

Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw

Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw

J.A. de Vos ¹⁾

I.E. Hoving ²⁾

P.J.T. van Bakel ¹⁾

J. Wolf ¹⁾

J.G. Conijn ³⁾,

G. Holshof²⁾

¹⁾ Alterra

²⁾ Praktijkonderzoek Animal Sciences Group (P-ASG)

³⁾ Plant Research International

Alterra-rapport 987

Alterra, Wageningen, 2004

REFERAAT

Vos, J.A. de, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, J.G. Conijn, G. Holshof 2004. *Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 987. 77 blz. .11 fig.; 16 tab.; 33 ref.

Voor een toekomstgericht melkveebedrijf in het veenweidegebied is met het nieuwe Waterpas-BBPR-model berekend wat de bedrijfeconomische gevolgen zijn van een oppervlaktewaterpeilverhoging. Modelresultaten voor hydrologie en graslandgebruik komen goed overeen met meetgegevens en praktijkgegevens voor het proefbedrijf Zegveld. Opvallend is dat een gemiddelde infiltratie vanuit het oppervlaktewater van 140 mm/jaar wordt berekend, wat wordt bevestigd door eerdere experimenten. Bij een slootwaterpeilverhoging van 60 naar 40 cm –mv neemt volgens het Waterpas-BBPR-model het netto bedrijfsresultaat af met 222 euro/ha/jaar. De HELP-tabel (Brouwer-Huinink-versie) geeft 186 euro/ha/jaar opbrengstderving en benadert daarmee financieel gezien de modelberekeningen redelijk. Echter bij vergelijking met melkveebedrijven op kleigrond blijkt de HELP-tabel minder opbrengstderving te berekenen dan het Waterpas-BBPR-model. De resultaten van het integrale Waterpas-BBPR-model laten zien dat een analyse op bedrijfsschaal noodzakelijk is en dat meer transparante, realistische resultaten worden verkregen dan met de HELP-systematiek.

Trefwoorden: Waterbeheer, modellen, bedrijfsvoering, bedrijfseconomie, gewasgroei

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 22,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 987. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2004 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Probleemstelling	13
1.2 Achtergrond	14
1.3 Uitgangspunten	15
1.4 Opbouw van het rapport	15
2 Waterpas en BBPR	17
2.1 Waterpas	17
2.1.1 SWAP	18
2.1.2 CNGRAS	18
2.1.3 Graslandgebruikswijzer (GGW)	18
2.2 BBPR	20
3 Bedrijfsopzet voorbeeldbedrijf	23
3.1 Bedrijfskengetallen	23
3.2 Bewerkingskosten	24
3.3 Gegevens veldexperimenten en graslandgebruik Zegveld	24
4 Calibratie modellen op basis van Zegveld-gegevens	27
4.1 Parametrisatie SWAP	27
4.1.1 Calibratie hoog peil	28
4.1.2 Evaluatie laag peil	31
4.2 Grasgroeiberekeningen	31
4.2.1 Groeiberekeningen met CNGRAS	31
4.2.2 Grasgroeimodel GRAMIN	32
5 Effecten van verschillende peilvarianten	35
5.1 Definitie van de weerjaren en hydrologische randvoorwaarden	35
5.2 Berekeningen op bedrijfsniveau	35
5.3 Uitgangspunten economische effecten	37
5.3.1 Vaste kosten	37
5.3.2 Grasland en voeding	38
5.3.3 Arbeid	39
5.4 Bedrijfsresultaten	40
5.4.1 Technische bedrijfsresultaten	40
5.4.2 Economische bedrijfsresultaten	47
6 Vergelijking met de HELP-tabel	51
6.1 HELP-tabel	51
6.2 Vergelijking Waterpas-BBPR met BrH-tabel voor veengrond	52
7 Conclusies	55

Literatuur	57
<i>Bijlagen</i>	
1 Calibratie SWAP	61
2 Gewasgroeberekeningen CNGRAS	69
3 Details van de bedrijfseconomische berekeningen	73

Woord vooraf

Dit is het eerste project waarin wij onze nieuwe Waterpas-methodiek voor een praktijksituatie hebben toegepast. Wij zijn zelf erg verheugd over het goede resultaat en de mogelijkheden om op bedrijfsschaal de effecten van veranderend peilbeheer door te kunnen rekenen. Zeker voor een gebied als het veenweidegebied is het noodzakelijk om de draagkracht van de bodem goed te kunnen beschrijven, omdat dit bepalend is voor de bedrijfsvoering van een melkveebedrijf. Dat is gelukt! De begeleidingsgroep van dit project, bestaande uit Theo Koekoek (prov. Utrecht), Geert-Jan Nijsten (prov. Utrecht), Dries van Rozen (GLTO) Joost Heijkers (HDSR) en Ronald Hemel (HDSR) hebben er voor gezorgd dat we ons op de hoofdlijnen hebben geconcentreerd en een breed gedragen toepassinggericht resultaat hebben behaald. De medewerkers van proefbedrijf Zegveld hebben ons zeer waardevolle gegevens geleverd en de resultaten op praktijkwaarde beoordeeld. Wij denken dat dit rapport een eerste stap zal zijn naar een nieuwe, betere en transparante wijze van het analyseren van de effecten van veranderend waterbeheer op de landbouw. Voor een juiste vertaling van de technische modeluitkomsten naar een economisch bedrijfsresultaat hebben Michel de Haan en Aart Evers van het Praktijkonderzoek ASG een belangrijke bijdrage geleverd.

Wij willen iedereen bedanken die ons heeft geholpen bij het behalen van dit resultaat.

Het projectteam

Bram de Vos
Idse Hoving
Jan van Bakel
Joost Wolf
Sjaak Conijn
Gertjan Holshof

Samenvatting

Het Waterpas-BBPR-model is gebruikt om in opdracht voor het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) voor het peilgebied Zegveld - Oud-Kamerik de effecten van peilveranderingen op de nat- en droogteschade in de landbouw te berekenen. Op bedrijfsniveau is berekend wat de consequenties zijn van het opleggen van twee verschillende oppervlaktewaterpeilen. Deze peilen zijn een min of meer gangbaar slootpeil van 60 cm -mv en een verhoogd peil van 40 cm -mv. De berekeningen zijn uitgevoerd met het nieuwe Waterpas-BBPR-model, waarin de hydrologie, gewasgroei, graslandgebruik, bedrijfsvoering en bedrijfsresultaat geïntegreerd worden beschreven. In onze berekeningen is voor het eerst een koppeling gelegd tussen de actuele draagkracht van de bodem (op dagbasis) en het graslandgebruik.

Er is een toekomstgericht voorbeeldbedrijf in het veenweidegebied gedefinieerd, met een grondoppervlak van 40 ha en een melkquotum van 500.000 l, waarbij is uitgegaan van de bestaande verkaveling. Deze verkaveling, met lange smalle percelen, veel slootkanten en lange kavelpaden, is een suboptimale situatie (“natuurlijke handicap”) ten opzichte van bedrijven in bijvoorbeeld het Friese veenweidegebied met een betere verkaveling, en een diepere ontwatering van 90 cm -mv, of bedrijven op een kleigrond waar optimaal geproduceerd kan worden.

De praktijkervaring van proefbedrijf Zegveld is gebruikt om de overige karakteristieken van het voorbeeldbedrijf in te schatten. Gegevens uit bestaande veldproeven zijn gebruikt om onze modellen voor waterstroming en grasgroei te calibreren. De hydrologische berekeningen met de SWAP-module in het Waterpas-BBPR-model resulteerden in goede overeenstemming tussen de gesimuleerde en de gemeten grondwaterstanden op het proefbedrijf Zegveld bij een slootpeil van 30 cm -mv. In deze modelsimulaties werd als onderrandvoorwaarde een constante kwel van 0,2 mm/d gebruikt. Opvallend is dat een gemiddelde infiltratie vanuit het oppervlaktewater van 140 mm/jaar wordt berekend. Dit komt zeer goed overeen met resultaten van historische infiltratie-experimenten te Zegveld, die hebben aangetoond dat een dergelijke hoge infiltratie, tot zelfs 200 mm/jaar, zich ook in werkelijkheid voordoet.

Voor de grasgroei zijn we uitgegaan van standaard-groecurves op snedebasis voor veengrond, aangezien het zonder kennis van de nutriëntentoestand van de bodem op dit moment nog niet mogelijk bleek de grasgroei op dagbasis goed te simuleren. Deze keuze is verantwoord, omdat in het veenweidegebied de beperking in het graslandgebruik door te natte omstandigheden een veel sterkere invloed heeft op de bedrijfsvoering dan de variatie in grasproductie door variabele groeiomstandigheden.

De beschikbaarheid van gras voor het vee en de graslandgebruiksmogelijkheden blijken volgens de Waterpas-simulaties in sterke mate bepaald te worden door de draagkracht van de bovengrond voor vee en machines. Deze draagkracht hangt direct af van de drukhoogte in de bovengrond. Het gesimuleerde graslandgebruik in de periode 1992-2001 blijkt goed overeen te stemmen met de praktijkervaringen op Zegveld. Dit geeft vertrouwen dat de berekeningen met het Waterpas-BBPR-model voor het peilgebied Zegveld - Oud-Kamerik realistisch zijn.

