogeen beschrijft. In ROCROP zijn voor veertien cultivars deze tabellen opgenomen. Deze verdelingstabellen kunnen ook bij WOFOST gebruikt worden.

Tabel 3 Overzicht van de overeenkomsten en verschillen tussen de modellen ROCROP, TUCROS en WOFOST

	TUCROS	ROCROP	WOFOST
lichtonderschepping	volvelds	gewasblokken	volvelds ¹
¹ ontwikkeling sturing van remobilisatie uit moederbol cultivars	temperatuur ja Apeldoorn, zift 9	tijd min of meer verschillende	temperatuur ja ² nu nog Ap.zift 9
sortering opbrengst	tabel	tabellen	tabellen
² maximale bladoppervlak sturing van	koolhydraat- beschikbaarheid	bolmaat	koolhydraat- beschikbaarheid

¹ Kan aangepast worden naar gewasblokken

² Niet in oorspronkelijke versie

2.5 Modelkeuze en motivatie

Binnen het project 'geïntegreerde plantaardige productie' wordt gestreefd naar het analyseren van produktiesystemen waarin naast bolgewassen ook groente- en akkerbouwgewassen kunnen voorkomen. Om de methodiek toegepast in het project beknopt en inzichtelijk te houden is het wenselijk dat de analyse van de verschillende gewassen op een uniforme wijze geschiedt. Daarom is een gewasgroeimodel gewenst dat zó algemeen van opzet is dat de groei van deze verschillende gewassen op vergelijkbare wijze kan worden gesimuleerd. De modellen ROCROP en TUCROS zijn beide specifiek ontwikkeld voor bolgewassen en voldoen niet aan deze eis. Het model WOFOST heeft wel een algemener toepasbare structuur waardoor het mogelijk is de groei van diverse gewassen te simuleren.

Daarnaast is WOFOST een gedocumenteerd model en wordt het nog steeds verder ontwikkeld, waarbij nieuwe inzichten in het model verwerkt worden. WOFOST bevat reeds een subroutine voor waterbeperkte groei en een (niet-dynamische) module voor stikstofbeperkte groei. Op CABO-DLO wordt door verschillende onderzoekers met WOFOST gewerkt, en voor een tiental akkerbouwgewassen zijn er al parametersets aanwezig.

Voor de simulatie van de groei van bolgewassen met WOFOST zijn enkele aanpassingen nodig. Eén daarvan is de lichtonderschepping bij de teelt op bedden. Deze aanpassing is ook bruikbaar voor simulatie van de teelt van uien of andere groentegewassen, die op bedden of op ruggen worden geteeld. Een andere aanpassing die vereist is, is de remobilisatie van koolhydraten vanuit het plantgoed. Naast de toepasbaarheid bij bolgewassen is dit bijvoorbeeld ook toepasbaar bij aardappel. Vervolgens dient de bloem als apart orgaan opgenomen te worden.

3 WOFOST: calibratie en verificatie

3.1 Proefgegevens

Voor de ontwikkeling van TUCROS zijn (o.l.v. M. Benschop, pers. meded.) op het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (LBO) in Lisse gedurende zeven jaar proeven uitgevoerd met tulp, cultivar Apeldoorn, ziftmaat 9. In deze proeven werd het groeiverloop vanaf planten in november tot afsterven in juli gevolgd d.m.v. tweewekelijkse oogsten. Bij iedere bemonstering werden twee keer 10 planten geoogst en deze werden opgesplitst in de diverse plantonderdelen: moederbol (verdeeld in bruine huid, vlezig bolrokken en bolbodem), wortels, stengel (opgesplitst naar poot en stengel), blad (ook onderverdeeld naar afzonderlijk bladeren), bloem, nieuwe bol (opgesplitst naar A-bol, klisters en H-bol) en bijbolblad (tabel 7). Van deze onderdelen zijn drooggewichten bepaald en van diverse organen tevens de lengte. Bij de oogsten werden de planten langs de paden niet meegenomen zodat de gevonden waarden betrekking hebben op die van een volveldsgewas. In de periode van bovengrondse groei is tevens het bladoppervlak bepaald. Naast deze metingen is m.b.v. foto's de bedekkingsgraad bepaald, zijn er chemische analyses uitgevoerd aan diverse plantonderdelen en zijn er zowel in het veld als in de fotosynthesekamer fotosynthese-metingen uitgevoerd.

Deze set gegevens is zeer goed bruikbaar voor calibratie van WOFOST. De veelvuldige en nauwkeurige metingen geven een goed verloop in de tijd weer, waaruit veel modelparameters afgeleid kunnen worden. Op deze manier ontstaat een model dat dezelfde beperkingen heeft als TUCROS, nl. dat het gecalibreerd is voor één ziftmaat van één cultivar. Deze calibratie geeft echter wel duidelijkheid over sterke en zwakke punten in WOFOST. Als na deze calibratie de modelberekeningen bevredigende resultaten geven, kan het model gevalideerd worden met andere proeven die op het LBO zijn uitgevoerd.

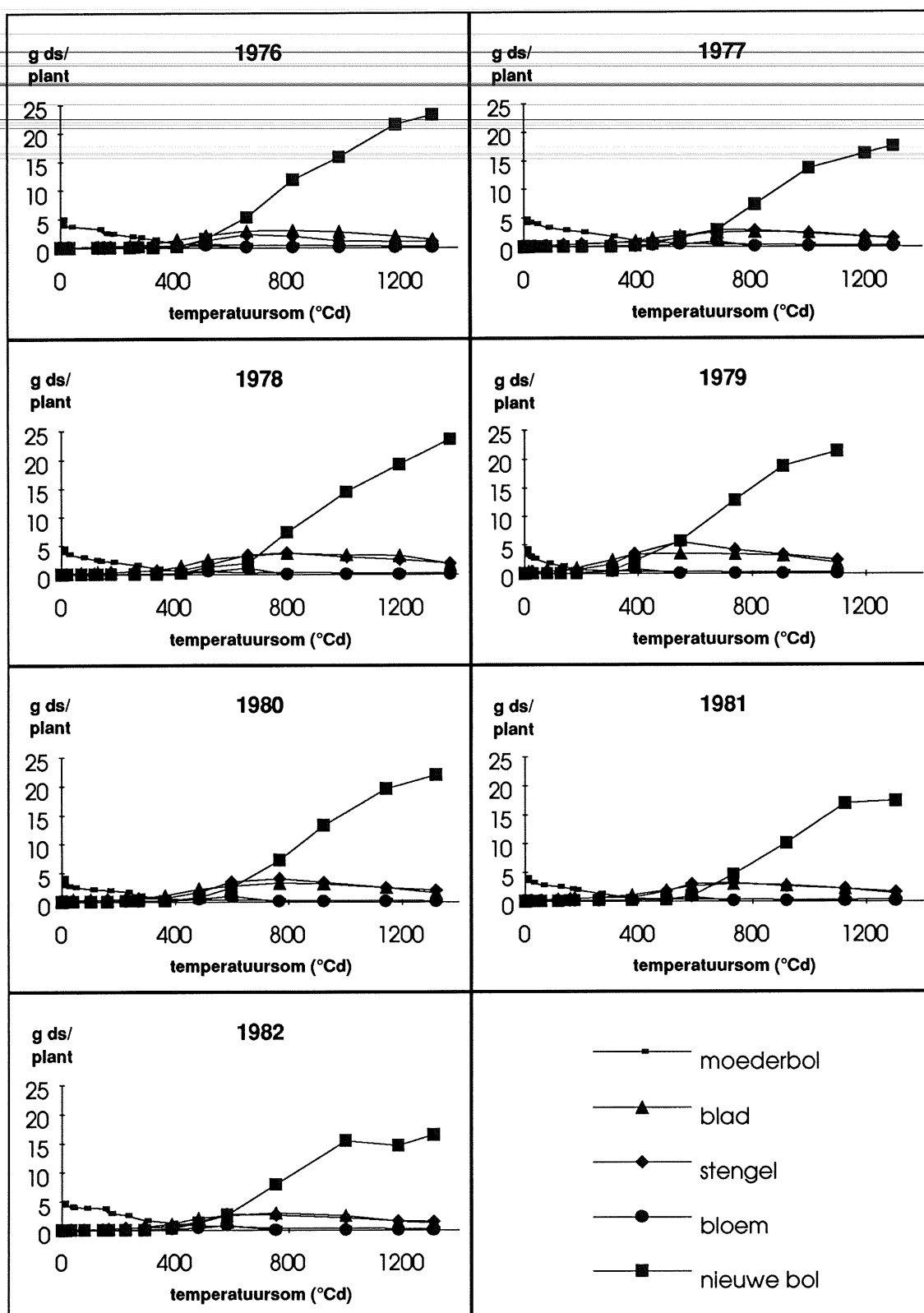
Tabel 7 Waarnemingen in de "Apeldoorn zift 9" proeven.

onderdeel	verdere opsplitsing	waarnemingen (naast vers- en drooggewicht)
moederbol	bruine huid bolrokken bolbodem	aantal per bol
wortels		aantal lengte
spruit	blad	onderste blad ond.blad +1 ond.blad +2 ond.blad +3
	stengel	poot bovengronds
	bloem	
nieuwe bol	A-bol H-bol	diameter en lengte
	overige klisters	
	bijbolblad	oppervlakte
	A-bol blad	oppervlakte
	H-bol blad	oppervlakte

De mate van detaillering in de metingen is groter dan nodig voor het model. Daarom zijn de verschillende onderdelen van de moederbol weer samengevoegd tot één gewicht; zijn de stengel en de poot (= ondergronds stengeldeel) samengevoegd tot stengel en de A-bol, de klisters en de H-bol tot nieuwe bol. De zo verkregen resultaten van de proeven staan in bijlage 3. Voor de uitgebreide gegevens van de proeven wordt verwezen naar de Ruijter et al. (in prep.).

3.2 Gewasontwikkeling

Op basis van de weersgegevens van station De Kooy zijn voor de diverse oogstdata temperatuursommen berekend. Voor de jaren 1976 t/m 1982 is dit gedaan vanaf 1 januari met een drempeltemperatuur van 0 °C (bijlage 4). Het groeiverloop van de diverse plantorganen is uitgezet tegen de temperatuursom in figuur 1. Hieruit kunnen de temperatuursommen bij opkomst, bloei en oogst afgelezen worden (tabel 8).



Figuur 1 Verloop van drogestofgewicht van de organen van tulpe (g/plant) als functie van de temperatuursom (°Cd).

Tabel 8 Overzicht van de geschatte temperatuursommen tot opkomst, bloei en oogst (°Cd)

tsom tot: jaar	opkomst	bloei	oogst
1976	245	513	1312
1977	204	679	1299
1978	258	658	1371
1979	129	338	1100
1980	228	599	1320
1981	176	588	1305
1982	226	581	1312
gemiddeld*	223 (sd=29,4)	603 (sd=59,4)	1320 (sd=26,1)

*gemiddelden excl. 1979

Bij vergelijking van de diverse waarden van de temperatuursommen voor de verschillende fenologische stadia is te zien dat deze redelijk overeen komen, met uitzondering van 1979 waar de gehele groeiperiode vervroegd lijkt: de diverse ontwikkelingsstadia worden bij veel lagere temperatuursommen bereikt dan in de andere jaren. In 1979 was het voorjaar zeer koud. Mogelijk heeft dat geleid tot een vroege vervulling van de koudebehoefte. De impliciete aanname bij berekening van de temperatuursom vanaf 1 januari is dat op die datum aan de koudebehoefte is voldaan, en dat de fenologische ontwikkeling gestuurd wordt door temperaturen boven 0 °C. Om de ontwikkeling in extreme winters en voorjaren zoals 1979 beter te modelleren, dient de koudebehoefte van tulp in meer detail in het gewasontwikkelingsmodel verwerkt te worden. Vooralsnog is hiervan afgezien. Omdat 1979 zo sterk afwijkt van de andere jaren is dit jaar bij berekening van gemiddelden over de jaren niet meegenomen.

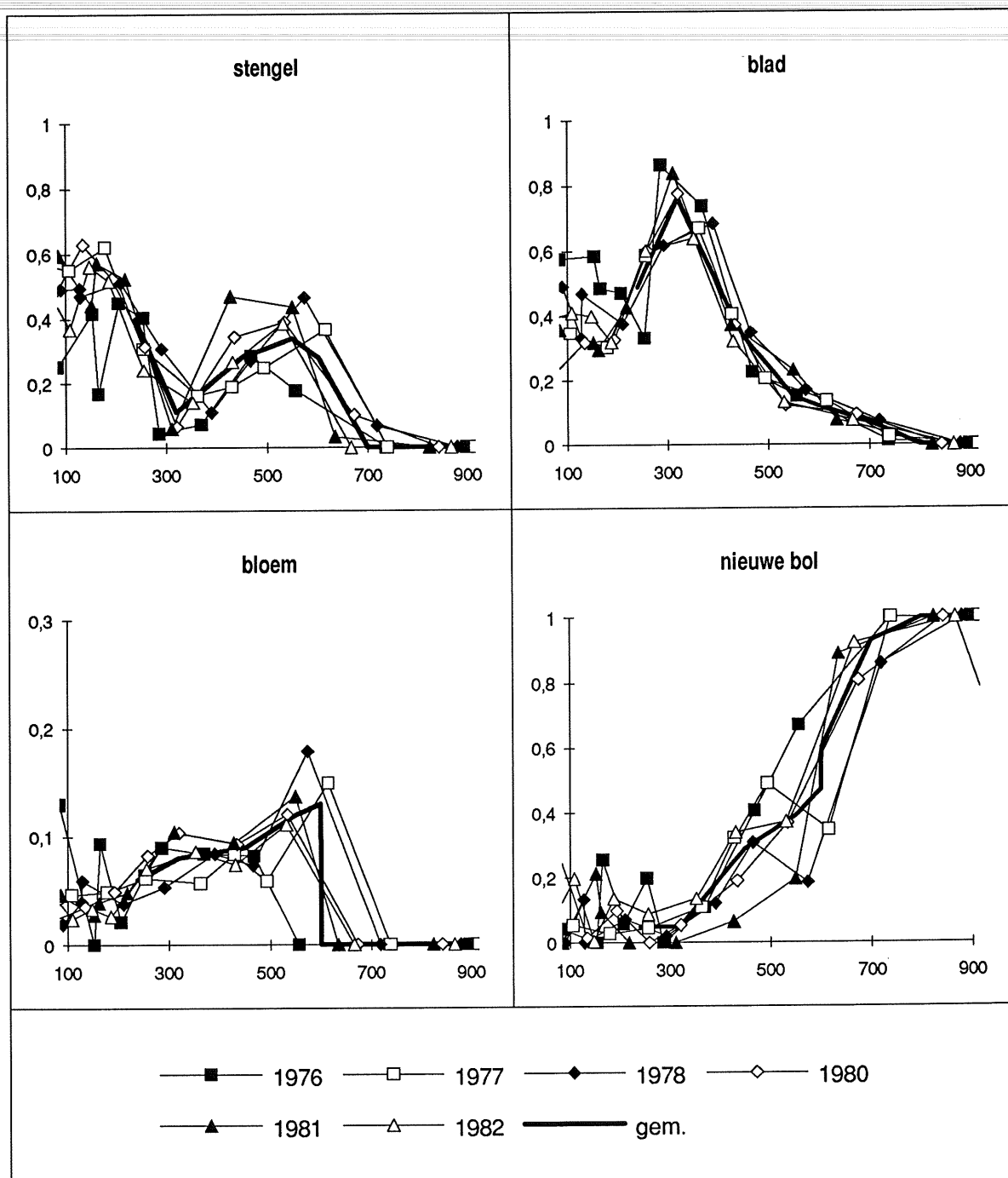
3.3 Drogestofverdeling

Voor ieder jaar afzonderlijk is de drogestofverdeling berekend per tweewekelijkse periode (bijlage 5). De hierbij behorende temperatuursom voor invoer in WOFOST is de gerealiseerde temperatuursom in het midden van deze periode.

Bij de berekening van de drogestofverdeling is uitgerekend welke fraktie van de totale drogestoftoename in de twee weken naar wortel en naar spruit is gegaan en vervolgens hoe de drogestoftoename over de verschillende plantonderdelen binnen de spruit wordt verdeeld. Bij deze berekening zijn afnames in drogestof per orgaan tussen twee oogsten niet meegenomen, waardoor eventuele remobilisatie buiten beschouwing wordt gelaten.

Voor bepaling van de gemiddelde drogestofverdeling is per plantonderdeel de verdeling tijdens de verschillende jaren grafisch weergegeven. Hierin is op het oog een gemiddelde lijn getrokken (figuur 2). De som van de verdelingsfrakties voor blad, bloem, stengel en nieuwe bol is altijd 1.

De verdeling van het plantgewicht op het tijdstip van opkomst is uit de proefgegevens afgeleid.



Figuur 2 Drogestofverdeling (fractie) over blad, stengel, bloem en nieuwe bol in zes seizoenen en het gemiddelde, uitgezet tegen de temperatuursom (°Cd). De som van de verdelingsfrakties is altijd 1.

3.4 Remobilisatie vanuit moederbol

De afname van het moederbolgewicht vanaf opkomst blijkt goed beschreven te worden door een negatief exponentieel verband volgens de functie $Y_t = Y_0 * e^{(r*t)}$, waarbij t het aantal dagen na opkomst, Y_0 het moederbolgewicht bij opkomst, Y_t het moederbolgewicht op tijdstip t en r de relatieve afnamesnelheid is. De berekende waarden voor de constante r staan vermeld in tabel 9. De afname van het moederbolgewicht bestaat uit respiratie en uit remobilisatie. Na aftrek van de respiratie wordt de resterende hoeveelheid vermenigvuldigd met 1,11 ter omrekening van zetmeel naar suikers. Deze suikers worden in het model per dag opgeteld bij de koolhydraten uit de fotosynthese.

Tabel 9 Overzicht van de waarden van de relatieve afnamesnelheid r bij remobilisatie uit de moederbol. Formule $Y(t) = Y(0) * e^{(r*t)}$, geldig vanaf dagnummer 60 ($\pm$ opkomst). r^2 is de correlatiecoëfficiënt bij gelineariseerde relatie

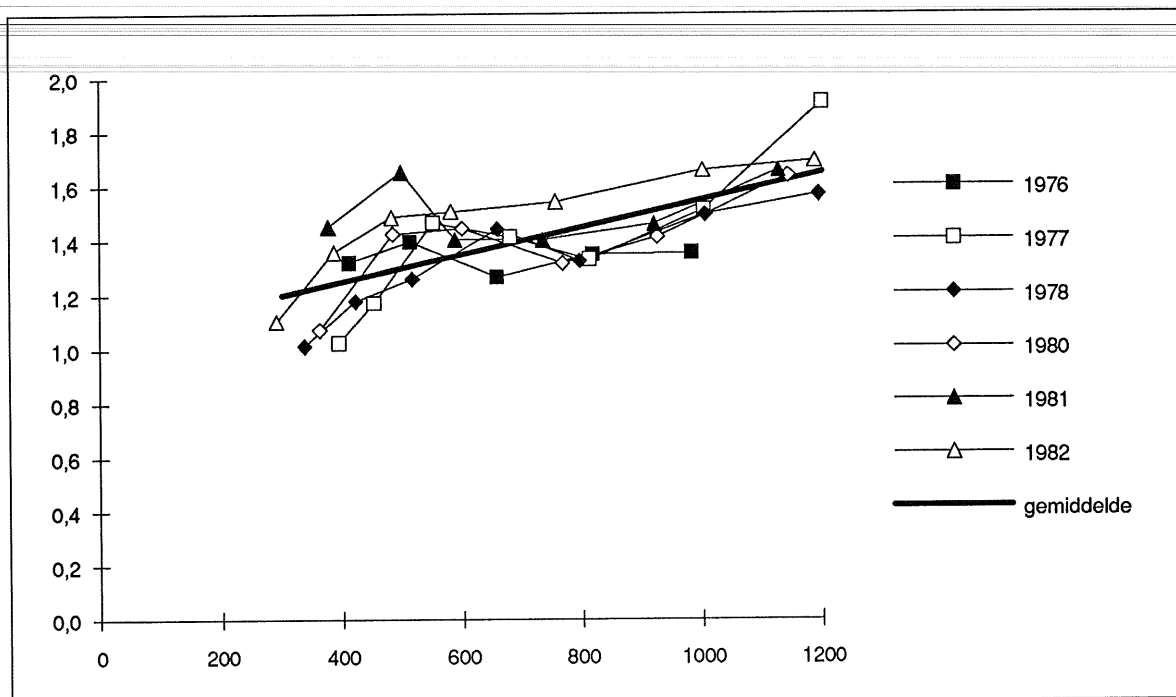
jaar	relatieve afnamesnelheid	r^2
1976	-0,0192	0,95
1977	-0,0197	0,96
1978	-0,0187	0,92
1979	-0,0192	0,90
1980	-0,0199	0,92
1981	-0,0167	0,76
1982	-0,0231	0,99
gemiddeld	-0,0195 (sd=0,0021)	

3.5 SLA en LAI

Het specifiek bladoppervlak (SLA, in ha/kg) is berekend uit de metingen van het bladgewicht en het bladoppervlak en is voor alle jaren in figuur 3 gezet. D.m.v. lineaire regressie is een gemiddeld verloop van de SLA met de temperatuursom verkregen.

Naast de modelparameters is de LAI voor de periode van bovengrondse groei berekend uit het bladoppervlak en het stengeloppervlak. De eerste meting van het bladoppervlak is ruim een maand na opkomst uitgevoerd. Voor de periode tussen opkomst en eerste bladoppervlaktemeting wordt de LAI berekend uit het bladgewicht, waarbij het specifieke bladoppervlak van de eerste bladoppervlaktemeting gebruikt wordt. Aangezien reeds vóór opkomst blad ondergronds aanwezig is, zijn de berekeningen gecorrigeerd voor de bladmassa bij opkomst, waarbij verondersteld is dat de hoeveelheid ondergronds blad gedurende de hele periode constant blijft. Uit lengtemetingen van de poot, het stengeldeel tussen bolbodem en aanhechting van het onderste blad, blijkt dat deze aanname niet geheel juist is omdat de poot het blad gedurende de eerste maand na opkomst boven de grond stuwt.

Aangezien hierbij niet bekend is hoeveel blad zich op de verschillende tijdstippen nog onder de grond bevond, is dezelfde constante correctie aangehouden. Hierdoor ontstaat een geringe onderschatting van het feitelijk aanwezige bladoppervlak tot de eerste waarnemingsdatum.



