

32/uub (416) 2<sup>e</sup> ex

**BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW**

**Modellering van de effecten van het beregeningsverbod voor  
vier melkveebedrijven in Noord-Brabant in 1993**

**J. Postma**

**Rapport 416**

**DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995**



**18 APR. 1996**

151920510

## REFERAAT

J. Postma, 1995. *Modellering van de effecten van het beregeningsverbod voor 4 melkveebedrijven in Noord-Brabant in 1993*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 416. 56 blz.; 2 fig.; 23 tab.; 16 refs.; 4 aanh.

Voor vier melkveebedrijven op droge gronden in het oosten van Noord-Brabant is voor het voorjaar van 1993 het verschil berekend in droge-stofopbrengst van beregend en onberegend grasland. Het gebruikte model is SWAGRA, een koppeling van SWATRE, CROPR en GRAMAN. Het model is gekalibreerd en gevalideerd met de werkelijke opbrengsten op die bedrijven. Tevens zijn de kosten van beregening berekend en is de neerslagspreiding in de desbetreffende periode onderzocht. De conclusie is dat de grasopbrengst door beregening toeneemt met 1% tot 5%, tegen kosten van f 0,44 tot f 1,04 per kilogram droge stof.

Trefwoorden: grasland, grasopbrengst, neerslag, simulatiemodel, verdroging

ISSN 0927-4499

©1995 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)  
Postbus 125, 6700 AC Wageningen.  
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

Project 5852

Rap416w.is/02-96

## **Inhoud**

|  | blz.      |
|--|-----------|
| Woord vooraf   | 9         |
| Samenvatting   | 11        |
| <b>1 Inleiding</b>   | <b>13</b> |
| <b>2 Probleemstelling</b>  | <b>15</b> |
| <b>3 Aanpak van het probleem</b>   | <b>17</b> |
| 3.1 Aanpassingen in het model SWAGRA                                       | 17        |
| 3.2 Kalibratie van het model SWAGRA  | 17        |
| 3.3 Berekening van onberegende en beregende grasopbrengsten                | 19        |
| 3.4 Analyse van de neerslagcijfers en keuze van de weerstations            | 19        |
| <b>4 Invoergegevens en rekenresultaten</b>                                 | <b>21</b> |
| 4.1 Invoergegevens bedrijf I   | 21        |
| 4.2 Onberegende grasopbrengsten op bedrijf I en kalibratieresultaten       | 22        |
| 4.3 Invoergegevens bedrijf II  | 22        |
| 4.4 Onberegende grasopbrengsten op bedrijf II en validatie                 | 23        |
| 4.5 Invoergegevens bedrijf III   | 23        |
| 4.6 Onberegende grasopbrengsten op bedrijf III en validatie                | 24        |
| 4.7 Invoergegevens bedrijf IV  | 24        |
| 4.8 Beregende opbrengsten in 1991 en 1993 van het normbedrijf              | 25        |
| <b>5 Berekening van de opbrengstverschillen door berekening</b>            | <b>27</b> |
| 5.1 Bedrijf I  | 27        |
| 5.2 Bedrijf II   | 28        |
| 5.3 Bedrijf III  | 28        |
| 5.4 Normbedrijf  | 29        |
| <b>6 Kosten van berekening</b>   | <b>31</b> |
| <b>7 Conclusies</b>  | <b>33</b> |
| <b>8 Bespreking van de resultaten</b>                                      | <b>35</b> |
| 8.1 De uitwerking van de berekening op het bodemvocht                      | 35        |
| 8.2 Vergelijking van de berekeningsefficiëntie met de methode Van Boheemen | 36        |
| Literatuur   | 37        |

## **Tabellen**

|   |    |
|---|----|
| 1 Waarden van de drie variabelen na kalibratie van SWAGRA   | 18 |
| 2 Geschatte en berekende onberegende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf I tussen 15 april en 1 juni na kalibratie (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de kalibratie) | 18 |
| 3 Neerslagwaarnemingen op bedrijf I en op drie nabijgelegen KNMI-stations   | 19 |
| 4 Neerslagwaarnemingen op drie KNMI-stations nabij bedrijf II   | 19 |
| 5 Neerslagwaarnemingen op bedrijf III en op drie nabijgelegen KNMI-stations   | 20 |
| 6 Neerslagwaarnemingen op drie KNMI-stations nabij bedrijf IV   | 20 |
| 7 Bedrijfsgegevens bedrijf I (Antonissen, 1993)   | 21 |
| 8 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf I  | 21 |
| 9 Bedrijfsgegevens bedrijf II (Antonissen, 1993)  | 22 |
| 10 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf II  | 22 |
| 11 Geschatte en berekende onberegende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf II op 1 juni (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de validatie)                              | 23 |
| 12 Bedrijfsgegevens bedrijf III (Antonissen, 1993)  | 23 |
| 13 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf III   | 24 |
| 14 Geschatte en berekende onberegende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf III tussen 15 april en 1 juni (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de validatie)             | 24 |
| 15 Bedrijfsgegevens bedrijf IV  | 25 |
| 16 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf IV  | 25 |
| 17 Vergelijking van de gesimuleerde beregende grasopbrengsten (kg ds) op het normbedrijf tot 1 juni in 1991 en 1993   | 25 |
| 18 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie bij bedrijf I.   | 27 |
| 19 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op bedrijf II  | 28 |
| 20 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op bedrijf III   | 28 |
| 21 Grasopbrengst in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op het normbedrijf tot 1 juni 1993  | 29 |
| 22 Variabele kosten beregning ( $\text{Hfl mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ )  | 31 |
| 23 Beregeningseffectiviteit bij bedrijven I t/m III en het normbedrijf in kg/mm en Hfl/kg.  | 31 |

## **Figuren**

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 Drukhoogtes in de wortelzone op bedrijf II, met en zonder beregning, en beregning van 1 maart tot 1 juni | 35 |
| Fig. 2 Cumulatieve nalevering vanuit het profiel naar de wortelzone   | 36 |

### ***Aanhangsels***

|   |    |
|---|----|
| 1 Beschrijving van SWAGRA                 | 39 |
| 2 Bedrijfsgegevens                        | 45 |
| 3 Beregeningskosten van de vier bedrijven | 49 |
| 4 Uitgebreide rekenresultaten             | 53 |

### ***Tabellen in aanhangsels***

|   |    |
|---|----|
| A4.1 Berekening van grasopbrengsten op 15 april en 1 juni zonder beregening en op 1 juni met beregening bij pF 2,3 en pF 2,7 voor bedrijf I. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof.                   | 53 |
| A4.2 Berekening van grasopbrengsten op 1 juni zonder beregening en met beregening bij pF 2,3 en pf 2,7 voor bedrijf II. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof   | 54 |
| A4.3 Berekening van grasopbrengsten op 15 april en 1 juni zonder beregening en op 1 juni met beregening bij pF 2,3 en pf 2,7 voor bedrijf III. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof                  | 55 |
| A4.4 Berekening van grasopbrengsten op 1 juni 1991 en 1 juni 1993 zonder beregening en op 1 juni 1993 met beregening bij pF 2,3 en pf 2,7 voor het normbedrijf. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof | 56 |

### ***Figuren in aanhangsels***

|   |    |
|---|----|
| A1.1 De koppeling van het hydrologische model SWATRE en het gewasgroei-model CROPR (uit: Peerboom 1990) | 39 |
| A1.2 De koppeling tussen SWATRE, CROPR en GRAMAN in SWAGRA  | 40 |

## **Woord vooraf**

Op verzoek van de "Commissie van Advies inzake verzoeken tot schadevergoeding op grond van de Grondwaterwet" van de provincie Noord-Brabant zijn de schadeclaims van vier Brabantse melkveebedrijven over het jaar 1993 nagerekend. Daartoe werd het SWAGRA-model voor schade op grasland gebruikt. De benodigde bedrijfsgegevens zijn verkregen uit korte bedrijfsbezoeken en uit opbrengstschattingen van de Dienst Landbouwvoorlichting te Boxtel. De welwillende medewerking van de betrokken bedrijfsleiders en van de medewerkers van de provincie Noord-Brabant bij de uitvoering van dit onderzoek is zeer gewaardeerd.

## Samenvatting

De provincie Noord-Brabant heeft om de verdroging tegen te gaan en ter bescherming van de grondwatervoorraad een gedeeltelijk beregeningsverbod opgelegd voor grasland. Een aantal bedrijfsleiders van melkveebedrijven heeft een verzoek tot schadevergoeding ingediend naar aanleiding van vermeende opbrengstderving in het droge voorjaar van 1993. Daarom heeft de provincie DLO-Staring Centrum verzocht schadeberekeningen uit te voeren met het bedrijfssimulatiemodel SWAGRA. Dit model is in 1991 gebruikt voor de modelstudie naar de effecten van de beperking van beregening uit grondwater voor een Noordbrabants melkveebedrijf (Metselaar et al., 1991)

Door middel van simulatie van het graslandgebruik is de bruto en netto grasopbrengst van vier geselecteerde bedrijven op droogtegevoelige zandgrond in Noord-Brabant in 1993 berekend. Het model is op de bedrijfsresultaten van die bedrijven gekalibreerd en gevalideerd.

Er zijn voor alle 4 de bedrijven berekeningen uitgevoerd met drie scenario's, namelijk:

- geen beregening,
- beregening bij een gemiddelde pF-waarde van 2,3, 16 h/d
- beregening bij een gemiddelde pF-waarde van 2,7, 16 h/d.

Het blijkt dat er bij een beregeningscriterium van pF 2,7 een toename van de netto drogestofopbrengst optreedt van 1% tot 3%, met beregeningskosten van Hfl 0,55 tot Hfl 1,01 per kg ds. Een beregeningscriterium van pF 2,3 leidt tot een opbrengsttoename van 2% tot 5%, die gepaard gaat met beregeningskosten van Hfl 0,73 tot Hfl 1,04 per kg ds.

Er is ook gekeken naar de ruimtelijke spreiding van de neerslag. De eigen neerslagwaarnemingen vielen steeds lager dan de waarnemingen op de KNMI weerstations.

## **1 Inleiding**

De provincie Noord-Brabant heeft om de verdroging tegen te gaan en ter bescherming van de grondwatervoorraad in het Provinciaal Waterhuishoudingsplan "Werken aan Water", vastgesteld door Provinciale Staten van Noord-Brabant op 25 januari 1991, een gedeeltelijk beregeningsverbod opgelegd voor grasland. Een aantal bedrijfsleiders van melkveebedrijven heeft een verzoek tot schadevergoeding ingediend naar aanleiding van vermeende opbrengstderving in het droge voorjaar van 1993. Daarom heeft de Commissie van Advies inzake verzoeken tot Schadevergoeding op grond van de Grondwaterwet DLO-Staring Centrum verzocht schadeberekeningen uit te voeren met het bedrijfssimulatiemodel SWAGRA. Dit model is in 1991 gebruikt om de effecten van het beregeningsverbod op de grasopbrengst te evalueren voor een representatief Brabants melkveebedrijf (Metselaar et al., 1991, Kabat et al. 1994).

Het onderzoek heeft de vorm gekregen van scenarioberekeningen voor de beregende en de onberegende situatie met het graslandgebruiksmodel SWAGRA. Omdat het hier gaat om de modellering van vier specifieke bedrijven waren enkele wijzigingen in SWAGRA nodig, die beschreven worden in hoofdstuk 3. De vergelijking van de geschatte werkelijke bedrijfsresultaten met de gesimuleerde uitkomsten gebeurt in hoofdstuk 4, en de verschillen in grasopbrengst tussen de beregende en de onberegende situatie worden in hoofdstuk 5 beschreven. De kosten van berekening staan in hoofdstuk 6, en in hoofdstuk 7 de conclusies.