De bedrijfsberekeningen laten een gemiddelde jaarlijkse vermindering van netto bedrijfsresultaat zien van 222 euro/ha bij een peilverhoging van 60 cm –mv naar 40 cm –mv. De Waterpas-BBPR-resultaten tonen een grotere variatie in bedrijfsresultaten tussen de verschillende jaren bij een verhoogd peil van 40 cm –mv, ten opzichte van een peil van 60 cm –mv. Dit wijst op een verhoogd bedrijfsrisico bij het verhoogde peil. Als referentie hebben we met BBPR ook de optimale situatie (geen nat- of droogteschade; 100% gras) voor een vergelijkbaar bedrijf op kleigrond berekend. Een melkveebedrijf in het veenweidegebied met een slootpeil 60 cm –mv heeft dan een 388 euro/ha lager netto jaarlijks bedrijfsresultaat ten opzichte van dit optimale bedrijf.

Een vergelijking van de Waterpas-BBPR resultaten met de Brouwer-Huinink (BrH)-tabel (aangepaste versie van de HELP-tabel) is lastig, omdat deze tabel alleen de relatieve reductie in bruto grasopbrengst geeft. De toename van de nat- en droogteschade bij een peilverhoging van 60 cm –mv (BrH-schade= 23,4%) naar 40 cm –mv (BrH-schade = 49,0%) is volgens de BrH-tabel 25,6%. Dit resulteert bij een geschatte jaarlijkse bruto opbrengst van 727 euro/ha (volgens Brouwer-Huinink aanpak) in een schade van 186 euro/ha. Deze financiële schade komt dicht in de buurt van de met Waterpas-BBPR berekende jaarlijkse vermindering in het netto bedrijfsresultaat van 222 euro/ha. Echter de BrH-tabel geeft slechts een schade van 170 euro/ha voor het veenweidegebied (peil 60 cm –mv) ten opzichte van een optimaal bedrijf, terwijl Waterpas-BBPR een jaarlijkse reductie in het netto bedrijfsresultaat berekent van 388 euro/ha, ten gevolge van de onvoldoende ontwatering; de suboptimale verkaveling; en de suboptimale bedrijfsstructuur in het veenweidegebied. Voor een serieuze vergelijking van beide benaderingen zou de relatieve reductie in bruto grasopbrengst volgens de BrH-tabel vertaald moeten worden naar een toename van de kosten vanwege een toenemend krachtvoerverbruik door de peilverhoging. Echter, deze toename in kosten hangt af van o.a. de structuur en management van het melkveebedrijf en de perceelsgrootte en –verkaveling. Dit toont de voordelen van het Waterpas-BBPR-model, waarin dergelijke interacties tussen bedrijfsrendement, bedrijfsstructuur en -management en slootpeilen gekwantificeerd kunnen worden, ten opzichte van de BrH-tabel.

De belangrijkste conclusie is dat we nu een Waterpas-BBPR-model operationeel hebben waarmee op inzichtelijke, transparante en reproduceerbare wijze de effecten van veranderend peilbeheer op de bedrijfsvoering en bedrijfsresultaten berekend kunnen worden. Dit is een enorme vooruitgang ten opzichte van het gebruik van de HELP- en Brouwer-Huinink-tabellen. Deze tabellen worden op perceelschaal toegepast, waarbij het niet transparant en herleidbaar is waarop de schadecijfers in de

tabellen gebaseerd zijn. Het Waterpas-BBPR-model, daarentegen, maakt alle aannames en keuzes expliciet en berekent vervolgens het resultaat. Het Waterpas-BBPR-model heeft dus een veel ruimer toepassingsgebied dan de tabellen, kwantificeert de interacties tussen groeiomstandigheden, bedrijfsmanagement en bedrijfsstructuur, en biedt tevens de mogelijkheid om over de aannames en resultaten te discussiëren, en op basis daarvan, het model verder te verbeteren. Ook geven de modelresultaten inzicht in de variaties in groeiomstandigheden en bedrijfsrendement die er tussen de verschillende jaren optreden. De gevolgen van extreme situaties kunnen worden bepaald, evenals de resulterende bedrijfsrisico's.

De bruikbaarheid van het Waterpas-BBPR-model is getoetst voor een melkveehouderijbedrijf in de polders van het veenweidegebied Zegveld – Oud-Kamerik, waar natte omstandigheden een dominante rol in de bedrijfsvoering spelen. Deze modeltoepassing maakt duidelijk dat een dergelijke kwantitatieve analyse essentieel is om de effecten van veranderend peilbeheer op bedrijfsschaal goed te kunnen bepalen. De resultaten van deze toepassing van het integrale Waterpas-BBPR-model laten zien dat een dergelijke analyse mogelijk is, en dat meer realistische en beter verklaarbare resultaten worden verkregen dan met de HELP-systematiek.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Een gebruik van de veenweidegebieden voor de agrarische productie zonder bodemdaling door klink is niet mogelijk. Ook het beheer van het grootste gedeelte van de thans geplande natuurdoeltypen in dit gebied zal gepaard gaan met een daling van het maaiveld. De mate waarin het maaiveld daalt is afhankelijk van de drooglegging (= het hoogteverschil tussen het maaiveld en het slootwaterpeil), met name in de zomerperiode, en het al dan niet aanwezig zijn van een afsluitende minerale bodemlaag boven het veenpakket. Hoe dikker de afsluitende minerale klei- of zandlaag, hoe geringer de bodemdaling is bij een bepaalde drooglegging.

De gewenste drooglegging is afhankelijk van de functie van een gebied. Natuur stelt in het algemeen hoge eisen aan de waterkwaliteit maar vraagt een geringere drooglegging dan landbouw. De verschillen in drooglegging voor de diverse functies hebben een ongelijkmatige maaiveld daling tot gevolg. In de loop van de eeuwen is voor de veenweidegebieden een ingewikkeld waterbeheer ontstaan van boezemwateren die zoveel mogelijk op de oorspronkelijke peilen zijn gehouden en polderpeilen die de maaiveld daling volgen. De modernisering van de landbouw en de grotere marktgerichtheid van het Europese landbouwbeleid stellen echter hogere doelmatigheidseisen aan de bedrijfsvoering en daardoor ook aan de inrichting van het landbouwbedrijf.

Er zijn in het verleden op nationaal niveau in de toenmalige Centrale Landinrichtingscommissie (CLC) afspraken gemaakt over de drooglegging, omdat een optimalisering van de landbouw met een grotere drooglegging voor de diepe veenweidegebieden in de Randstad ongewenste gevolgen kan hebben voor het totaal aan functies en beheer. Er is toen een compromis gesloten dat in de Randstad voor de diepe veengronden geen grotere drooglegging wordt gerealiseerd dan gemiddeld 60 cm. Voor de landbouw betekent dit dat de lange smalle percelen in het veenweidegebied niet kunnen worden verbreed, waardoor extra kosten aanwezig blijven voor het bewerken van de percelen met extra slootonderhoud en randverliezen. Bij verbreding van de percelen zou een drooglegging van 60 cm leiden tot een onvoldoende ontwatering, met als gevolg een verminderde draagkracht van de bodem en reductie in de kwantitatieve en kwalitatieve grasopbrengst.

De schade als gevolg van een niet optimale ontwatering voor de landbouw wordt meestal berekend met behulp van de HELP-tabel (1987). Deze tabel heeft betrekking op de bruto grasopbrengst op perceelsniveau en geven onvoldoende informatie over de effecten op de agrarische bedrijfsvoering. Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) is op zoek naar een alternatieve methode om voor de polders Zegveld en Oud-Kamerik te komen tot een betere schatting van de landbouwkundige consequenties voor melkveebedrijven per Verwacht Grond- en OppervlaktewaterRegime (VGOR). In dit rapport zullen de effecten van twee

oppervlaktewaterpeilen geanalyseerd worden: het huidige peil van 60 cm –mv en een aanzienlijk hoger peil van 40 cm –mv.

1.2 Achtergrond

Door hogere slootpeilen worden in perioden met een neerslagoverschot de waterberging in het perceel en de drainage van water vanuit het perceel naar de sloten verminderd. Dit leidt tot nattere bodemcondities, waardoor de draagkracht van de graszode verslechtert. Hierdoor wordt in het voorjaar het uitrijden van mest en het inscharen (in de wei brengen) van vee verlaat. Bij een geringere ontwatering neemt ook de bedrijfszekerheid gedurende het weideseizoen af, met name in het voorjaar, omdat er meer dagen optreden dat er niet, of niet optimaal op het land gewerkt kan worden. In het najaar zal het vee gemiddeld eerder opgesteld moeten worden waardoor het najaarsgras minder kan worden benut. Met uitzondering van langdurige natte perioden, zal de invloed op de grasgroei en bewerkbaarheid in de zomerperiode beperkt zijn. Wel is er kans op uitgestelde maaidata en wat leidt tot zwaardere grasopbrengsten, lagere voederwaarde en hergroeivertraging.