Figuur 3 Verloop van het specifieke bladoppervlak ($\text{ha}/10^3 \text{ kg}$) in zes seizoenen en het gemiddelde, uitgezet tegen de temperatuursom ($^{\circ}\text{Cd}$)

3.6 Vergelijking met veldproeven

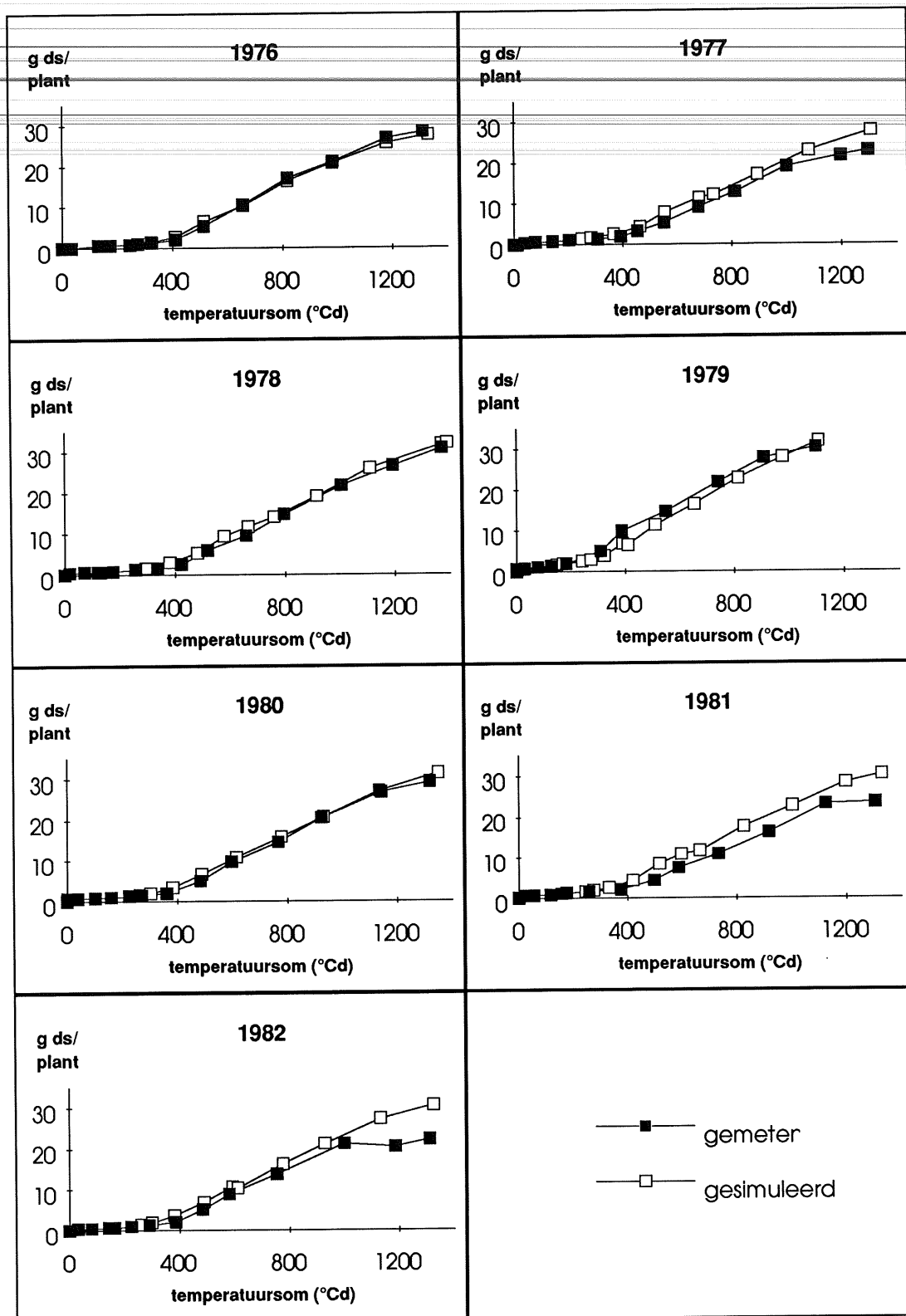
Op basis van de voorgaande gegevens is voor elk afzonderlijk experiment een experiment-specifieke inputfile gemaakt. Deze file bevat (bijlage 6):

- * de temperatuursommen tot opkomst, tot bloei en tot oogst;
- * het moederbolgewicht bij opkomst en de relatieve afnamesnelheid r ;
- * het plantgewicht bij opkomst;
- * de drogestofverdeling gedurende de groei;
- * het specifiek bladoppervlak gedurende de groei.

Via deze file kan het LAI-verloop ook ingevoerd worden. Naast de experiment-specifieke inputfiles is een generieke inputfile gemaakt (bijlage 2) met de gemiddelde gegevens van de experimenten, waarbij het jaar 1979 niet is meegenomen.

Naast deze proefgegevens zijn parameterwaarden voor assimilatie, omzetting van assimilaten in drogestof en onderhoudsademhaling uit TUCROS en uit de literatuur gehaald (Benschop, 1980a, 1980b, 1985).

In WOFOST is de gemeten, en gedeeltelijk berekende, LAI als exogene functie ingevoerd en samen met de gegevens uit de experiment-specifieke inputfile is voor de afzonderlijke jaren de groei gesimuleerd. Op deze wijze is nagegaan of het model de totale hoeveelheid biomassa op de juiste wijze berekent. In figuur 4 is de totaal berekende en de gemeten drogestofproductie uitgezet tegen de temperatuursom.



Figuur 4 Gesimuleerde en gemeten totale drogestofproductie (g/plant), uitgezet tegen de temperatuursom (°Cd). Simulatie uitgevoerd met gemeten LAI-waarden en met experiment-specifieke waarden voor drogestofverdeling en ontwikkeling

In deze figuur is te zien dat bij ingevoerde LAI de totale hoeveelheid drogestof op bevredigende manier gesimuleerd wordt. Een goede simulatie van de LAI zal dus ook een goede simulatie van de totale drogestofproductie geven. Daarom wordt in het vervolg van dit onderzoek het model gecalibreerd aan de hand van de LAI.

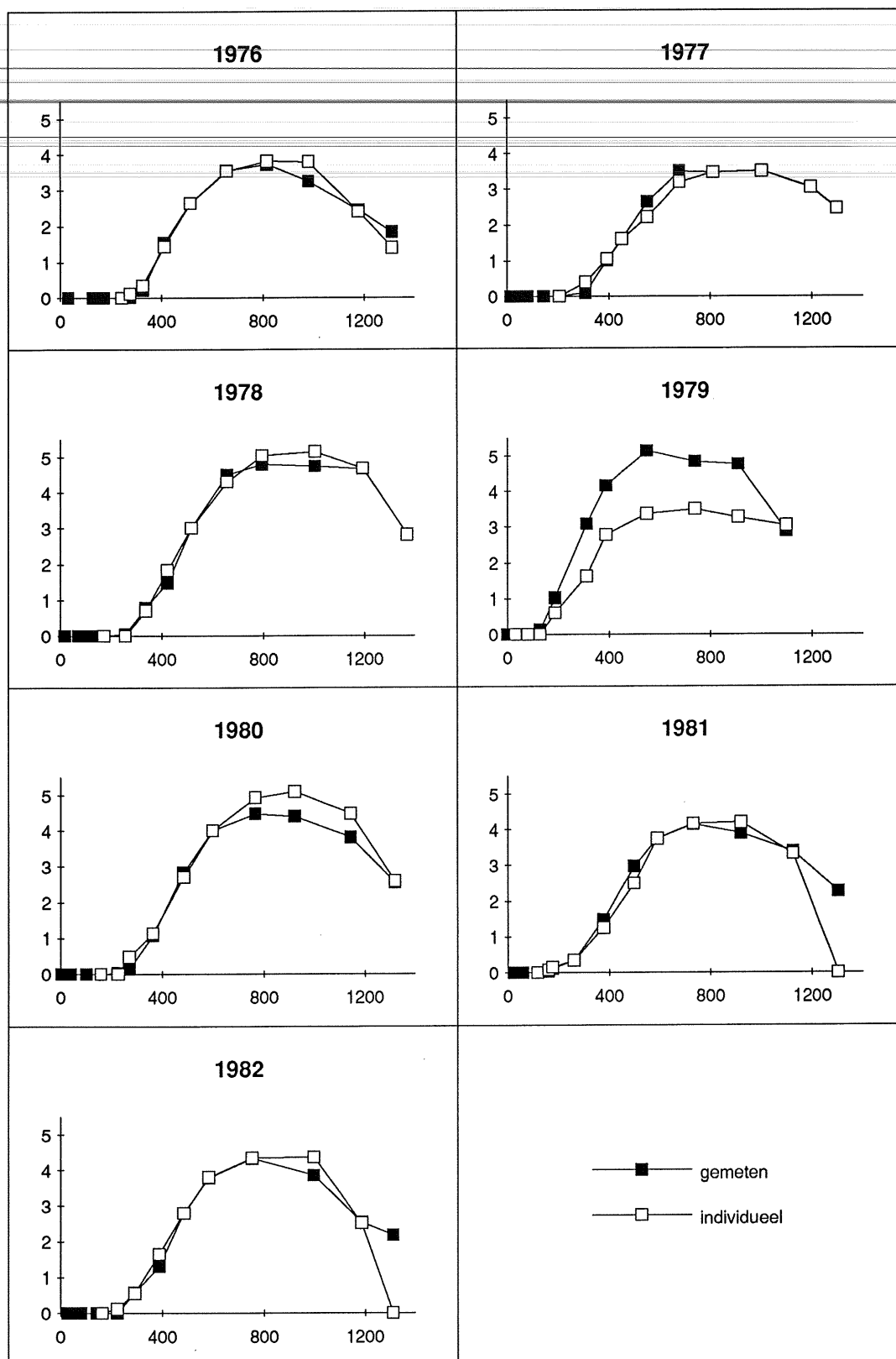
De gesimuleerde LAI wordt sterk bepaald door het opkomsttijdstip en de initiële LAI. Om de optimale instellingen te krijgen van de parameters die het LAI-verloop bepalen is het model FSEOPT gebruikt (Stol et al., 1992). FSEOPT zoekt bij een gegeven set van proefgegevens die combinatie van waarden voor gespecificeerde modelparameters waarmee de proefgegevens het dichtst benaderd worden.

Allereerst is optimalisatie uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van de experiment-specifieke inputfiles. Met de Simplex methode (Stol et al., 1992) is gezocht naar de beste combinatie van parameters die het LAI-verloop bepalen. De beginontwikkeling van de LAI is afhankelijk van de temperatuursom bij opkomst (tsumem), LAI bij opkomst (laiem) en de maximale relatieve toename van de LAI (rgrlai). De bladafsterving wordt bepaald door de levensduur van het blad (span). De optimale combinatie van deze vier parameters is zowel voor elk afzonderlijk jaar als voor 6 jaar tegelijk bepaald. In figuur 5 is te zien dat voor de individuele jaren het LAI-verloop goed gesimuleerd kan worden. De waarden van de parameters die bij deze optimalisatie verkregen zijn, zijn vermeld in tabel 10.

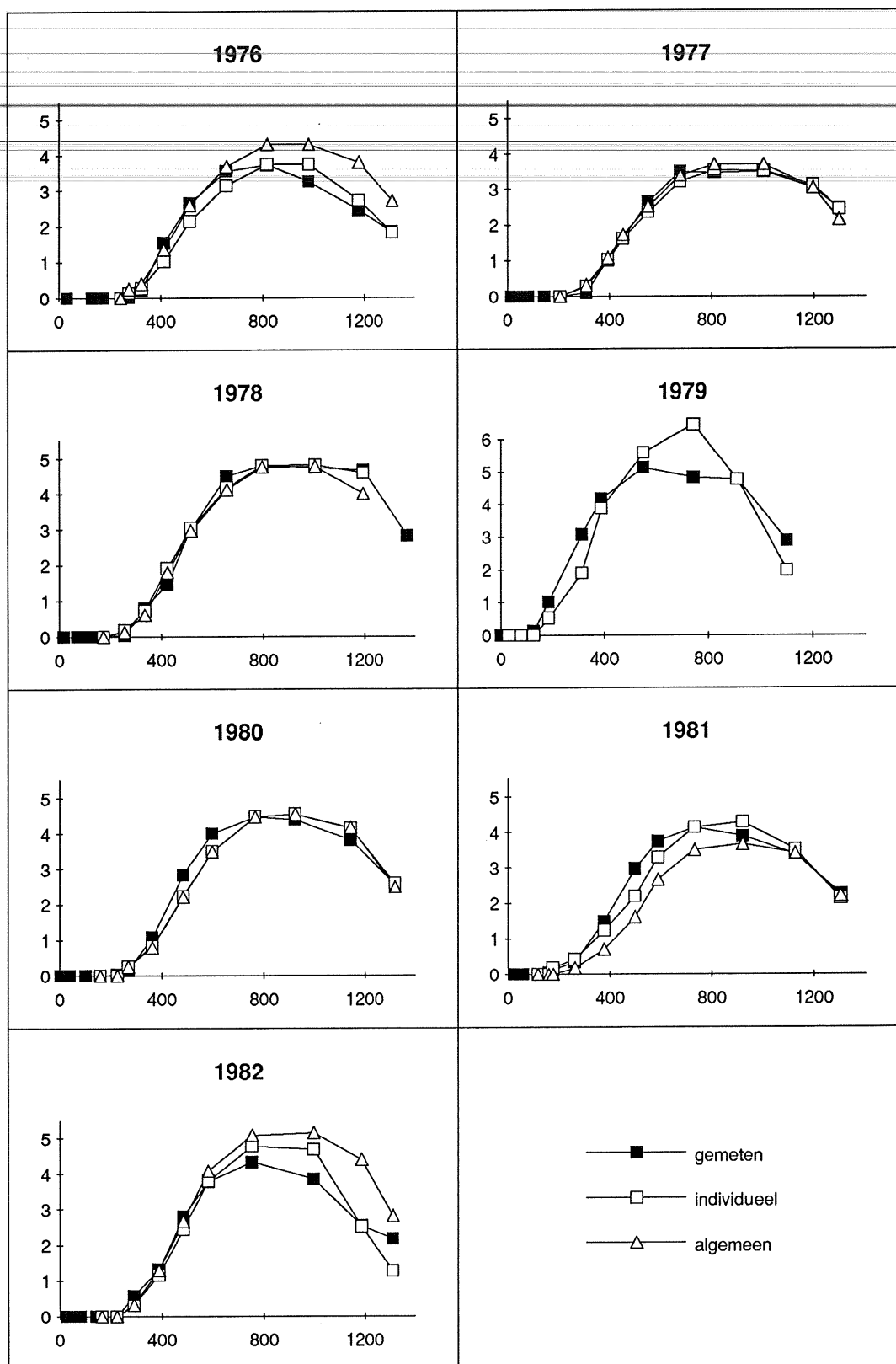
Tabel 10 Parametersets bepaald m.b.v. FSEOPT voor de individuele jaren en voor alle jaren samen (excl.'79): optimalisatie met experiment-specifieke inputfiles

	tsumem	laiem	rgrlai	span
1976	237	0,0209	0,1096	21,6
1977	201	0,0625	0,0958	25,3
1978	248	0,2521	0,1262	25,8
1979	128	0,3	0,0781	33/37
1980	228	0,2673	0,0591	23,7
1981	129	0,005	0,1054	22,3
1982	183	0,0079	0,1512	21,6
alle	240	0,1362	0,0580	23,7

Zoals uit het voorgaande blijkt kan het LAI-verloop voor de individuele jaren goed gesimuleerd worden. Hierbij zijn echter de drogestofverdeling, de ontwikkelingssnelheid en het specifieke bladoppervlak per jaar afzonderlijk ingevoerd. De volgende stap is optimalisatie waarbij gebruik gemaakt wordt van gemiddelde waarden voor drogestofverdeling, ontwikkelingssnelheid en specifieke bladoppervlak. Bij deze optimalisatie wordt voor de individuele jaren een LAI-verloop verkregen dat overeenkomt met simulaties op basis van de experiment-specifieke inputfiles (figuur 6). De waarden voor tsumem, laiem, rgrlai en span zijn echter anders (tabel 11). Simulatie van de LAI met de parameterset uit de optimalisatie voor alle jaren gecombineerd geeft, zoals te verwachten, een iets ander LAI-verloop dan simulatie met de parametersets voor de individuele jaren.



Figuur 5 Gesimuleerde en gemeten LAI, uitgezet tegen de temperatuursom ($^{\circ}\text{Cd}$). Simulatie met experiment-specifieke waarden voor drogestofverdeling en ontwikkeling en met per experiment geoptimaliseerde waarden voor temperatuursom tot opkomst, LAI bij opkomst, maximale relatieve toenamesnelheid van de LAI en levensduur van het blad

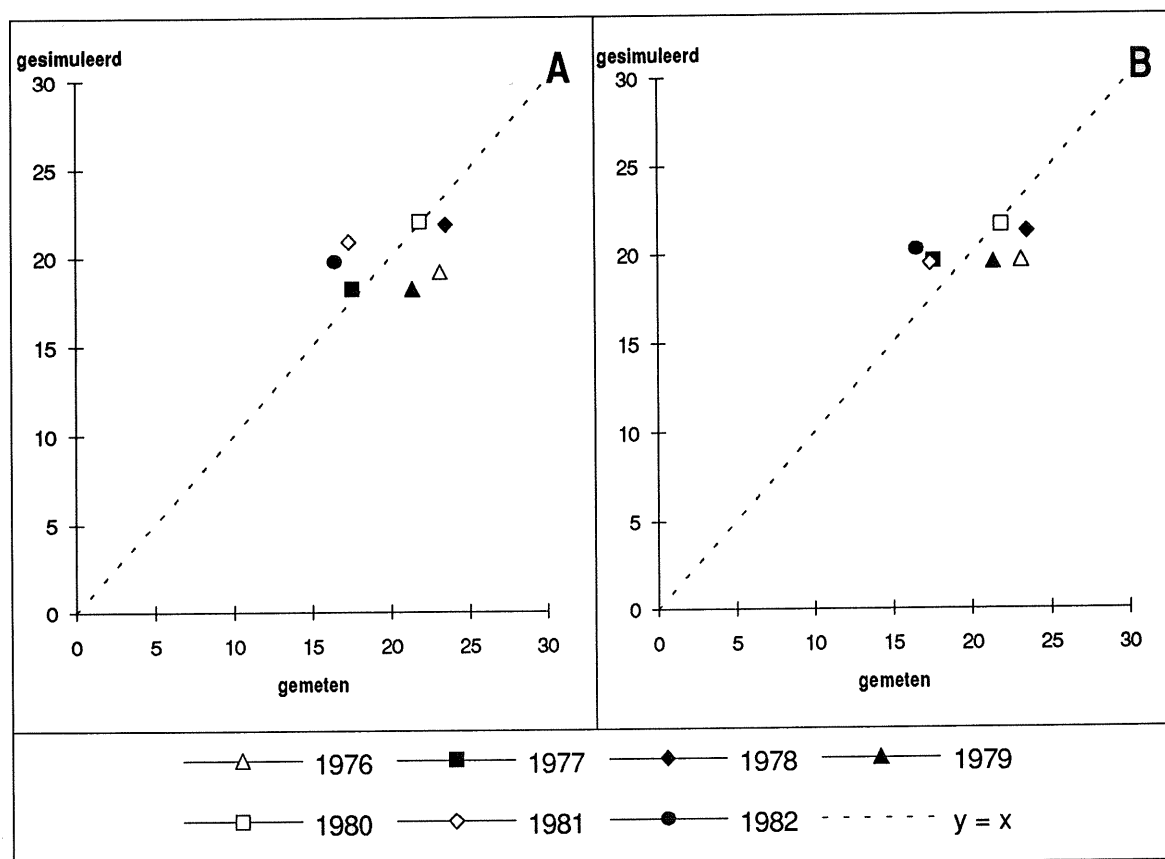


Figuur 6 Gesimuleerde en gemeten LAI, uitgezet tegen de temperatuursom. Simulatie met generieke waarden voor drogestofverdeling en ontwikkeling en met zowel per experiment (individueel) als voor zes experimenten tegelijkertijd (algemeen) geoptimaliseerde waarden voor temperatuursom tot opkomst, LAI bij opkomst, maximale relatieve toenamesnelheid van de LAI en levensduur van het blad

Tabel 11 Parametersets bepaald m.b.v. FSEOPT voor de individuele jaren en voor alle jaren samen (excl.'79): Optimalisatie met generieke inputfile

	tsumem	laiem	rgrlai	span
1976	250	0,0659	0,0407	21,5
1977	240	0,1154	0,0760	25,0
1978	211	0,1062	0,0768	33,8
1979	129	0,2260	0,0508	15,9
1980	234	0,1068	0,0964	23,9
1981	162	0,1394	0,0628	22,9
1982	231	0,0981	0,1406	19,6
alle	238	0,1351	0,0363	23,6

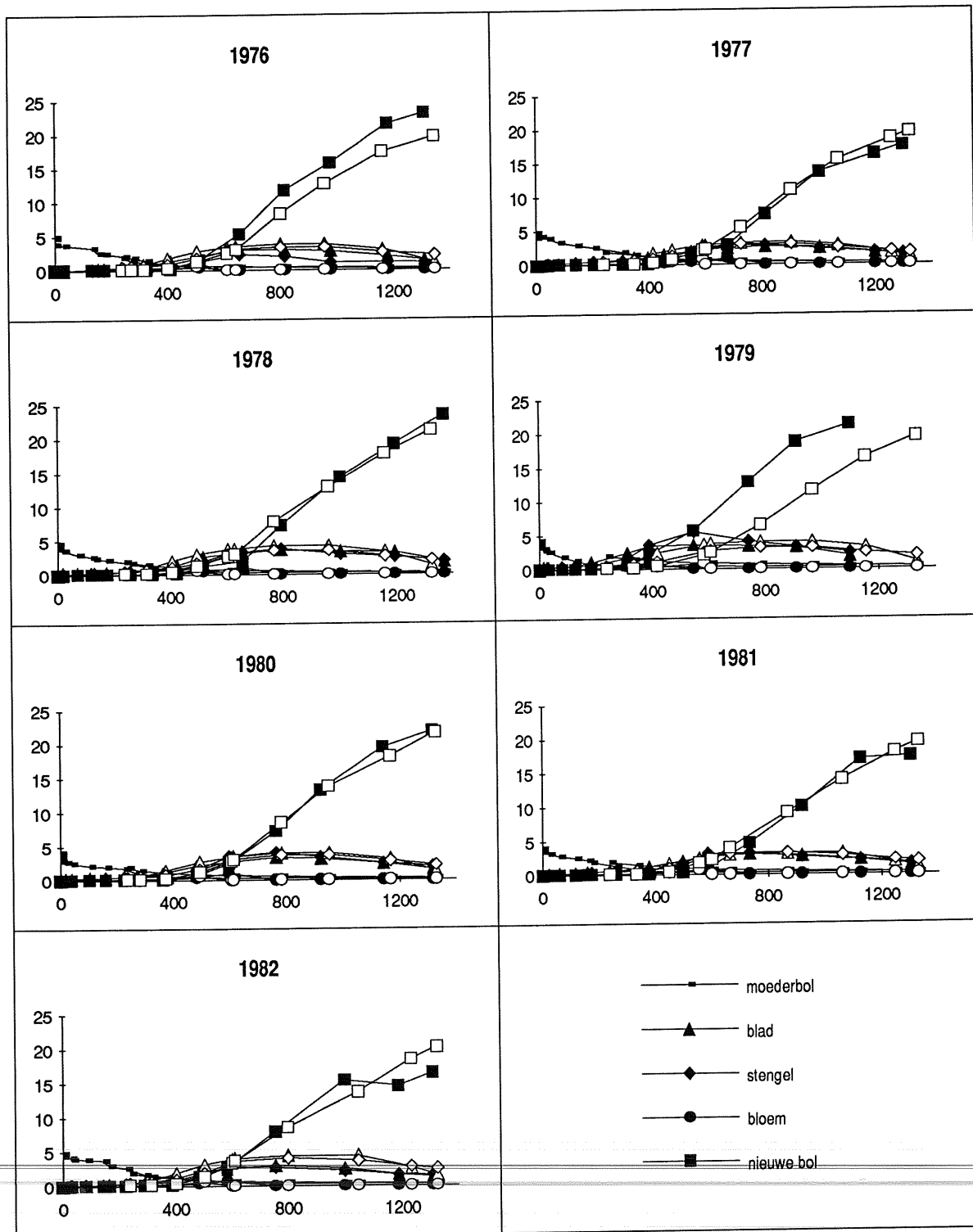
Uit het voorgaande blijkt dat zowel met gebruik van experiment-specifieke inputfiles als met generieke input de LAI zeer goed gesimuleerd wordt. Hierbij zijn wel andere combinaties van tsumem, laiem, rgrlai en span nodig voor optimale modelcalibratie.