## 2 Probleemstelling

In het kader van de verdrogingsbestrijding vaardigde het provinciaal bestuur van Noord-Brabant in 1991 een gedeeltelijk beregeningsverbod uit. Daarin staat dat er voor 1 juni niet beregend mag worden, en vanaf 1 juni tot 1 augustus alleen van 5 uur 's middags tot 11 uur 's morgens. Er mag in de periode tot 1 juni wel gedurende 48 uur na een gift van dierlijke mest worden beregend. Alleen in een uitzonderlijk (5%) droog voorjaar wordt het verbod ingetrokken.

Naar aanleiding van het verbod heeft een aantal melkveehouders in het oosten van Noord-Brabant wier bedrijf op droogtegevoelige gronden ligt, vanwege een vermeende opbrengstderving een verzoek tot schadevergoeding ingediend bij de provincie.

De vier bedrijven waarop het onderhavige onderzoek betrekking heeft, liggen, verspreid over het oosten van de provincie, op lichte, droogtegevoelige gronden, met diepe grondwaterstanden in de zomer (Gt VI tot VII\*). Ze worden in dit rapport aangeduid als bedrijf I t/m bedrijf IV.

De vraag van de schadecommissie aan DLO-Staring Centrum was, om m.b.v. de verstrekte gegevens effecten van het verbod op de grasopbrengst en beregeningskosten te berekenen, gebruik makend van het bedrijfssimulatiemodel SWAGRA (Peerboom, 1990, Metselaar et al., 1991, Kabat et al., 1994).

*N.B. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat op de betrokken bedrijven ook niet beregend is na de emissiearme bemesting.*

### **3 Aanpak van het probleem**

De berekening van de opbrengsten en beregeningskosten vindt plaats d.m.v. simulatie van elk melkveebedrijf met een rekenmodel. Het model dat hiervoor werd toegepast is SWAGRA (Peerboom, 1990, De Jong & Kabat, 1990). Zie aanhangsel 1.

In SWAGRA wordt per perceel en per dag de grasgroei berekend, de vochtvoorraad in de bodem, en het grasgebruik door het vee (grazen, vertrapping, bijvoeding etc.) of door voederwinning (met kuilverliezen e.d.). Daarbij wordt rekening gehouden met de beschikbare stikstof.

De periode waarover de berekeningen gaan loopt vanaf 15 april (of 10 mei op bedrijf II) tot 1 juni 1993, omdat op die data de produktie op de bedrijven I t/m III is gemeten of geschat. Voor bedrijf IV wordt de gerekend vanaf 1 januari tot 1 juni. Van bedrijf IV is minder van de bedrijfsvoering bekend, zodat de gegevens zijn aangevuld met gegevens van het representatieve bedrijf uit Metselaar et al. (1991).

#### **3.1 Aanpassingen in het model SWAGRA**

De versie van SWAGRA die door Metselaar et al. (1991) is gebruikt was gemaakt om een gemiddeld Brabants melkveebedrijf te simuleren met 50 koeien, op 16,2 ha, verdeeld over 11 percelen, zonder jongvee, zelfvoorzienend wat betreft ruwvoer. Voor het huidige onderzoek moeten vier werkelijke bedrijven worden gesimuleerd. Daarom waren de volgende wijzigingen nodig:

- In plaats van de eerste snede altijd te reserveren voor begrazing is het ook mogelijk die snede te maaien voor de voederwinning.
- Het is mogelijk percelen aan te wijzen die uitsluitend gemaaid mogen worden en niet beweiden.

Het is niet gelukt in de beschikbare tijd het model om te bouwen zodat ook jongvee erin een plaats krijgt. Om toch de grasopname door jongvee mee te nemen wordt het aantal stuks jongvee opgeteld bij de melkveestapel, en de bijvoeding per dier zodanig aangepast dat de totale verbruikte hoeveelheid snijmaïs weer overeenkomt met de geschatte werkelijke totale bijvoeding. Bij de modelberekeningen voor bedrijf II en III blijken uitkomsten van grasconsumptie en bijvoeding goed overeen te komen met de gemeten waarden (hoofdstuk 4.4 en 4.6).

#### **3.2 Kalibratie van het model SWAGRA**

Kalibratie is de afstemming van een model op de werkelijkheid. Kalibratie gebeurt door verandering van één of meer modelvariabelen waarvan de waarde niet goed bekend is, binnen grenzen, die bepaald worden door wat fysisch mogelijk is of bedrijfsmatig

redelijk. De variabelen die hiervoor in aanmerking komen zijn de watergebruiksefficiëntie en de beslissingfactoren voor graslandgebruik.

Voor de kalibratie van SWAGRA zijn de resultaten genomen van het bedrijf waarvan het meest bekend is, namelijk bedrijf I. Daarvan is door DLV (Antonissen, 1993) een schatting gemaakt van:

- netto grasopname uit de voederbehoefte van het vee en de bijvoeding met snijmaïs,
- bijvoeding met snijmaïs uit het verbruikte volume kuil,
- netto voederwinning uit de ingekuilde hoeveelheid gras,
- het bruto restant gras-op-stam uit graslandhoogtemetingen en het graslandgebruiksschema.
- de mestgiften.

De gevonden waarden van de variabelen na kalibratie zijn:

*Tabel 1 Waarden van de drie variabelen na kalibratie van SWAGRA*

| variabelen   |               |
|--|---------------|
| watergebruiksefficiëntie (kg assimilatieprodukt ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup> .mbar <sup>-1</sup> ) | 2800 tot 2500 |
| minimaal grasaanbod voor inscharen (kg ds ha <sup>-1</sup> )   | 400           |
| maximaal grasaanbod voor inscharen (kg ds ha <sup>-1</sup> )   | 2400          |
| minimaal grasaanbod voor maaien (kg ds ha <sup>-1</sup> )  | 3500          |

Na kalibratie zijn de gemeten waarden voor grasopname, voederwinning en gras-op-stam op bedrijf I met het model dicht benaderd. Er is gebruik gemaakt van netto grasopname voor de kalibratie omdat die nauwkeuriger bekend is dan bruto grasopname, waarin de onzekerheden van betreding en vertrapping een rol spelen.

*Tabel 2 Geschatte en berekende onberekende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf I tussen 15 april en 1 juni na kalibratie (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de kalibratie)*

| produktie        | geschatte waarden |              | berekende waarden |              |
|------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                  | bruto             | netto        | bruto             | netto        |
| grasopname vee   | 16215             | <b>13621</b> | 18329             | <b>13206</b> |
| voederwinning    | 16941             | 14400        | 34276             | 28563        |
| rest op stam     | 18375             |              | -1928             |              |
| totaal grasgroei | <b>51531</b>      |              | <b>50677</b>      |              |
| bijvoeding maïs  |                   | <b>11985</b> |                   | <b>12190</b> |

Over deze tabel valt nog het volgende te zeggen: De negatieve waarde van rest-op-stam in kolom 3 is het gevolg van het feit dat hier het verschil weergegeven is tussen de berekende opbrengst tot 15 april en de berekende opbrengst tot 1 juni. Toevallig is er in de simulatie net na 15 april gemaaid, zodat rest-op-stam op 15 april nog hoog was. Op 1 juni was precies het omgekeerde het geval. Het verschil tussen 15 april en 1 juni viel daarom negatief uit.

Een model valideren betekent dat de geldigheid van de kalibratie van het model wordt aangetoond d.m.v. nieuwe, onafhankelijke berekeningen. De validatie van SWAGRA is uitgevoerd door twee andere bedrijven te simuleren met dezelfde waarden voor de

drie kalibratievariabelen als in tabel 1, en de resultaten te vergelijken met de schattingen van DLV. Omdat van deze bedrijven geen opname is gedaan van de hoeveelheid grasop-stam, is het niet mogelijk de totale berekende grasgroei te vergelijken met de totale gemeten grasgroei, maar moest er worden volstaan met de totale grasoogst (grazen+maaïen). De uitkomsten staan in hoofdstuk 4.4 en 4.6.

### 3.3 Berekening van onberegende en beregende grasopbrengsten

De onberegende grasopbrengsten zijn gesimuleerd zoals beschreven in hoofdstuk 3.2 bij de kalibratie en validatie van het model. Om de opbrengst met berekening te berekenen, worden met exact dezelfde modelinvoer, echter nu met een beregeningsgift van 25 mm bruto wanneer de beregeningscriteria worden overschreden, nogmaals de grasopbrengsten berekend. Het verschil tussen de opbrengsten met en de opbrengsten zonder berekening is het effect van het beregeningsverbod.

### 3.4 Analyse van de neerslagcijfers en keuze van de weerstations

Op bedrijven I en III is de neerslag bijgehouden van de periode waarover de berekeningen worden gedaan. Het is niet gemakkelijk accurate neerslagwaarnemingen te doen, want er worden hoge eisen gesteld aan de vorm en grootte van de regenmeter, de hoogte boven de grond en de afstand t.o.v. bomen en gebouwen. In dit hoofdstuk worden eigen waarnemingen vergeleken met waarnemingen van het KNMI. De waarnemingsstations van het KNMI waarmee de bedrijfseigen waarnemingen worden vergeleken zijn zo gekozen dat ze om de bedrijven heen liggen. In de volgende tabellen worden de neerslagsommen van de bedrijfseigen waarnemingen op de bedrijven en van het KNMI naast elkaar gezet.

*Tabel 3 Neerslagwaarnemingen op bedrijf I en op drie nabijgelegen KNMI-stations*

| 1993            | bedrijf I | Esbeek | Eindhoven | Eindh VB |
|-----------------|-----------|--------|-----------|----------|
| 15 t/m 30 april |           | 20,6   | 12,9      | 13,0     |
| mei             |           | 72,5   | 67,4      | 58,5     |
| som             | 69        | 93,1   | 80,3      | 71,5     |

*Tabel 4 Neerslagwaarnemingen op drie KNMI-stations nabij bedrijf II*

| 1993            | Volkel | Mill | Dinther |
|-----------------|--------|------|---------|
| 15 t/m 30 april | 16     | 22,8 | 15,4    |
| mei             | 26,9   | 50,5 | 44,2    |
| som             | 42,9   | 73,3 | 59,6    |

*Tabel 5 Neerslagwaarnemingen op bedrijf III en op drie nabijgelegen KNMI-stations*

| 1993            | bedrijf III | Nuland | Boxtel | Dinther |
|-----------------|-------------|--------|--------|---------|
| 15 t/m 30 april |             | 23,6   | 15,4   | 15,4    |
| mei             |             | 42,3   | 50,3   | 44,2    |
| som             | 16,0        | 65,9   | 65,7   | 59,6    |

*Tabel 6 Neerslagwaarnemingen op drie KNMI-stations nabij bedrijf IV*

| 1993            | Leende | Eersel | Eindhoven |
|-----------------|--------|--------|-----------|
| 15 t/m 30 april | 10,3   | 10,5   | 12,9      |
| mei             | 73,8   | 60,4   | 67,4      |
| som             | 84,1   | 70,9   | 80,3      |

De bedrijfseigen waarneming op bedrijf I ligt 2 tot 14 mm lager dan de KNMI-waarneming van Eindhoven vliegbasis. De bedrijfseigen waarneming op bedrijf III ligt 44 tot 50 mm lager dan de KNMI-waarnemingen.

Voor de modelberekeningen wordt steeds het dichtstbij gelegen KNMI-station bij elk bedrijf gekozen. De overige waarnemingen, straling, luchtvochtigheid, temperatuur en windsnelheid, komen van de hoofdstations Eindhoven VB en Volkel VB. Bij bedrijf I worden alleen waarnemingen gebruikt van hoofdstation Eindhoven VB, bij bedrijf II van hoofdstation Volkel VB, bij bedrijf III neerslagstation Boxtel + hoofdstation Eindhoven VB, bij bedrijf IV van neerslagstation Eersel + hoofdstation Eindhoven VB).