Maaigegevens wijzen uit dat grasgroei en daarmee de bruto droge stofopbrengst door hoge grondwaterstanden maar in beperkte mate afneemt (Hoving, pers. comm.). De verteerbaarheid van gras uitgedrukt in Voeder Eenheden Melk (VEM) en Darm Verteerbaar Eiwit (DVE) nemen wel duidelijk af. Dit wordt veroorzaakt door een stijging van het aandeel minder gewenste grassoorten door de onvoldoende drooglegging. De voederwaarde, de opname van gras door het melkvee en de melkgift neemt daardoor af.

De drooglegging is, in samenhang met de aanwezige verkavelingstructuur, in hoge mate bepalend of een voldoende rationalisatie van de bedrijfsvoering mogelijk is. Een eventuele peilverhoging heeft negatieve gevolgen voor de kwalitatieve grasopbrengst, de melkproductie en de mogelijkheden voor de noodzakelijke rationalisatie. Deze rationalisatie is noodzakelijk voor een toekomstgerichte melkveebedrijf dat is aangepast aan het marktgerichte Europese beleid. Een hogere productie per mens zou gerealiseerd kunnen worden door bijvoorbeeld op de machine- en arbeidskosten te besparen.

Alterra, Praktijkonderzoek (P-ASG) en Plant Research International (PRI) hebben veel kennis en gegevens op het gebied van de effecten van veranderend waterbeheer op landbouwkundige opbrengsten. In het recente Waterpas-project hebben zij kennis op dit gebied geïntegreerd in het zogenaamde Waterpas-model (de Vos *et al.*, 2004). Het Waterpas-model is in staat om de effecten van grondwaterstandsdynamiek (op dagbasis) op grasgroei te beschrijven. Er is nu een prototype beschikbaar waarin de relaties tussen waterbeheer, grasgroei en graslandgebruik zijn geïntegreerd. Voor de bedrijfseconomische analyse is een nabewerking nodig met het bedrijfseconomische programma BedrijfsBegrotingProgrammaRundvee (BBPR). Er zijn enkele voorbeeldberekeningen met het Waterpas-model uitgevoerd voor zowel nat- als droogteschade. De stap die nu genomen gaat worden is om het Waterpas-model en BBPR toe te passen voor een voorbeeldbedrijf in het veenweidegebied.

1.3 Uitgangspunten

We zullen aangeven welke uitgangspunten we gekozen hebben om voor de specifieke situatie van het veenweidegebied Zegveld en Oud-Kamerik de effecten van peilbeheer op de landbouwkundige bedrijfsvoering te bepalen. De analyse wordt uitgevoerd voor melkveebedrijven in het veenweidegebied, waarbij wij uitgaan van een toekomstgericht melkveebedrijf met een voldoende hoge mechanisatiegraad om in de nabije toekomst concurrerend te kunnen werken op de Europese markt. We definiëren een voorbeeldbedrijf dat representatief is voor het veenweidegebied, dat wil zeggen dat de resultaten van dit voorbeeldbedrijf vertaald kunnen worden naar andere bedrijven zonder dat er ingewikkelde opschalingsregels nodig zijn. Voor het voorbeeldbedrijf kunnen de effecten van de verschillende peilbesluiten worden doorgerekend. In onze modelberekeningen zullen we bij de calibratie zoveel mogelijk gebruik maken van praktijkcijfers. Dit houdt in dat we naar de gewasopbrengsten kijken, en zo goed mogelijk de graskwaliteit en de werkelijke voederwaarde meenemen. Tevens berekenen we kosten van de moderne mechanisatie en drukken het netto-resultaat uiteindelijk uit in euro's per hectare, zodat we ook de effecten van de verschillende peilbesluiten in euro's per hectare kunnen uitdrukken.

Voor dit voorbeeldbedrijf worden de effecten doorgerekend van de voorgestelde peilen ten opzichte van de uitgangssituatie zoals afgesproken in de toenmalige CLC voor de diepe veenweidegebieden, bij een gemiddelde drooglegging van 60 cm en de daarbij behorende inrichting

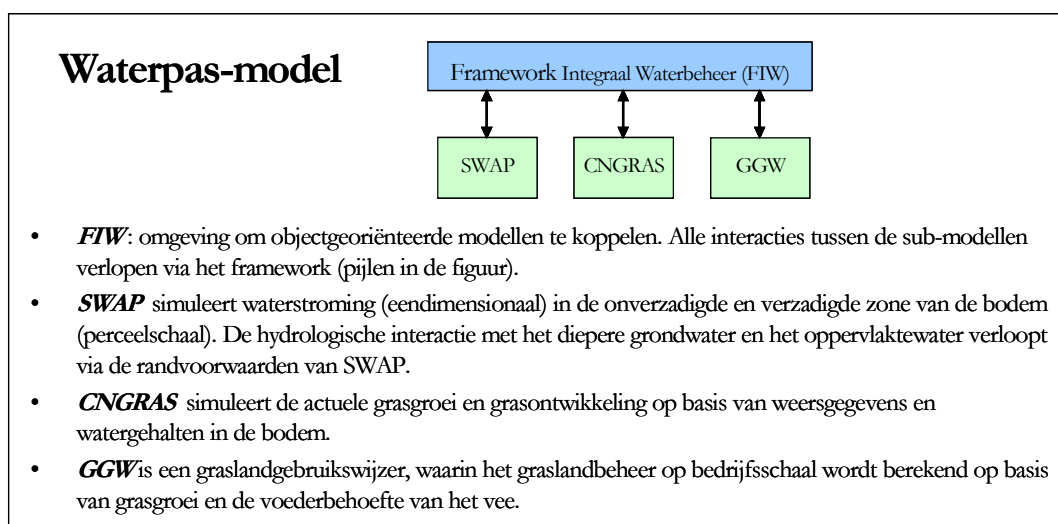
1.4 Opbouw van het rapport

We beschrijven in hoofdstuk 2 eerst de algemene filosofie van ons modelinstrumentarium. In hoofdstuk 3 geven we een beschrijving van de uitgangspunten voor een voorbeeldbedrijf. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de gegevens van het proefbedrijf Zegveld gebruikt om onze modellen voor watertransport en gewasgroei te calibreren en evalueren. Op basis van deze resultaten wordt besloten met welke variant van het Waterpas-model we de bedrijfsberekeningen gaan uitvoeren. In hoofdstuk 5 wordt het toekomstgericht voorbeeldbedrijf gedefinieerd en worden de bedrijfsberekeningen voor twee slootwaterpeilen uitgevoerd. Deze resultaten worden in hoofdstuk 6 vergeleken met resultaten uit de HELP-tabel. In hoofdstuk 7 trekken we de conclusies.

2 Waterpas en BBPR

2.1 Waterpas

Het Waterpas-model integreert de kennis van Alterra, Plant Research International en de Praktijkonderzoek ASG van Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR) op het gebied van water, landbouw en milieu. De wetenschappelijke basis wordt gevormd door gekoppelde modellen (Figuur 1), waarin op bedrijfsniveau een systeembenadering wordt gebruikt waarin waterstroming en gewasgroei geïntegreerd worden beschreven. Invoergegevens voor de modelberekeningen zijn nodig met betrekking tot bodem, gewas, waterbeheer, weer en graslandgebruik. Er is gekozen voor een modelbenadering waarin een perceel als ééndimensionale kolom wordt beschreven, waarbij het peilbeheer doorwerkt via de hydrologische onderrandvoorwaarden. Kavelsloten en stuwen binnen een bedrijf worden niet direct gemodelleerd, maar hebben indirect effect door een veranderende randvoorwaarde. Het graslandgebruik, grasgroei en waterbeheer worden op dagbasis beschreven. Een bedrijf bestaat uit meerdere percelen (eventueel van verschillende grootte), welke via de bedrijfsvoering aan elkaar gerelateerd zijn. Met de gekoppelde modellen kunnen een groot aantal hydrologische, meteorologische en bedrijfssituaties worden doorgerekend. Met deze gegevens kunnen dan voor voorbeeldbedrijven berekeningen worden uitgevoerd. Het huidige Waterpas-model is ontwikkeld voor gespecialiseerde melkveebedrijven. Bij de toepassing van het Waterpas-model voor de situatie in het veenweidegebied van Zegveld – Oud-Kamerik zullen we verder ingaan op de relevante aspecten van het model.



Figuur 1. Waterpas-model, opgebouwd uit bestaande submodellen die via het Framework Integraal Waterbeheer gekoppeld zijn. Voor ieder perceel worden aparte invoergegevens gebruikt en deze percelen zijn op bedrijfschaal via het graslandbeheer (GGW) aan elkaar gerelateerd.

2.1.1 SWAP

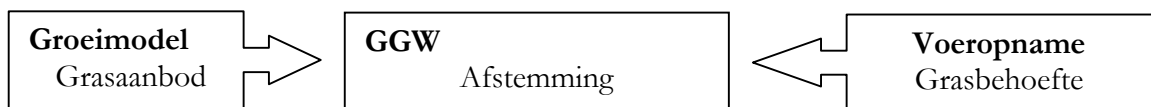
SWAP is een simulatiemodel, waarmee op veldschaal het verticale transport van water, stoffen en warmte in de onverzadigde en verzadigde zone van de bodem berekend kan worden (van Dam *et al.*, 1997). In deze studie wordt de hydrologie van een bedrijf voorgesteld door per perceel één SWAP-kolom te nemen die aan één oppervlaktewaterpeil is gekoppeld. Per perceel wordt de verdamping gesimuleerd op basis van de gewasgroei, verdampingsvraag vanuit de atmosfeer en de actuele drukhoogte van het water in de wortelzone. De hydraulische eigenschappen van de bodem worden beschreven met behulp van de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken voor de diverse bodemlagen. De grondwaterstand wordt door SWAP berekend als resultante van de percolatie of capillaire opstijging, de drainageflux naar het oppervlaktewatersysteem en de kwel of wegzijging naar de diepere ondergrond.