Figuur 7 Gesimuleerde en gemeten bolopbrengsten (g/plant) bij tulp.
 A: simulatie met experiment- specifieke waarden voor drogestofverdeling en ontwikkeling.
 B: simulatie met generieke waarden voor drogestofverdeling en ontwikkeling

In figuur 7 is de gesimuleerde bolopbrengst na calibratie van het model uitgezet tegen de gemeten waarden. In figuur 7A staan de resultaten van simulatie met de waarden uit de optimalisatie met de experiment-specifieke inputfiles, in figuur 7B die van simulatie met de waarden uit de optimalisatie met de generieke inputfiles. Uit de figuren blijkt dat het opbrengstniveau goed gesimuleerd wordt maar dat de spreiding in de gesimuleerde opbrengsten kleiner is dan in de gemeten opbrengsten. De verschillen tussen de simulaties met experiment-specifieke waarden en de simulaties met generieke waarden zijn klein. In figuur 8 is het groeiverloop uitgezet tegen de temperatuursom voor zowel de metingen als de simulaties met gebruik van generieke inputfiles. Hierin valt op dat in de jaren '81 en '82 de groei van de nieuwe bol vroegtijdig stopt, waardoor de simulatie hoger uitkomt dan de meting.

Afgezien van de besproken verschillen geeft WOFOST bevredigende uitkomsten. Uitkomsten van het model zullen in het volgende hoofdstuk vergeleken worden met onafhankelijke proeven.



Figuur 8 Gesimuleerd (open symbolen) en gemeten (gesloten symbolen) verloop van het droge-stofgewicht (g/plant) van de organen van tulp als functie van de temperatuursom (°Cd)

4 Validatie aan de hand van onafhankelijke veldproeven

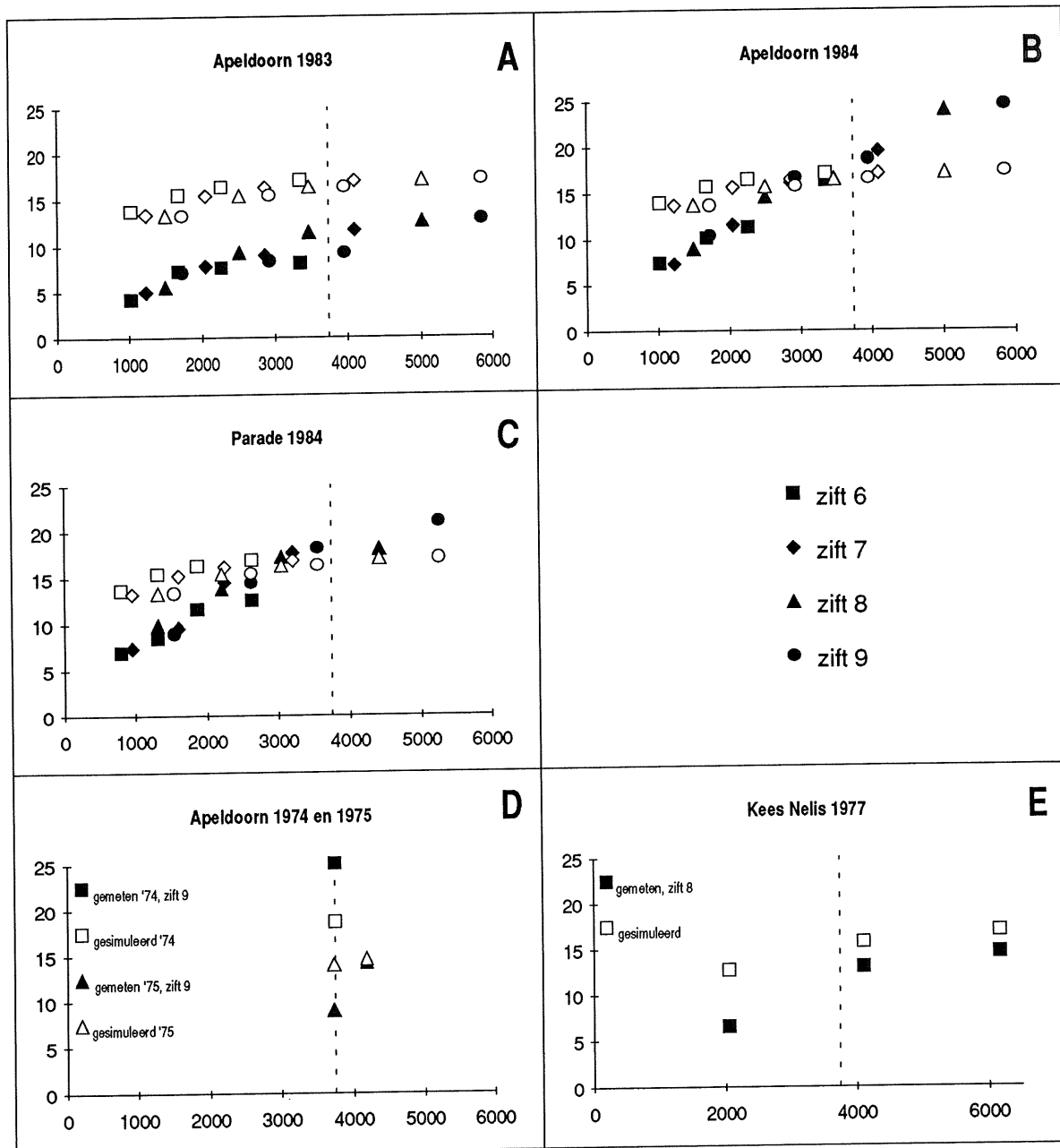
Het model is gevalideerd aan enkele proeven die op het Laboratorium voor Bloembollen Onderzoek zijn uitgevoerd. In tabel 12 staan de proeven kort beschreven.

Tabel 12 Overzicht van veldproeven met tulp die gebruikt zijn bij validatie van WOFOST

cultivar	jaar	bed/volvelds	ziftmaten	plantdichtheid (#/m ²)
Apeldoorn	74	volvelds	9	86
	75	volvelds	9	86
	83	bedden	6-9	40-248
	84	bedden	6-9	40-248
Kees Nelis	77	volvelds	9	40,80,120
Parade	84	bedden	6-9	40-248

De gegevens van proeven die zijn uitgevoerd op bedden zijn via het beteelde oppervlak omgerekend naar volvelds. Voor omrekening van de hoeveelheid vers plantgoed naar drogestof is een geschat drogestofpercentage van 45 aangehouden (Van der Valk en Van Gils, in prep.). Vervolgens is voor de hoeveelheid moederbol bij opkomst het geplante drooggewicht vermenigvuldigd met 0,42, de gemiddelde fraktie overgebleven gewicht van de moederbol gedurende de periode van planten tot opkomst in de "Apeldoorn zift 9" proeven. Voor de diverse plantdichtheden is de laiem omgerekend via het aantal bollen/m². In figuur 9 is de hoeveelheid geproduceerde nieuwe bol uitgezet tegen de hoeveelheid plantgoed voor zowel de gemeten als de gesimuleerde waarden. Het model is gecalibreerd voor Apeldoorn, zift 9, 78 bollen/m². Dit komt overeen met een hoeveelheid plantgoed van 3738 kg/ha. In figuur 9 is bij deze hoeveelheid plantgoed een verticale lijn gezet. In figuur 9A, B en C is te zien dat bij toenemende hoeveelheid plantgoed (in kg/ha) de opbrengst toeneemt, ongeacht de ziftmaat. Het geplante plantgoedgewicht bepaalt dus sterker de uiteindelijke opbrengst dan het geplante aantal bollen. In figuur 9A is te zien dat voor Apeldoorn 1983 bij alle ziftmaten en plantdichtheden de produktie veel te hoog wordt gesimuleerd. Dit kan een effect zijn van het zeer natte voorjaar, waardoor de groeiomstandigheden niet optimaal waren. In de figuren 9B en 9C is te zien dat rond het plantgoedgewicht waarvoor het model is gecalibreerd, de verticale lijn, de gesimuleerde opbrengsten redelijk overeenkomen met de gemeten waarden. Echter bij hogere en bij lagere hoeveelheden plantgoed wijken de resultaten af. Kennelijk is het effect van de hoeveelheid plantgoed, en daarmee de hoeveelheid koolhydraatreserves, niet op adequate wijze in het model beschreven. Hierop wordt in de discussie teruggekomen. Hetzelfde beeld is terug te vinden in de simulaties voor Kees Nelis bij 3 verschillende plantdichtheden (figuur 9E). De gesimuleerde opbrengsten liggen hier alle iets hoger dan de gemeten opbrengsten.

In figuur 9D is te zien dat voor 1974 de produktie duidelijk te laag gesimuleerd wordt. In dat jaar ging de groei door tot een temperatuursom van 1500°Cd terwijl in het model de groei stopt bij een temperatuursom van 1300°Cd. Bij simulatie tot 1500°Cd wordt een duidelijk hogere opbrengst gesimuleerd, echter nog steeds iets lager dan gemeten. Voor 1975 komen de resultaten van meting en simulatie beter overeen.



Figuur 9 Gesimuleerde (open symbolen) en gemeten (gesloten symbolen) bolopbrengst (ton/ha) bij tulp, uitgezet tegen de hoeveelheid plantgoed (kg/ha) voor drie cultivars in verschillende jaren

5 Discussie

Bij calibratie van het model bleken de verschillen tussen simulatie met experiment specifieke input en simulatie met generieke input niet erg groot. Dit wijst erop dat, gegeven de model-aannames, variatie in modeluitkomsten niet veroorzaakt wordt door variatie in de gekozen parameters, maar door variatie in de tevens ingevoerde straling en temperatuur. De resultaten van het jaar 1979 zijn echter bij de berekening van de generieke input niet meegenomen vanwege de zeer lage temperatuursom tot opkomst. Afgezien daarvan lijkt het jaar niet veel van de overige jaren te verschillen. Met de generieke input wordt een redelijke opbrengst gesimuleerd, maar er zijn problemen bij de simulatie van de gewasontwikkeling. In het model vindt opkomst plaats bij het bereiken van een bepaalde temperatuursom na 1 januari. Dit kan verbeterd worden door de koude-behoefte in het gewasontwikkelingsmodel op te nemen. Bij vergelijking van gesimuleerde en gemeten opbrengsten valt op dat de spreiding in de metingen groter is dan in de simulaties. Zelfs als alle gegevens specifiek per jaar ingevoerd worden, wordt de spreiding in de metingen niet gesimuleerd. Er spelen dus nog meer factoren een rol dan die welke ingevoerd zijn. De water- en nutriëntenvoorziening kan tijdens de groei suboptimaal geweest zijn. Bovendien is niet bekend waarom de nieuwe bol in '81 en '82 al vroeg niet meer groeit. Als de groeisnelheid tot het oogsttijdstip constant geweest zou zijn, zoals in de overige jaren, zou een betere overeenkomst verkregen zijn tussen de meting en de simulatie. De huidige variatie in opbrengst wordt voor een groter deel verklaard door niet in het model opgenomen factoren en meetfouten dan door straling en temperatuur, die de spreiding tussen simulaties bleken te veroorzaken. Uit de proeven die gebruikt zijn bij de validatie van het model bleek dat de uiteindelijke bolopbrengst voornamelijk bepaald wordt door het plantgoedgewicht (figuur 9). Het aantal geplante bollen heeft weinig invloed op de bolopbrengst. De invloed van verschillen in plantgoedgewicht wordt onvoldoende door het model gesimuleerd. Waarschijnlijk is de bijdrage van de hoeveelheid koolhydraatreserves in het plantgoed niet op adequate wijze in het model beschreven. In het model worden koolhydraten uit het plantgoed pas geremobiliseerd vanaf de dag van opkomst, in afhankelijkheid van het plantgoedgewicht. De groei van het gewas begint met een initiële waarde voor de LAI, de laiem. Dit initiële bladoppervlak onderschept licht waarmee assimilaten worden geproduceerd en, samen met de koolhydraten uit de moederbol, groeit hieruit nieuw blad. De waarde van laiem is niet afgeleid uit experimenten maar is m.b.v. optimalisatie bepaald, waardoor deze waarde geen reële voorstelling vormt van aanwezig blad. Een lineair verband tussen laiem en plantdichtheid geeft daarom geen goede simulaties. De simulatie kan verbeterd worden door de ondergrondse groei vóór opkomst realistischer te modelleren. In werkelijkheid vindt er bij tulp al vóór opkomst groei van blad plaats, dat in de eerste maand na opkomst door strekking van de poot boven de grond wordt gebracht. Deze periode van remobilisatie en bladgroei vóór opkomst wordt niet in het model meegenomen, waardoor gewasgroei minder beïnvloed wordt door de hoeveelheid plantgoed. Aanpassing van het model voor remobilisatie en groei vóór opkomst zal leiden tot een grotere gevoeligheid voor verschillen in hoeveelheid plantgoed. Voor deze aanpassing zijn gegevens nodig over ondergrondse bladgroei vóór opkomst en gegevens over de snelheid van strekking van de poot, die bepaalt hoe snel het blad boven de grond verschijnt.

6 Conclusies

- Het middelen van parameterwaarden over jaren heeft weinig invloed op model-uitkomsten.
- Simulatie van groei van tulp kan verbeterd worden door de koudebehoefte in het model op te nemen.
- Variatie tussen jaren wordt voor een groter deel verklaard door niet in het model opgenomen factoren en meetfouten dan door straling en temperatuur, die wel in het model zijn opgenomen.
- Het geplante plantgoedgewicht bepaalt sterker de uiteindelijke bolopbrengst dan het geplante aantal bollen.
- Voor een goede simulatie van effecten van hoeveelheid plantgoed dient het model meer rekening te houden met beginreserves. Dit kan bereikt worden door opname in het model van de processen van bladgroei vóór opkomst en het verschijnen van dit blad tijdens opkomst.

Literatuur

- Benschop M., (1980a).
Growth and development of tulip, cv 'Apeldoorn', from planting until emergence. *Acta Horticulturae* 109:189-196.
- Benschop, M. (1980b).
Photosynthesis and respiration of *Tulipa* sp. cultivar 'Apeldoorn'. *Scientia Horticultura* 12:361-375.
- Benschop, M. (1985).
TUCROS, een simulatiemodel voor de tulpecultivar "Apeldoorn". Simulation Report CABO-TT, No. 6, pp.83.
- Boon, G.K., W.A.H. Rossing & J. Schans (1993).
Ontwikkeling van methodologie voor systeemanalyse van geïntegreerde bedrijfssystemen, toegespitst op de bloembollenteelt. Discussienota CABO-DLO/TPE-LUW.
- Diepen, C.A. van, C. Rappoldt, J. Wolf & H. van Keulen (1988).
CWFS Crop Growth Simulation Model, WOFOST, Documentation Version 4.1. Stichting Onderzoek Wereldvoedselvoorziening/Centre for World Food Studies. Staff working paper SOW-88-01, pp. 299.
- Keulen, H. van, F.W.T. Penning de Vries and E.M. Drees (1982).
A summary model for crop growth. In: F.W.T. Penning de Vries and H.H. van Laar (Eds). *Simulation of plant growth and crop production. Simulation Monographs*, Pudoc, Wageningen, 87-97.
- Keulen, H. van, J. Schans & G.W.J. van de Ven (1992).
Duurzaam landgebruik vraagt verweving van doelstellingen: illustratie van een methodologie. In: F.W.T. Penning de Vries & J.H.J. Spiertz (Eds). *Kwaliteit en duurzaamheid als hoeksteen voor plantaardige productie, milieu en natuur. Agrobiologische thema's 7*, CABO-DLO, Wageningen, 87-105.
- Ruijter, F.J. de, C. Bastiaansen, G.G.M. van der Valk, J. Schans and W.A. Rossing (in prep.).
Standaardbeschrijving van proefgegevens van opbrengstvorming bij tulp, CABO-DLO-verslag xxx, CABO-DLO, Wageningen.
- Stol, W., D.I. Rouse, D.W.G. van Kraalingen, & O. Klepper (1992).
FSEOPT a FORTRAN program for calibration and uncertainty analysis of simulation models. Simulation Report CABO-TT, no. 24, CABO-DLO, Wageningen Agricultural University.
- Valk, G.G.M. van der, & J.B.H.M. van Gils (in prep.).
ROCROP, model of tulip bulb production, the concept. Flower Bulb Research Centre Lisse, Institute for Land and Water Management Research Wageningen.

[illegible]

Bijlage 1

Gewasgroeiroutine van WOFOST

- * Aanpassingen voor gebruik met FSEOPT zijn
- * in *italic* weergegeven
- * Toevoegingen voor simulatie van tulp zijn **vet** weergegeven.

```

SUBROUTINE CROPSI
&      (ITASK, IDAY , DELT , TIME , IDEM, DOANTH, IDHALT,
&      TERMNL, ISTATE, IWB , IOX ,
&      LAT , AVRAD , TMIN , TMAX , E0 , ES0, ET0,
&      CRFILE, IUPL , IUOUT, IULOG,
&      SM , SM0 , SMFCF, SMW , CRAIRC,
&      EVWMX , EVSMX , TRA , FR , RRI , IAIRDU,
&      RDI , RDMCR , OUTPUT)

```

- * Derived from subroutine APPLE of WOFOST Version 4.1.
- * Chapter 2 in documentation WOFOST Version 4.1 (1988)
- * In this routine the simulation of the potential or the
- * water-limited crop growth is performed.
- * Crop simulation routine with 3 extra parameters for the description
- * of exponential growth of young leaves : RGRLAI LAIEM DVSEND
- * Modification includes simulation of crop emergence (previously
- * * carried out by STDAY.
- * Must be linked with object library TTUTIL.
- * Subroutines and functions called: AFGEN, ASTRO, EVTRA, TOTASS.
- * Called by SUBROUTINE WOFOST
- * ITASK = 1, initialization
- * ITASK = 2, rate calculation
- * ITASK = 3, integration
- * ITASK = 4, finish section
- * Author: C.A. van Diepen, June 1990, modified February 1992
- * 2.2 declarations

```

IMPLICIT REAL(A-Z)
INTEGER I1,I2,IAIRDU,IUPL,IUOUT,IULOG
INTEGER IDANTH, IDEM, IDANTX, IDAY, IDDRY, IDFLPP, IDFLWL, IDHALT
INTEGER IDHALX, IDOS, IDOSJ, IDOST, IDSL, IDWET, IDWS
INTEGER IDWSJ, IDWST, ILAMAX, ISTATE
INTEGER ILDTSM, ILFL, ILFO, ILFR, ILFS, ILRDRR, ILRDRS, ILRFSE
INTEGER ILSLA, ILTMNF, ILTMPF, ILVOLD, IOX, ITASK, ITOLD, IWB
INTEGER ILFBL

```

- * data block with simulation results
- * daily output of crop variables from CROPSI to WOFOST.OUT
- COMMON /CROPDO/ WLV1, WST1, WSO1, LAI1, DVS1, TSUM, TRA1, GASS1,
- & MRES1, DMI1, TAGP1, IDOST, IDWST, IDOSJ, IDWSJ,
- & **WBL1, PLWT1**
- * final output of crop variables from CROPSI to WOFOST.OUT
- COMMON /CROPFO/ IDANTX, IDHALX, TWRTX, TWLVX, TWSTX, TWSOX, TAGPX,
- & **GASSTX, MRESTX, HINDXX, TRCX, TRATX**
- * final results for yield statistics and calculation of
- * nutrient-limited production from CROPSI to MAIN
- * DATA BLOCK WITH CROP SIMULATION RESULTS
- * final results from subroutine CROPSI needed for yield statistics,
- * calculation of nutrient-limited production and reporting
- COMMON /CRPSI/ YLVPP, YSTPP , YSOPP, HIPP , RATPP, IDFLPP,

```

&          DURPP, TRATPP, TRCPP, YRTPP , YAGPP, GASPP ,
&          RESPP, LAMXPP, YLVWL, YSTWL , YSOWL, HIWL ,
&          RATWL, IDFLWL, DURWL, TRATWL, TRCWL, YRTWL ,
&          YAGWL, GASWL , RESWL, LAMXWL, IDWET, IDDRY
*  declarations
CHARACTER CRFILE*(*)
REAL AMAXTB(30), DTSMTB(30), FRTB(30), FLTB(30)
REAL FSTB(30), FOTB(30), RDRRTB(30), RDRSTB(30)
REAL RFSETB(30), SLATB(30), TMNFTB(30), TMPFTB(30)
REAL LV(366), SLA(366), LVAGE(366), TMNSAV(7)
REAL FBLTB(30)

LOGICAL DOANTH, TERMNL, OUTPUT

*-----
*----- Begin of declarations for FSEOPT

*-----MICROSOFT FORTRAN V 5.1 / VAX FORTRAN V 5.6-199
INCLUDE 'DIMENS.INC'

*-----MAC FORTRAN/020 V 2.3
*      INCLUDE DIMENS.INC

*-----Integer declaration for variables in optimization
INTEGER INHVS

*-----Dimension of array in common block with plant-module
DIMENSION SIM(IMXNRR+IMXNDS,IMXHVS,IMXNDP)

*-----Integer declaration for variables in common block
INTEGER II

*-----Common block common with submodule under FSE-driver
*      SIM is a matrix with the simulated data and has the
*      dimension number of datasets, number of harvests,
*      number of replicates, number of datapoints
COMMON /SUB/ SIM, II

*----- End of declarations for FSEOPT
*-----

SAVE

DATA ITOLD /4/

IF (ITASK.EQ.3.AND.ITOLD.EQ.1) THEN
  ITOLD = ITASK
  RETURN
END IF

IF (ITASK.EQ.1) THEN

*-----adaptation for fseopt
  INHVS = 1

*      initialize crop data reading
  CALL RDINIT (IUPL, IULOG, CRFILE)
  CALL RDSINT ('IDSL',IDSL)
  CALL RDSREA ('DLO',DLO)
  CALL RDSREA ('DLC',DLC)
  CALL RDSREA ('TSUM1',TSUM1)
  CALL RDSREA ('TSUM2',TSUM2)
  CALL RDAREA ('DTSMTB',DTSMTB,30,ILDTSMT)
  CALL RDSREA ('DVSEND',DVSEND)
  CALL RDSREA ('TDWI',TDWI)
  CALL RDSREA ('RGRLAI',RGRLAI)
  CALL RDAREA ('SLATB',SLATB,30,ILSLA)
  CALL RDSREA ('SPA',SPA)
  CALL RDSREA ('SSA',SSA)
  CALL RDSREA ('SPAN',SPAN)