## 4 Invoergegevens en rekenresultaten

De invoerdata voor elk bedrijf zijn verzameld bij bedrijfsbezoeken, van bodemkaarten (1:50000) en uit andere rapportages. Noodzakelijk voor SWAGRA zijn:

- aantal stuks melkvee (en jongvee)
- oppervlakte bedrijf
- aantal percelen (schatten bij "rantsoendraad")
- type en capaciteit beregeningsinstallatie
- indien mogelijk het graslandsgebruiksschema
- (geschatte) werkelijke grasopname en voederwinning
- bodemopbouw
- grondwatertrap
- meteodata van het KNMI
- eventueel eigen neerslag en/of grondwaterstandswaarnemingen

De opbrengstschattingen komen van de Dienst Landbouwvoorlichting (Antonissen, 1993) (aanhangel 2). De bovengrond is terplaatse onderzocht, en de verdere bodemopbouw en de grondwatertrap zijn afkomstig uit eerder onderzoek van het ICW in Noord-Brabant (Van Holst et al., 1988). Waarnemingen uit de bestanden van IGG-TNO uit verschillende jaren geven een globale bevestiging ervan. (IGG-TNO 1995). De bedrijven liggen alle vier op een lichte droogtegevoelige zandgrond met diep wegzakkend grondwater (Gt VI tot VII\*).

### 4.1 Invoergegevens bedrijf I

*Tabel 7 Bedrijfsgegevens bedrijf I (Antonissen, 1993)*

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| oppervlakte           | 14,7 ha                      |
| gebruik               | grasland                     |
| veebezetting          | 45 melkkoeien, geen jongvee  |
| melkproductie per koe | 5800 kg/a                    |
| stikstofgift          | 90 kg/ha gem. 1e en 2e snede |

De bodem is volgens de bodemkaart voornamelijk een dikke eerdgrond in leemarm fijn zand (zEZ21), maar onderzoek terplaatse leverde een dunnere bovengrond op (20 cm). Daarom is het profiel opgebouwd uit de volgende lagen:

*Tabel 8 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf I*

| diepte (cm)       | profielbeschrijving (nr 122)             |
|-------------------|--|
| 0-20 (wortelzone) | B4 (matig humeus, zwak lemig, fijn zand) |
| 20-60             | O7 (matig humeus, zwak lemig zand)       |
| 60-               | O12 (leemarm, matig fijn zand)           |

De grondwatertrap is volgens Van Holst et al. (1988) een Gt VII\*. De opgave van de bedrijfsleider is echter een grondwaterstand van omstreeks 5 m -mv, ten gevolge van de nabijheid van een drinkwaterwinningsput. In het rapport van de Dienst Grondwater-

verkenning over de Centrale Slenk (Lekahena, 1983) wordt op 28 april 1979 een stand van 4 tot 5 m -mv gegeven. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd met een grondwaterstand die beneden de 4 m - mv blijft, om capillaire nalevering vanuit het grondwater uit te sluiten.

## 4.2 Onberegende grasopbrengsten op bedrijf I en kalibratieresultaten

In 1993 is voor de periode 15 april tot 1 juni door de Dienst Landbouwvoorlichting, DLV, op dit bedrijf de bruto grasproductie voor voederwinning, de netto grasopname door het vee en de vervoederde snijmaïs geschat (Antonissen, 1993). Tevens is de hoeveelheid gras die nog op het veld stond geschat. Deze geschatte opbrengsten (zie aanhangsel 2) zijn gebruikt voor de kalibratie van SWAGRA (zie 3.2). De geschatte en de berekende opbrengsten staan in tabel 2.

## 4.3 Invoergegevens bedrijf II

*Tabel 9 Bedrijfsgegevens bedrijf II (Antonissen, 1993)*

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| oppervlakte           | 24,7 ha                       |
| gebruik               | grasland                      |
| veebezetting          | 80 melkkoeien, 30 pinken      |
| melkproductie per koe | 6696 kg/a                     |
| stikstofgift          | 106 kg/ha gem. 1e en 2e snede |

De bodem is volgens Van Holst et al. (1988) een gooreerdgrond in leemarm zwak lemig zand (pZn21g), met grof zand beginnend tussen de 40 en 120 cm. Er ligt een 20 cm dikke humeuze bovengrond. Het profiel is opgebouwd uit de volgende lagen (Van Holst et al., 1988):

*Tabel 10 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf II*

| diepte (cm) | profielbeschrijving (nr 116)             |
|-------------|--|
| 0-20        | B4 (matig humeus, zwak lemig, fijn zand) |
| 20-70       | O12 (leemarm, matig fijn zand)           |
| 70-         | O8 (leemarm grof zand)                   |

De grondwatertrap is volgens Van Holst et al. (1988) een Gt V en een Gt VI. In het rapport van de Dienst Grondwaterverkenning bij de kaartbladen 45 west en oost (Lekahena & Nelissen, 1974) wordt op 28 augustus 1971 een stand van 2 tot 2,5 m -mv gegeven, maar het bedrijf ligt vlak bij de Peelrandbreuk, zodat interpolatie van grondwaterstanden onbetrouwbare resultaten oplevert. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd met een grondwaterstand die daalt van 1 m -mv in januari tot 2,5 m -mv in juni.

#### 4.4 Onberekende grasopbrengsten op bedrijf II en validatie

In 1993 is door de Dienst Landbouw Voorlichting DLV, op dit bedrijf de totale voederwinning op 1 juni geschat. De grasopname door het vee is geschat vanaf 10 mei, omdat het vee daarvoor elders weidde (zie aanhangsel 2). De geschatte snijmaïs bijvoeding van 12 kg/d werd onwaarschijnlijk geacht en niet gebruikt. De andere geschatte opbrengsten zijn hieronder toegepast. In het model werden de koeien op 10 mei uitgeschaard. De voederwinning begon op 26 april. Het model biedt niet de mogelijkheid om jongvee-grasopname apart te simuleren, dus zijn jongvee en melkvee bij elkaar gevoegd, en de bijvoeding met snijmaïs verdeeld. De perceelsgrootte in het model is daaraan aangepast.

Tabel 11 Geschatte en berekende onberekende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf II op 1 juni (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de validatie)

| produktie                        | geschatte waarden |              | berekende waarden |              |
|----------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                                  | bruto             | netto        | bruto             | netto        |
| grasopname vee (vanaf 10 mei)    | 22979             | 19019        | 24817             | <b>19533</b> |
| voederwinning                    | 68571             | <b>58285</b> | 68979             | <b>57523</b> |
| totaal gras geoogst              | 91550             | <b>77304</b> | 93796             | <b>77056</b> |
| rest op stam                     | ?                 |              | 27514             |              |
| totale grasgroei                 | ?                 |              | 121310            |              |
| bijvoeding maïs (vanaf 15 april) | ?                 |              | 10819             |              |

De door DLV aangenomen (niet geschatte) bijvoeding met snijmaïs per koe is 6 kg/d. De met SWAGRA berekende bijvoeding komt neer op 6,14 kg/d voor het melkvee en geen bijvoeding voor het jongvee.

#### 4.5 Invoergegevens bedrijf III

Tabel 12 Bedrijfsgegevens bedrijf III (Antonissen, 1993)

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| oppervlakte           | 17 ha                        |
| gebruik               | grasland                     |
| veebezetting          | 52 melkkoeien, 19 pinken     |
| melkproduktie per koe | 6700 kg/a                    |
| stikstofgift          | 89 kg/ha gem. 1e en 2e snede |

De bodem is volgens de bodemkaart een laarpodzol in leemarm zwak lemig fijn zand (cHn21). Er wordt een 20 cm dikke humeuze bovengrond aangenomen. Het profiel is opgebouwd uit de volgende lagen (Van Holst et al., 1988):



Tabel 13 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf III

| diepte (cm) | profielbeschrijving (nr 119)             |
|-------------|--|
| 0-20        | B4 (matig humeus, zwak lemig, fijn zand) |
| 20-60       | O7 (matig humeus, sterk lemig fijn zand) |
| 60-160      | O3 (zwak lemig fijn zand)                |
| 160-        | O2 (sterk lemig zeer fijn zand)          |

De grondwatertrap is volgens Van Holst et al. (1988) een Gt V en VI. In het rapport van de Dienst Grondwaterverkenning bij de kaartbladen 45 west en oost (Lekahena & Nelissen, 1974) wordt op 28 augustus 1971 een stand van 1,5 tot 2 m -mv gegeven, maar de situatie zal in 1993 zeker droger zijn geworden door de toegenomen ontwateringsdiepte en de droge jaren 80. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd met een grondwaterstand die daalt van 1 m -mv op 1 januari tot 2,5 m -mv op 1 juni.

#### 4.6 Onberegende grasopbrengsten op bedrijf III en validatie

In 1993 is voor de periode 15 april tot 1 juni door de Dienst Landbouwvoorlichting, DLV, op dit bedrijf de grasproduktie voor voederwinning, de grasopname door het vee en de vervoederde snijmaïs geschat (zie aanhangsel 2). Deze geschatte opbrengsten zijn hieronder toegepast.

Tabel 14 Geschatte en berekende onberegende grasopbrengsten (kg ds) op bedrijf III tussen 15 april en 1 juni (de dikgedrukte cijfers zijn gebruikt voor de validatie)

| produktie           | geschatte waarden |              | berekende waarden |              |
|---------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                     | bruto             | netto        | bruto             | netto        |
| grasopname vee      | 30264             | <b>25083</b> | 33432             | <b>25808</b> |
| voederwinning       | 30588             | <b>26000</b> | 27218             | <b>22692</b> |
| totaal gras geoogst | <b>60852</b>      | 51083        | <b>60650</b>      | 48499        |
| rest op stam        | ?                 |              | <b>898</b>        |              |
| totale grasgroei    |                   |              | 61548             |              |
| bijvoeding maïs     | <b>15600</b>      |              | <b>14932</b>      |              |

#### 4.7 Invoergegevens bedrijf IV

Voor dit bedrijf heeft DLV geen schattingen van de opbrengst gedaan, zodat de grasproduktie en de grasopname voor 1993 niet bekend zijn. In plaats daarvan stelt de bedrijfsleider (brief aan de provincie 1-okt-1993) in zijn schadeclaim dat het voorjaar van het jaar 1991 veel gelijkenis vertoont met het jaar 1993. Daarom is voor dit bedrijf de beregende opbrengst in het voorjaar van 1991 en die van 1993 berekend.

*Tabel 15 Bedrijfsgegevens bedrijf IV*

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| oppervlakte  | 15,3 ha                  |
| gebruik      | grasland                 |
| veebezetting | 40 melkkoeien, 20 pinken |

*Tabel 16 Profielbeschrijving volgens Van Holst et al. (1988) van de bodem van bedrijf IV*

| diepte (cm) | profielbeschrijving (nr 192)             |
|-------------|--|
| 0-20        | B4 (matig humeus, zwak lemig, fijn zand) |
| 20-60       | O7 (matig humeus, sterk lemig fijn zand) |
| 60-160      | O3 (zwak lemig fijn zand)                |
| 160-        | O2 (sterk lemig zeer fijn zand)          |

Volgens Van Holst et al. (1988) is er een Gt VI en GT VII. In het rapport van de Dienst Grondwaterverkenning over de Centrale Slenk (Lekahena, 1983) wordt op 28 april 1979 een stand van 2,20 m -mv gegeven. Daarom zijn de berekeningen uitgevoerd met een grondwaterstand die verloopt van 1,10 m -mv op 1 januari tot 2,50 m -mv op 1 juni. Hieronder is bij berekeningen steeds sprake van het normbedrijf, en niet van bedrijf IV, om de suggestie te vermijden dat het hier een directe simulatie betreft.