2.1.2 CNGRAS

CNGRAS (Conijn, 2004) is een dynamisch simulatiemodel voor de berekening van droge stof-, koolstof-, stikstof- en waterstromen in grasland op perceelsniveau. In de koppeling met het Waterpas-model wordt alleen het grasgroeigedeelte gebruikt en zijn andere onderdelen van CNGRAS voorlopig niet gebruikt, met name de bodemgerelateerde stikstof- en organische stofmodules. Als invoer voor het model zijn nodig: dagelijkse weersgegevens, planteigenschappen en managementkeuzes ten aanzien van het beheer van het grasperceel.

2.1.3 Graslandgebruikswijzer (GGW)

De Graslandgebruikswijzer is een expertmodel waarmee het graslandgebruik van een melkveebedrijf gesimuleerd kan worden (zie: GGP, 2000). Dit gebeurt op een manier zoals ook in de praktijk plaatsvindt. Een veehouder probeert het grasland zo te gebruiken dat het vee gedurende het gehele groeiseizoen geweid kan worden, en zal streven om ook voldoende gras te oogsten voor de winterperiode. Het model GGW maakt een gebruiksplan voor alle graspercelen van een bedrijf, waarbij de voederbehoefte van het vee en het grasaanbod van de betreffende percelen op het bedrijf zo goed mogelijk op elkaar worden afgestemd. GGW gebruikt gegevens uit enerzijds een groeimodel, waarmee het grasaanbod op snedebasis wordt berekend, en anderzijds de grasbehoefte van de veestapel (Figuur 2).



Figuur 2. De Graslandgebruikswijzer (GGW) gebruikt voor het simuleren van graslandgebruik modellen die het grasaanbod en de grasbehoefte van een veestapel berekenen

De voeropname wordt bepaald op basis van resultaten van berekeningen met het Koemodel (Hijink en Meijer, 1987), waarmee de individuele voerbehoefte van het vee wordt berekend; het Melkveemodel (Mandersloot en van der Meulen, 1991) om de opbouw van de melkveestapel te bepalen; en het Jongveemodel (Mandersloot, 1989) om de opbouw van de jongveestapel te bepalen. In het Waterpas-model is het grasgroeimodel CNGRAS aan GGW gekoppeld, omdat dit model op dagbasis het grasaanbod berekent als functie van de dagelijkse weergegevens en het watergehalte in de bodem.

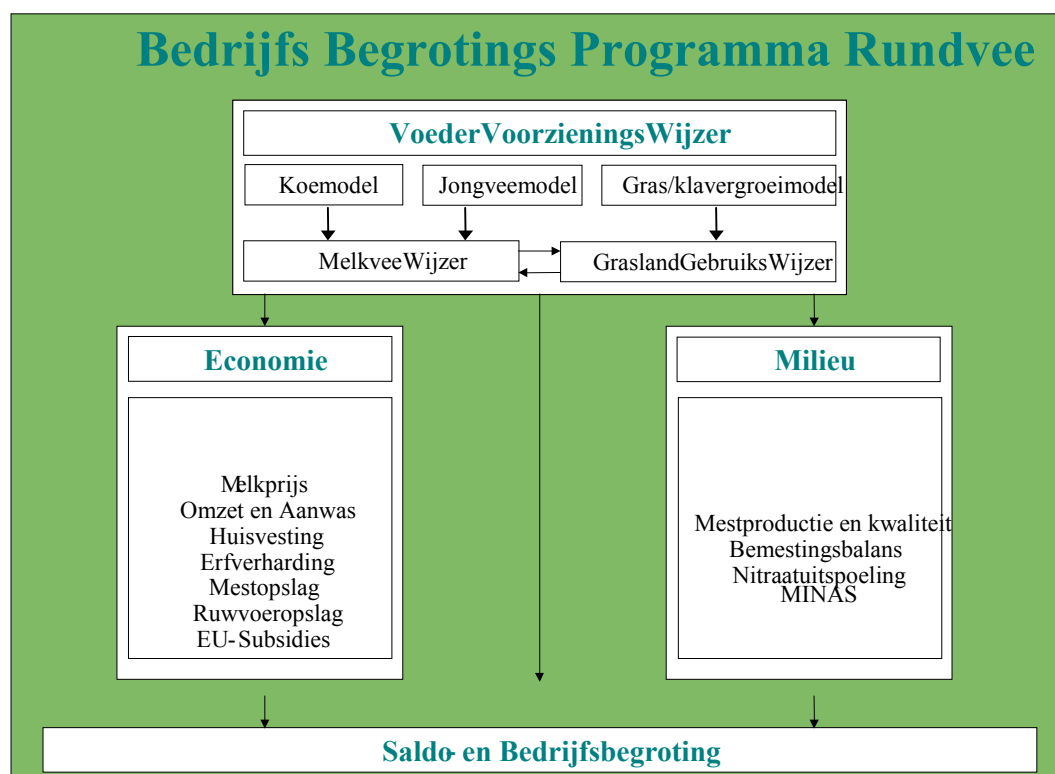
GGW maakt een planning van het perceelsgebruik op dagbasis, waarbij wordt uitgegaan van het basisprincipe dat maaien in dienst staat van de beweiding (Werkgroep Normen voor de Voedervoorziening, 1991). Dit betekent, dat alleen het gras dat niet nodig is voor beweiding wordt gemaaid ten behoeve ruwvoerwinning. GGW maakt een perceelskeuze op basis van een puntenaantal dat per perceel (gebruikswaarde), met als eerste doel: beweiding. Daarbij is de planningshorizon niet beperkt tot één beweiding, maar wordt gekeken naar een reeks van beweidingen. Het perceel met de best scorende reeks wordt beweide. De punten worden toegekend op basis van criteria, zoals het gewenste opbrengstniveau, de gerealiseerde groeiduur, het gebruik van de vorige snede en het aantal dagen weiden. Naast de gemiddelde score die een perceel behaalt, wordt het perceelsgebruik binnen GGW ook gestuurd door de variatie in grasaanbod tussen percelen en de voorraad van grasaanbod. Dit zijn factoren die op langere termijn bepalend zijn voor het al of niet kunnen blijven weiden van vee.

De draagkracht van de bodem is sterk bepalend voor het graslandgebruik. Percelen met een onvoldoende draagkracht zullen zo mogelijk gemeden worden. Dit kan betekenen dat het vee in het voorjaar noodgedwongen later in de wei gaat, of gedurende het groeiseizoen tijdelijk opgesteld wordt, of in het najaar eerder naar binnen gaat. Wanneer de draagkracht onvoldoende is, wordt de zode door vee vertrapt of door veldwerkzaamheden sterk beschadigd. Dit is zowel op korte, als op lange termijn zeer nadelig voor de productiviteit en de bewerkbaarheid van de zode. GGW is in ten behoeve van het Waterpas-model uitgebreid met een draagkrachtfunctie, zodat het graslandgebruik ook hierop gestuurd wordt. Gegevens over drukhoogte om de draagkracht te bepalen, worden binnen het Waterpas-model door SWAP geleverd. In de gebruiksplanning van GGW worden de percelen met een onvoldoende draagkracht niet geweid en gemaaid. Zodra de drukhoogte lager wordt en de draagkracht weer voldoende is, worden deze percelen wederom in de planning meegenomen. Momenteel wordt er in GGW nog geen onderscheid gemaakt tussen de benodigde draagkracht bij berijden en beweiden. Als koeien eenmaal in een perceel zijn ingeschaard worden ze gedurende deze beweiding niet meer vervroegd

uit dit perceel gehaald, indien de draagkracht tijdens deze beweiding onder de kritische waarde komt. In de nieuwe aangepaste versie van GGW die we in dit project toepassen, worden voor het eerst de effecten van onvoldoende draagkracht meegenomen, zoals beweidingsverliezen die nu afhankelijk zijn van de draagkracht.