```

```

CALL RDSREA ('TBASE',TBASE)
CALL RDSREA ('KDIF',KDIF)
CALL RDSREA ('EFF',EFF)
CALL RDAREA ('AMAXTB',AMAXTB,30,ILAMAX)
CALL RDAREA ('TMPFTB',TMPFTB,30,ILTMPF)
CALL RDAREA ('TMNFTB',TMNFTB,30,ILTMNF)
CALL RDSREA ('CVL',CVL)
CALL RDSREA ('CVO',CVO)
CALL RDSREA ('CVR',CVR)
CALL RDSREA ('CVS',CVS)
CALL RDSREA ('Q10',Q10)
CALL RDSREA ('RML',RML)
CALL RDSREA ('RMO',RMO)
CALL RDSREA ('RMR',RMR)
CALL RDSREA ('RMS',RMS)
CALL RDAREA ('RFSETB',RFSETB,30,ILRFSE)
CALL RDAREA ('FRTB',FRTB,30,ILFR)
CALL RDAREA ('FLTb',FLTb,30,ILFL)
CALL RDAREA ('FSTB',FSTB,30,ILFS)
CALL RDAREA ('FBLTB',FBLTB,30,ILFBL)
CALL RDAREA ('FOTB',FOTB,30,ILFO)
CALL RDSREA ('PERDL',PERDL)
CALL RDAREA ('RDRRTB',RDRRTB,30,ILRDRR)
CALL RDAREA ('RDRSTB',RDRSTB,30,ILRDRS)
CALL RDSREA ('CFET',CFET)
CALL RDSREA ('DEPNR',DEPNR)
CALL RDSINT ('IAIRDU',IAIRDU)
CALL RDSREA ('RDI',RDI)
CALL RDSREA ('RRI',RRI)
CALL RDSREA ('RDMCR',RDMCR)
CALL RDSREA ('LAIEM',LAIEM)
*      parameters for remobilisation of carbohydrates from planted material
CALL RDSREA ('PLWTI',PLWTI)
CALL RDSREA ('PLD',PLD)
CALL RDSREA ('REMOC',REMOC)

*      emergence parameters
CALL RDSREA ('TBASEM',TBASEM)
CALL RDSREA ('TEFFMX',TEFFMX)
CALL RDSREA ('TSUMEM',TSUMEM)

* 2.6      initial crop conditions at emergence or transplanting

* 2.6.1    initial values of crop parameters

IDANTH = -99
DOANTH = .FALSE.
DVS     = 0.
TSUM     = 0.

FR = AFGEN (FRTB, ILFR, DVS)
FL = AFGEN (FLTb, ILFL, DVS)
FS = AFGEN (FSTB, ILFS, DVS)
FBL = AFGEN (FBLTB, ILFBL, DVS)
FO = AFGEN (FOTB, ILFO, DVS)

PLWT = PLWTI
DECRMO = 0.
REMO = 0.
RESPMO = 0.

SLA(1)  = AFGEN (SLATB, ILSLA, DVS)
LVAGE(1) = 0.
ILVOLD  = 1

*      number of stress days
IDOST = 0
IDWST = 0
*      subtotals (over print interval) number of stress days
IDOSJ = 0

```



```

IDWSJ = 0
IDOS  = 0
IDWS  = 0

```

* 2.6.2 initial state variables of the crop

```

DWRT = 0.
DWLV = 0.
DWST = 0.
DWBL = 0.
DWSO = 0.

IF (ISTATE.EQ.3) THEN
*   emergence
      WRT = FR*TDWI
      TADW = (1.-FR)*TDWI
      WST = FS*TADW
      WBL = FBL*TADW
      WSO = FO*TADW
      WLV = FL*TADW
*uit      LAIEM = WLV*SLA(1)
*   blad bij opkomst is ondergronds: lai vanuit ingelezen laiem,
*   sla(1) aangepast aan initieel bladgewicht en laiem,
*   stengelgewicht bij opkomst niet meegenomen bij lai-berekening
      SLA(1) = LAIEM/WLV
      WSTEM = WST

      LV(1) = WLV
      LASUM = LAIEM
      LAIEXP = LAIEM
      LAIMAX = LAIEM
      LAI = LASUM+SSA*(WST-WSTEM)+SPA*WSO
ELSE
      WRT = 0.
      TADW = 0.
      WST = 0.
      WSO = 0.
      WBL = 0.

      WLV = 0.
      LV(1) = 0.
      LASUM = 0.
      LAIEXP = 0.
      LAIMAX = 0.
      LAI = 0.
END IF

```

* 2.6.3 initial summation variables of the crop

```

TAGP= WLV + WST + WBL + WSO
GASST = 0.
MREST = 0.
TRAT = 0.

TMINRA = 0.
DO 10 I1=1,7
      TMNSAV(I1) = -99.
10  CONTINUE
*   initialization of emergence parameters
      TSUME = 0.
      DTSUME = 0.

```

```

ELSE IF (ITASK.EQ.2) THEN

```

```

* -----
*   dynamic calculations : rates of change of the crop variables
* -----

```

```

*   average temperature and average daytemperature
      TEMP = (TMIN+TMAX)/2.

```

DTEMP = (TMAX+TEMP)/2.

```

*       seven day running average of minimum temperature

      IF (ISTATE.GE.3) THEN
*       shift minimum temperatures to the left
      DO 20 I1=1,6
        TMNSAV(I1) = TMNSAV(I1+1)
20      CONTINUE
      TMNSAV(7) = TMIN
*       calculate new average minimum temperature
      TMINRA = 0.
      I2 = 0
      DO 30 I1=1,7
        IF (TMNSAV(I1).NE.-99.) THEN
          TMINRA = TMINRA+TMNSAV(I1)
          I2 = I2+1
        END IF
30      CONTINUE
      TMINRA = TMINRA/REAL(I2)
      END IF

      IF (ISTATE.LT.3) THEN
*       model was started at sowing
      DTSUM = LIMIT (0., TEFFMX-TBASEM, TEMP-TBASEM)
      DTSUM = 0.
      DVR = 0.
      ELSE
*       emergence has taken place
* 2.19 phenological development rate photoperiodic daylength
      CALL ASTRO (IDAY,LAT,AVRAD,
&              DAYL,DAYLP,SINLD,COSLD,DIFPP,ATMTR,DSINBE)

*       increase in temperature sum
      DTSUM = AFGEN (DTSMTB, ILDTSM, TEMP)
      IF (DVS.LT.1.) THEN
*       effects of daylength and temperature on development during
*       vegetative phase
      DVRED = 1.
      IF (IDSL.GE.1) DVRED = LIMIT(0.,1., (DAYLP-DLC)/(DLO-DLC))
      DVR = DVRED*DTSUM/TSUM1
      ELSE
*       development during generative phase
      DVR = DTSUM/TSUM2
      END IF
      END IF

* 2.20 daily dry matter production

*-----remobilisation of carbohydrates from planted material

*       no remobilisation at minimum weight motherbulb
      IF(PLWT.LE.(0.0002*PLD)) THEN
        RESPMO = 0.
        REMO = 0.
      ELSE
*       decrease weight mother organ starts at emergence.
*       decrease consists of respiration and remobilisation
      IF(ISTATE.GE.3) THEN
        DECRM = PLWT-(PLWT*(2.71828**((REMO*DELT))))
        RESPMO = 0.025*(Q10**((DTEMP-25.)/10.))*PLWT
        IF(RESPMO.LT.DECRMO) THEN
          REMO = DECRM - RESPMO
        ELSE
          REMO = 0.
          RESPMO = DECRM
        ENDIF
*       weight motherbulb decreases by remobilisation and respiration
      PLWT = PLWT - REMO - RESPMO

```

ENDIF

ENDIF

```

* -----
* gross assimilation and correction for sub-optimum
* average day temperature

AMAX = AFGEN (AMAXTB, ILAMAX, DVS)
AMAX = AMAX * AFGEN (TMPFTB, ILTMPF, DTEMP)
CALL TOTASS (DAYL , AMAX , EFF , LAI, KDIF, AVRAD, DIFPP,
& DSINBE, SINLD, COSLD, DTGA)

* correction for low minimum temperature potential
* assimilation in kg CH2O per ha

DTGA = DTGA * AFGEN (TMNFTB, ILTMNF, TMINRA)
PGASS = DTGA * 30./44.

* assimilation is raised with remobilisation from motherbulb
PGASS = PGASS + (REMO*1.11)

* (evapo)transpiration rates
CALL EVTRA (IWB , IOX , IAIRDU, KDIF , CFET , DEPNR,
& E0 , ES0 , ET0 , LAI , SM , SM0 ,
& SMFCF, SMW , CRAIRC, EVVMX, EVSMX, TRAMX,
& TRA , IDOS, IDWS)

* water stress reduction
GASS = PGASS * TRA/TRAMX

* respiration and partitioning of carbohydrates between growth
* and maintenance respiration
RMRES = (RMR*WRT+RML*WLV+RMS*WST+RMS*WBL+RMO*WSO) *
& AFGEN (RFSETB, ILRFSE, DVS)
TEFF = Q10**((TEMP-25.)/10.)
MRES = MIN (GASS, RMRES*TEFF)
ASRC = GASS-MRES

* DM partitioning factors, and dry matter increase
FR = AFGEN (FRTB, ILFR, DVS)
FL = AFGEN (FLTb, ILFL, DVS)
FS = AFGEN (FSTB, ILFS, DVS)
FBL = AFGEN (FBLTB, ILFBL, DVS)
FO = AFGEN (FOTB, ILFO, DVS)
CVF = 1./((FL/CVL+FS/CVS+FBL/CVS+FO/CVO) * (1.-FR)+FR/CVR)
DMI = CVF*ASRC

* check on partitioning
FCHECK = FR+(FL+FS+FBL+FO)*(1.-FR) - 1.
IF (ABS (FCHECK).GT.0.0001) THEN
  WRITE (IUOUT, '(A,I3,/,3(A,G12.5),/,3(A,G12.5))')
& ' Error in partitioning functions on day ',IDAY,
& ' FCHECK = ',FCHECK,' FR = ',FR,' FL = ',FL,
& ' FS = ',FS,' FBL = ',FBL,' FO = ',FO
  CALL ERROR ('CROPSI',
& 'partitioning error, see output file')
END IF

* check on carbon balance
CCHECK = (GASS-MRES-(FR+(FL+FS+FBL+FO)*(1.-FR))*DMI/CVF)
& /MAX (0.0001,GASS)
IF (ABS (CCHECK).GT.0.0001) THEN
  WRITE (IUOUT, '(A,I3,/,3(A,G12.5),/,A,5G12.5,/,2(A,G12.5))')
& ' Carbon flows not balanced on day ',IDAY,
& ' CCHECK = ',CCHECK,' GASS = ',GASS,' MRES = ',MRES,
& ' FR,L,S,BL,O = ',FR,FL,FS,FBL,FO,' DMI = ',DMI,
& ' DVF = ',CVF
  CALL ERROR ('CROPSI',
& 'carbon balance error, see output file')
END IF

```

- * 2.21 growth rate by plant organ
- * 2.21.1 growth rate roots and aerial parts

```

      ADMI = (1.-FR)*DMI
      GRRT = FR*DMI
      DRRT = WRT*AFGEN (RDRRTB, ILRDRR, DVS)
      GWRT = GRRT-DRRT

```

- * 2.21.2 growth rate leaves

- * weight of new leaves
- ```

 GRLV = FL*ADMI

```

- \* death of leaves due to water stress or high LAI
- ```

      DSLV1 = WLW*(1.-TRA/TRAMX)*PERDL
      LAICR = 3.2/KDIF
      DSLV2 = WLW*LIMIT (0., 0.03, 0.03*(LAI-LAICR)/LAICR)
      DSLV = MAX (DSLV1, DSLV2)

```

- * determine extra death due to exceeding of life span of leaves
- * leaf death is imposed on array until no more leaves have to
- * die or all leaves are gone

```

      REST = DSLV*DELT
      I1 = ILVOLD

```

```

100  IF (REST.GT.LV(I1).AND.I1.GE.1) THEN
      REST = REST-LV(I1)
      I1 = I1-1
      GOTO 100
    END IF

```

- * check if some of the remaining leaves are older than SPAN,
- * sum their weights

```

      DALV = 0.
      IF (LVAGE(I1).GT.SPAN.AND.REST.GT.0.AND.I1.GE.1) THEN
        DALV = LV(I1)-REST
        REST = 0.
        I1 = I1-1
      END IF

```

```

110  IF (I1.GE.1.AND.LVAGE(I1).GT.SPAN) THEN
      DALV = DALV+LV(I1)
      I1 = I1-1
      GOTO 110
    END IF
    DALV = DALV/DELT

```

- * death rate leaves and growth rate living leaves
- ```

 DRLV = DSLV+DALV

```

- \* physiologic ageing of leaves per time step
- ```

      FYSDEL = MAX (0., (TEMP-TBASE)/(35.-TBASE))
      SLAT = AFGEN (SLATB, ILSLA, DVS)

```

- * leaf area not to exceed exponential growth curve
- ```

 IF (LAIEXP.LT.6.) THEN
 DTEFF = MAX (0., TEMP-TBASE)

```

- \* source-limited increase in leaf area
- ```

        GLAIEX = LAIEXP*RGRLAI*DTEFF
        GLASOL = GRLV*SLAT
        GLA = MIN (GLAIEX, GLASOL)

```

- * adjustment of specific leaf area of youngest leaf class
- ```

 IF (GRLV.GT.0.) SLAT = GLA/GRLV

```

```

 END IF

```

- \* 2.21.3 growth rate stems

```

GRST = FS*ADMI
DRST = AFGEN(RDRSTB, ILRDRS, DVS)*WST
GWST = GRST-DRST

```

```

* growth rate flowers

```

```

GRBL = FBL*ADMI
IF(DVS.GE.1) THEN
 GRBL = 0.
 DRBL = WBL/DELT
END IF
GWBL = GRBL - DRBL

```

```

* 2.21.4 growth rate storage organs

```

```

GWSO = FO*ADMI
DRSO = 0.

```

```

ELSE IF (ITASK.EQ.3) THEN

```

```

*-----
* dynamic calculations : integrals of the crop
*-----

```

```

*-----FSEOPT adaptation

```

```

* fill matrix with simulation output synchronous with
* harvest data in experiments
* IF (OUTPUT) THEN
* IF (II.GT.IMXNRR+IMXNDS) CALL ERROR ('FSEOPT',
$ 'Maximum number of reruns, IMXNRR, or maximum number of
$ experimental datasets, IMXNDS, not valid')
* IF (INHVS.GT.IMXHVS) CALL ERROR ('FSEOPT',
$ 'Maximum number of harvest data, IMXHVS not valid')
* SIM(II,INHVS,1) = LAI
* INHVS = INHVS + 1
* ENDIF

```

```

*-----end of FSEOPT adaptation

```

```

IF (ISTATE.LT.3) THEN
 TSUME = TSUME+DTSUM*DELT
* emergence test

```

```

* 2.6.2 IF (TSUME.GE.TSUMEM) THEN
* initial state variables of the crop
* WRT = FR*TDWI
* TADW = (1.-FR)*TDWI
* WST = FS*TADW
* WBL = FBL*TADW
* WSO = FO*TADW

```

```

* WLWV = FL*TADW
*uit LAIEM = WLWV*SLA(1)
* blad bij opkomst is ondergronds: lai vanuit ingelezen laiEM,
* sla(1) aangepast aan initieel bladgewicht en laiEM,
* stengelgewicht bij opkomst niet meegenomen bij lai-berekening
* SLA(1) = LAIEM/WLV
* WSTEM = WST

```

```

LV(1) = WLWV
LASUM = LAIEM
LAIEXP = LAIEM
LAIMAX = LAIEM
LAI = LASUM+SSA*(WST-WSTEM)+SPA*WSO
ISTATE = 3

```

```

END IF
END IF

```

```

* phenological development stage and temperature sum
DVS = DVS+DVR*DELT
TSUM = TSUM+DTSUM*DELT

```

```

* save date of anthesis, adjust development stage
 IF (DVS.GE.1. .AND. IDANTH.EQ.-99) THEN
 IDANTH = INT (TIME)
 DVS = 1.
 DOANTH = .TRUE.
 END IF

* leaf death is imposed on array untill no more leaves have to
* die or all leaves are gone

 DSLVT = DSLV*DELT
 I1 = ILVOLD
120 IF (DSLVT.GT.0.AND.I1.GE.1) THEN
 IF (DSLVT.GE.LV(I1)) THEN
 DSLVT = DSLVT-LV(I1)
 LV(I1) = 0.
 I1 = I1-1
 ELSE
 LV(I1) = LV(I1)-DSLVT
 DSLVT = 0.
 END IF
 GOTO 120
 END IF

130 IF (LVAGE(I1).GE.SPAN.AND.I1.GE.1) THEN
 LV(I1) = 0.
 I1 = I1-1
 GOTO 130
 END IF

 ILVOLD = I1

* shifting of contents, integration of physiological age
 DO 140 I1=ILVOLD,1,-1
 LV(I1+1) = LV(I1)
 SLA(I1+1) = SLA(I1)
 LVAGE(I1+1) = LVAGE(I1)+FYSDEL*DELT
140 CONTINUE
 ILVOLD = ILVOLD+1

* new leaves in class 1
 LV(1) = GRLV*DELT
 SLA(1) = SLAT
 LVAGE(1) = 0.

* calculation of new leaf area and weight
 LASUM = 0.
 WLW = 0.
 DO 150 I1=1,ILVOLD
 LASUM = LASUM+LV(I1)*SLA(I1)
 WLW = WLW+LV(I1)
150 CONTINUE

 LAIEXP = LAIEXP+GLAIEX*DELT

* dry weight of living plant organs and total above ground biomass
 WRT = WRT+GWRT*DELT
 WST = WST+GWST*DELT
 WBL = WBL+GWBL*DELT
 WSO = WSO+GWSO*DELT
 TADW = WLW+WST+WBL+WSO

* dry weight of dead plant organs
 DWRT = DWRT+DRRT*DELT
 DWLV = DWLV+DRLV*DELT
 DWST = DWST+DRST*DELT
 DWBL = DWBL+DRBL*DELT
 DWSO = DWSO+DRSO*DELT

* dry weight of dead and living plant organs

```

```

TWRT = WRT+DWRT
TWLV = WLW+DWLV
TWST = WST+DWST
TWBL = WBL+DWBL
TWSO = WSO+DWSO
TAGP = TWLV+TWST+TWBL+TWSO

```

```

* total gross assimilation and maintenance respiration
 GASST = GASS + GASST
 MREST = MRES + MREST
* leaf area index
 LAI = LASUM+SSA*(WST-WSTEM)+SPA*WSO
 LAIMAX = MAX (LAI,LAIMAX)
* transpiration (same cumulation as in soil water routine)
 TRAT = TRA + TRAT
* counting number of oxygen- and water-stress days
 IDOST = IDOST + IDOS
 IDWST = IDWST + IDWS
* subtotals (over print interval) number of stress days
 IDOSJ = IDOSJ + IDOS
 IDWSJ = IDWSJ + IDWS

* 2.13 crop finish conditions

 IF (ILVOLD.GT.365) THEN
* message on output and simulation will be stopped
 WRITE (IUOUT,'(A)') ' number of leaf classes exceeds 365 !'
 TERMNL = .TRUE.
 END IF
 IF (DVS.GE.DVSEND) THEN
 TERMNL = .TRUE.
 END IF
 IF (LAI.LE.0.002.AND.DVS.GT.0.5) THEN
 WRITE (IUOUT,'(A)') ' no living leaves (anymore)'
 TERMNL = .TRUE.
 END IF

 ELSE IF (ITASK.EQ.4) THEN

*-----FSEOPT ADAPTATION
 II = II + 1

* 2.24 simulation halted
 IDHALT = IDAY

* save final output variables: growth duration and development
* stage, grain straw ratio, harvest index, transpiration coefficient

 RATIO = TWSO/(TWLV+TWST+TWBL+1E-30)
 HINDEX = TWSO/(TAGP+1E-30)
 TRC = 100000.*TRAT/(TAGP+1E-30)

* summary results to WOFOST.OUT:
 IDANTX = IDANTH
 TWRTX = TWRT
 TWLVX = TWLV
 TWSTX = TWST
 TWBLX = TWBL
 TWSOX = TWSO
 TAGPX = TAGP
 GASSTX = GASST
 MRESTX = MREST
 HINDXX = HINDEX
 TRCX = TRC
 TRATX = TRAT
 IDHALX = IDHALT

 IF (IWB.EQ.0) THEN
* saving some simulation results potential production
* output to MAIN program needed for calculation nutrient-limited