#### **4.8 Beregende opbrengsten in 1991 en 1993 van het normbedrijf**

Het normbedrijf is het gemiddelde melkveebedrijf zoals dat is beschreven in Metselaar et al. (1991). Het is een bedrijf met 50 koeien, zonder jongvee, op 16,2 ha, zelfvoorzienend qua ruwvoer, met 4 ha maïs. Bij deze toepassing is het normbedrijf aangepast wat betreft oppervlakte grasland, de veebezetting, de bodemopbouw en de grondwatertrap, de om zoveel mogelijk te lijken op bedrijf IV. Daaruit komen de volgende resultaten:

*Tabel 17 Vergelijking van de gesimuleerde beregende grasopbrengsten (kg ds) op het normbedrijf tot 1 juni in 1991 en 1993*

|                       | opbrengst in 1991<br>bij berekening bij<br>pF 2,3 | opbrengst in 1993<br>bij berekening bij<br>pF 2,3 | verschil |
|-----------------------|---|---|----------|
| Bruto grasopname      | 25860   | 32609   | -6749    |
| Bruto gemaaid         | 5058  | 8137  | -3079    |
| Totale bruto oogst    | 30918   | 40746   | -9828    |
| Bruto rest-op-stam    | 12171   | 9645  |          |
| Totale groei          | 43089   | 50391   | -7302    |
| Bruto berekening (mm) | 94  | 100   |          |
| Bijvoeding (maïs)     | 18318   | 13902   | +4416    |

Volgens de bedrijfsleider (brief aan provincie 1-okt-1993) heeft hij in 1993 door het beregeningsverbod 4400 kg gras minder kunnen maaien. Volgens de simulatie van het normbedrijf (tabel 17) kon er in 1991 bruto 3079 kg minder gemaaid worden en was

de totale grasgroei 7302 kg lager dan in 1993, beide bij intensieve berekening. De oorzaak daarvan is volgens het model dat in 1991 de grasgroei 20 dagen later op gang kwam, daar de temperatuursom in 1991 op 1 mei slechts 592 graaddagen was en op 1 mei in 1993 763 graaddagen. 1991 had dus een koud voorjaar. Dat is ook te zien aan het feit dat de bruto grasconsumptie door het vee 6749 kg lager ligt in 1991 en de snijmaïscconsumptie 4416 kg hoger. Het vee is volgens de simulatie in dat jaar drie dagen later uitgeschaard.

## 5 Berekening van de opbrengstverschillen door berekening

In hoofdstuk 4 zijn de grasopbrengsten van de eerste drie bedrijven zonder berekening berekend, om te vergelijken met de geschatte werkelijke opbrengsten. In hoofdstuk 5 worden de opbrengsten met en zonder berekening berekend en vergeleken. Er wordt berekend bij twee criteria, namelijk bij het bereiken van pF 2,3 of pF 2,7 in de wortelzone. De berekening bestaat uit een gift van bruto 25 mm, met 20% verlies (Gabriëls en Kabat, 1990), op elk perceel dat aan het gehanteerde criterium voldoet. Al het grasland op een bedrijf kan binnen 10 dagen worden berekend. Bedrijf IV wordt anders behandeld, zie paragraaf 4.8.

N.B: Het blijkt uit de berekeningen dat er vóór 15 april geen berekening plaats vindt. Voor de overzichtelijkheid zijn daarom de opbrengsten van alle 4 de bedrijven berekend vanaf 1 jan tot 1 juni, en niet vanaf 15 april tot 1 juni. Dat betekent dat er voor bedrijf I en bedrijf III andere onberegende opbrengsten in de tabellen 19 en 21 staan dan in de tabellen in hoofdstuk 4 bij de kalibratie en validatie.

De belangrijkste waarden in deze tabellen zijn de berekening, de totale bruto grasgroei, en de toename daarvan. Deze waarden zijn vet gedrukt.

### 5.1 Bedrijf I

De volgende tabel geeft het verschil in grasopbrengst tussen de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie.

*Tabel 18 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie bij bedrijf I.*

|                              | geen<br>berekening | bij<br>berekening<br>bij pF 2,7 | bij<br>berekening<br>bij pF 2,3 | toename<br>bij pF 2,7<br>(kg ds) | toename<br>bij pF 2,3<br>(kg ds) | toename<br>bij pF 2,7<br>(%) | toename<br>bij pF 2,3<br>(%) |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Bruto grasopname             | 23505              | 23557                           | 23908                           | 52                               | 403                              |                              |                              |
| Bijvoeding (maïs)            | 18033              | 18042                           | 18060                           | 9                                | 27                               |                              |                              |
| Bruto gemaaid                | 34276              | 35645                           | 35326                           | 1369                             | 1050                             |                              |                              |
| Totale bruto oogst           | 57781              | 59202                           | 59234                           | 1421                             | 1453                             |                              |                              |
| Bruto rest-op-stam           | 18430              | 19466                           | 20606                           | 1036                             | 2176                             |                              |                              |
| <b>Totale bruto groei</b>    | <b>76211</b>       | <b>78668</b>                    | <b>79840</b>                    | <b>2457</b>                      | <b>3629</b>                      | <b>3,2</b>                   | <b>4,8</b>                   |
| <b>Bruto berekening (mm)</b> |                    | <b>44</b>                       | <b>83</b>                       |                                  |                                  |                              |                              |

## 5.2 Bedrijf II

De volgende tabel geeft het verschil in grasopbrengst tussen de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie.

Tabel 19 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op bedrijf II

|                              | geen berekening | bij berekening bij pF 2,7 | bij berekening bij pF 2,3 | toename bij pF 2,7 (kg ds) | toename bij pF 2,3 (kg ds) | toename bij pF 2,7 (%) | toename bij pF 2,3 (%) |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Bruto grasopname             | 24817           | 24817                     | 25186                     | 0                          | 369                        |                        |                        |
| Bijvoeding (maïs)            | 10819           | 10819                     | 10819                     | 0                          | 0                          |                        |                        |
| Bruto gemaaid                | 68979           | 68979                     | 69032                     | 0                          | 53                         |                        |                        |
| Totale bruto oogst           | 93796           | 93796                     | 94218                     | 0                          | 422                        |                        |                        |
| Bruto rest-op-stam           | 27514           | 29818                     | 32105                     | 2 304                      | 4 591                      |                        |                        |
| <b>Totale bruto groei</b>    | <b>121310</b>   | <b>123614</b>             | <b>126323</b>             | <b>2 304</b>               | <b>5 013</b>               | <b>1,9</b>             | <b>4,1</b>             |
| <b>Bruto berekening (mm)</b> |                 | <b>25</b>                 | <b>97</b>                 |                            |                            |                        |                        |

## 5.3 Bedrijf III

De volgende tabel geeft het verschil in grasopbrengst tussen de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie.

Tabel 20 Grasopbrengst tot 1 juni in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op bedrijf III

|                              | geen berekening | bij berekening bij pF 2,7 | bij berekening bij pF 2,3 | toename bij pF 2,7 (kg ds) | toename bij pF 2,3 (kg ds) | toename bij pF 2,7 (%) | toename bij pF 2,3 (%) |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Bruto grasopname             | 44664           | 44714                     | 44210                     | 50                         | -454                       |                        |                        |
| Bijvoeding (maïs)            | 18768           | 18768                     | 18474                     | 0                          | -294                       |                        |                        |
| Bruto gemaaid                | 27218           | 32650                     | 38958                     | 5432                       | 11740                      |                        |                        |
| Totale bruto oogst           | 71882           | 77364                     | 83168                     | 5482                       | 11286                      |                        |                        |
| Bruto rest-op-stam           | 20436           | 15470                     | 11260                     | -4966                      | -9176                      |                        |                        |
| <b>Totale bruto groei</b>    | <b>92318</b>    | <b>92834</b>              | <b>94428</b>              | <b>516</b>                 | <b>2110</b>                | <b>0,6</b>             | <b>2,3</b>             |
| <b>Bruto berekening (mm)</b> |                 | <b>22</b>                 | <b>92</b>                 |                            |                            |                        |                        |

Op dit bedrijf is niet genoeg elektrisch vermogen om tegelijkertijd het vee te melken en te beregenen. Dat betekent dat de dagelijks beschikbare tijd om te beregenen enkele uren korter is. Omdat er 119 uur nodig is om het bedrijf één keer te beregenen (aanslag 3), en er 16 uur per dag beregend kan worden, is het mogelijk om in 10 dagen al het grasland van het bedrijf te beregenen.

## 5.4 Normbedrijf

De opbrengst voor dit bedrijf is anders berekend dan die voor de vorige drie, omdat van bedrijf IV geen schattingen beschikbaar zijn. Er is, om de situatie te benaderen, gerekend met het normbedrijf (paragraaf 4.8). Daarin zijn de wel bekende gegevens van bedrijf IV opgenomen. Door randvoorwaarden die voor bedrijf IV onbekend zijn, zoals grondwaterstand, "ongunstig" te kiezen, zullen de simulatieresultaten voor het normbedrijf niet beter zijn dan voor het echte bedrijf IV.

*Tabel 21 Grasopbrengst in de beregende situatie bij pF 2,7 en pF 2,3 en de onberegende situatie op het normbedrijf tot 1 juni 1993*

|                              | geen berekening | bij berekening bij pF 2,7 | bij berekening bij pF 2,3 | toename bij pF 2,7 (kg ds) | toename bij pF 2,3 (kg ds) | toename bij pF 2,3 (%) | toename bij pF 2,3 (%) |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Bruto grasopname             | 30865           | 31058                     | 32609                     |                            |                            |                        |                        |
| Bijvoeding (maïs)            | 17133           | 14381                     | 13902                     |                            |                            |                        |                        |
| Bruto gemaaid                | 5136            | 8090                      | 8137                      |                            |                            |                        |                        |
| Totale bruto oogst           | 36001           | 39148                     | 40746                     |                            |                            |                        |                        |
| Bruto rest-op-stam           | 10687           | 9637                      | 9645                      |                            |                            |                        |                        |
| <b>Totale bruto groei</b>    | <b>46688</b>    | <b>48785</b>              | <b>50391</b>              | <b>2097</b>                | <b>3703</b>                | <b>4,5</b>             | <b>7,9</b>             |
| <b>Bruto berekening (mm)</b> |                 | <b>47</b>                 | <b>100</b>                |                            |                            |                        |                        |

Het is niet de bedoeling met deze berekening nauwkeurig de grasproductie op bedrijf IV te simuleren. Wel is er in de tabel te zien, dat de opbrengsttoename door berekening op het normbedrijf 2097 kg zou zijn bij een berekening van 47 mm (pF 2,7) en 3703 kg bij een berekening van 100 mm (pF 2,3).

## 6 Kosten van beregening

Uitgaand van een beregeningsefficiëntie van 80% werd de bruto beregeningsgift gesteld op 25 mm. De beregeningsefficiëntie geeft aan hoeveel verlies er gemiddeld optreedt; dit is lekverlies, verlies door ongelijkmatige verdeling en verlies door verdamping (Gabriëls en Kabat, 1990).

De beregeningskosten bestaan uit vaste en variabele kosten. Aangenomen wordt dat de vaste kosten van beregening nul zijn. De variabele kosten bestaan uit brandstofkosten en variabel onderhoud. De kosten van het onderhoud aan de beregeningsinstallatie worden berekend door aan te nemen dat de post onderhoud, berekend als normpercentage van de vervangingswaarde, voor 100% uit variabele kosten bestaat. De kosten van het vast onderhoud komen dan te vervallen. Vervolgens werd er vanuit gegaan dat deze waarde het langjarig gemiddelde van de variabele kosten geeft; delen door het langjarig gemiddelde van de beregeningsgift geeft de gemiddelde variabele kosten per mm beregening. Alle vier de bedrijven hebben een elektrische pompinstallatie.