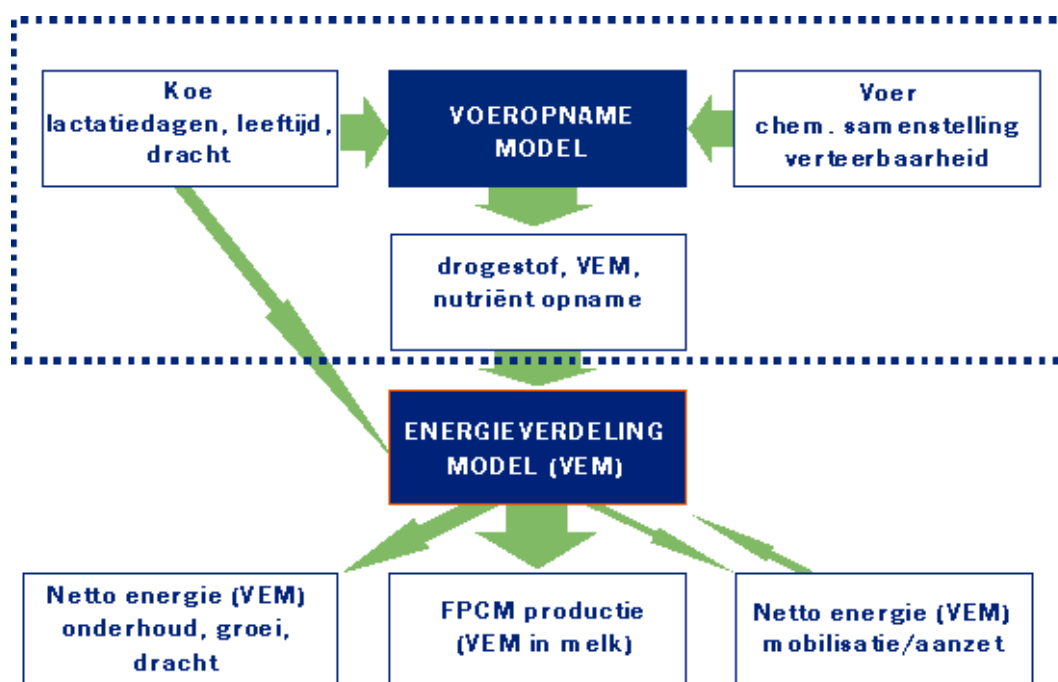
2.2 BBPR

Het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundvee (BBPR) is een pakket van technische modellen, ontwikkeld voor het berekenen van een bedrijfsbegroting (Mandersloot *et al.*, 1991). Het model GGW maakt onderdeel uit van BBPR (Figuur 3).



Figuur 3. BedrijfsBegrotingsProgramma Rundvee (BBPR); overzicht van de opbouw en onderlinge samenhang van de deelmodellen

Op basis van de grasgroei, de veebezetting en het beweidingssysteem voor de verschillende diersoorten wordt het graslandgebruik gesimuleerd. In de Waterpas-toepassing wordt de grasgroei berekend door CNGRAS. In de eerste versie van het Waterpas-project, was BBPR opgebouwd als in bovenstaand schema is weergegeven. In 2003 is de GraslandGebruiksWijzer (GGW) binnen BBPR vervangen door de VoederVoorzieningsWijzer (VVW) (van der Kamp *et al.*, 2003). In VVW worden grasgroei, graslandgebruik en voerbehoefte/-opname op elkaar afgestemd. De voeropname en melkproductie worden berekend met het herziene Koemodel (Zom, 2002). Dit is een rekenmodel waarmee de voeropname en uiteindelijk de melkproductie van melkkoeien kan worden voorspeld. Bij de ontwikkeling van het Koemodel zijn resultaten van veel voederproeven gebruikt, zodat allerlei rantsoenen en prestaties kunnen worden gesimuleerd. Het Koemodel bestaat uit twee afzonderlijke delen. Het eerste deel voorspelt de voeropname op basis van voerfactoren (zoals chemische samenstelling en verteerbaarheid) en koefactoren (zoals lactatiestadium, leeftijd en dracht). Als de voeropname bekend is, kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Het tweede deel voorspelt de verdeling van de opgenomen energie over onderhoud, dracht, gewichtontwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4. Koemodel (Zom, 2002), met een schematische weergave van de voeropname en energieverdeling

3 Bedrijfsopzet voorbeeldbedrijf

Het voorbeeldbedrijf is een fictief toekomstgericht bedrijf dat marktgericht produceert, maar gebonden is aan de beperkingen die de typische verkavelingstructuur en ontwaterings situatie in het veenweidegebied met zich meebrengen. De lange smalle percelen, met een lengte van 300 m en een breedte van 40 á 45 m, brengen extra kosten met zich mee voor bewerking en slootonderhoud, en door randverliezen. Dergelijke perceelvormen zijn voor een moderne bedrijfsvoering niet optimaal. Het verbreden van de percelen bij een drooglegging van 60 cm of minder zou het grasland nog sterker vernatten, met negatieve gevolgen voor graslandgebruik en het netto rendement. Bovendien is vanuit het oogpunt voor het behoud van het karakteristieke veenweidelandschap herverkaveling ongewenst. Wij gaan in deze studie dus uit van de bestaande verkaveling.

De bedrijfskengetallen van het voorbeeldbedrijf worden gegeven paragraaf 3.1. Gezien de gevoeligheid van het bedrijfsresultaat voor de verhoogde bewerkingskosten, worden in paragraaf 3.2 de specifieke kosten voor loonwerk en de benodigde taaktijden (arbeid) toegelicht. Gegevens over grasgroei, voederwaarde en graslandgebruik op het Praktijkcentrum Zegveld, worden in paragraaf 3.3. gepresenteerd. Deze gegevens zullen worden gebruikt om modeluitkomsten van Waterpas te valideren en vormen het uitgangspunt voor de scenario-berekeningen voor het voorbeeldbedrijf.

3.1 Bedrijfskengetallen

Een overzicht van de bedrijfskengetallen van het voorbeeldbedrijf is gegeven in Tabel 1.

Het bemestingsniveau voor de stikstof, fosfaat en kalium is in het veenweidegebied afhankelijk van de ontwateringsdiepte (Tabel 2). Bij een diepere ontwatering warmt de bodem in het voorjaar sneller op en komt de levering van nutriënten door mineralisatie eerder op gang waardoor op jaarbasis kan worden volstaan met lagere giften.

Tabel 1. Bedrijfskentalen- en -karakteristieken voor het voorbeeldbedrijf

Kentalen voorbeeldbedrijf	
Bedrijfsoppervlakte	40 ha
Perceelsgrootte	1,2 ha
Huiskavel	80%
Melkquotum	500.000 liter
Aantal koeien	62,5
Vervangingspercentage	25%
Aantal pinken	18
Aantal kalveren	20
Productie per koe	8000 liter
Beweidingssysteem	onbeperkt weiden
Inscharen	
Overgangperiode voorjaar	10 dagen
Overgangperiode najaar	30 dagen
Beweidingsduur overgangperiode	8 à 10 uur
Bijvoeding gedurende het weideseizoen	-
Schatting hoeveelheid drijfmest per ha	40 m ³
Aankoop ruwvoer	-

Tabel 2. Bemesting op proefbedrijf Zegveld voor een hoog (35 cm –mv) en een laag (60 cm –mv) slootpeil; jaarlijks gemiddeld over de periode 2001 t/m 2003

	Hoog peil (35 cm –mv)	Laag peil (60 cm –mv)
Stikstofjaargift (kg N/ha)	215	200
Fosfaatjaargift (kg P ₂ O ₅ /ha)	71	64
Kaliumjaargift (kg K ₂ O/ha)	296	262

3.2 Bewerkingskosten

De loonwerktarieven van 2003 worden als basis voor onze berekeningen gebruikt. De gepresenteerde kosten zijn volledig gerelateerd aan de uitgangspunten van het voorbeeldbedrijf en kunnen niet zonder meer als algemeen geldend worden overgenomen. Daarvoor zou een gevoeligheidsonderzoek moeten worden uitgevoerd. Om de verschillen tussen de twee slootpeilen te bepalen zijn deze cijfers juist wel geschikt, omdat alle overige omstandigheden gelijk gehouden worden.

3.3 Gegevens veldexperimenten en graslandgebruik Zegveld

Graslandgebruik

In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van enkele karakteristieke tijdstippen van de activiteiten bij graslandgebruik te Zegveld. Deze gegevens zullen later gebruikt worden om te evalueren of onze simulaties van graslandgebruik voldoende overeenstemmen met de praktijk.

Tabel 3. Gemiddelde, vroegste en laatste tijdstip van activiteiten bij graslandgebruik te Zegveld in de periode 1989-2003

Ontwatering	Gegevens	Gemiddelde datum	Vroegste datum	Laatste datum
Laag peil	Eerste drijfmestgift	19-feb	1-feb	11-mrt
	Eerste kunstmestgift	9-mrt	23-feb	18-mrt
	Eerste inschaardatum melkvee	22-apr	7-apr	10-mei
	Laatste inschaardatum melkvee	3-nov	13-okt	20-nov
	Eerste maaidatum	3-mei	18-apr	22-mei
Hoog peil	Eerste drijfmestgift	8-mrt	12-feb	5-apr
	Eerste kunstmestgift	5-apr	3-mrt	1-apr
	Eerste inschaardatum melkvee	1-mei	13-apr	31-mei
	Laatste inschaardatum melkvee	23-okt	4-sep	8-nov
	Eerste maaidatum	6-mei	18-apr	26-mei