```

```

* production and for reports
 YLVPP = TWLV
 YSTPP = TWST
 YBLPP = TWBL
 YSOPP = TWSO
 DURPP = REAL (IDHALT-IDEM)
* output to MAIN program needed for WOFOST.OUT report
 HIPP = HINDEX
 RATPP = RATIO
* output to MAIN program needed for ad hoc reports
 TRATPP = TRAT
 TRCPP = TRC
 IDFLPP = IDANTH
 YRTPP = TWRT
 YAGPP = TAGP
 GASPP = GASST
 RESPP = MREST
 LAMXPP = LAIMAX
 ELSE
* saving some simulation results water-limited production
* output to MAIN program needed for yield statistics, for calculation
* nutrient-limited production and for reports
 YLVWL = TWLV
 YSTWL = TWST
 YBLWL = TWBL
 YSOWL = TWSO
* output to MAIN program for yield statistics and WOFOST.OUT report
 HIWL = HINDEX
 RATWL = RATIO
* output to MAIN program needed for ad hoc reports
 IDFLWL = IDANTH
 DURWL = REAL (IDHALT-IDEM)
 TRATWL = TRAT
 TRCWL = TRC
 YRTWL = TWRT
 YAGWL = TAGP
 GASWL = GASST
 RESWL = MREST
 LAMXWL = LAIMAX
 IDWET = IDOST
 IDDRY = IDWST
 END IF
 END IF

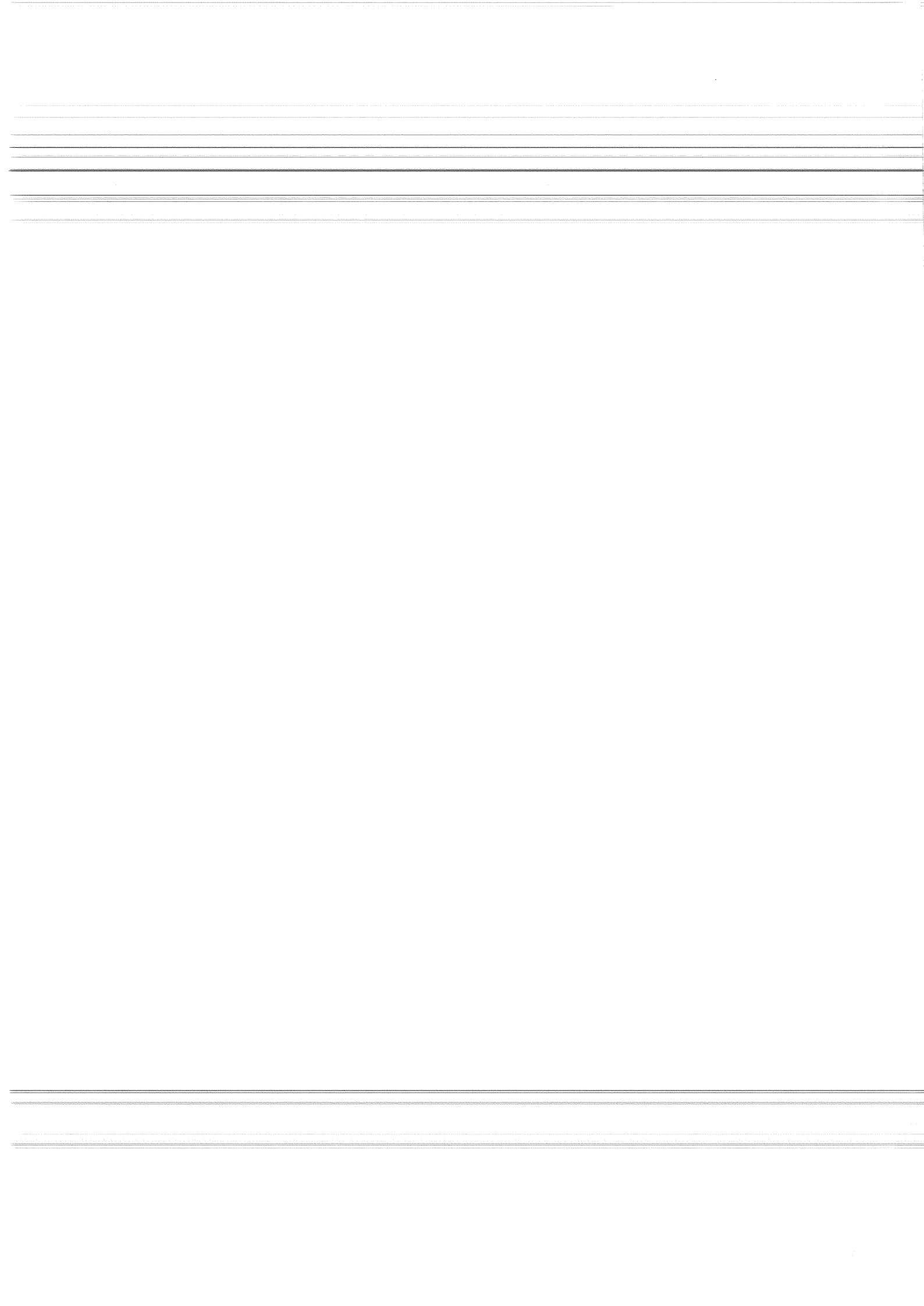
* output to WOFOST.OUT of daily crop variables
 WLV1 = WLV
 WST1 = WST
 WBL1 = WBL
 WSO1 = WSO
 PLWT1 = PLWT
 LAI1 = LAI
 DVS1 = DVS
 TRA1 = TRA
 GASS1 = GASS
 MRES1 = MRES
 DMI1 = DMI
 TAGP1 = TAGP

 ITOLD = ITASK

 RETURN
 END

```





## Bijlage 2

### Gewasdatafile voor WOFOST

**Bronnen van parameterwaarden staan tussen haakjes vermeld**

```

**
** CROP DATA FILE for use with WOFOST Version 5.0, January 1990

** crop identity
!CRPNAM = Tulip
ICROP = 9

** emergence
TBASEM = 0.0 !(1) lower threshold temp. for emergence [cel]
TEFFMX = 30.0 ! max. eff. temp. for emergence [cel]
TSUMEM = 238. !(2) temperature sum from sowing to emergence [cel d]

PLWTI = 1553. !(2) weight of planted bulbs at emergence [kg ha-1]
PLD = 784314. !(2) number of plants per hectare [-]
REMOC = -0.0192 !(2) remobilisation constant

** phenology
IDSL = 0 ! indicates whether pre-anthesis development depends
 ! on temp. (=0), daylength (=1) , or both (=2)
DLO = -99.0 ! optimum daylength for development [hr]
DLC = -99.0 ! critical daylength (lower threshold) [hr]
TSUM1 = 362. !(2) temperature sum from emergence to anthesis [cel d]
TSUM2 = 720. !(2) temperature sum from anthesis to maturity [cel d]
DTSMTB = 0.00, 0.00, ! daily increase in temp. sum
 30.00, 30.00 ! as function of av. temp. [cel; cel d]
DVSEND = 2.00 ! development stage at harvest (= 2.0 at maturity [-])

** initial
TDWI = 1222. !(2) initial total crop dry weight [kg ha-1]
LAIEM = 0.13518 !(2) leaf area index at emergence [ha ha-1]
RGR Lai = 0.03628 !(2) maximum relative increase in LAI [ha ha-1 d-1]

** green area
SLATB = 0.00, 0.0012, !(2) specific leaf area
 0.17, 0.0012, ! as a function of DVS [-; ha kg-1]
 1.83, 0.00165,
 2.00, 0.00165
SPA = 0.000 ! specific pod area [ha kg-1]
SSA = 0.00034 !(3) specific stem area [ha kg-1]
SPAN = 23.6 !(2) life span of leaves growing at 35 Celsius [d]
TBASE = 0.0 ! lower threshold temp. for ageing of leaves [cel]

** assimilation
KDIF = 0.600 !(3) extinction coefficient for diffuse visible light [-]
EFF = 0.46 !(3) light-use effic. single leaf [kg ha-1 hr-1 J-1 m2 s]
AMAXTB = 0.00, 35., !(4) max. leaf CO2 assim. rate
 0.66, 35., ! function of DVS [-; kg ha-1 hr-1]
 1.00, 42.,
 1.50, 24.,
 2.00, 24.
TMPFTB = 0.00, 1.00, !(4) reduction factor of AMAX
 20.00, 1.00, ! as function of av. temp. [cel; -]
 25.00, 0.80
TMNFTB = 0.00, 0.00, ! red. factor of gross assim. rate
 3.00, 1.00 ! as function of low min. temp. [cel; -]

```

---

\*\* conversion of assimilates into biomass (3)

---

|     |   |       |   |                                                                   |
|-----|---|-------|---|-------------------------------------------------------------------|
| CVL | = | 0.720 | ! | efficiency of conversion into leaves [kg kg <sup>-1</sup> ]       |
| CVO | = | 0.750 | ! | efficiency of conversion into storage org. [kg kg <sup>-1</sup> ] |
| CVR | = | 0.720 | ! | efficiency of conversion into roots [kg kg <sup>-1</sup> ]        |
| CVS | = | 0.690 | ! | efficiency of conversion into stems [kg kg <sup>-1</sup> ]        |

---

## \*\* maintenance respiration (3)

|        |   |        |       |                                                                                           |                            |
|--------|---|--------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Q10    | = | 2.5    | !     | rel. incr. in resp. rate per 10 Cel temp. incr. [-]                                       |                            |
| RML    | = | 0.0200 | !     | rel. maint. resp. rate leaves [kg CH <sub>2</sub> O kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]    |                            |
| RMO    | = | 0.0050 | !     | rel. maint. resp. rate stor.org. [kg CH <sub>2</sub> O kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ] |                            |
| RMR    | = | 0.0100 | !     | rel. maint. resp. rate roots [kg CH <sub>2</sub> O kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]     |                            |
| RMS    | = | 0.0150 | !     | rel. maint. resp. rate stems [kg CH <sub>2</sub> O kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ]     |                            |
| RFSETB | = | 0.00,  | 1.00, | !                                                                                         | red. factor for senescence |
|        |   | 2.00,  | 1.00  | !                                                                                         | as function of DVS [-; -]  |

## \*\* partitioning (2)

|       |   |       |       |   |                                                |
|-------|---|-------|-------|---|------------------------------------------------|
| FRTB  | = | 0.00, | 0.26, | ! | fraction of total dry matter to roots          |
|       |   | 0.01, | 0.00, | ! | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> ] |
|       |   | 2.00, | 0.00  |   |                                                |
| FLTB  | = | 0.00, | 0.42, | ! | fraction of above-gr. DM to leaves             |
|       |   | 0.01, | 0.49, | ! | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> ] |
|       |   | 0.22, | 0.76, |   |                                                |
|       |   | 0.58, | 0.34, |   |                                                |
|       |   | 0.86, | 0.15, |   |                                                |
|       |   | 1.00, | 0.12, |   |                                                |
|       |   | 1.01, | 0.12, |   |                                                |
|       |   | 1.14, | 0.07, |   |                                                |
|       |   | 1.28, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 2.00, | 0.00  |   |                                                |
| FSTB  | = | 0.00, | 0.41, | ! | fraction of above-gr. DM to stems              |
|       |   | 0.01, | 0.40, | ! | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> ] |
|       |   | 0.22, | 0.11, |   |                                                |
|       |   | 0.58, | 0.28, |   |                                                |
|       |   | 0.86, | 0.34, |   |                                                |
|       |   | 1.00, | 0.28, |   |                                                |
|       |   | 1.01, | 0.28, |   |                                                |
|       |   | 1.14, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 1.28, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 2.00, | 0.00  |   |                                                |
| FBLTB | = | 0.00, | 0.07, | ! | fraction of above-gr. DM to flowers            |
|       |   | 0.01, | 0.06, | ! | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> ] |
|       |   | 0.22, | 0.08, |   |                                                |
|       |   | 0.58, | 0.09, |   |                                                |
|       |   | 0.86, | 0.12, |   |                                                |
|       |   | 1.00, | 0.13, |   |                                                |
|       |   | 1.01, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 1.14, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 1.28, | 0.00, |   |                                                |
|       |   | 2.00, | 0.00  |   |                                                |
| FOTB  | = | 0.00, | 0.10, | ! | fraction of above-gr. DM to stor. org.         |
|       |   | 0.01, | 0.05, | ! | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> ] |
|       |   | 0.22, | 0.05, |   |                                                |
|       |   | 0.58, | 0.29, |   |                                                |
|       |   | 0.86, | 0.39, |   |                                                |
|       |   | 1.00, | 0.47, |   |                                                |
|       |   | 1.01, | 0.60, |   |                                                |
|       |   | 1.14, | 0.93, |   |                                                |
|       |   | 1.28, | 1.00, |   |                                                |
|       |   | 2.00, | 1.00  |   |                                                |

## \*\* death rates (dummy values)

---

|        |   |       |        |                                                    |                                                                |
|--------|---|-------|--------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| PERDL  | = | 0.0   | !      | max. rel. death rate of leaves due to water stress |                                                                |
| RDRRTB | = | 0.00, | 0.000, | !                                                  | rel. death rate of roots                                       |
|        |   | 2.00, | 0.000  | !                                                  | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ] |
| RDRSTB | = | 0.00, | 0.000, | !                                                  | rel. death rate of stems                                       |
|        |   | 2.00, | 0.000  | !                                                  | as a function of DVS [-; kg kg <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> ] |

---

## \*\* water use (dummy values)

|       |   |      |   |                                                |
|-------|---|------|---|------------------------------------------------|
| CFET  | = | 0.00 | ! | correction factor transpiration rate [-]       |
| DEPNR | = | 0.0  | ! | crop group number for soil water depletion [-] |



---

IAIRDU = 0 ! air ducts in roots present (=1) or not (=0)

---

\*\* rooting (dummy values)

RDI = 0. ! initial rooting depth [cm]

RRI = 0. ! maximum daily increase in rooting depth [cm d-1]

RDMCR = 0. ! maximum rooting depth [cm]

---

\*\* nutrients (dummy values)

\*\* maximum and minimum concentrations of N, P, and K

\*\* in storage organs in vegetative organs [kg kg-1]

NMINSO = 0. ; NMINVE = 0.

NMAXSO = 0. ; NMAXVE = 0.

PMINSO = 0. ; PMINVE = 0.

PMAXSO = 0. ; PMAXVE = 0.

KMINSO = 0. ; KMINVE = 0.

KMAXSO = 0. ; KMAXVE = 0.

YZERO = 0. ! max. amount veg. organs at zero yield [kg ha-1]

NFIX = 0. ! fraction of N-uptake from biol. fixation [kg kg-1]

---

\*\* bronnen:

\* (1) Benschop M., (1980a). Growth and development of tulip, cv 'Apeldoorn',  
\* from planting until emergence. Acta Horticultura 109:189-196.

\* (2) dit verslag

\* (3) Benschop, M. (1985). TUCROS, een simulatiemodel voor de tulpecultivar  
\* "Apeldoorn". Simulation Report CABO-TT, No. 6.

\* (4) Benschop, M. (1980b). Photosynthesis and respiration of Tulipa sp.  
\* cultivar 'Apeldoorn'. Scientia Horticultura 12:361-375.

---



## Bijlage 3

### Samenvatting van resultaten van de "Apeldoorn zift 9" proeven

| Drooggewichten in g/plant. Plantdichtheid: 784314 planten/ha. |               |                |        |                   |        |               |         |
|---------------------------------------------------------------|---------------|----------------|--------|-------------------|--------|---------------|---------|
| dagnr                                                         | tsom<br>(°Cd) | moeder-<br>bol | blad   | totale<br>stengel | bloem  | nieuwe<br>bol | wortels |
| 1976                                                          |               |                |        |                   |        |               |         |
| 329                                                           | 0             | 5.0429         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0187        | 0.0247  |
| 343                                                           | 0             | 4.8150         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0452        | 0.0883  |
| 357                                                           | 0             | 3.9364         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0380        | 0.1850  |
| 6                                                             | 31            | 3.7524         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0550        | 0.2907  |
| 20                                                            | 132           | 3.2720         | 0.2533 | 0.1101            | 0.0571 | 0.0741        | 0.3196  |
| 35                                                            | 154           | 2.5140         | 0.2731 | 0.1242            | 0.0558 | 0.0707        | 0.3556  |
| 48                                                            | 175           | 2.4736         | 0.3230 | 0.1413            | 0.0654 | 0.0967        | 0.3690  |
| 62                                                            | 245           | 2.0514         | 0.4074 | 0.2217            | 0.0691 | 0.1070        | 0.4174  |
| 76                                                            | 276           | 1.8310         | 0.4727 | 0.3013            | 0.0818 | 0.1460        | 0.3833  |
| 90                                                            | 325           | 1.4867         | 0.6598 | 0.3111            | 0.1013 | 0.1213        | 0.3554  |
| 104                                                           | 412           | 0.6636         | 1.3753 | 0.3806            | 0.1829 | 0.2259        | 0.3511  |
| 118                                                           | 513           | 0.5910         | 2.0978 | 1.2952            | 0.4451 | 1.5184        | 0.2426  |
| 132                                                           | 657           | 0.4664         | 2.9575 | 2.2989            | 0.0000 | 5.3067        | 0.3917  |
| 146                                                           | 817           | 0.4912         | 3.0325 | 1.9834            | 0.0000 | 11.7594       | 0.2947  |
| 160                                                           | 982           | 0.4149         | 2.7686 | 1.1762            | 0.0000 | 15.8046       | 0.2916  |
| 174                                                           | 1180          | 0.2953         | 2.0253 | 1.1229            | 0.0000 | 21.5496       | 0.2175  |
| 180                                                           | 1312          | 0.2924         | 1.4536 | 1.0457            | 0.0000 | 23.1381       | 0.1574  |
| 1977                                                          |               |                |        |                   |        |               |         |
| 328                                                           | 0             | 4.8573         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0271        | 0.0304  |
| 342                                                           | 0             | 4.1900         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0186        | 0.0839  |
| 356                                                           | 0             | 4.3949         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0256        | 0.2259  |
| 4                                                             | 15            | 4.3300         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0299        | 0.3390  |
| 18                                                            | 40            | 4.0314         | 0.2170 | 0.1692            | 0.0441 | 0.0282        | 0.3687  |
| 32                                                            | 80            | 3.4108         | 0.2467 | 0.2182            | 0.0466 | 0.0332        | 0.3522  |
| 46                                                            | 142           | 2.9366         | 0.3513 | 0.3843            | 0.0604 | 0.0498        | 0.5081  |
| 60                                                            | 204           | 2.5254         | 0.4192 | 0.5227            | 0.0712 | 0.0561        | 0.5417  |
| 74                                                            | 308           | 1.8613         | 0.6016 | 0.6182            | 0.0903 | 0.0701        | 0.5626  |
| 88                                                            | 395           | 1.1359         | 1.0397 | 0.7242            | 0.1277 | 0.1409        | 0.5830  |
| 102                                                           | 454           | 0.8244         | 1.4861 | 0.9302            | 0.2192 | 0.4934        | 0.5272  |
| 116                                                           | 551           | 0.5215         | 1.9558 | 1.4929            | 0.3530 | 1.6076        | 0.4769  |
| 130                                                           | 679           | 0.4533         | 2.4672 | 2.8714            | 0.9162 | 2.9171        | 0.4254  |
| 142                                                           | 812           | 0.4015         | 2.5785 | 2.8596            | 0.0000 | 7.3777        | 0.4922  |
| 158                                                           | 1002          | 0.3114         | 2.4408 | 2.2770            | 0.0000 | 13.6279       | 0.4522  |
| 172                                                           | 1198          | 0.3140         | 1.7211 | 1.7339            | 0.0000 | 16.2358       | 0.4024  |
| 180                                                           | 1299          | 0.2818         | 1.3744 | 1.5095            | 0.0000 | 17.5563       | 0.3287  |
| 1978                                                          |               |                |        |                   |        |               |         |
| 327                                                           | 0             | 4.5838         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0141        | 0.0192  |
| 340                                                           | 0             | 4.4296         | 0.0000 | 0.0000            | 0.0000 | 0.0124        | 0.0257  |
| 354                                                           | 0             | 3.8968         | 0.0000 | 0.0398            | 0.0000 | 0.0162        | 0.1340  |
| 3                                                             | 18            | 3.5962         | 0.2057 | 0.1222            | 0.0431 | 0.0230        | 0.1838  |
| 17                                                            | 71            | 3.0343         | 0.2561 | 0.1612            | 0.0483 | 0.0417        | 0.2634  |
| 31                                                            | 118           | 2.5935         | 0.2997 | 0.2049            | 0.0500 | 0.0414        | 0.2611  |
| 45                                                            | 129           | 2.3881         | 0.3299 | 0.2499            | 0.0536 | 0.0535        | 0.2398  |
| 59                                                            | 175           | 2.1688         | 0.4038 | 0.3243            | 0.0629 | 0.0456        | 0.3188  |
| 73                                                            | 258           | 1.6574         | 0.5635 | 0.5423            | 0.0788 | 0.0760        | 0.3150  |
| 87                                                            | 337           | 1.0376         | 0.7727 | 0.6461            | 0.0968 | 0.0830        | 0.3249  |
| 102                                                           | 423           | 0.5680         | 1.3800 | 0.7433            | 0.1712 | 0.1907        | 0.2513  |
| 115                                                           | 516           | 0.5258         | 2.5900 | 1.6788            | 0.4248 | 1.2580        | 0.2586  |
| 129                                                           | 658           | 0.3146         | 3.1962 | 3.3444            | 1.0648 | 1.9216        | 0.2130  |
| 143                                                           | 796           | 0.3346         | 3.6538 | 3.7567            | 0.0000 | 7.2846        | 0.2554  |
| 157                                                           | 1005          | 0.2973         | 3.3559 | 2.9844            | 0.0000 | 14.3837       | 0.2455  |