In aanhangsel 3 zijn de variabele kosten berekend per mm per ha beregening voor elk bedrijf, die zijn weergegeven in de volgende tabel:

Tabel 22 Variabele kosten beregening (Hfl  $\text{mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$ )

| bedrijf | kosten |
|---------|--------|
| I       | 2,11   |
| II      | 1,64   |
| III     | 1,40   |
| IV      | 1,88   |

De kosten op bedrijf I zijn hoger omdat de oppervlakte grasland van dat bedrijf klein is in verhouding tot de aanwezige pompcapaciteit.

De effectiviteit van de bruto beregening is als volgt:

Tabel 23 Beregeningseffectiviteit bij bedrijven I t/m III en het normbedrijf in  $\text{kg/mm}$  en  $\text{Hfl/kg}$ .

| effectiviteit van beregening bij pF 2,7 |                  |              |                                       |                           |                            |
|---|------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| bedrijf                                 | winst<br>(kg ds) | gift<br>(mm) | kosten (Hfl<br>per volledige<br>gift) | kg ds<br>$\text{mm}^{-1}$ | Hfl $\text{kg}^{-1}$<br>ds |
| I                                       | 2457             | 44           | 1365,--                               | 56                        | 0,55                       |
| II                                      | 2304             | 25           | 1013,--                               | 92                        | 0,44                       |
| III                                     | 516              | 22           | 524,--                                | 23                        | 1,01                       |
| norm                                    | 2097             | 47           | 1351,--                               | 45                        | 0,64                       |

| effectiviteit van beregening bij pF 2,3 |      |     |         |    |      |
|---|------|-----|---------|----|------|
| I                                       | 3629 | 83  | 2667,-- | 44 | 0,73 |
| II                                      | 5013 | 97  | 3929,-- | 52 | 0,78 |
| III                                     | 2110 | 92  | 2190,-- | 23 | 1,04 |
| norm                                    | 3703 | 100 | 2876,-- | 37 | 0,78 |

## 7 Conclusies

Uit deze studie blijkt dat het mogelijk is het model SWAGRA te gebruiken om de grasgroei en -consumptie van individuele veehouderijbedrijven te modelleren, mits er voldoende opbrengstgegevens zijn van zo'n bedrijf voor kalibratie. De onberekende grasopbrengsten, bestaande uit grasopname door het vee en hoeveelheid voederwinning van de drie eerste bedrijven zijn succesvol berekend. Wanneer daarmee een bedrijf goed gemodelleerd is, is het ook mogelijk de berekende grasopbrengsten te berekenen, en de berekeningseffectiviteit. De resultaten voor bedrijf IV liggen vermoedelijk dicht in de buurt van de resultaten voor het normbedrijf.

Uit tabel 23 blijkt dat de kosten van berekening bij pF 2,7 lopen van Hfl 0,44 tot Hfl 1,01 per kg ds, en van berekening bij pF 2,3 bij Hfl 0,73 tot Hfl 1,04 per kg ds. De bruto grasopbrengst door berekening bij pF 2,7 nam toe met 1% tot 3% , en bij pF 2,3 met 2% tot 5% (tabellen 18 t/m 20).

Op drie van de vier bedrijven is geen gebruik gemaakt van de gelegenheid om te berekenen na emissiearme mesttoediening. Voor de twee andere bedrijven is geen reden genoemd. Voor alle bedrijven geldt, dat één keer drijfmest toedienen op alle te maaien percelen voor 1 juni haalbaar is, zodat een beregeningsgift van 25 mm kan volgen. Op bedrijf III is wel berekend na bemesting (mondelijke mededeling bedrijfsleider), maar deze gift is niet vermeld in de neerslagcijfers die gebruikt zijn bij de schadeclaim voor dit bedrijf. Daarom heb ik er ook geen rekening mee gehouden.

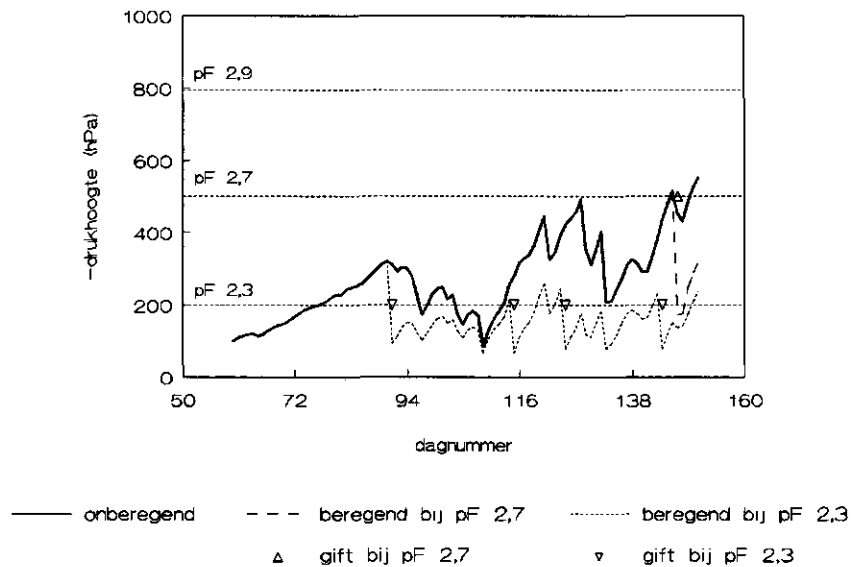


## 8 Bespreking van de resultaten

Wanneer, zoals hierboven beschreven bij bedrijf II en bedrijf III, een beregeningsgift van 25 mm respectievelijk 97 mm slechts een extra transpiratie oplevert van 2 respectievelijk 4 mm, rijst de vraag waar al dat water blijft. In dit hoofdstuk wordt daarvoor een verklaring gegeven.

### 8.1 De uitwerking van de beregening op het bodemvocht

Beregening vindt plaats bij pF 2,3 (200 hPa) of pF 2,7 (500 hPa) in de wortelzone. Transpiratiereductie begint pas bij pF 2,9 (800 hPa). Die waarden zijn gekozen omdat het gemiddeld 5 dagen duurt om alle percelen op een bedrijf te beregenen, en er in de tussentijd een groeiachterstand zou ontstaan op de nog niet beregende percelen. Er wordt daarbij ervan uitgegaan dat de verdampingsvraag normaal is voor een zomerse periode waarin moet worden beregend, d.w.z. 3 tot 4 mm/d. Dat betekent 15 tot 20 mm verdamping in 5 dagen, en daarom wordt er 20 mm netto beregend per gift. In het begin van het groeiseizoen, wanneer de zon lager staat en de dag korter is, is de verdampingsvraag slechts 1 tot 2 mm/d, dus 5 tot 10 mm in 5 dagen. Een "zomerse" beregeningsgift van 20 mm kan daardoor in het voorjaar niet geheel worden benut.



**Fig. 1 Drukhoogtes in de wortelzone op bedrijf II, met en zonder beregening, en beregening van 1 maart tot 1 juni**

Als de verdampingsvraag laag is, en er af en toe een bui valt, wordt pF 2,3 of pF 2,7 wel bereikt, maar pF 2,9 niet (zie fig 1). Dan wordt er wel beregend, maar wordt er geen transpiratiereductie opgeheven. In die omstandigheden zakt het beregeningswater snel door het nog vochtige profiel weg.

Daar komt bij dat er in het voorjaar de vochtvoorraad net onder de wortelzone nog volledig onaangesproken is, en een grote bijdrage kan leveren in de vochtvoorziening. Uit balansberekeningen blijkt, dat er in het geval van bedrijf II 40 tot 63 mm nalevering kan plaatsvinden, afhankelijk van de neerslag.

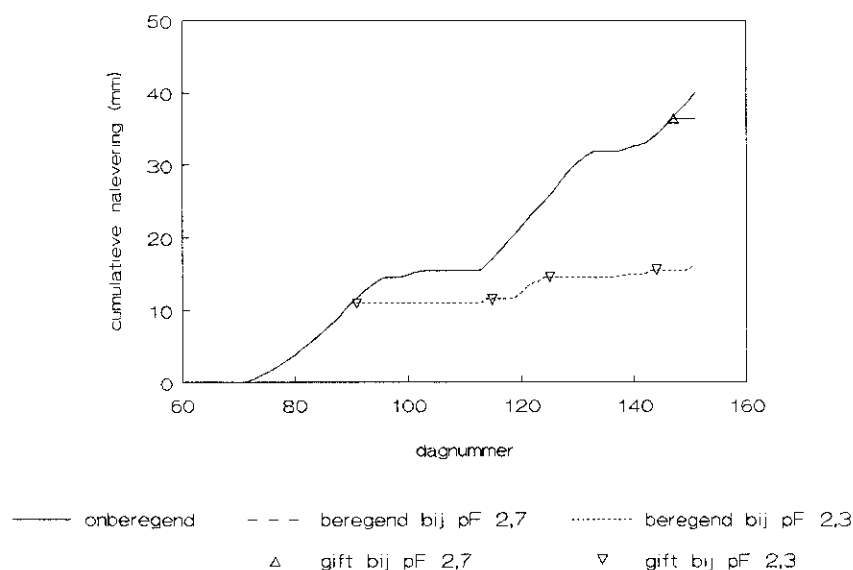


Fig. 2 Cumulatieve nalevering vanuit het profiel naar de wortelzone

## 8.2 Vergelijking van de beregeningsefficiëntie met de methode Van Boheemen

De meeropbrengst door berekening wordt vaak bepaald volgens de methode Van Boheemen (1980), door berekening van het potentiële verdampingstekort. Dat is dat deel van de referentiegwasverdamping dat per decade niet uit neerslag en bodemvochtvoorraad kan worden gedekt, gerekend vanaf 1 april. Van Boheemen geeft uit literatuuronderzoek als meeropbrengsten waarden van 20 tot 50 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> voor het gehele groeiseizoen. Op bedrijf II is de beregeningsefficiëntie 2,1 of 3,8 kg mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> voor het seizoen tot 1 juni. De verklaring:

- 1- Bij het toepassen van de methode van Boheemen over een korte periode van het voorjaar wordt er vanuit gegaan dat er een lineair verband is tussen opgeheven vochttekort en meeropbrengst. Indien de beregeningsefficiëntie ook een functie is van verdampingsvraag, is verklaard waarom de methode, toegepast over een gedeelte van het groeiseizoen, andere uitkomsten laat zien dan indien toegepast over het gehele groeiseizoen. Want:
- 2- Berekend over het gehele groeiseizoen van 1993 is de meeropbrengst volgens SWAGRA bedraagt ± 2250 kg/ha. Dat geeft een beregeningsefficiëntie van ± 16,5 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. Dat is laag, maar niet onmogelijk, omdat in 1993 vanaf 1 juli helemaal niet meer beregend hoefde te worden.
- 3- Zoals in paragraaf 8.1 beschreven is een beregeningsgift van 20 mm in het voorjaar te groot om in zijn geheel ten goede te komen aan de gewasgroei.

## Literatuur

Lekahena, E.G., 1983. *Grondwaterkaart van Nederland, Centrale Slenk*. Dienst grondwaterverkenningen TNO, Delft, 1983.

Lekahena, E.G. & G.A.G Nelisse, 1974. *Grondwaterkaart van Nederland, Kaartbladen 45 west en oost*. Dienst grondwaterverkenningen TNO, Delft, 1974.

Antonissen, H.J.M., 1993. Berekeningen grasgroeidepressies voor diverse bedrijven in 1993. Dienst Landbouwvoorlichting, Boxtel.

Feddes, R.A., Kowalik P.J. & Zaradny H., 1978. *Simulation of field water use and crop yield*. PUDOC Wageningen, Simulation Monographs.