4 Calibratie modellen op basis van Zegveld-gegevens

De proefboerderij Zegveld is gesitueerd in het peilgebied Zegveld. Op dit bedrijf wordt reeds tientallen jaren onderzoek verricht naar de gevolgen van peilveranderingen op maaiveldddaling, grasgroei, vertrappingsverliezen en de duur van perioden met onvoldoende draagkracht voor maaien en/of begrazing (Schothorst, 1982a, 1982b; Van Wijk, 1984; Van Wijk *et al.*, 1988; Beuving *et al.*, 1989; Van den Akker *et al.*, 1993, Holshof *et al.*, 1994). In het kader van het project 'Fosfaatverliezen op grasland' (Van der Salm en Schoumans, 2000) is onderzoek gedaan naar de effecten van verschillende fosfaatverliesnormen. Er is een veldproef aangelegd waarin de fosfaatoverschotten gelijk waren aan 0; 20; en 40 kg P ha⁻¹ jaar⁻¹. Dit komt overeen met respectievelijk de milieukundige verliesnorm, de wettelijke verliesnorm voor akker- en grasland in 2003 en het landbouwkundig onvermijdbaar verlies voor het in stand houden van de bodemvruchtbaarheid. De fosfaatoverschotten zijn gecombineerd met stikstofoverschotten van 180 en 300 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹, hetgeen resulteerde in zes verschillende veldproeven. Het overschot van 180 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ is vastgesteld als de wettelijke verliesnorm voor grasland in 2003 en 300 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ is het overschot dat gebruikelijk is bij toepassing van goede landbouwpraktijk (GLP). Informatie over het verloop van grondwaterstand, grasproductie (drogestof-opbrengsten), oogsttijdstippen en graslandmanagement in deze proeven te Zegveld zullen worden gebruikt om de betrouwbaarheid van het Waterpas-model voor graslandgebruik in het veenweidegebied te testen.

4.1 Parametrisatie SWAP

In deze paragraaf wordt de hydrologie van Zegveld beschreven en worden de parameters van het model SWAP gecalibreerd. Voor 2 percelen met elk 6 proefvelden die zijn beschreven in Van der Salm en Schoumans (2000) zullen de gegevens worden gebruikt. We geven eerst aan welke aannamen en initiële waarden we hebben gebruikt en zullen vervolgens bij de calibratie van SWAP laten zien hoe we tot de definitieve parametrisatie komen.

Bodemfysische eigenschappen

De bodemfysische eigenschappen voor Zegveld zijn ontleend aan de Staringreeks (Wosten *et al.*, 2001). Voor de bovengrond (30 cm dik) zijn de karakteristieken van kleilig veen (type B18) gebruikt en voor de ondergrond de karakteristieken van mesotroof en eutroof veen (type O17). Deze bodemfysische karakteristieken zijn representatief voor de veengrond te Zegveld en beschrijven het watervasthoudend vermogen en de doorlatendheid van de grond.

Bewortelingsdiepte

De beworteling van gras op veengrond blijft beperkt tot de bovengrond. Daarom wordt in de Waterpas-simulaties aangenomen dat 99% van de beworteling aanwezig

is in de bovenste 20 cm van de bodem. Dit is van belang voor de mate van wateropname door de wortels, met name in droge perioden.

Weersgegevens

De simulaties ten behoeve van de calibratie voor het proefbedrijf Zegveld worden uitgevoerd voor de jaren 1997 t/m 2002. Voor deze periode zullen de dagelijkse neerslag van Zegveld en de daggegevens van de referentiegewasverdamping van De Bilt worden gebruikt.

Oppervlaktewaterpeilen

Er zullen calibraties en berekeningen worden uitgevoerd voor percelen met een hoog slootpeil van 30 cm –mv en een laag slootpeil van 65 cm –mv, met gedurende het gehele jaar vaste peilen.

Hydrologische onderrandvoorwaarden

Door Haskoning zijn voor het peilgebied Zegveld en wijde omgeving berekeningen uitgevoerd met het grondwaterstromingsmodel Triwaco (Heijkers, pers. comm.). Met behulp van het daarvan afgeleide GIS-bestand van de verticale stroming door de onderkant van het afdekkend pakket is voor Zegveld een kwel van 0,2 mm/d afgeleid.

Relatie grondwater-oppervlaktewater

Als beginwaarden voor de drainageweerstand van de sloot is 200 d gekozen en voor de infiltratieweerstand 400 d.

De greppels kunnen alleen draineren, en hebben een bijbehorende initiële weerstand van 50 d.

Berging op het maaiveld

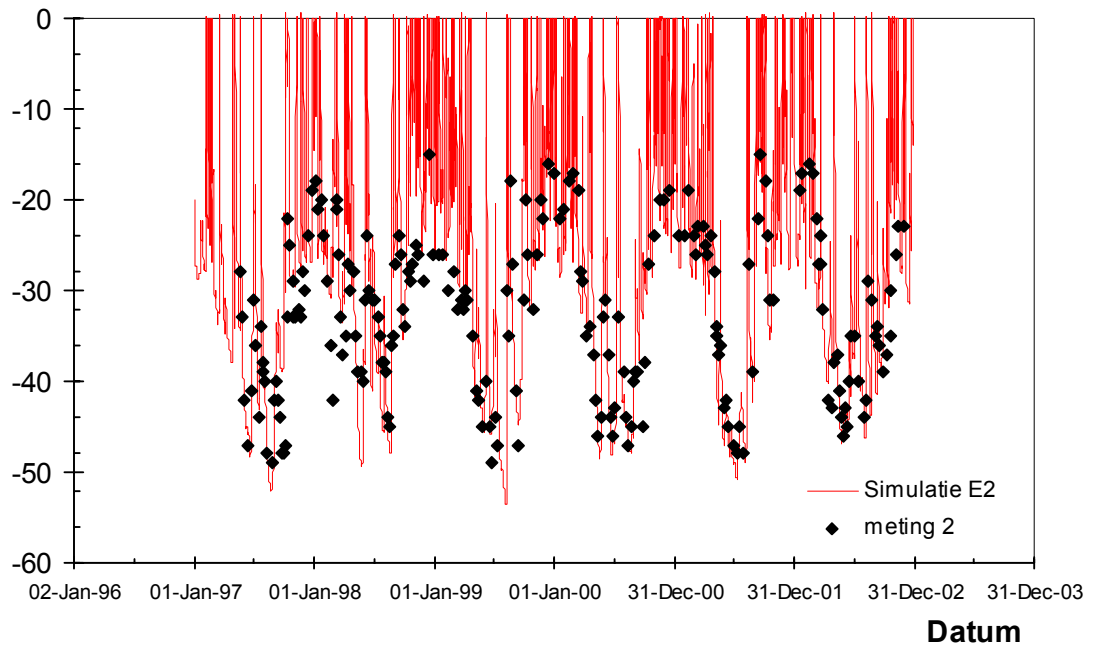
Als de grondwaterstand stijgt tot in het maaiveld of als de neerslagintensiteit hoger is dan de infiltratiecapaciteit komt er water op het land te staan. De maximale inhoud van dit reservoir ‘zichtbaar grondwater’ is 0.1 mm. Al het meerdere wordt direct als oppervlakte-afvoer (runoff) naar de ontwateringsmiddelen afgevoerd.

4.1.1 Calibratie hoog peil

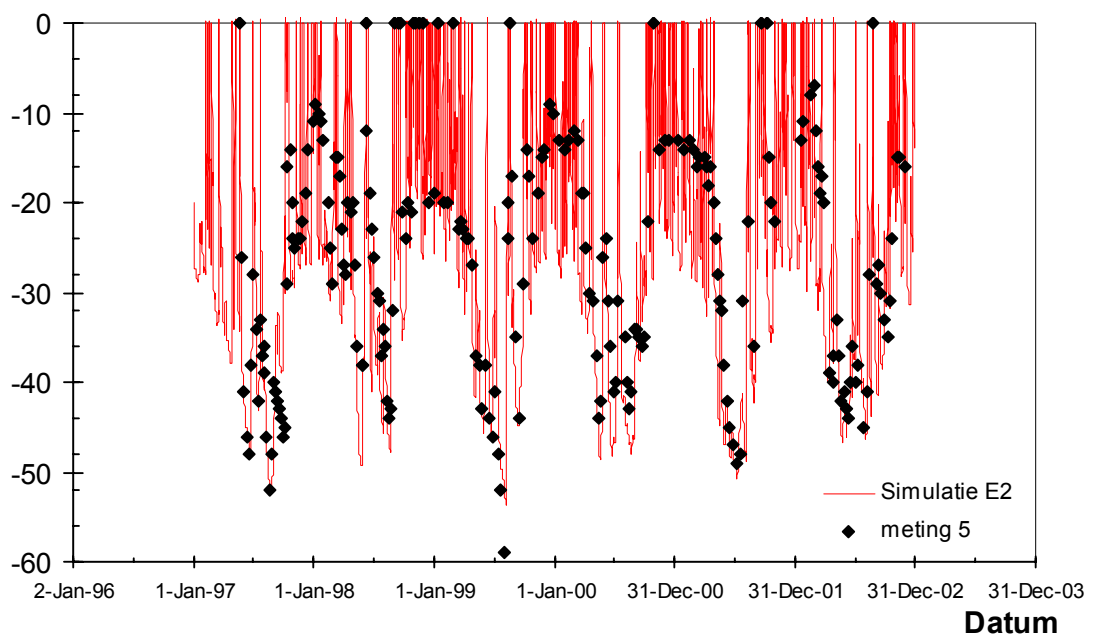
Voor de zes proefvelden met een hoog peil (Z1 t/m Z6) met peilbuizen 1 t/m 6 zijn de gemeten grondwaterstandsverlopen vergeleken met de simulatieresultaten van SWAP. In Bijlage 1 zijn alle resultaten van voor de SWAP-simulaties gepresenteerd. De initiële simulatie (B) is uitgevoerd met een drainageweerstand van 200 d, een infiltratieweerstand van 400 d, een slootpeil van 35 cm –mv en 0,0 mm/d kwel (informatie over kwel was nog niet beschikbaar). Vervolgens zijn er een aantal SWAP-simulaties zijn uitgevoerd om de voornaamste sturende variabelen voor het gesimuleerde grondwaterstandsverloop te bepalen. Deze simulatieresultaten gaven duidelijk aan dat voor een verbeterde grondwaterstands simulatie een aanpassing van de drainage- en infiltratieweerstanden noodzakelijk was. In de resulterende simulatie E2 zijn de drainage- en infiltratieweerstanden verlaagd tot respectievelijk 100 d en