## III-2

| dagnr | tsom<br>(°Cd) | moeder-<br>bol | blad   | totale<br>stengel | bloem  | nieuwe<br>bol | wortels |
|-------|---------------|----------------|--------|-------------------|--------|---------------|---------|
| 171   | 1194          | 0.2695         | 3.2327 | 2.5753            | 0.0000 | 19.2493       | 0.2022  |
| 185   | 1371          | 0.2654         | 1.8592 | 1.9543            | 0.0000 | 23.5094       | 0.1481  |
| 1979  |               |                |        |                   |        |               |         |
| 325   | 0             | 4.2726         | 0.0000 | 0.0332            | 0.0000 | 0.0263        | 0.0368  |
| 339   | 0             | 4.2568         | 0.0000 | 0.0402            | 0.0000 | 0.0282        | 0.1508  |
| 353   | 0             | 3.6717         | 0.0000 | 0.0488            | 0.0000 | 0.0392        | 0.1748  |
| 2     | 0             | 3.2840         | 0.2770 | 0.1581            | 0.0538 | 0.0529        | 0.1527  |
| 16    | 12            | 3.1506         | 0.3093 | 0.1746            | 0.0607 | 0.0466        | 0.3018  |
| 30    | 15            | 2.8796         | 0.3575 | 0.2071            | 0.0640 | 0.0712        | 0.2236  |
| 44    | 26            | 2.6439         | 0.3703 | 0.2293            | 0.0657 | 0.0653        | 0.2906  |
| 58    | 31            | 2.6460         | 0.3899 | 0.2563            | 0.0696 | 0.0737        | 0.3211  |
| 72    | 80            | 1.8626         | 0.4833 | 0.4287            | 0.0714 | 0.0991        | 0.2287  |
| 86    | 129           | 1.3332         | 0.6474 | 0.5452            | 0.0905 | 0.0783        | 0.2347  |
| 99    | 184           | 0.7389         | 1.0132 | 0.6470            | 0.1266 | 0.1094        | 0.2350  |
| 114   | 311           | 0.4356         | 2.3929 | 1.5988            | 0.3697 | 0.5840        | 0.2206  |
| 128   | 388           | 0.4077         | 3.3881 | 3.5050            | 0.7890 | 2.1805        | 0.2033  |
| 142   | 549           | 0.3661         | 3.5043 | 5.4679            | 0.0000 | 5.6972        | 0.1894  |
| 156   | 741           | 0.3118         | 3.4164 | 4.0694            | 0.0000 | 12.8430       | 0.1784  |
| 170   | 910           | 0.3098         | 3.1446 | 3.2632            | 0.0000 | 18.8209       | 0.1778  |
| 184   | 1100          | 0.3135         | 1.8203 | 2.3857            | 0.0000 | 21.3833       | 0.1564  |
| 1980  |               |                |        |                   |        |               |         |
| 324   | 0             | 4.1749         | 0.0000 | 0.0314            | 0.0000 | 0.0230        | 0.0414  |
| 338   | 0             | 3.7852         | 0.0000 | 0.0375            | 0.0000 | 0.0354        | 0.2033  |
| 352   | 0             | 3.4487         | 0.0000 | 0.0513            | 0.0000 | 0.0535        | 0.2692  |
| 2     | 4             | 2.9392         | 0.2598 | 0.1648            | 0.0513 | 0.0840        | 0.3372  |
| 15    | 18            | 2.7863         | 0.2981 | 0.1912            | 0.0580 | 0.0758        | 0.3033  |
| 29    | 40            | 2.5666         | 0.3303 | 0.2094            | 0.0611 | 0.0824        | 0.3624  |
| 43    | 103           | 2.1970         | 0.3539 | 0.2599            | 0.0636 | 0.1222        | 0.3680  |
| 57    | 162           | 2.0376         | 0.4167 | 0.3833            | 0.0705 | 0.1253        | 0.4185  |
| 71    | 228           | 1.7801         | 0.5077 | 0.5293            | 0.0841 | 0.1527        | 0.3829  |
| 85    | 272           | 1.0663         | 0.6235 | 0.5899            | 0.0999 | 0.1448        | 0.3596  |
| 99    | 364           | 0.5427         | 1.0700 | 0.6275            | 0.1594 | 0.1765        | 0.3373  |
| 113   | 484           | 0.3988         | 2.1519 | 1.6267            | 0.4284 | 0.7268        | 0.2456  |
| 127   | 599           | 0.3273         | 2.7250 | 3.4596            | 0.9941 | 2.4528        | 0.1547  |
| 141   | 767           | 0.2794         | 3.2790 | 4.0536            | 0.0000 | 7.2385        | 0.2142  |
| 155   | 924           | 0.2664         | 3.1427 | 3.4219            | 0.0000 | 13.2509       | 0.2440  |
| 169   | 1143          | 0.2620         | 2.4563 | 2.4859            | 0.0000 | 19.5072       | 0.2190  |
| 183   | 1320          | 0.2271         | 1.5743 | 2.0072            | 0.0000 | 21.8703       | 0.1873  |
| 1981  |               |                |        |                   |        |               |         |
| 330   | 0             | 3.9375         | 0.0000 | 0.0405            | 0.0000 | 0.0371        | 0.0449  |
| 344   | 0             | 4.1141         | 0.0000 | 0.0499            | 0.0000 | 0.0634        | 0.0863  |
| 358   | 0             | 3.5311         | 0.0000 | 0.0551            | 0.0000 | 0.0742        | 0.2188  |
| 6     | 23            | 3.2602         | 0.2718 | 0.1607            | 0.0545 | 0.0872        | 0.2853  |
| 20    | 58            | 2.8326         | 0.3195 | 0.1915            | 0.0610 | 0.1121        | 0.3265  |
| 34    | 118           | 2.5760         | 0.3530 | 0.2472            | 0.0653 | 0.1081        | 0.3723  |
| 48    | 160           | 2.2342         | 0.4396 | 0.3675            | 0.0728 | 0.1660        | 0.3510  |
| 62    | 176           | 1.9730         | 0.4834 | 0.4526            | 0.0786 | 0.1797        | 0.3513  |
| 76    | 261           | 1.3326         | 0.6414 | 0.6459            | 0.0963 | 0.1451        | 0.3174  |
| 90    | 377           | 0.5728         | 1.1345 | 0.6795            | 0.1573 | 0.1456        | 0.2858  |
| 104   | 498           | 0.3691         | 1.9401 | 1.6927            | 0.3603 | 0.2868        | 0.2347  |
| 118   | 588           | 0.3325         | 2.6628 | 3.0546            | 0.7880 | 0.8944        | 0.2381  |
| 132   | 733           | 0.3245         | 2.9902 | 3.1884            | 0.0000 | 4.6397        | 0.2357  |
| 146   | 919           | 0.2997         | 2.7858 | 2.6375            | 0.0000 | 10.1259       | 0.2023  |
| 160   | 1126          | 0.2905         | 2.1572 | 2.1689            | 0.0000 | 17.0094       | 0.1849  |
| 174   | 1305          | 0.3319         | 1.4054 | 1.6263            | 0.0000 | 17.3823       | 0.1584  |
| 1982  |               |                |        |                   |        |               |         |
| 328   | 0             | 4.8518         | 0.0000 | 0.0390            | 0.0000 | 0.0165        | 0.0505  |
| 342   | 0             | 4.5935         | 0.0000 | 0.0424            | 0.0000 | 0.0293        | 0.1682  |
| 355   | 0             | 4.4421         | 0.0000 | 0.0428            | 0.0000 | 0.0287        | 0.1561  |
| 5     | 29            | 4.2165         | 0.1505 | 0.1170            | 0.0361 | 0.0287        | 0.3350  |
| 19    | 33            | 4.0049         | 0.1648 | 0.1290            | 0.0435 | 0.0325        | 0.1863  |
| 33    | 81            | 3.9045         | 0.1785 | 0.1477            | 0.0455 | 0.0335        | 0.3632  |
| 47    | 145           | 3.7845         | 0.2160 | 0.1814            | 0.0477 | 0.0517        | 0.3567  |
| 61    | 166           | 3.0297         | 0.2654 | 0.2507            | 0.0518 | 0.0524        | 0.3618  |
| 75    | 226           | 2.6169         | 0.3641 | 0.4096            | 0.0598 | 0.0940        | 0.4116  |



| dagnr | tsom<br>(°Cd) | moeder-<br>bol | blad   | totale<br>stengel | bloem  | nieuwe<br>bol | wortels |
|-------|---------------|----------------|--------|-------------------|--------|---------------|---------|
| 89    | 291           | 1.7309         | 0.5187 | 0.4716            | 0.0778 | 0.1167        | 0.3851  |
| 103   | 387           | 1.2758         | 1.0653 | 0.5917            | 0.1512 | 0.2316        | 0.3188  |
| 117   | 483           | 0.7457         | 2.0732 | 1.4210            | 0.3820 | 1.2936        | 0.3119  |
| 131   | 581           | 0.6139         | 2.5581 | 2.8501            | 0.7933 | 2.6674        | 0.2868  |
| 145   | 754           | 0.4124         | 2.9935 | 2.6976            | 0.0000 | 7.9553        | 0.2342  |
| 159   | 999           | 0.3429         | 2.5144 | 2.2013            | 0.0000 | 15.3927       | 0.2513  |
| 173   | 1187          | 0.2697         | 1.5793 | 1.6364            | 0.0000 | 14.5885       | 0.2631  |
| 181   | 1312          | 0.2634         | 1.3297 | 1.5245            | 0.0000 | 16.5212       | 0.2095  |



## Bijlage 4

### Temperatuursommen

Temperatuursommen voor De Kooy, 1976 t/m 1985, vanaf 1 januari.  
Berekening TSOM door sommatie (TMIN+TMAX)/2 waarbij waarden van dit gemiddelde kleiner dan 0 op 0 gesteld worden.

| Dag | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979 | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1   | 0.0   | 7.6   | 4.6   | 4.5   | 7.2   | 0.0  | 2.5   | 3.6   | 3.9   | 5.4   | 8.7   | 3.9  |
| 2   | 0.0   | 11.6  | 10.3  | 8.4   | 13.7  | 0.0  | 3.8   | 9.5   | 9.7   | 9.6   | 16.5  | 3.9  |
| 3   | 1.1   | 15.6  | 16.7  | 13.0  | 18.4  | 0.0  | 3.8   | 16.7  | 17.7  | 15.9  | 22.7  | 3.9  |
| 4   | 3.4   | 22.2  | 20.2  | 15.4  | 21.7  | 0.0  | 6.5   | 20.1  | 25.5  | 22.9  | 26.8  | 3.9  |
| 5   | 7.4   | 30.4  | 25.7  | 15.9  | 24.0  | 0.0  | 10.1  | 22.6  | 29.3  | 29.7  | 31.9  | 3.9  |
| 6   | 13.6  | 39.0  | 31.4  | 19.8  | 30.9  | 0.0  | 15.3  | 22.6  | 29.3  | 37.4  | 38.1  | 3.9  |
| 7   | 18.3  | 44.5  | 38.7  | 24.2  | 34.1  | 0.0  | 18.1  | 22.6  | 29.3  | 43.9  | 43.6  | 3.9  |
| 8   | 21.6  | 47.9  | 46.4  | 28.7  | 34.9  | 2.0  | 18.2  | 24.3  | 29.3  | 49.9  | 48.6  | 3.9  |
| 9   | 25.2  | 53.8  | 53.1  | 31.8  | 39.8  | 4.6  | 18.2  | 30.1  | 29.3  | 57.2  | 51.8  | 3.9  |
| 10  | 28.8  | 60.6  | 59.1  | 33.6  | 44.6  | 5.8  | 18.2  | 33.8  | 29.3  | 64.4  | 55.5  | 3.9  |
| 11  | 35.6  | 67.6  | 68.1  | 33.9  | 49.2  | 7.8  | 18.2  | 35.9  | 29.3  | 71.9  | 62.8  | 3.9  |
| 12  | 43.4  | 74.9  | 76.7  | 33.9  | 53.3  | 9.8  | 18.2  | 38.4  | 29.3  | 78.2  | 68.4  | 3.9  |
| 13  | 50.8  | 81.9  | 83.8  | 33.9  | 56.9  | 11.9 | 18.2  | 40.1  | 29.3  | 82.8  | 75.5  | 3.9  |
| 14  | 56.2  | 91.4  | 91.2  | 35.1  | 62.4  | 12.4 | 18.2  | 44.9  | 29.3  | 86.5  | 81.9  | 3.9  |
| 15  | 63.8  | 102.7 | 98.2  | 36.1  | 64.3  | 12.4 | 18.2  | 47.1  | 29.3  | 92.6  | 85.1  | 3.9  |
| 16  | 70.0  | 111.8 | 105.5 | 38.3  | 66.6  | 12.4 | 18.2  | 48.3  | 30.2  | 100.3 | 91.6  | 3.9  |
| 17  | 76.2  | 117.9 | 111.3 | 40.3  | 70.5  | 12.4 | 18.2  | 52.2  | 31.6  | 107.6 | 97.2  | 3.9  |
| 18  | 83.6  | 122.6 | 117.8 | 40.3  | 73.0  | 12.4 | 18.2  | 53.6  | 32.3  | 112.2 | 101.5 | 3.9  |
| 19  | 90.8  | 126.7 | 124.1 | 40.3  | 74.0  | 12.4 | 18.2  | 56.4  | 33.1  | 115.6 | 104.7 | 3.9  |
| 20  | 96.2  | 129.7 | 131.9 | 40.3  | 77.1  | 12.4 | 18.2  | 58.4  | 35.3  | 119.9 | 106.0 | 3.9  |
| 21  | 100.9 | 134.7 | 137.9 | 42.0  | 81.2  | 12.4 | 20.0  | 59.3  | 37.7  | 126.2 | 106.0 | 4.1  |
| 22  | 103.8 | 141.3 | 144.7 | 46.6  | 82.7  | 12.4 | 24.1  | 62.6  | 40.5  | 131.6 | 106.0 | 8.7  |
| 23  | 109.5 | 147.3 | 149.8 | 50.7  | 85.7  | 12.4 | 27.0  | 67.9  | 41.7  | 133.6 | 106.0 | 10.8 |
| 24  | 115.1 | 153.1 | 152.4 | 55.8  | 90.2  | 12.8 | 30.0  | 72.6  | 43.8  | 135.8 | 106.4 | 13.4 |
| 25  | 120.3 | 159.8 | 152.6 | 62.4  | 94.7  | 13.7 | 32.6  | 76.9  | 47.5  | 142.1 | 107.0 | 16.7 |
| 26  | 124.4 | 164.1 | 152.9 | 68.8  | 99.2  | 13.7 | 34.8  | 80.1  | 53.1  | 148.5 | 107.0 | 17.7 |
| 27  | 128.2 | 169.8 | 153.7 | 73.2  | 103.3 | 13.7 | 37.0  | 85.3  | 56.3  | 157.2 | 109.0 | 17.7 |
| 28  | 134.2 | 174.1 | 153.7 | 77.2  | 108.1 | 13.7 | 38.0  | 89.7  | 60.1  | 165.0 | 112.1 | 17.7 |
| 29  | 138.0 | 176.8 | 153.7 | 78.1  | 112.0 | 13.7 | 40.3  | 95.0  | 66.4  | 172.4 | 115.6 | 21.3 |
| 30  | 142.3 | 182.7 | 153.7 | 78.8  | 115.7 | 14.8 | 45.9  | 98.8  | 73.6  | 175.9 | 119.2 | 25.8 |
| 31  | 147.3 | 191.6 | 153.7 | 79.9  | 118.4 | 16.6 | 50.5  | 103.7 | 76.8  | 181.1 | 122.0 | 32.0 |
| 32  | 152.6 | 198.3 | 153.7 | 79.9  | 119.6 | 18.4 | 52.4  | 106.0 | 79.6  | 187.4 | 123.2 | 38.8 |
| 33  | 158.6 | 204.8 | 153.7 | 80.4  | 121.4 | 20.3 | 54.8  | 110.9 | 81.1  | 191.1 | 127.8 | 44.2 |
| 34  | 162.5 | 209.7 | 153.7 | 82.4  | 124.6 | 23.0 | 57.7  | 117.6 | 81.6  | 193.7 | 134.3 | 47.2 |
| 35  | 165.9 | 212.0 | 153.7 | 87.1  | 126.8 | 24.2 | 59.1  | 120.9 | 82.1  | 196.0 | 140.4 | 50.7 |
| 36  | 169.3 | 212.0 | 153.7 | 92.0  | 127.6 | 24.2 | 63.2  | 123.7 | 86.7  | 198.7 | 146.3 | 53.6 |
| 37  | 171.3 | 214.1 | 153.7 | 97.0  | 128.8 | 24.2 | 67.1  | 129.4 | 92.6  | 201.2 | 152.6 | 55.9 |
| 38  | 175.0 | 215.7 | 153.7 | 103.1 | 128.8 | 24.2 | 73.3  | 136.5 | 99.2  | 202.7 | 156.5 | 56.5 |
| 39  | 180.2 | 216.9 | 155.8 | 107.5 | 128.8 | 24.7 | 80.1  | 143.1 | 103.1 | 202.7 | 159.5 | 56.5 |
| 40  | 187.9 | 219.5 | 159.8 | 110.5 | 128.8 | 24.7 | 87.8  | 149.3 | 109.6 | 202.7 | 164.6 | 56.5 |
| 41  | 196.8 | 221.0 | 163.6 | 117.2 | 128.8 | 24.7 | 95.3  | 152.9 | 115.6 | 202.7 | 168.2 | 56.5 |
| 42  | 207.2 | 225.5 | 165.8 | 123.4 | 128.8 | 24.7 | 99.1  | 154.6 | 123.9 | 202.7 | 174.3 | 56.5 |
| 43  | 212.5 | 231.2 | 169.3 | 129.5 | 129.4 | 24.7 | 103.2 | 155.5 | 128.8 | 202.7 | 176.5 | 56.5 |
| 44  | 217.9 | 237.0 | 172.3 | 134.3 | 129.4 | 25.5 | 109.0 | 155.5 | 136.7 | 202.7 | 178.3 | 56.5 |
| 45  | 221.8 | 240.3 | 173.4 | 139.7 | 129.4 | 25.5 | 112.5 | 155.5 | 140.5 | 202.7 | 178.3 | 56.5 |
| 46  | 226.5 | 240.5 | 173.6 | 142.4 | 129.4 | 25.5 | 117.4 | 156.2 | 143.0 | 202.7 | 178.3 | 56.5 |
| 47  | 232.8 | 240.6 | 173.6 | 145.4 | 129.4 | 25.5 | 121.9 | 158.1 | 144.6 | 202.7 | 178.3 | 56.5 |
| 48  | 236.2 | 244.2 | 174.6 | 148.9 | 129.4 | 25.5 | 127.6 | 160.3 | 145.7 | 202.8 | 178.3 | 56.5 |
| 49  | 240.9 | 249.1 | 176.3 | 155.8 | 129.4 | 25.5 | 132.7 | 161.7 | 147.4 | 202.8 | 178.3 | 56.5 |
| 50  | 244.3 | 252.6 | 180.2 | 162.3 | 129.4 | 25.5 | 135.5 | 162.7 | 147.4 | 204.7 | 178.3 | 56.5 |
| 51  | 246.8 | 255.0 | 186.3 | 167.4 | 129.4 | 25.5 | 139.3 | 162.7 | 147.4 | 206.8 | 178.3 | 56.5 |
| 52  | 251.9 | 258.8 | 191.8 | 172.3 | 129.4 | 25.5 | 144.1 | 162.7 | 147.9 | 207.0 | 181.3 | 58.1 |
| 53  | 257.0 | 261.1 | 197.4 | 179.7 | 132.5 | 25.5 | 148.7 | 162.7 | 148.5 | 207.0 | 183.3 | 59.0 |
| 54  | 262.0 | 265.6 | 203.4 | 185.2 | 133.1 | 27.3 | 153.2 | 162.7 | 148.5 | 207.1 | 184.4 | 61.3 |
| 55  | 265.7 | 268.5 | 207.1 | 191.7 | 140.5 | 27.8 | 157.8 | 162.7 | 148.5 | 208.1 | 185.9 | 63.1 |
| 56  | 269.7 | 271.3 | 212.8 | 195.7 | 147.8 | 27.8 | 159.7 | 162.7 | 148.5 | 211.5 | 186.8 | 64.4 |
| 57  | 272.6 | 275.1 | 218.3 | 198.2 | 157.0 | 28.9 | 162.2 | 162.7 | 148.5 | 214.8 | 187.7 | 67.2 |