Gabriëls, P.C.J. & P. Kabat, 1990. *Berekening op grasland*. Landbouwmechanisatie nr 5, mei 1990, Wageningen.

Holst, A.F. van, W.J.M. te Riele & B.J. Bles, 1988. *Bodemkundig-agrohydrologisch onderzoek midden en oost-Brabant*. DLO-Staring Centrum (voorheen Stiboka) rapport nr 1864, Wageningen.

IGG-TNO, 1995. OLGA-online grondwaterbestanden.

Jong, de R. & Kabat, P, 1990. *Modelling Water Balance and Grass Production*. Soil Science Society of America, Journal, Volume 54, no. 6. Nov-Dec.

Kabat, P., B.J. van den Broek & R.A. Feddes, 1992. *SWACROP: A water management and crop production simulation model*. ICID bulletin 1992, Vol 41 (2):61-84.

Kabat, P., K. Metselaar, B.J. van den Broek & J.M.P.M. Peerboom, 1994. *Effecten van minder beregenen op grasland*. Landinrichting 1994/34 8 27.

Kabat, P. & J. Beekma, 1994. *Water in the unsaturated zone*. in: Drainage Principles and Applications, H.P. Ritzema (Editor in Chief). ILRI publication 16, Second Edition, 383-419 Wageningen.

Mandersloot, F, 1988. *Een modelkoe niet genoeg: een melkveemodel*. Uit: Praktijkonderzoek, 2e jrg, nr 2.

Meerveld, B. van, J. Ovinge & H. Wieling, 1986. *BBPR, set voor het analyseren van het bedrijfsbegrotingsprogramma*. Proefstation v.d. Rundveehouderij, Lelystad.

Metselaar, K., P.J.T van Bakel, P. Kabat, & J.M.P.M. Peerboom, 1991. *Modelstudie naar de effecten van de beperking van beregening uit grondwater voor een noordbrabants melkveebedrijf*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 127.

Peerboom, J.M.P.M., 1990. *Waterhuishoudkundige schadefuncties op Grasland*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 43.

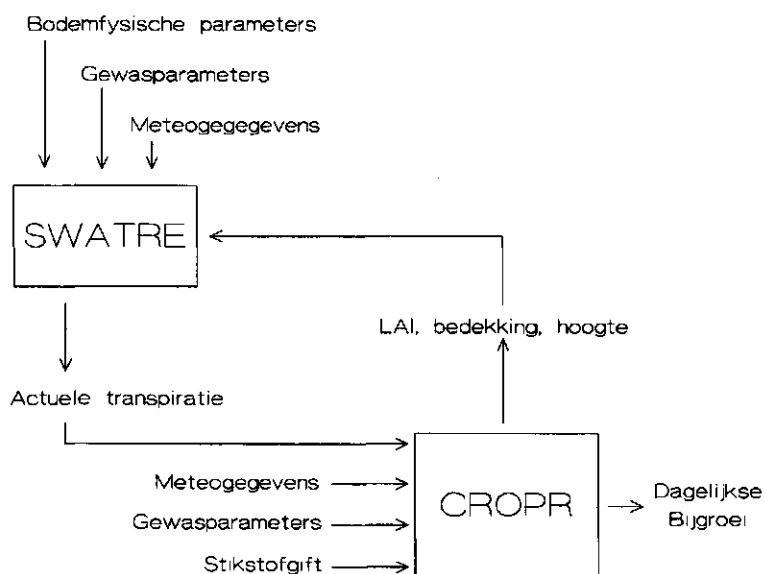
Rompelberg, L.E.M., H. Wieling & J. Overvest, 1984. *Normen voor de voederverzorging*. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij Lelystad, publ. nr 23.11

## Aanhangsel 1 Beschrijving van SWAGRA

### Algemeen

SWAGRA bestaat uit drie deelmodellen, SWATRE, CROPR en GRAMAN. SWATRE is een 1-dimensionaal hydrologisch model waarin de grondwaterstroming in de verzadigde en de onverzadigde zone wordt beschreven. De transpiratie van het gewas in elk perceel wordt uitgevoerd naar CROPR voor grasgroeiberekeningen, waarmee de stand van het gewas in elk perceel wordt bepaald. De stand van het gewas bepaalt weer mede de transpiratie in SWATRE. Tevens wordt voor elk perceel de draagkracht uitgerekend.

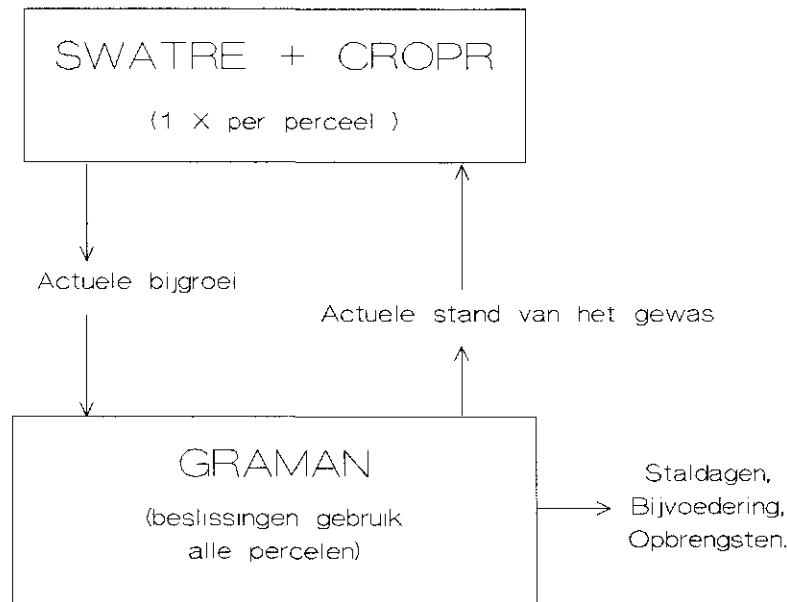
In CROPR wordt gewasgroei berekend als het verschil tussen assimilatie en respiratie van het gewas. De respiratie bestaat uit de onderhoudsrespiratie en de groeirespiratie. Onderhoudsrespiratie is verschillend voor wortel, stoppel en het oogstbare deel van het gewas en afhankelijk van de massa gewas op het veld. De groeirespiratie is afhankelijk van lichtinterceptie, transpiratie en temperatuur. De transpiratie is altijd afhankelijk van de temperatuur, en dus de assimilatie ook. De groei wordt ook beïnvloed door de stikstofgift na elke voorafgaande snede of aan het begin van het groeiseizoen (Rompelberg et al., 1984). De grootte van de snede bepaalt de hergroei voor de volgende gebruik van het perceel. Figuur A1.1 laat de koppeling tussen SWATRE en CROPR zien.



**Fig A1.1 De koppeling van het hydrologische model SWATRE en het gewasgroeimodel CROPR (uit: Peerboom 1990)**

De stand van het gewas in elk perceel en de draagkracht worden doorgegeven als grasaanbod aan GRAMAN. In GRAMAN wordt voor het hele bedrijf het graslandgebruik, de bedrijfsvoering en de stikstofgift per perceel beslist door afweging van het grasaanbod tegen de behoefte van de veestapel en de noodzaak tot voederwinning. Daarbij worden verliezen t.g.v. maaien, betreding en vertrapping (afhankelijk van de draagkracht) meegenomen.

Figuur A1.2 laat de koppeling tussen SWATRE+CROPR (perceelsgewijze berekeningen) en GRAMAN (bedrijfsberekeningen) zien.



**Fig. A1.2 De koppeling tussen SWATRE, CROPR en GRAMAN in SWAGRA**

De deelmodellen SWATRE, CROPR en GRAMAN worden hieronder beschreven. Het deelmodel MLKVEE (Mandersloot, 1988), dat de gras-, maïs- en krachtvoerconsumptie van het vee omrekent in melkproductie, en het deelmodel BBPR (Meerveld et al., 1986), dat het totale bedrijfsresultaat berekent uit alle vaste en variabele kosten, zijn voor dit onderzoek niet gebruikt.

#### **Deelmodel SWATRE**

Het rekenmodel SWATRE beschrijft de waterbeweging in de verzadigde en de onverzadigde zone van de bodem, onder invloed van meteorologische en bodemfysische processen en de invloed van het gewas. De uitvoer van het model bestaat uit:

- 1) de termen van de waterbalans:
  - potentiële en werkelijke transpiratie
  - potentiële en werkelijke bodemverdamping
  - infiltratie en interceptie
  - netto flux door de onderrand van het profiel
  
- 2) de termen van de gewasproductie:
  - potentiële en werkelijke bruto productie
  - netto productie

Berekende uitvoergegevens per compartiment zijn:

- volumetrisch vochtgehalte
- drukhoogte
- hydraulische doorlatendheid
- wortelonttrekking
- inkomende- en uitgaande flux,

en alle waterbalanstermen per compartiment: neerslag, verdamping, interceptie, kwel, bergingsverandering, drukhoogte- en vochtprofielen en het verloop van de grondwaterstand.

De berekeningen van de stroming door de onverzadigde zone en een klein deel van de verzadigde zone van een al dan niet begroeid bodemprofiel vinden volledig niet-stationair plaats. Dit vochttransport wordt beschreven door de stromingsvergelijking en de continuïteitsvergelijking, gecombineerd tot de vergelijking (Kabat en Beekma, 1994):

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{C(h)} \cdot \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(h) \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right] - \frac{S(h)}{C(h)}$$

Deze vergelijking is een 2<sup>e</sup> orde, niet-lineaire, partiële differentiaalvergelijking. De vergelijking is niet lineair omdat  $K(h)$  en  $C(h)$  in de niet-stationaire stroming geen constanten, maar afhankelijke variabelen van  $h$  of  $\theta$  zijn. Vergelijking (1) wordt numeriek opgelost m.b.v. een impliciete berekeningsmethode.

De potentiële evapotranspiratie wordt berekend volgens de methode Monteith-Rijtema. De evapotranspiratie wordt gesplitst in evaporatie en transpiratie aan de hand van de bodembedekking. De reductie van de potentiële transpiratie tot werkelijke transpiratie, onder invloed van wateroverlast of van verdroging, gebeurt bij vastgelegde zuigspanningswaarden. Voor een brede toepasbaarheid van de modelresultaten moeten alle omstandigheden van nat tot droog gesimuleerd kunnen worden. Dat gebeurt door de drainagekarakteristieken en de wegzijging of kwel te variëren, zodat grondwatertrappen van II tot en met VII kunnen worden gesimuleerd.

### ***Deelmodel CROPR***

De invoer van CROPR, voor de berekening van de gewasgroei, bestaat uit de straling en het beschikbare water. De andere factoren worden optimaal verondersteld. De hier gebruikte versie is specifiek voor grasland (De Jong en Kabat, 1990).

Aan CROPR zit een module, die de gewasgroei volgens standaardcurves aanpast aan de stikstofgift (Rompelberg et al., 1984). De stikstofgift is zo verdeeld dat er zo veel mogelijk een goed perceel beschikbaar is voor beweiding.

In CROPR wordt gewasgroei voorgesteld als het verschil tussen assimilatie en respiratie. De respiratie bestaat uit de onderhoudsrespiratie en de groeirespiratie. Onderhoudsrespiratie is verschillend voor wortel, stoppel en het oogstbare deel van het gewas en afhankelijk van de massa gewas op het veld. De groeirespiratie is afhankelijk van

lichtinterceptie, transpiratie en temperatuur. De transpiratie is altijd afhankelijk van de temperatuur, en dus de assimilatie ook. Als de transpiratie niet beperkend is, dan is de assimilatie alleen afhankelijk van de hoeveelheid licht. Is de transpiratie wel beperkend, dan is de CO<sub>2</sub>-opname beperkt, en is de assimilatie daarvan afhankelijk.