100 d. In deze simulatie E2 is de kwel 0,2 mm/d. Op basis van de metingen in buis 6 (Bijlage 1) is in het vervolg uitgegaan van een slootpeil van 30 cm -mv. Figuur 5 laat zien dat de overeenstemming tussen de gemeten grondwaterstandsverlopen (metingen 2 en 5) en de gesimuleerde grondwaterstandsverloop nu goed is. Deze grote verbetering in de simulatieresultaten wordt met name verklaard door de verlaging van de infiltratieweerstand. In de droge periodes tijdens de zomer vindt er nu in de simulaties relatief veel infiltratie plaats: 6-jarig gemiddelde van 140 mm/jaar. Uit oude experimenten bleek dat er in droge jaren wel infiltratie tot zo'n 200 mm per jaar is gemeten te Zegveld (Pankow *et al.*, 1985). Ook het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (Heijkers, pers. comm.) bevestigde dat er in de zomer een aanzienlijke aanvoer van water is.

Grondwaterstand (cm)



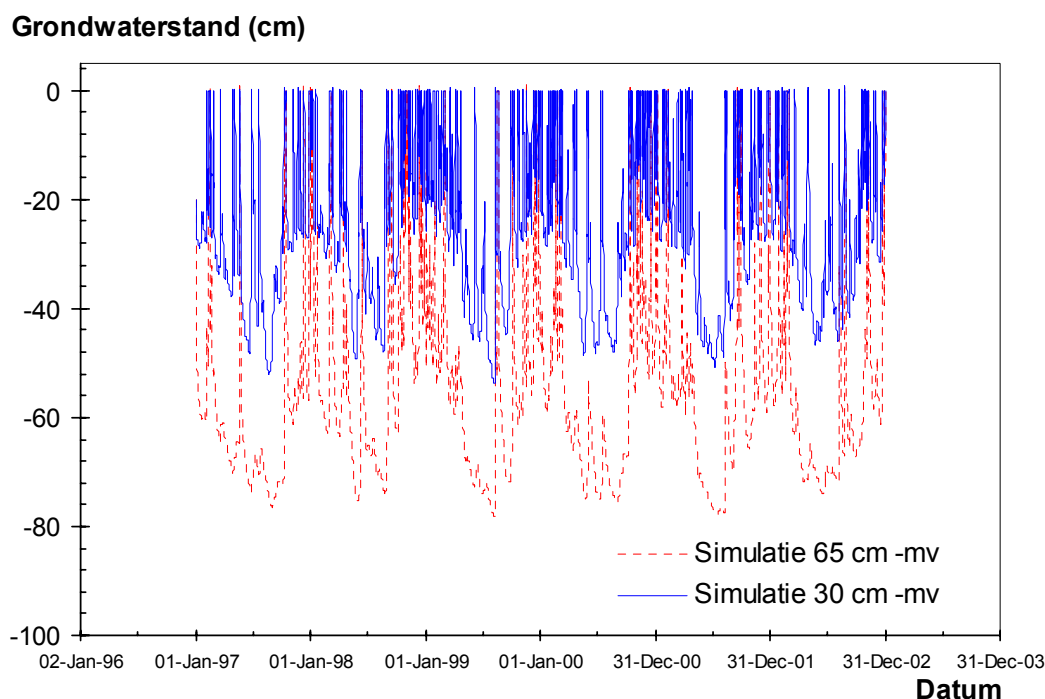
Grondwaterstand (cm)



Figuur 5. Grondwaterstanden bij hoog slootpeil van 30 cm -mv; meetgegevens (meting 2 en 5) en modelberekeningen E2 met SWAP voor de periode 1997-2002. N180 geeft de stikstof overschot, P40 het fosfaat-overschot en Z2 en Z5 de meetposities aan in de proeven van Van der Salm en Schoumans (2000)

4.1.2 Evaluatie laag peil

De SWAP-simulaties zijn ook uitgevoerd met een laag slootpeil van 65 cm –mv. Overige invoergegevens en randvoorwaarden zijn identiek aan die bij het hoge slootpeil. De simulatieresultaten kunnen niet vergeleken worden met die van gemeten grondwaterstandsverlopen bij laag slootpeil (gegevens niet beschikbaar) op het perceel, maar wel met de simulaties van het hoge slootpeil. Zoals te verwachten is daalt de grondwaterstand in de zomer ongeveer even sterk als de peilverlaging van 35 cm. In de winter is de gemiddelde grondwaterstand ook aanzienlijk lager maar er zijn nog steeds regelmatig uitschieters tot aan het maaiveld (Figuur 6).



Figuur 6. Gesimuleerde grondwaterstanden bij een slootpeil van 65 cm –mv en 30 cm –mv voor de periode 1997-2002

De bodemfysische eigenschappen en hydrologische parameters en randvoorwaarden die behoren bij simulatie E2 zullen worden gebruikt voor verdere simulatie van de peilvarianten.

4.2 Grasgroeiberekeningen

4.2.1 Groeiberekeningen met CNGRAS

De berekening van de drogestof-opbrengst door het model CNGRAS is gecalibreerd en gevalideerd met behulp van proefveldgegevens. Hiervoor is wederom de proef op proefbedrijf Zegveld gebruikt, waarbij alleen de opbrengstgegevens van een relatief

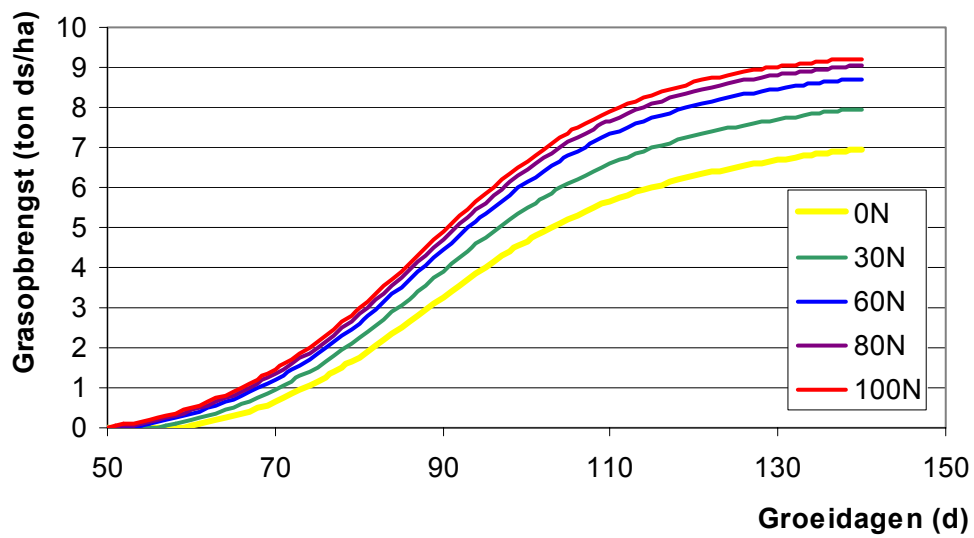
droog jaar (1997) en een nat jaar (1998) zijn geselecteerd (zie Bijlage 2). De proef op Zegveld betrof een stikstof (N)- en fosfaat (P)-trappenproef (2 N- en 3 P-niveaus; Middelkoop *et al.*, 2004), waarvan één behandeling is uitgekozen ten behoeve van de calibratie. Deze behandeling komt het beste overeen met de situatie op het voorbeeldbedrijf waarvoor de scenarioberekeningen zijn gepland (N-gift = 200 – 215 kg N/ha, P-gift = 64 -71 kg P₂O₅/ha.). In de proef werd gedurende het jaar afwisselend gemaaid en beweid en de opbrengst werd in beide gevallen gemeten door 4 stroken uit te maaien van het veldje. Beweiding vond door pinken plaats.

In deze toegepaste studie is ervoor gekozen om alleen het cumulatieve grasaanbod per jaar en het N-gehalte (gemiddeld over het jaar) van het grasaanbod te gebruiken bij de calibratie. Door de waarden van invoerparameters aan te passen (te calibreren) wordt getracht een zo goed mogelijke overeenkomst tussen modelberekening en veldgegevens te verkrijgen.