## IV-2

| Dag | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 58  | 274.1 | 279.0 | 223.3 | 199.9 | 166.6 | 30.9  | 165.6 | 163.6 | 150.4 | 219.3 | 189.3 | 68.7  |
| 59  | 275.9 | 280.6 | 229.6 | 201.6 | 174.6 | 32.6  | 169.6 | 164.0 | 155.7 | 223.4 | 190.3 | 69.1  |
| 60  | 277.0 | 284.9 | 234.9 | 204.2 | 183.6 | 35.0  | 175.5 | 168.8 | 161.0 | 226.7 | 190.4 | 70.8  |
| 61  | 279.4 | 291.5 | 240.3 | 210.6 | 191.0 | 38.7  | 181.5 | 173.7 | 165.6 | 230.1 | 193.0 | 74.3  |
| 62  | 283.1 | 300.3 | 245.2 | 218.4 | 196.9 | 43.9  | 186.2 | 175.8 | 171.8 | 234.4 | 196.1 | 80.3  |
| 63  | 285.7 | 308.0 | 249.6 | 226.4 | 200.8 | 47.3  | 189.7 | 178.3 | 176.1 | 237.6 | 199.2 | 85.0  |
| 64  | 287.4 | 314.3 | 253.5 | 233.4 | 204.6 | 50.4  | 193.9 | 181.0 | 178.9 | 242.0 | 203.2 | 87.5  |
| 65  | 291.9 | 320.1 | 254.0 | 240.1 | 207.9 | 53.5  | 197.8 | 184.9 | 180.9 | 248.2 | 209.6 | 88.8  |
| 66  | 294.3 | 326.6 | 254.0 | 249.2 | 210.9 | 56.9  | 202.0 | 192.0 | 183.0 | 254.1 | 215.2 | 90.9  |
| 67  | 295.8 | 333.0 | 254.0 | 256.0 | 215.7 | 60.0  | 207.7 | 202.5 | 185.3 | 259.4 | 220.3 | 95.3  |
| 68  | 297.1 | 339.1 | 254.0 | 265.6 | 222.7 | 63.9  | 213.0 | 209.4 | 187.5 | 264.7 | 223.9 | 98.6  |
| 69  | 300.3 | 345.1 | 254.0 | 274.2 | 229.4 | 66.7  | 216.8 | 218.8 | 192.1 | 271.0 | 227.0 | 102.4 |
| 70  | 302.6 | 350.6 | 254.0 | 281.6 | 236.8 | 70.9  | 222.9 | 226.9 | 196.4 | 274.8 | 231.9 | 106.5 |
| 71  | 304.0 | 354.9 | 258.0 | 287.1 | 244.4 | 75.9  | 227.9 | 234.0 | 201.5 | 278.4 | 235.7 | 107.0 |
| 72  | 304.6 | 358.2 | 262.5 | 293.3 | 250.2 | 79.9  | 233.8 | 242.4 | 205.8 | 284.3 | 240.0 | 108.8 |
| 73  | 307.5 | 362.4 | 266.7 | 300.5 | 258.0 | 81.7  | 240.2 | 249.1 | 211.4 | 292.4 | 243.6 | 112.1 |
| 74  | 310.8 | 365.9 | 270.5 | 308.1 | 265.2 | 82.3  | 244.1 | 254.2 | 219.6 | 296.7 | 247.7 | 114.1 |
| 75  | 316.8 | 369.8 | 274.2 | 318.4 | 270.2 | 83.4  | 247.1 | 258.4 | 225.8 | 301.3 | 251.0 | 115.8 |
| 76  | 323.4 | 372.6 | 275.6 | 327.3 | 273.4 | 87.4  | 251.5 | 260.9 | 231.5 | 308.4 | 254.1 | 117.7 |
| 77  | 329.9 | 374.7 | 277.6 | 335.6 | 277.4 | 88.5  | 256.3 | 263.9 | 235.1 | 315.9 | 257.2 | 119.5 |
| 78  | 337.1 | 377.8 | 279.5 | 342.3 | 282.1 | 89.1  | 258.6 | 270.8 | 239.0 | 322.3 | 260.1 | 119.8 |
| 79  | 343.8 | 381.9 | 281.6 | 348.9 | 288.4 | 92.8  | 259.3 | 278.6 | 243.5 | 328.9 | 262.3 | 120.5 |
| 80  | 350.0 | 385.2 | 284.3 | 356.3 | 291.9 | 97.8  | 259.3 | 288.0 | 247.5 | 332.7 | 264.1 | 124.5 |
| 81  | 354.8 | 388.0 | 286.0 | 362.2 | 297.2 | 101.1 | 259.3 | 296.1 | 251.9 | 336.5 | 266.2 | 131.9 |
| 82  | 362.5 | 389.5 | 286.0 | 368.4 | 302.8 | 103.2 | 260.1 | 302.1 | 256.3 | 342.8 | 268.5 | 138.0 |
| 83  | 368.8 | 393.5 | 286.1 | 377.5 | 308.5 | 105.4 | 260.5 | 311.2 | 258.6 | 347.3 | 271.3 | 143.3 |
| 84  | 377.2 | 397.1 | 288.2 | 382.5 | 315.6 | 114.4 | 265.7 | 320.8 | 262.1 | 350.9 | 277.8 | 149.3 |
| 85  | 384.9 | 400.3 | 293.9 | 387.4 | 321.6 | 122.1 | 271.6 | 329.0 | 268.7 | 355.2 | 283.6 | 154.8 |
| 86  | 392.4 | 403.7 | 299.6 | 390.7 | 328.6 | 128.6 | 277.1 | 337.2 | 277.3 | 358.4 | 291.3 | 158.9 |
| 87  | 399.8 | 407.3 | 305.5 | 393.1 | 337.2 | 133.3 | 285.9 | 349.6 | 281.8 | 362.7 | 298.8 | 163.2 |
| 88  | 407.7 | 411.6 | 312.1 | 394.7 | 345.9 | 137.4 | 295.5 | 359.6 | 285.0 | 367.1 | 305.3 | 168.9 |
| 89  | 414.6 | 414.4 | 318.5 | 395.6 | 352.2 | 141.3 | 301.8 | 368.7 | 291.2 | 371.8 | 310.2 | 176.0 |
| 90  | 422.1 | 417.1 | 325.4 | 397.5 | 356.3 | 145.6 | 306.8 | 377.0 | 297.0 | 376.8 | 314.8 | 184.0 |
| 91  | 429.5 | 421.0 | 333.2 | 404.0 | 365.7 | 150.9 | 312.2 | 385.8 | 305.1 | 383.6 | 318.8 | 194.9 |
| 92  | 440.8 | 425.6 | 342.2 | 411.0 | 371.5 | 155.7 | 320.5 | 393.3 | 315.3 | 388.8 | 322.2 | 201.4 |
| 93  | 453.1 | 428.7 | 348.7 | 416.3 | 377.8 | 157.6 | 327.2 | 400.2 | 322.4 | 391.9 | 326.4 | 212.5 |
| 94  | 464.2 | 431.5 | 351.9 | 422.0 | 384.1 | 159.0 | 333.8 | 405.6 | 330.4 | 394.6 | 329.0 | 223.9 |
| 95  | 474.1 | 434.9 | 355.4 | 428.4 | 390.1 | 161.9 | 339.6 | 411.5 | 342.7 | 399.5 | 332.7 | 233.7 |
| 96  | 484.2 | 437.7 | 362.2 | 433.1 | 395.4 | 165.1 | 345.7 | 419.2 | 352.9 | 404.6 | 337.1 | 243.4 |
| 97  | 495.2 | 441.2 | 369.4 | 436.6 | 401.2 | 169.9 | 352.1 | 427.2 | 361.6 | 409.4 | 342.4 | 252.3 |
| 98  | 505.1 | 445.2 | 374.8 | 439.2 | 407.2 | 175.9 | 358.0 | 435.0 | 366.6 | 414.6 | 347.6 | 260.8 |
| 99  | 513.7 | 449.9 | 379.7 | 441.4 | 412.2 | 184.5 | 363.5 | 445.5 | 370.4 | 419.9 | 352.2 | 268.5 |
| 100 | 523.9 | 453.8 | 380.4 | 442.6 | 417.3 | 197.2 | 369.6 | 454.5 | 374.9 | 426.5 | 357.8 | 273.6 |
| 101 | 529.3 | 457.9 | 387.0 | 446.2 | 419.8 | 209.7 | 375.1 | 469.8 | 378.6 | 433.9 | 363.1 | 280.7 |
| 102 | 536.5 | 464.6 | 394.1 | 453.8 | 422.6 | 220.4 | 383.9 | 480.5 | 382.6 | 439.3 | 366.9 | 287.2 |
| 103 | 542.1 | 470.7 | 402.8 | 460.8 | 426.3 | 229.6 | 392.8 | 488.8 | 387.1 | 445.1 | 371.8 | 294.9 |
| 104 | 548.2 | 478.7 | 411.7 | 467.0 | 431.5 | 241.6 | 405.7 | 497.9 | 391.4 | 451.9 | 377.3 | 302.3 |
| 105 | 555.7 | 486.6 | 420.0 | 472.8 | 437.1 | 255.2 | 419.4 | 506.9 | 396.3 | 458.6 | 385.4 | 310.1 |
| 106 | 562.8 | 490.7 | 429.0 | 479.2 | 442.2 | 261.5 | 433.9 | 516.6 | 403.9 | 467.1 | 393.9 | 317.0 |
| 107 | 569.8 | 495.4 | 435.5 | 485.1 | 447.8 | 266.6 | 446.6 | 523.1 | 410.8 | 478.4 | 399.6 | 326.1 |
| 108 | 577.1 | 505.5 | 441.3 | 489.4 | 455.3 | 271.5 | 454.9 | 529.5 | 417.9 | 491.4 | 404.3 | 336.1 |
| 109 | 585.6 | 515.1 | 449.4 | 493.0 | 465.5 | 275.6 | 462.2 | 536.8 | 424.5 | 499.9 | 410.2 | 347.0 |
| 110 | 591.9 | 521.8 | 458.7 | 497.7 | 476.5 | 282.6 | 467.5 | 544.1 | 431.2 | 508.4 | 419.0 | 354.2 |
| 111 | 597.6 | 529.7 | 467.7 | 507.1 | 484.3 | 289.0 | 473.2 | 550.5 | 437.6 | 517.6 | 428.1 | 361.0 |
| 112 | 603.1 | 540.6 | 474.4 | 516.9 | 491.5 | 295.5 | 479.1 | 554.7 | 446.2 | 525.4 | 439.3 | 367.9 |
| 113 | 608.6 | 548.1 | 481.3 | 525.4 | 500.7 | 303.8 | 484.0 | 557.8 | 450.9 | 536.5 | 450.2 | 374.5 |
| 114 | 615.9 | 555.9 | 486.3 | 533.2 | 508.0 | 310.6 | 489.7 | 560.9 | 458.9 | 545.1 | 459.7 | 379.8 |
| 115 | 622.9 | 563.8 | 491.2 | 540.3 | 516.1 | 317.7 | 496.6 | 567.3 | 466.1 | 556.8 | 471.9 | 384.1 |
| 116 | 629.0 | 571.7 | 499.1 | 551.1 | 524.9 | 323.9 | 503.1 | 575.4 | 474.7 | 567.5 | 484.1 | 388.2 |
| 117 | 635.3 | 578.7 | 507.6 | 558.4 | 533.2 | 329.5 | 511.5 | 581.9 | 482.6 | 576.5 | 493.1 | 393.0 |
| 118 | 643.7 | 589.4 | 513.3 | 566.8 | 540.6 | 336.1 | 519.8 | 587.5 | 490.4 | 584.7 | 503.4 | 398.3 |
| 119 | 651.2 | 602.0 | 517.2 | 576.1 | 548.6 | 343.3 | 526.9 | 596.6 | 497.1 | 592.9 | 513.0 | 403.5 |
| 120 | 659.8 | 610.2 | 520.7 | 584.7 | 554.7 | 349.3 | 534.4 | 604.3 | 503.1 | 601.9 | 523.2 | 408.4 |
| 121 | 667.5 | 618.7 | 527.0 | 592.7 | 564.6 | 353.4 | 544.9 | 611.0 | 510.6 | 612.5 | 534.6 | 415.0 |
| 122 | 674.8 | 626.5 | 533.4 | 603.3 | 573.9 | 357.3 | 555.6 | 616.8 | 516.6 | 621.7 | 544.4 | 419.4 |
| 123 | 684.5 | 633.6 | 542.5 | 615.5 | 583.8 | 361.7 | 565.4 | 622.6 | 525.0 | 629.0 | 554.5 | 425.0 |
| 124 | 696.0 | 642.3 | 550.8 | 624.7 | 595.0 | 365.9 | 573.3 | 629.6 | 531.7 | 637.1 | 564.6 | 431.3 |
| 125 | 703.9 | 652.3 | 557.0 | 633.3 | 610.5 | 369.7 | 581.5 | 635.5 | 538.7 | 646.2 | 576.0 | 438.9 |
| 126 | 711.6 | 663.4 | 565.4 | 642.5 | 623.8 | 373.9 | 588.8 | 643.6 | 545.9 | 658.1 | 586.3 | 448.4 |

| Dag | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 127 | 718.0  | 674.3  | 578.1  | 650.8  | 635.2  | 379.4  | 598.7  | 656.3  | 552.4  | 670.2  | 594.6  | 460.6  |
| 128 | 723.9  | 685.1  | 596.5  | 659.0  | 647.0  | 388.2  | 608.3  | 669.3  | 559.1  | 680.6  | 602.4  | 473.2  |
| 129 | 730.7  | 694.8  | 614.8  | 668.5  | 657.6  | 396.4  | 616.1  | 682.0  | 565.8  | 691.6  | 610.2  | 481.8  |
| 130 | 741.1  | 705.7  | 630.3  | 678.7  | 666.7  | 403.2  | 623.3  | 698.2  | 573.2  | 700.9  | 617.2  | 489.9  |
| 131 | 751.9  | 714.7  | 645.9  | 690.2  | 674.7  | 412.2  | 631.1  | 716.7  | 581.1  | 708.8  | 624.5  | 499.9  |
| 132 | 762.7  | 723.7  | 657.0  | 701.4  | 683.0  | 420.7  | 643.7  | 732.8  | 591.3  | 717.7  | 633.2  | 510.4  |
| 133 | 777.2  | 734.3  | 665.9  | 710.4  | 690.8  | 432.9  | 659.2  | 748.1  | 601.0  | 728.9  | 642.0  | 522.0  |
| 134 | 787.6  | 744.5  | 673.7  | 718.8  | 699.0  | 447.3  | 673.8  | 759.7  | 612.1  | 739.7  | 651.9  | 533.3  |
| 135 | 798.4  | 755.5  | 683.6  | 728.3  | 709.3  | 462.1  | 687.4  | 773.1  | 623.9  | 750.1  | 663.3  | 544.9  |
| 136 | 811.5  | 765.8  | 695.9  | 738.4  | 718.7  | 480.3  | 698.7  | 784.9  | 640.5  | 760.0  | 675.9  | 558.4  |
| 137 | 825.3  | 779.2  | 706.3  | 749.6  | 729.7  | 490.9  | 711.5  | 796.5  | 655.2  | 771.5  | 686.8  | 572.2  |
| 138 | 841.6  | 789.5  | 720.3  | 763.0  | 741.1  | 501.3  | 723.8  | 808.5  | 667.3  | 782.5  | 696.2  | 584.9  |
| 139 | 855.2  | 798.1  | 736.4  | 776.3  | 753.8  | 511.2  | 737.4  | 824.3  | 679.6  | 793.3  | 705.0  | 598.8  |
| 140 | 866.7  | 808.3  | 749.1  | 788.0  | 764.8  | 524.0  | 750.7  | 844.7  | 693.0  | 804.5  | 714.6  | 613.1  |
| 141 | 878.0  | 817.1  | 760.3  | 799.9  | 774.6  | 536.3  | 766.9  | 860.7  | 705.1  | 813.6  | 724.9  | 625.8  |
| 142 | 889.0  | 825.4  | 769.6  | 812.1  | 786.1  | 548.7  | 779.7  | 872.8  | 717.4  | 823.3  | 734.5  | 636.3  |
| 143 | 899.7  | 833.6  | 779.4  | 824.5  | 795.9  | 559.8  | 788.6  | 885.6  | 729.0  | 832.7  | 746.8  | 644.8  |
| 144 | 911.8  | 841.9  | 791.0  | 839.0  | 806.1  | 569.1  | 796.6  | 896.3  | 740.7  | 842.3  | 756.9  | 655.3  |
| 145 | 923.1  | 852.9  | 804.2  | 854.4  | 815.1  | 578.3  | 806.7  | 907.5  | 754.2  | 852.0  | 768.2  | 669.6  |
| 146 | 934.1  | 865.7  | 817.1  | 868.8  | 825.9  | 589.4  | 817.1  | 919.0  | 771.8  | 861.8  | 777.5  | 687.4  |
| 147 | 945.6  | 878.4  | 827.3  | 883.1  | 837.1  | 599.7  | 829.3  | 931.2  | 787.4  | 870.8  | 787.5  | 704.6  |
| 148 | 955.8  | 890.8  | 837.2  | 895.3  | 850.1  | 612.3  | 842.6  | 942.8  | 799.5  | 880.5  | 799.7  | 717.3  |
| 149 | 963.8  | 899.9  | 848.4  | 905.3  | 863.1  | 628.7  | 856.4  | 955.5  | 811.7  | 889.7  | 810.8  | 728.1  |
| 150 | 972.2  | 907.2  | 862.2  | 915.3  | 879.6  | 643.9  | 868.5  | 969.4  | 828.2  | 900.5  | 821.2  | 739.5  |
| 151 | 982.6  | 915.4  | 873.3  | 926.8  | 899.1  | 660.9  | 877.7  | 987.5  | 845.7  | 916.2  | 834.7  | 752.6  |
| 152 | 993.1  | 922.1  | 884.4  | 937.5  | 920.1  | 673.3  | 889.0  | 1003.7 | 866.4  | 934.2  | 848.6  | 767.5  |
| 153 | 1006.1 | 928.7  | 896.8  | 950.0  | 936.2  | 687.1  | 900.6  | 1023.5 | 886.3  | 947.6  | 861.3  | 782.8  |
| 154 | 1016.8 | 936.3  | 906.9  | 962.4  | 951.7  | 706.8  | 911.5  | 1038.8 | 907.6  | 961.3  | 872.3  | 798.5  |
| 155 | 1026.1 | 944.7  | 916.0  | 972.5  | 970.4  | 726.1  | 924.3  | 1052.0 | 927.7  | 976.7  | 886.9  | 818.5  |
| 156 | 1037.6 | 954.2  | 924.5  | 981.2  | 986.6  | 740.7  | 939.0  | 1066.2 | 945.5  | 990.2  | 898.1  | 832.8  |
| 157 | 1047.8 | 970.4  | 933.5  | 991.9  | 1004.6 | 752.6  | 955.6  | 1080.1 | 964.3  | 1003.8 | 909.3  | 845.8  |
| 158 | 1058.5 | 988.2  | 945.8  | 1002.5 | 1020.2 | 764.3  | 973.9  | 1094.4 | 983.3  | 1020.4 | 919.7  | 856.5  |
| 159 | 1068.8 | 1005.2 | 961.1  | 1014.0 | 1033.9 | 775.1  | 986.9  | 1110.5 | 999.5  | 1038.4 | 932.2  | 866.7  |
| 160 | 1078.4 | 1020.4 | 981.5  | 1028.4 | 1047.1 | 787.9  | 999.0  | 1125.9 | 1014.3 | 1052.6 | 944.1  | 878.2  |
| 161 | 1087.3 | 1036.3 | 1003.0 | 1042.1 | 1059.3 | 799.3  | 1014.1 | 1140.4 | 1030.3 | 1065.5 | 955.6  | 890.0  |
| 162 | 1098.6 | 1053.8 | 1014.6 | 1055.5 | 1071.6 | 812.3  | 1030.3 | 1153.1 | 1045.6 | 1079.2 | 967.4  | 902.1  |
| 163 | 1110.6 | 1069.4 | 1028.2 | 1070.0 | 1083.4 | 824.6  | 1045.0 | 1163.8 | 1059.1 | 1092.8 | 978.9  | 913.4  |
| 164 | 1124.4 | 1085.0 | 1042.5 | 1090.9 | 1095.1 | 837.3  | 1058.9 | 1174.9 | 1071.7 | 1105.7 | 990.3  | 924.4  |
| 165 | 1140.1 | 1099.0 | 1057.0 | 1107.1 | 1107.3 | 849.3  | 1077.5 | 1191.1 | 1083.5 | 1117.6 | 1003.7 | 935.4  |
| 166 | 1155.7 | 1113.3 | 1070.6 | 1124.3 | 1120.5 | 860.6  | 1098.7 | 1206.1 | 1096.1 | 1128.9 | 1016.5 | 946.4  |
| 167 | 1172.5 | 1124.6 | 1085.3 | 1137.5 | 1135.8 | 873.0  | 1114.0 | 1218.9 | 1108.0 | 1139.3 | 1028.1 | 957.3  |
| 168 | 1190.7 | 1136.3 | 1098.3 | 1149.7 | 1151.8 | 885.2  | 1128.4 | 1230.0 | 1119.7 | 1150.3 | 1040.6 | 969.5  |
| 169 | 1202.7 | 1149.7 | 1111.4 | 1162.0 | 1166.5 | 897.5  | 1142.9 | 1241.6 | 1133.0 | 1164.2 | 1055.3 | 982.4  |
| 170 | 1215.9 | 1162.6 | 1124.2 | 1173.6 | 1180.0 | 909.9  | 1155.5 | 1253.7 | 1147.2 | 1178.8 | 1071.5 | 997.2  |
| 171 | 1229.7 | 1176.3 | 1136.9 | 1185.0 | 1193.7 | 925.2  | 1168.8 | 1266.2 | 1160.1 | 1196.6 | 1087.3 | 1010.8 |
| 172 | 1243.7 | 1194.2 | 1150.3 | 1198.3 | 1206.6 | 941.6  | 1181.1 | 1277.3 | 1171.9 | 1215.3 | 1104.6 | 1025.4 |
| 173 | 1257.7 | 1210.6 | 1164.6 | 1211.4 | 1221.2 | 953.8  | 1194.4 | 1289.9 | 1186.7 | 1237.4 | 1118.3 | 1039.1 |
| 174 | 1273.3 | 1228.5 | 1179.6 | 1223.7 | 1234.8 | 968.6  | 1207.2 | 1304.9 | 1202.6 | 1257.9 | 1131.4 | 1051.2 |
| 175 | 1289.1 | 1244.1 | 1198.6 | 1235.8 | 1247.5 | 982.4  | 1219.5 | 1319.6 | 1217.4 | 1274.8 | 1143.6 | 1063.4 |
| 176 | 1303.8 | 1255.6 | 1221.9 | 1247.6 | 1260.3 | 995.9  | 1232.6 | 1333.8 | 1233.8 | 1289.6 | 1155.4 | 1077.1 |
| 177 | 1317.8 | 1267.6 | 1243.2 | 1260.2 | 1271.7 | 1009.0 | 1245.2 | 1345.9 | 1250.1 | 1304.5 | 1168.7 | 1089.5 |
| 178 | 1330.4 | 1280.9 | 1268.2 | 1273.5 | 1282.2 | 1021.8 | 1257.5 | 1357.2 | 1265.7 | 1318.8 | 1182.4 | 1101.4 |
| 179 | 1344.0 | 1294.1 | 1290.5 | 1286.7 | 1292.9 | 1035.1 | 1270.1 | 1368.3 | 1281.3 | 1332.8 | 1195.0 | 1114.9 |
| 180 | 1358.2 | 1308.6 | 1312.2 | 1299.2 | 1307.2 | 1048.6 | 1282.2 | 1380.0 | 1296.8 | 1347.8 | 1207.3 | 1129.9 |
| 181 | 1371.0 | 1322.6 | 1331.4 | 1311.8 | 1321.4 | 1061.1 | 1294.6 | 1392.7 | 1311.6 | 1362.1 | 1219.2 | 1145.2 |
| 182 | 1384.6 | 1336.8 | 1351.4 | 1325.7 | 1334.7 | 1072.9 | 1307.3 | 1407.4 | 1326.1 | 1375.6 | 1231.2 | 1159.4 |
| 183 | 1399.1 | 1352.3 | 1370.8 | 1341.1 | 1348.8 | 1085.7 | 1319.8 | 1423.4 | 1345.1 | 1388.2 | 1244.0 | 1173.9 |
| 184 | 1412.8 | 1367.2 | 1391.6 | 1357.7 | 1360.6 | 1099.5 | 1334.5 | 1438.2 | 1360.4 | 1400.4 | 1257.3 | 1190.2 |
| 185 | 1426.3 | 1383.1 | 1414.6 | 1376.2 | 1371.3 | 1113.1 | 1346.5 | 1452.8 | 1375.5 | 1415.0 | 1269.6 | 1210.7 |
| 186 | 1439.6 | 1398.6 | 1437.1 | 1394.2 | 1383.1 | 1127.3 | 1358.5 | 1469.0 | 1389.9 | 1434.9 | 1282.3 | 1233.2 |
| 187 | 1453.1 | 1414.1 | 1458.4 | 1413.9 | 1395.3 | 1142.4 | 1372.3 | 1485.4 | 1403.9 | 1456.7 | 1294.7 | 1247.9 |
| 188 | 1466.8 | 1430.4 | 1479.8 | 1432.2 | 1407.6 | 1158.1 | 1386.5 | 1501.7 | 1418.6 | 1476.7 | 1307.6 | 1262.3 |
| 189 | 1482.2 | 1450.2 | 1501.3 | 1450.2 | 1420.5 | 1173.7 | 1401.0 | 1520.5 | 1436.0 | 1496.2 | 1322.9 | 1276.8 |
| 190 | 1498.1 | 1467.6 | 1521.1 | 1468.2 | 1433.4 | 1189.5 | 1416.0 | 1542.3 | 1458.9 | 1514.0 | 1344.0 | 1292.7 |
| 191 | 1513.8 | 1484.7 | 1540.3 | 1484.9 | 1446.4 | 1203.6 | 1431.7 | 1559.8 | 1477.1 | 1534.7 | 1364.5 | 1306.2 |
| 192 | 1528.9 | 1501.1 | 1556.8 | 1500.4 | 1458.6 | 1218.1 | 1446.8 | 1577.2 | 1496.1 | 1557.7 | 1383.2 | 1321.6 |
| 193 | 1543.1 | 1516.9 | 1572.1 | 1516.0 | 1472.5 | 1234.6 | 1460.4 | 1592.1 | 1515.8 | 1576.6 | 1400.2 | 1339.4 |
| 194 | 1556.3 | 1533.8 | 1591.1 | 1531.4 | 1484.8 | 1248.8 | 1474.0 | 1607.7 | 1536.1 | 1592.3 | 1416.8 | 1360.1 |
| 195 | 1570.5 | 1555.0 | 1609.2 | 1545.3 | 1498.6 | 1263.2 | 1487.6 | 1623.6 | 1559.0 | 1607.5 | 1432.4 | 1382.1 |

## IV-4

| Dag | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 196 | 1585.8 | 1572.6 | 1625.8 | 1559.1 | 1511.1 | 1278.3 | 1501.1 | 1639.4 | 1580.5 | 1625.7 | 1445.8 | 1397.0 |
| 197 | 1601.2 | 1589.3 | 1645.1 | 1573.2 | 1524.4 | 1290.8 | 1515.3 | 1654.5 | 1596.0 | 1643.3 | 1458.3 | 1412.6 |
| 198 | 1615.2 | 1606.9 | 1663.3 | 1589.6 | 1536.6 | 1307.6 | 1528.0 | 1667.7 | 1611.2 | 1665.2 | 1473.0 | 1429.7 |
| 199 | 1628.1 | 1623.2 | 1681.9 | 1605.2 | 1549.8 | 1323.4 | 1542.3 | 1680.5 | 1627.4 | 1681.2 | 1487.5 | 1446.7 |
| 200 | 1641.2 | 1639.7 | 1700.4 | 1621.0 | 1564.1 | 1338.5 | 1557.6 | 1695.6 | 1645.1 | 1696.5 | 1502.5 | 1462.1 |