De belangrijkste factor voor het model is de watergebruiksefficiëntie. De waarde ervan werd door kalibratie van het model bepaald op 2800 tot 2500 kg assimilatieprodukt ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> mbar<sup>-1</sup>, afhankelijk van de tijd van het jaar.

De zwaarte van de voorafgaande snede beïnvloedt de bladhoeveelheid en bodembedekking voor de volgende snede

### ***Deelmodel GRAMAN***

Het graslandgebruik wordt berekend door het beslissingsmodel GRAMAN, waarin belangrijke delen van een veebedrijf zijn ingebouwd. Het bedrijf dat in GRAMAN is ingebouwd, bestaat uit maximaal 30 percelen van verschillende grootte. Het bedrijf voorziet zichzelf van voldoende ruwvoer. Er wordt rekening gehouden met beweiden, maaien en bemesten van afzonderlijke percelen. Ook verliezen t.g.v. vertrapping en betreding door het vee, berijding bij het maaien, de veldperiode, worden meegenomen. De berekende produktie is de netto produktie in tonnen droge stof dat aan de koeien ten goede komt.

Het weideseizoen begint als er op één van de percelen 600 kg gras beschikbaar is. In deze tijd staat het vee 's nachts nog op stal en wordt er bijgevoerd (B4 systeem). Als het eerste perceel "op" is, komt het volgende aan de beurt. Welke dat is hangt af van vraag (door het vee) en aanbod (op de verschillende percelen).

Na 14 dagen is het mogelijk dat niet meer wordt bijgevoerd (O4 systeem). Het minimale vereiste grasaanbod op een perceel is dan gestegen tot b.v. 1700 kg. Als het grasaanbod te gering wordt, of na 14 oktober, wordt dan weer volgens het B4 systeem gewerkt met 's nachts opstallen en bijvoeding.

Wanneer de draagkracht van alle percelen te laag is geworden, wordt ook opgesteld. Na 1 november stopt het weideseizoen. Als het grasaanbod groter is dan b.v. 2400 kg, kan er niet beweid worden, en moet er gemaaid worden. Bij een grasaanbod van b.v. 2500 tot 3500 kg kan een perceel bij voldoende draagkracht gemaaid worden. De veldperiode duurt drie dagen, en kan bij te lage draagkracht verlengd worden. Er is dan geen groei.

Bovengenoemde waarden van vereist grasaanbod en maximaal grasaanbod zijn richtgetallen, en kunnen per bedrijf gevarieerd worden.

Het programma berekent mogelijke produkties en behoeften een week vooruit, en kiest de optimale uitkomst.

De verliezen bij begrazing door directe vertrapping van het beschikbare gras liggen tussen de 10 en 20%, de verliezen door vertraging van de bijgroei op 14%. De verliezen



bij maaien, drogen en conserveren voor het inkuilen, en bij vervoeding liggen tussen 15 en 20%. De totale beweidings- en voederwinningsverliezen worden in het model berekend op grond van de lengte van de inscharingsperiode, het grasaanbod op moment van inscharing, de draagkracht van de bodem en de dagelijkse bijgroei.

Deze waarden zijn gebruikt om de opgegeven bruto grasopname en voederwinning om te rekenen naar netto.

## Aanhangsel 2 Bedrijfsgegevens

De bedrijfsgegevens zijn verzameld door de Dienst Landbouw Voorlichting bij hun shadeberekeningen voor drie van de vier bedrijven. Enkele cijfers zijn echter aangepast vanwege geconstateerde onnauwkeurigheden. Deze cijfers zijn vet gedrukt. Gras- en maïshoeveelheden betreffen droge stof.

### *Bedrijf I*

Stikstofniveau: 90 kg/ha (gemiddeld 1e en 2e snede).

Schatting snijmaïs verbruik per koe vanaf 15 april:  $61 \text{ m}^3 = 11895 \text{ kg}$ .  
Over 47 dagen en 45 koeien = 5,62 kg/d

Gemaaid: 9 ha =  $72 \text{ m}^3 = 14.400$  netto = **16941 bruto kg (A)**

Grasopname melkkoeien (handboek bladzijde 168) vanaf 15 april.

|                            |             |            |
|----------------------------|-------------|------------|
| Netto grasopname per koe:  | 6,44        | kg/d       |
|                            | x 16        | %          |
| <hr/>                      |             |            |
| Beweidingsverlies per koe: | <b>7,67</b> | kg/d       |
|                            | x 45        | melkkoeien |
| <hr/>                      |             |            |
| Bruto grasopname:          | 345         | kg/d       |
|                            | x 47        | dagen      |
| <hr/>                      |             |            |
| Totaal (B):                | 16215       | kg bruto   |

Extra grasvoorraad per 1 juni ten opzichte van 15 april:

|                            |        |          |
|----------------------------|--------|----------|
| Grasvoorraad* per 1 juni:  | 2400   | kg/ha    |
| Grasvoorraad per 15 april: | - 1150 | kg/ha    |
| <hr/>                      |        |          |
| Verschil                   | 1250   | kg/ha    |
|                            | x 14,7 | ha       |
| <hr/>                      |        |          |
| Totaal (C)                 | 18375  | kg       |
| <hr/>                      |        |          |
| Grasgroei totaal (A+B+C)   | 51531  | kg bruto |

\* Bron: graslandkalender van bedrijf I, graslandhoogtemeting DLV

## Bedrijf II

Stikstofniveau: 106 kg/ha (gemiddeld 1e en 2e snede).

Schatting snijmaïs verbruik vanaf 15 april: 12 kg/d. Deze waarde is onrealistisch hoog (Antonissen, mondelinge mededeling, Mandersloot, mondelinge mededeling). Vandaar dat er gekozen is voor de normale 6 kg/d. Dat is 10560 kg over 22 dagen en 80 stuks vee.

Gemaaid: 33,3 ha = 249 m<sup>3</sup> = 58285 kg netto = **68571 kg bruto (A)**

Grasopname melkkoeien (handboek bladzijde 168) vanaf 10 mei:

|                            |             |            |
|----------------------------|-------------|------------|
| Netto grasopname per koe:  | 7,96        | kg/d       |
| Beweidingsverlies per koe: | x 17        | % (B4)     |
|                            | <hr/>       |            |
| Bruto:                     | <b>9,59</b> | kg/d       |
|                            | x 80        | melkkoeien |
|                            | <hr/>       |            |
| Bruto grasopname vee:      | 767         | kg/d       |
|                            | x <b>22</b> | dagen      |
|                            | <hr/>       |            |
| Totaal (B):                | 16874       | kg         |

(\*) tot 10 mei hebben 80 koeien en 35 pinken op 8 ha groenbemester elders geweid.

Grasopname pinken (handboek bladzijde 168) vanaf 10 mei:

|                             |             |        |
|-----------------------------|-------------|--------|
| Netto grasopname per pink:  | 7,59        | kg/d   |
| Beweidingsverlies per pink: | x 18        | %      |
|                             | <hr/>       |        |
| Bruto:                      | 9,25        | kg/d   |
|                             | x 30        | pinken |
|                             | <hr/>       |        |
| Bruto grasopname            | 278         | kg/d   |
|                             | x <b>22</b> | dagen  |
|                             | <hr/>       |        |
| Totaal (C):                 | 6105        | kg     |

Grasgroei totaal (A+B+C) = 91550 kg bruto

### **Bedrijf III**

Stikstofniveau (1e en 2e snede gemiddeld): 90 kg/ha

Schatting verbruikte snijmaïs vanaf 15 april:  $72 \text{ m}^3 = 15600 \text{ kg}$ .

Over 47 dagen en 52 stuks vee: 6,38 kg/d

Gemaaid:  $11 \text{ ha} = 129 \text{ m}^3 = 26000 \text{ kg netto} = \mathbf{30588 \text{ kg bruto}}$   
(A)

Grasopname koeien (handboek bladzijde 168) vanaf 15 april:

|                            |             |            |
|----------------------------|-------------|------------|
| Netto grasopname per koe:  | 7,49        | kg/d       |
| Beweidingsverlies per koe: | x 16        | %          |
|                            | <hr/>       |            |
| Bruto:                     | <b>8,91</b> | kg/d       |
|                            | x 52        | melkkoeien |
|                            | <hr/>       |            |
| Bruto grasopname :         | 464         | kg/d       |
|                            | x 47        | dagen      |
|                            | <hr/>       |            |
| Totaal (B):                | 21792       | kg bruto   |

Grasopname pinken (handboek bladzijde 168) vanaf 15 april:

|                             |             |          |
|-----------------------------|-------------|----------|
| Netto grasopname per pink:  | 7,59        | kg/d     |
| Beweidingsverlies per pink: | x 20        | %        |
|                             | <hr/>       |          |
| Bruto:                      | <b>9,49</b> | kg/d     |
|                             | x 19        | pinken   |
|                             | <hr/>       |          |
| Bruto grasopname :          | 180         | kg/d     |
|                             | x 47        | dagen    |
|                             | <hr/>       |          |
| Totaal (C):                 | 8472        | kg bruto |

Grasgroei totaal (A+B+C) = 60852 kg bruto.

### Aanhangsel 3 Beregeningskosten van de vier bedrijven

Onderstaande gegevens over de beregeningsinstallaties zijn overgenomen van het DLV. De vetgedrukte cijfers zijn aangepast t.o.v. die van DLV, o.a. omdat DLV uitging van netto beregeningskosten. Wij gaan er van uit dat er bij beregening 20 % verlies optreedt. De berekeningswijze is dezelfde als beschreven in Metselaar et al. (1991). De elektriciteit kost 18,9 cent/kWh.

#### *Variabele kosten beregening bedrijf I:*

Aanwezige installatie: haspelsysteem

capaciteit: 65 m<sup>3</sup>/h

2 pompen, samen 26 kW (elektriciteit)

Bij een gift van 25 mm bruto (250 m<sup>3</sup>/ha) is voor beregening 3,85 h/ha nodig.

#### *Energiekosten*

|                  |   |       |                                       |
|------------------|---|-------|---------------------------------------|
| pompkosten       |   | 4,91  | Hfl/h                                 |
| pomptijd         | x | 3,85  | h/ha                                  |
|                  |   | <hr/> |                                       |
|                  |   | 18,90 | Hfl/ha                                |
| beregening       | : | 25    | mm                                    |
|                  |   | <hr/> |                                       |
| netto beregening |   | 0,76  | Hfl/mm                                |
| verliezen        | x | 20    | %                                     |
|                  |   | <hr/> |                                       |
| bruto beregening |   | 0,95  | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

#### *Onderhoudskosten installatie*

|                            |   |        |                                       |
|----------------------------|---|--------|---------------------------------------|
| vervangingswaarde          |   | 55000  | Hfl                                   |
| vaste kosten 2,5 %         |   | 1375   | Hfl/a                                 |
| 4x beregenen               | : | 226,38 | h                                     |
|                            |   | <hr/>  |                                       |
| netto kosten               |   | 6,07   | Hfl/h                                 |
| netto kosten               |   | 0,93   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |
| verliezen beregening       | x | 20     | %                                     |
|                            |   | <hr/>  |                                       |
| bruto variabele kosten (B) |   | 1,16   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

*Totale kosten (A+B)*                      **2,11**    Hfl mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>

### *Variabele kosten berekening bedrijf II*

Aanwezige installatie:

haspelsysteem, 90 mm slang;

capaciteit: 56 m<sup>3</sup>/h

pomp 23 kW (elektriciteit)

Bij een gift van 25 mm (250 m<sup>3</sup>/ha) is voor beregning 4,46 h/ha nodig.