## Bijlage 5

### Drogestofverdeling per tweewekelijkse periode in de "Apeldoorn zift 9" proeven

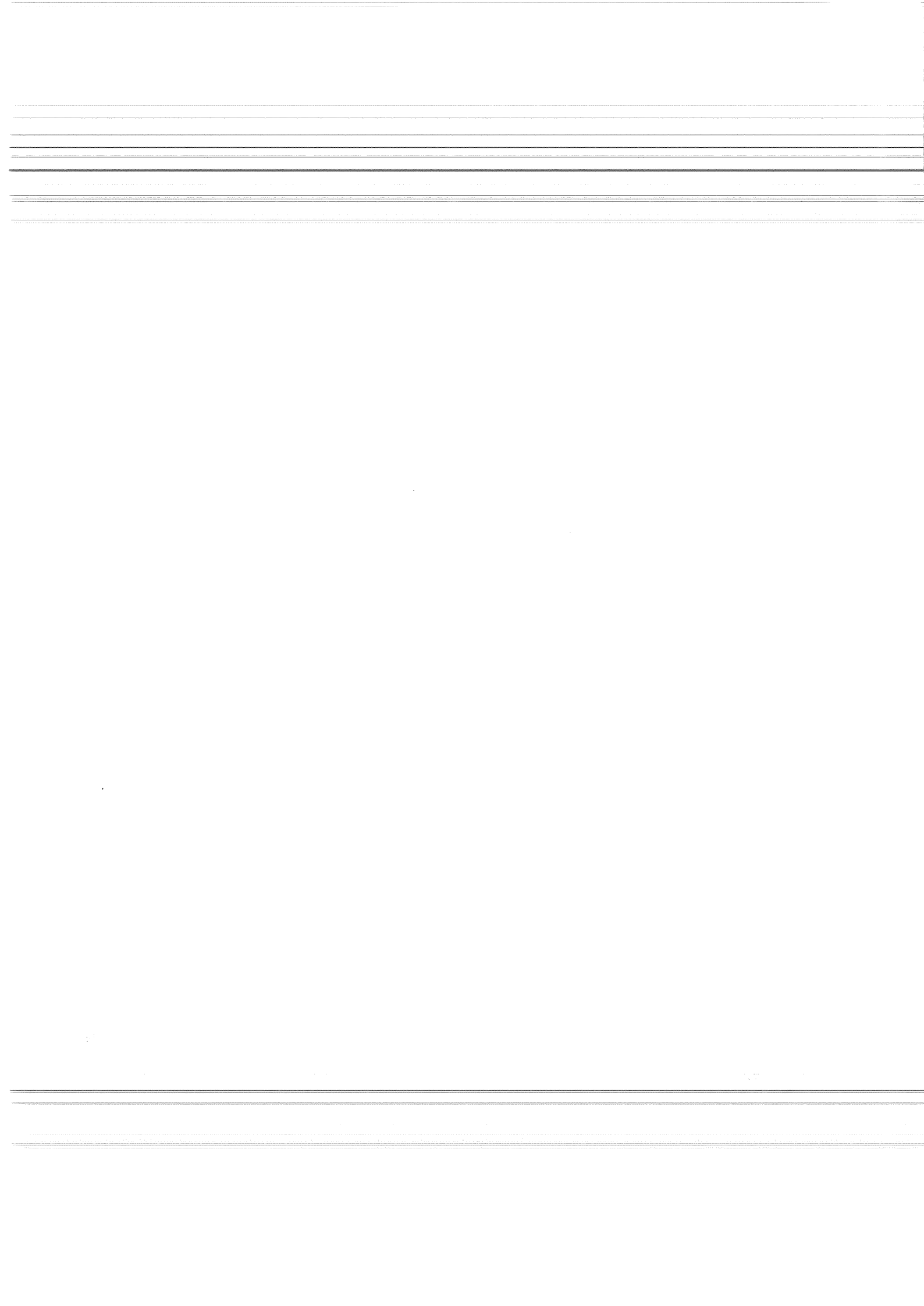
| van<br>(dag) | tot<br>(dag) | tsom<br>(°Cd) | % droge stof naar |      |         |       |               |         |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|------|---------|-------|---------------|---------|
|              |              |               | spruit            | blad | stengel | bloem | nieuwe<br>bol | wortels |
| 1976         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 329          | 343          | 0             | 0.29              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          |         |
| 357          | 6            | 31            | 0.14              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.86    |
| 6            | 20           | 84            | 0.94              | 0.58 | 0.25    | 0.13  | 0.04          | 0.06    |
| 20           | 35           | 154           | 0.48              | 0.58 | 0.42    | 0.00  | 0.00          | 0.52    |
| 35           | 48           | 166           | 0.88              | 0.49 | 0.17    | 0.09  | 0.25          | 0.12    |
| 48           | 62           | 207           | 0.79              | 0.47 | 0.45    | 0.02  | 0.06          | 0.21    |
| 62           | 76           | 254           | 1.00              | 0.33 | 0.40    | 0.06  | 0.20          | 0.00    |
| 76           | 90           | 286           | 1.00              | 0.86 | 0.05    | 0.09  | 0.00          | 0.00    |
| 90           | 104          | 369           | 1.00              | 0.74 | 0.07    | 0.08  | 0.11          | 0.00    |
| 104          | 118          | 468           | 1.00              | 0.23 | 0.29    | 0.08  | 0.40          | 0.00    |
| 118          | 132          | 557           | 0.97              | 0.15 | 0.18    | 0.00  | 0.67          | 0.03    |
| 132          | 146          | 736           | 1.00              | 0.01 | 0.00    | 0.00  | 0.99          | 0.00    |
| 146          | 160          | 897           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 160          | 174          | 1085          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 174          | 180          | 1243          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1977         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 328          | 342          | 0             | 0.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 0.00          | 1.00    |
| 342          | 356          | 0             | 0.05              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.95    |
| 356          | 4            | 15            | 0.04              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.96    |
| 4            | 18           | 34            | 0.94              | 0.50 | 0.39    | 0.10  | 0.00          | 0.06    |
| 18           | 32           | 62            | 1.00              | 0.34 | 0.57    | 0.03  | 0.06          | 0.00    |
| 32           | 46           | 108           | 0.66              | 0.35 | 0.55    | 0.05  | 0.06          | 0.34    |
| 46           | 60           | 180           | 0.87              | 0.30 | 0.62    | 0.05  | 0.03          | 0.13    |
| 60           | 74           | 256           | 0.94              | 0.59 | 0.31    | 0.06  | 0.05          | 0.06    |
| 74           | 88           | 362           | 0.97              | 0.67 | 0.16    | 0.06  | 0.11          | 0.03    |
| 88           | 102          | 428           | 1.00              | 0.41 | 0.19    | 0.08  | 0.32          | 0.00    |
| 102          | 116          | 493           | 1.00              | 0.21 | 0.25    | 0.06  | 0.49          | 0.00    |
| 116          | 130          | 616           | 1.00              | 0.14 | 0.37    | 0.15  | 0.35          | 0.00    |
| 130          | 142          | 738           | 0.99              | 0.02 | 0.00    | 0.00  | 0.98          | 0.01    |
| 142          | 158          | 915           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 158          | 172          | 1107          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 172          | 180          | 1248          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1978         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 327          | 340          | 0             | 0.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 0.00          | 1.00    |
| 340          | 354          | 0             | 0.29              | 0.00 | 0.91    | 0.00  | 0.09          | 0.71    |
| 354          | 3            | 18            | 0.87              | 0.61 | 0.24    | 0.13  | 0.02          | 0.13    |
| 3            | 17           | 45            | 0.59              | 0.44 | 0.34    | 0.05  | 0.17          | 0.41    |
| 17           | 31           | 90            | 1.00              | 0.49 | 0.49    | 0.02  | 0.00          | 0.00    |
| 31           | 45           | 129           | 1.00              | 0.33 | 0.50    | 0.04  | 0.13          | 0.00    |
| 45           | 59           | 129           | 0.67              | 0.47 | 0.47    | 0.06  | 0.00          | 0.33    |
| 59           | 73           | 211           | 1.00              | 0.38 | 0.51    | 0.04  | 0.07          | 0.00    |
| 73           | 87           | 292           | 0.97              | 0.62 | 0.31    | 0.05  | 0.02          | 0.03    |
| 87           | 102          | 390           | 1.00              | 0.68 | 0.11    | 0.08  | 0.12          | 0.00    |
| 102          | 115          | 466           | 1.00              | 0.35 | 0.27    | 0.07  | 0.31          | 0.00    |
| 115          | 129          | 574           | 1.00              | 0.17 | 0.47    | 0.18  | 0.19          | 0.00    |
| 129          | 143          | 719           | 0.99              | 0.07 | 0.07    | 0.00  | 0.86          | 0.01    |
| 143          | 157          | 880           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |

## V-2

| van<br>(dag) | tot<br>(dag) | tsom<br>(°Cd) | % droge stof naar |      |         |       |               |         |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|------|---------|-------|---------------|---------|
|              |              |               | spruit            | blad | stengel | bloem | nieuwe<br>bol | wortels |
| 157          | 171          | 1095          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 171          | 185          | 1282          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1979         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 325          | 339          | 0             | 0.07              | 0.00 | 0.79    | 0.00  | 0.21          | 0.93    |
| 339          | 353          | 0             | 0.45              | 0.00 | 0.44    | 0.00  | 0.56          | 0.55    |
| 353          | 2            | 0             | 1.00              | 0.61 | 0.24    | 0.12  | 0.03          | 0.00    |
| 2            | 16           | 5             | 0.27              | 0.58 | 0.30    | 0.12  | 0.00          | 0.73    |
| 16           | 30           | 12            | 1.00              | 0.44 | 0.30    | 0.03  | 0.23          | 0.00    |
| 30           | 44           | 24            | 0.35              | 0.35 | 0.60    | 0.05  | 0.00          | 0.65    |
| 44           | 58           | 26            | 0.66              | 0.33 | 0.46    | 0.07  | 0.14          | 0.34    |
| 58           | 72           | 54            | 1.00              | 0.32 | 0.59    | 0.01  | 0.09          | 0.00    |
| 72           | 86           | 93            | 0.98              | 0.55 | 0.39    | 0.06  | 0.00          | 0.02    |
| 86           | 99           | 158           | 1.00              | 0.68 | 0.19    | 0.07  | 0.06          | 0.00    |
| 99           | 114          | 267           | 1.00              | 0.45 | 0.31    | 0.08  | 0.16          | 0.00    |
| 114          | 128          | 353           | 1.00              | 0.20 | 0.39    | 0.09  | 0.32          | 0.00    |
| 128          | 142          | 462           | 1.00              | 0.02 | 0.35    | 0.00  | 0.63          | 0.00    |
| 142          | 156          | 629           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 156          | 170          | 825           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 170          | 184          | 1009          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1980         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 324          | 338          | 0             | 0.10              | 0.00 | 0.33    | 0.00  | 0.67          | 0.90    |
| 338          | 352          | 0             | 0.33              | 0.00 | 0.43    | 0.00  | 0.57          | 0.67    |
| 352          | 2            | 4             | 0.87              | 0.57 | 0.25    | 0.11  | 0.07          | 0.13    |
| 2            | 15           | 18            | 1.00              | 0.54 | 0.37    | 0.09  | 0.00          | 0.00    |
| 15           | 29           | 24            | 0.50              | 0.54 | 0.30    | 0.05  | 0.11          | 0.50    |
| 29           | 43           | 63            | 0.95              | 0.20 | 0.43    | 0.02  | 0.34          | 0.05    |
| 43           | 57           | 136           | 0.80              | 0.32 | 0.63    | 0.04  | 0.02          | 0.20    |
| 57           | 71           | 194           | 1.00              | 0.33 | 0.53    | 0.05  | 0.10          | 0.00    |
| 71           | 85           | 259           | 1.00              | 0.60 | 0.32    | 0.08  | 0.00          | 0.00    |
| 85           | 99           | 320           | 1.00              | 0.78 | 0.07    | 0.10  | 0.06          | 0.00    |
| 99           | 113          | 434           | 1.00              | 0.37 | 0.34    | 0.09  | 0.19          | 0.00    |
| 113          | 127          | 534           | 1.00              | 0.12 | 0.39    | 0.12  | 0.37          | 0.00    |
| 127          | 141          | 674           | 0.99              | 0.09 | 0.10    | 0.00  | 0.81          | 0.01    |
| 141          | 155          | 843           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 155          | 169          | 1030          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 169          | 183          | 1233          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1981         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 330          | 344          | 0             | 0.46              | 0.00 | 0.26    | 0.00  | 0.74          | 0.54    |
| 344          | 358          | 0             | 0.11              | 0.00 | 0.33    | 0.00  | 0.68          | 0.89    |
| 358          | 6            | 23            | 0.87              | 0.61 | 0.24    | 0.12  | 0.03          | 0.13    |
| 6            | 20           | 40            | 0.73              | 0.43 | 0.28    | 0.06  | 0.23          | 0.27    |
| 20           | 34           | 85            | 0.67              | 0.36 | 0.60    | 0.05  | 0.00          | 0.33    |
| 34           | 48           | 153           | 1.00              | 0.32 | 0.44    | 0.03  | 0.21          | 0.00    |
| 48           | 62           | 163           | 1.00              | 0.30 | 0.57    | 0.04  | 0.09          | 0.00    |
| 62           | 76           | 219           | 1.00              | 0.43 | 0.52    | 0.05  | 0.00          | 0.00    |
| 76           | 90           | 311           | 1.00              | 0.84 | 0.06    | 0.10  | 0.00          | 0.00    |
| 90           | 104          | 427           | 1.00              | 0.37 | 0.47    | 0.09  | 0.07          | 0.00    |
| 104          | 118          | 550           | 1.00              | 0.23 | 0.44    | 0.14  | 0.19          | 0.00    |
| 118          | 132          | 636           | 1.00              | 0.08 | 0.03    | 0.00  | 0.89          | 0.00    |
| 132          | 146          | 824           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 146          | 160          | 1023          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 160          | 174          | 1219          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00          | 0.00    |
| 1982         |              |               |                   |      |         |       |               |         |
| 328          | 342          | 0             | 0.12              | 0.00 | 0.21    | 0.00  | 0.79          | 0.88    |
| 342          | 355          | 0             | 1.00              | 0.00 | 1.00    | 0.00  | 0.00          | 0.00    |
| 355          | 5            | 29            | 0.59              | 0.58 | 0.28    | 0.14  | 0.00          | 0.41    |
| 5            | 19           | 29            | 1.00              | 0.38 | 0.32    | 0.20  | 0.10          | 0.00    |
| 19           | 33           | 53            | 0.17              | 0.39 | 0.53    | 0.06  | 0.03          | 0.83    |
| 33           | 47           | 110           | 1.00              | 0.41 | 0.37    | 0.02  | 0.20          | 0.00    |
| 47           | 61           | 149           | 0.96              | 0.40 | 0.56    | 0.03  | 0.01          | 0.04    |
| 61           | 75           | 187           | 0.86              | 0.32 | 0.52    | 0.03  | 0.14          | 0.14    |



| van<br>(dag) | tot<br>(dag) | tsom<br>(°Cd) | % droge stof naar |      |         |       |        |         |
|--------------|--------------|---------------|-------------------|------|---------|-------|--------|---------|
|              |              |               | spruit            | blad | stengel | bloem | nieuwe | wortels |
|              |              |               |                   |      |         |       | bol    |         |
| 75           | 89           | 256           | 1.00              | 0.60 | 0.24    | 0.07  | 0.09   | 0.00    |
| 89           | 103          | 353           | 1.00              | 0.64 | 0.14    | 0.09  | 0.13   | 0.00    |
| 103          | 117          | 431           | 1.00              | 0.32 | 0.26    | 0.07  | 0.34   | 0.00    |
| 117          | 131          | 532           | 1.00              | 0.13 | 0.39    | 0.11  | 0.37   | 0.00    |
| 131          | 145          | 667           | 1.00              | 0.08 | 0.00    | 0.00  | 0.92   | 0.00    |
| 145          | 159          | 866           | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00   | 0.00    |
| 159          | 173          | 1096          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 0.00   | 0.00    |
| 173          | 181          | 1250          | 1.00              | 0.00 | 0.00    | 0.00  | 1.00   | 0.00    |



## Bijlage 6

# Experiment-specifieke inputfiles voor elk van de 7 "Apeldoorn zift 9" proeven

\* Verklaring van afkortingen: zie gewasdatafile voor WOFOST (bijlage 2).

|          |                |                |                |
|----------|----------------|----------------|----------------|
| ** 1976  |                |                | 0.87, 0.34,    |
| SLATB =  | 0.62, 0.00132, | ** 1977        | 1.10, 0.98,    |
|          | 1.00, 0.00140, | SLATB =        | 1.38, 1.00,    |
|          | 1.18, 0.00127, | 0.00103,       | 2.00, 1.00     |
|          | 1.38, 0.00135, |                |                |
|          | 1.59, 0.00135, | 0.53, 0.00117, | ** 1978        |
|          | 2.00, 0.00135, | 0.73, 0.00147, | SLATB =        |
| LAITB =  | 0.00, 0.00,    | 1.00, 0.00141, | 0.20, 0.00101, |
|          | 0.11, 0.02,    | 1.21, 0.00133, | 0.41, 0.00118, |
|          | 0.30, 0.22,    | 1.52, 0.00151, | 0.65, 0.00126, |
|          | 0.62, 1.53,    | 1.84, 0.00191, | 1.00, 0.00144, |
|          | 1.00, 2.64,    | 2.00, 0.00191, | 1.19, 0.00133, |
|          | 1.18, 3.55,    | LAITB =        | 1.49, 0.00150, |
|          | 1.38, 3.74,    | 0.00, 0.00,    | 1.75, 0.00157, |
|          | 1.59, 3.25,    | 0.22, 0.13,    | 2.00, 0.00157, |
|          | 1.83, 2.45,    | 0.40, 0.52,    | LAITB =        |
|          | 2.00, 1.82,    | 0.53, 1.13,    | 0.00, 0.07,    |
| LAIEM =  | 0.005          | 0.73, 2.21,    | 0.20, 0.27,    |
| RRLAI =  | 0.07           | 1.00, 3.09,    | 0.41, 0.98,    |
| TSUMEM = | 245.           | 1.21, 3.04,    | 0.65, 2.58,    |
| TSUM1 =  | 268.           | 1.52, 3.10,    | 1.00, 4.14,    |
| TSUM2 =  | 799.           | 1.84, 2.61,    | 1.19, 4.45,    |
| PLWTI =  | 1675.          | 2.00, 2.01,    | 1.49, 4.38,    |
| REMOC =  | -0.0192        | LAIEM =        | 1.75, 4.31,    |
| TDWI =   | 998.           | 0.005          | 2.00, 2.38     |
| FRTB =   | 0.00, 0.34,    | RRLAI =        |                |
|          | 0.01, 0.00,    | TSUMEM =       | 0.07           |
|          | 0.00, 0.00,    | TSUM1 =        | 258.           |
| FLTB =   | 0.00, 0.51,    | TSUM2 =        | 400.           |
|          | 0.01, 0.33,    | PLWTI =        | 713.           |
|          | 0.15, 0.86,    | REMOC =        | 1353.          |
|          | 0.46, 0.74,    | TDWI =         | -0.0187        |
|          | 0.83, 0.23,    | FRTB =         | 1286.          |
|          | 1.06, 0.15,    | 0.00, 0.34,    | FRTB =         |
|          | 1.28, 0.01,    | 0.01, 0.00,    | 0.00, 0.20,    |
|          | 1.48, 0.00,    | 0.00, 0.00,    | 0.01, 0.00,    |
|          | 2.00, 0.00,    | FLTB =         | 0.00, 0.00,    |
| FSTB =   | 0.01, 0.27,    | 0.00, 0.39,    | FLTB =         |
|          | 0.01, 0.40,    | 0.01, 0.58,    | 0.00, 0.45,    |
|          | 0.15, 0.05,    | 0.11, 0.58,    | 0.08, 0.62,    |
|          | 0.46, 0.07,    | 0.33, 0.67,    | 0.33, 0.68,    |
|          | 0.83, 0.29,    | 0.47, 0.41,    | 0.52, 0.35,    |
|          | 1.06, 0.18,    | 0.61, 0.21,    | 0.79, 0.17,    |
|          | 1.28, 0.00,    | 0.87, 0.14,    | 1.09, 0.07,    |
|          | 2.00, 0.00,    | 1.10, 0.02,    | 1.31, 0.00,    |
| FBLTB =  | 0.00, 0.09,    | 1.38, 0.00,    | 2.00, 0.00,    |
|          | 0.01, 0.06,    | 2.00, 0.00,    | FSTB =         |
|          | 0.15, 0.09,    | FSTB =         | 0.00, 0.43,    |
|          | 0.46, 0.08,    | 0.00, 0.49,    | 0.08, 0.31,    |
|          | 0.83, 0.08,    | 0.01, 0.31,    | 0.33, 0.11,    |
|          | 1.06, 0.00,    | 0.11, 0.31,    | 0.52, 0.27,    |
|          | 2.00, 0.00,    | 0.33, 0.16,    | 0.79, 0.46,    |
| FOTB =   | 0.00, 0.13,    | 0.47, 0.19,    | 1.09, 0.07,    |
|          | 0.01, 0.21,    | 0.61, 0.25,    | 1.31, 0.00,    |
|          | 0.15, 0.00,    | 0.87, 0.37,    | 2.00, 0.00,    |
|          | 0.46, 0.11,    | 1.10, 0.00,    | FBLTB =        |
|          | 0.83, 0.40,    | 2.00, 0.00,    | 0.00, 0.06,    |
|          | 1.06, 0.67,    | FBLTB =        | 0.08, 0.05,    |
|          | 1.28, 0.99,    | 0.00, 0.07,    | 0.33, 0.08,    |
|          | 1.48, 1.00,    | 0.01, 0.06,    | 0.52, 0.07,    |
|          | 2.00, 1.00,    | 0.11, 0.06,    | 0.79, 0.18,    |
|          |                | 0.33, 0.06,    | 1.09, 0.00,    |
|          |                | 0.47, 0.08,    | 2.00, 0.00,    |
|          |                | 0.61, 0.06,    | FOTB =         |
|          |                | 0.87, 0.15,    | 0.00, 0.06,    |
|          |                | 1.10, 0.00,    | 0.08, 0.02,    |
|          |                | 2.00, 0.00,    | 0.33, 0.13,    |
|          |                | FOTB =         | 0.52, 0.31,    |
|          |                | 0.00, 0.05,    | 0.79, 0.19,    |
|          |                | 0.01, 0.05,    | 1.09, 0.86,    |
|          |                | 0.11, 0.05,    | 1.31, 1.00,    |
|          |                | 0.33, 0.11,    | 2.00, 1.00     |
|          |                | 0.47, 0.32,    |                |
|          |                | 0.61, 0.48,    |                |