#### *Energiekosten*

|                            |   |              |                                       |
|----------------------------|---|--------------|---------------------------------------|
| pompkosten                 |   | 4,35         | Hfl/h                                 |
| pomptijd                   | x | 4,46         | h/ha                                  |
|                            |   | <hr/>        |                                       |
|                            |   | <b>19,40</b> | Hfl/ha                                |
| beregning                  | : | 25           | mm                                    |
|                            |   | <hr/>        |                                       |
| netto beregning            |   | <b>0,78</b>  | Hfl/mm                                |
| verliezen                  | x | <b>20</b>    | %                                     |
|                            |   | <hr/>        |                                       |
| bruto energiekosten<br>(A) |   | <b>0,98</b>  | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

#### *Onderhoudskosten installatie*

|                               |   |               |                                       |
|-------------------------------|---|---------------|---------------------------------------|
| vervangingswaarde             |   | 52000         | Hfl                                   |
| vaste kosten 2.5 %            |   | 1300          | Hfl/a                                 |
| 4x beregenen                  | : | <b>440,65</b> | h                                     |
|                               |   | <hr/>         |                                       |
| netto kosten                  |   | <b>2,95</b>   | Hfl/h                                 |
| netto kosten                  |   | <b>0,53</b>   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |
| verliezen                     | x | <b>20</b>     | %                                     |
|                               |   | <hr/>         |                                       |
| bruto variabele kosten<br>(B) |   | <b>0,66</b>   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

*Totale kosten (A+B)*                      **1,64**    Hfl mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>

### Variabele kosten berekening bedrijf III

Aanwezige installatie:

Baars-systeem; 12 sproeiers

Capaciteit: 35 m<sup>3</sup>/h

Pomp 11 kW (elektriciteit)

Bij een gift van 25 mm (250 m<sup>3</sup>/ha) is voor berekening 7,14 h/ha nodig.

#### Energiekosten

|                         |              |                                       |
|-------------------------|--------------|---------------------------------------|
| pompkosten              | 2,08         | Hfl/h                                 |
|                         | x            | <b>7,14</b> h/ha pompen               |
|                         |              | <hr/>                                 |
|                         | <b>14,85</b> | Hfl/ha                                |
| berekening              | :            | 25 mm/gift                            |
|                         |              | <hr/>                                 |
| netto berekening        | 0,59         | Hfl/mm                                |
| verliezen               | x            | 20 %                                  |
|                         |              | <hr/>                                 |
| bruto energiekosten (A) | <b>0,74</b>  | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

#### Onderhoudskosten installatie

|                            |             |                                       |
|----------------------------|-------------|---------------------------------------|
| vervangingswaarde          | 36000       | Hfl                                   |
| vaste kosten 2.5 %         | 900         | Hfl/a                                 |
| 4x beregenen               | :           | <b>485,52</b> h                       |
|                            |             | <hr/>                                 |
| netto kosten               | <b>1,85</b> | Hfl/h                                 |
| netto kosten               | 0,53        | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |
| verliezen                  | x           | 20 %                                  |
|                            |             | <hr/>                                 |
| bruto variabele kosten (B) | <b>0,66</b> | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

**Totale kosten (A+B) 1,40 Hfl mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>**

### *Variabele kosten berekening bedrijf IV*

Aanwezige installatie:

Capaciteit: 98 m<sup>3</sup>/h

2 pompen, samen 35 kW (elektriciteit)

Bij een gift van 25 mm (250 m<sup>3</sup>/ha) is voor berekening 2,55 h/ha nodig.

#### *Energiekosten*

|                         |   |             |                                       |
|-------------------------|---|-------------|---------------------------------------|
| pompkosten              |   | 6,58        | Hfl/h                                 |
| pomptijd                | x | <b>2,55</b> | h/ha                                  |
|                         |   | <hr/>       |                                       |
|                         |   | 16,78       | Hfl/ha                                |
| berekening              | : | 25          | mm                                    |
|                         |   | <hr/>       |                                       |
| netto berekening        |   | 0,67        | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |
| verliezen               | x | <b>20</b>   | %                                     |
|                         |   | <hr/>       |                                       |
| bruto energiekosten (A) |   | 0,84        | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

#### *Onderhoudskosten installatie*

|                            |   |        |                                       |
|----------------------------|---|--------|---------------------------------------|
| vervangingswaarde          |   | 50000  | Hfl                                   |
| vaste kosten 2.5 %         |   | 1250   | Hfl/a                                 |
| 4x beregenen               | : | 153,00 | h                                     |
|                            |   | <hr/>  |                                       |
| netto kosten               |   | 8,17   | Hfl/h                                 |
| netto kosten               |   | 0,83   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |
| verliezen                  | x | 20     | %                                     |
|                            |   | <hr/>  |                                       |
| bruto variabele kosten (B) |   | 1,04   | Hfl mm <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> |

*Totale var. kosten (A+B)*                      1,88      Hfl mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>



## Aanhangsel 4 Uitgebreide rekenresultaten

Tabel A4.1 Berekening van grasopbrengsten op 15 april en 1 juni zonder berekening en op 1 juni met berekening bij pF 2,3 en pF 2,7 voor bedrijf I. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof.

|                              | 15 april        | 15 april - 1 juni | 1 juni          |                       |                       |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
|                              | geen berekening | geen berekening   | geen berekening | berekening bij pF 2,7 | berekening bij pF 2,3 |
| Bruto grasopname             | 5176            | 18329             | 23505           | 23557                 | 23908                 |
| Netto grasopname             | 3588            | 13206             | 16794           | 16961                 | 16975                 |
| Perc.verlies                 | 31              | 28                | 29              | 28                    | 29                    |
| Bijvoeding (maïs)            | 5107            | 12190             | 18033           | 18042                 | 18060                 |
| Bruto kuil                   |                 | 34276             | 34276           | 35645                 | 35326                 |
| Netto kuil                   |                 | 28563             | 28563           | 29585                 | 29321                 |
| Perc.verlies                 |                 | 17                | 17              | 17                    | 17                    |
| Totale bruto oogst           | 5176            | 52605             | 57781           | 59202                 | 59234                 |
| Totale netto oogst           | 3301            | 41768             | 45069           | 46770                 | 46203                 |
| Percentage verlies           | 36              | 21                | 22              | 21                    | 22                    |
| Bruto rest-op-stam           | 20358           | -1928             | 18430           | 19466                 | 20606                 |
| Totale bruto groei           | 25534           | 50677             | 76211           | 78668                 | 79840                 |
| Stikstofbemesting (kg/ha)    | 37              |                   | 204             | 206                   | 206                   |
| Actuele transpiratie (mm)    | 45              |                   | 125             | 135                   | 138                   |
| Transpiratie-efficiëntie [-] | 1,0             |                   | 0,91            | 0,98                  | 0,99                  |
| Berekening (mm)              |                 |                   |                 | 44                    | 83                    |

Tabel A4.2 Berekening van grasopbrengsten op 1 juni zonder berekening en met berekening bij pF 2,3 en pF 2,7 voor bedrijf II. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof

|                              | 1 juni          |                       |                       |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
|                              | geen berekening | berekening bij pF 2,7 | berekening bij pF 2,3 |
| Bruto grasopname             | 24817           | 24817                 | 25186                 |
| Netto grasopname             | 19533           | 19533                 | 19533                 |
| Perc.verlies                 | 21              | 21                    | 22                    |
| Bijvoeding (maïs)            | 10819           | 10819                 | 10819                 |
| Bruto kuil                   | 68979           | 68979                 | 69032                 |
| Netto kuil                   | 57523           | 57523                 | 57570                 |
| Perc.verlies                 | 17              | 17                    | 17                    |
| Totale bruto oogst           | 93796           | 93796                 | 94218                 |
| Totale netto oogst           | 77056           | 77056                 | 77103                 |
| Perc.verlies                 | 18              | 18                    | 18                    |
| Bruto rest-op-stam           | 27514           | 29818                 | 32105                 |
| Totale bruto groei           | 121310          | 123614                | 126323                |
| Stikstofbemesting (kg/ha)    | 141             | 141                   | 141                   |
| Actuele transpiratie (mm)    | 137             | 139                   | 141                   |
| Transpiratie-efficiëntie [-] | 0,96            | 0,98                  | 1,0                   |
| Berekening (mm)              |                 | 25                    | 97                    |

Tabel A4.3 Berekening van grasopbrengsten op 15 april en 1 juni zonder berekening en op 1 juni met berekening bij pF 2,3 en pF 2,7 voor bedrijf III. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof

|                              | 15 april        | 15 april - 1 juni | 1 juni          |                       |                       |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|
|                              | geen berekening | geen berekening   | geen berekening | berekening bij pF 2,7 | berekening bij pF 2,3 |
| Bruto grasopname             | 11232           | 33 432            | 44664           | 44714                 | 44210                 |
| Netto grasopname             | 8712            | 25 808            | 34520           | 34520                 | 33890                 |
| Perc. verlies                | 22              | 23                | 23              | 23                    | 23                    |
| Bijvoeding (maïs)            | 3838            | 14 932            | 18768           | 18768                 | 18474                 |
| Bruto kuil                   |                 | 27 218            | 27218           | 32650                 | 38958                 |
| Netto kuil                   |                 | 22 692            | 22692           | 27208                 | 32530                 |
| Perc. verlies                |                 | 17                | 17              | 17                    | 16                    |
| Totale bruto oogst           | 11232           | 60 650            | 71882           | 77364                 | 83168                 |
| Totale netto oogst           | 8713            | 48 499            | 57212           | 61728                 | 66420                 |
| Percentage verlies           | 22              | 20                | 20              | 20                    | 20                    |
| Bruto rest-op-stam           | 19538           | 898               | 20436           | 15470                 | 11260                 |
| Totale bruto groei           | 30770           | 61548             | 92318           | 92834                 | 94428                 |
| Stikstofbemesting (kg/ha)    | 46              |                   | 191             | 200                   | 209                   |
| Actuele transpiratie (mm)    | 44              |                   | 137             | 138                   | 140                   |
| Transpiratie-efficiëntie [-] | 1,0             |                   | 0,96            | 0,97                  | 0,99                  |
| Berekening (mm)              |                 |                   |                 | 22                    | 92                    |

Tabel A4.4 Berekening van grasopbrengsten op 1 juni 1991 en 1 juni 1993 zonder berekening en op 1 juni 1993 met berekening bij pF 2,3 en pF 2,7 voor het normbedrijf. Alle gras- en maïshoeveelheden in kg droge stof

|                              | berekening bij pF 2,3 |          | berekening<br>bij pF 2,7 | geen<br>berekening |
|------------------------------|-----------------------|----------|--------------------------|--------------------|
|                              | juni '91              | juni '93 | juni '93                 | juni '93           |
| Bruto grasopname             | 25860                 | 32609    | 31058                    | 30865              |
| Netto grasopname             | 20695                 | 26141    | 24991                    | 24836              |
| Perc. verlies                | 20                    | 20       | 20                       | 20                 |
| Bijvoeding (maïs)            | 18318                 | 13902    | 14381                    | 17133              |
| Bruto kuil                   | 5058                  | 8137     | 8090                     | 5136               |
| Netto kuil                   | 4194                  | 6830     | 6790                     | 4276               |
| Perc. verlies                | 17                    | 16       | 16                       | 17                 |
| Totale bruto oogst           | 30918                 | 40746    | 39148                    | 36001              |
| Totale netto oogst           | 24889                 | 32971    | 31781                    | 29112              |
| Perc. verlies                | 19                    | 19       | 19                       | 19                 |
| Bruto rest-op-stam           | 12171                 | 9645     | 9637                     | 10687              |
| Totale bruto groei           | 43089                 | 50391    | 48785                    | 46688              |
| Stikstofbemesting            | 250                   | 217      | 208                      | 208                |
| Actuele transpiratie (mm)    | 114                   | 147      | 146                      | 132                |
| Transpiratie-efficiëntie [-] | 0,99                  | 0,99     | 0,98                     | 0,88               |
| Berekening (mm)              | 94                    | 100      | 47                       |                    |