De gewasgroei kon voor 1997 en 1998 niet goed genoeg gesimuleerd worden (zie Bijlage 2). De praktijkopbrengst in de eerste snede bedraagt in 1998 4461 kg ds/ha. Deze opbrengst kon door CNGRAS niet goed gesimuleerd worden. De vroege, hoge praktijkopbrengst kan een effect zijn van de vroege bemesting in het begin van het groeiseizoen. Effecten van bemesting zijn nu nog niet meegenomen in het Waterpas-model. Verder lijkt de hergroei na beweiding in CNGRAS te hoog, waardoor in het jaar 1997, waarin meer beweid wordt dan in 1998, een te hoge gewasopbrengst wordt berekend. Onze conclusie is dat we binnen dit project niet verder de interactie tussen nutriëntenbeschikbaarheid, waterbeschikbaarheid en gewasgroei kunnen analyseren. Aangezien we weten dat voor het veenweidegebied de draagkracht van de bodem bepalend zal zijn voor de bedrijfsvoering, hebben we besloten om de gewasontwikkeling in het vervolg van dit project te beschrijven met gemiddelde groeicurves met behulp van het grasgroeimodel GRAMIN dat in GGW en VVW wordt gebruikt.

4.2.2 Grasgroeimodel GRAMIN

Het grasgroeimodel GRAMIN beschrijft het groeiverloop (droge stofopbrengst) van gras (boven 4 cm stoppel) op snedebasis. Het is een empirisch model, gebaseerd op groeiverloopprouwen uit de jaren 70 (Wieling en de Wit, 1987), op basis van een sigmoïde curve (Figuur 7). De groeiparameters worden geschat door middel van regressie, waarbij de stikstofgift en groeidag (kalenderdag) als verklarende variabelen zijn gebruikt. De effecten van een zware voorgaande snede (hergroeivertraging), stikstofnawerking, stikstoflevering uit de bodem en droogte en grondwatertrap (de Wit, 1987; Vellinga, 1989) zijn in de curves meegenomen.



Figuur 7. Een voorbeeld van het geschatte groeiverloop van de eerste snede op een veengrond bij Gt II bij 5 verschillende stikstofgiften (onbemest, 30, 60, 80 en 100 kg N / ha). De start van de groei is op 1 maart

5 Effecten van verschillende peilvarianten

Dit hoofdstuk beschrijft een uitgebreide Waterpas-BBPR-berekening van de effecten van de twee slootwaterpeilen, 40 en 60 cm –mv, voor het voorbeeldbedrijf in het veenweidegebied Zegveld - Oud-Kamerik. Om de prestaties van dit voorbeeldbedrijf te kunnen vergelijken met andere referentiesituaties worden ook eenvoudigere BBPR-berekeningen uitgevoerd voor een vergelijkbaar bedrijf op een kleigrond, waar geen nat- en droogteschade optreedt, en een schatting voor een melkveebedrijf in het Friese veenweidegebied met een andere verkaveling en een diepere ontwatering van 90 cm –mv. Het “optimale” melkveebedrijf op kleigrond kan tevens als referentie worden gebruikt bij de latere vergelijking met de HELP-tabel.

5.1 Definitie van de weerjaren en hydrologische randvoorwaarden

Om de effecten van verschillende peilbesluiten te kunnen aangeven is het noodzakelijk een klimaatrepresentatieve reeks door te rekenen. Idealiter moet hiervoor de reeks 1971-2000 worden gebruikt. In de praktijk is het gangbaar een kortere reeks te nemen vanwege de winst in rekentijden en/of het niet beschikbaar hebben van alle benodigde weergegevens. In deze studie zijn de meteorologische gegevens van De Bilt voor 1 januari 1992 t/m 31 december 2001 gebruikt, met de dagelijkse neerslaggegevens van Zegveld.

Op basis van de kwelkaart zijn voor polder Mijdrecht en polder Zegveld peilvakgemiddelde kwelintensiteiten gebruikt van 0,2 mm/d (Heijkers, pers. comm.). De uiteindelijke hydrologische berekeningen zijn met het oorspronkelijke Waterpas-model uitgevoerd, waarbij werd geconstateerd dat er maar geringe verschillen in hydrologie tussen de verschillende percelen optraden. We hadden al gekozen voor een vereenvoudigde variant van het Waterpas-model door de gewasgroei te beschrijven met gemiddelde groeicurves met behulp van GRAMIN. Voor de berekeningen op de bedrijfsschaal is een koppeling gemaakt tussen de berekende drukhoogten met het SWAP-model uit Waterpas en de VoederVoorzieningsWijzer (VVW) uit BBPR. Dit houdt in dat voor alle percelen met dezelfde condities in de bodem is gerekend en dat deze condities alleen invloed hadden op de draagkracht van de bodem.

5.2 Berekeningen op bedrijfsniveau

Om de economische effecten van de peilveranderingen op het voorbeeldbedrijf in het Hollandse veenweidegebied te kunnen vergelijken met een andere situatie, wordt een vergelijking gemaakt met een melkveebedrijf dat gelegen is op een goede kleigrond (bijvoorbeeld Flevoland) en optimaal kan produceren door een ideale ontwatering en verkavelingstructuur. De uitgangspunten van de bedrijven op veen- en kleigrond staan in Tabel 4.

Tabel 4. Bedrijfsopzet voor voorbeeldbedrijven op veen- en kleigrond bij 100% grasland en bij maïsteelt op kleigrond, bij de verschillende slootwaterpeilen

	Veen 40 en 60 cm - mv	Veen 90 cm -mv	Klei gras	Klei gras/maïs
Oppervlakte grasland (ha)	40	40	40	28
Oppervlakte maïsland (ha)	-	-	-	12
Aantal koeien	62,5	62,5	62,5	62,5
Aantal stuks jongvee	38	38	38	38
Ontwatering	Greppels	Drainage	Drainage	Drainage
Onderheïing	Gebouwen, silo en kuilplaten	Gebouwen en silo	Gebouwen en silo	Gebouwen en silo
Loonwerk	Maaïen, inkuilen en mest uitrijden	Maaïen, inkuilen, mest uitrijden	Maaïen, inkuilen, mest uitrijden	Maaïen, inkuilen, mest uitrijden
Lengte sloten (km)	10	5	2	2
Lengte kavelpad (m)	1500	1000	1000	1000
Melkproductie per koe (ton)	8	8	8	8
Melkquotum (ton)	500	500	500	500
Perceelsbreedte (m)	42	60	60	60
Beweïding	onbeperkt	onbeperkt	onbeperkt	beperkt

Kleigrond met maïsteelt

Snijmaïsteelt is voertechneïsch en bedrijfseconomisch (maïspremie) aantrekkelijk, maar voor veengronden veelal uitgesloten, zeker bij relatief hoge slootpeilen, omdat door een geringe draagkracht geen zware oogstmachines ingezet kunnen worden. Dit wordt veelal als nadeel gezien en zodoende is de teelt van snijmaïs op het optimale kleibedrijf als extra variant meegenomen om het effect op het bedrijfsresultaat te kunnen berekenen (klei-gras/maïs). In de variant klei-gras/maïs is de oppervlakte grasland teruggebracht naar 28 hectare en wordt 12 ha snijmaïs geteeld. In de zomerperiode wordt op het kleibedrijf snijmaïs bijgevoerd, hetgeen leidt tot een betere eiwitbenutting. Vanwege het hogere bijvoedingsniveau wordt op dagbasis beperkt geweid.

Veengrond met slootpeil van 90 cm -mv

Als extra aanvulling op de berekeningen ten behoeve van peïlaanpassing op veengrond is ook een schatting uitgevoerd voor een veengrond met slootpeil -90 cm, corresponderend met de situatie in het Friese veenweïdegebied. Voor deze schatting zijn, evenals voor beide kleivarianten, geen Waterpas-berekeningen uitgevoerd. Er is een handmatige nabewerking uitgevoerd op de modeluitkomsten van veengrond met een slootpeil van 60 cm -mv en een optimale kleigrond met 100% gras. Voor de grasopbrengsten is uitgegaan van veengrond met een slootpeil van 60 cm -mv. De kosten voor arbeid, gebouwen, grond, kavelpaden en drainage zijn gebaseerd op de klei-variant. Voor de loonwerktarieven (uurbasis) is het gemiddelde genomen van veengrond met van 60 cm -mv en kleigrond met 100% grasland. De perceelsgrootte wordt ongeveer gelijk verondersteld met die op kleigrond, waardoor de bewerkingsduur van veldwerkzaamheden gelijk wordt verondersteld aan die op het kleibedrijf.

5.3 Uitgangspunten economische effecten

De verschillen in bedrijfsinkomen tussen de verschillende bedrijfsscenario's ontstaan door de extra kosten die gemaakt moeten worden op de "veenbedrijven". Omdat gekozen is voor bedrijven van gelijke omvang zijn de opbrengsten uit melkverkoop en omzet en aanwas van vee voor alle bedrijven gelijk.

De verschillen in kosten komen tot uitdrukking in drie hoofdonderdelen:

- vaste kosten
- graslanden voeding
- arbeid

Deze kosten zullen in de volgende paragrafen verder worden uitgewerkt.

5.3.1 Vaste kosten

Op veengrond moeten extra kosten worden gemaakt voor het onderheien van gebouwen, meststilo en kuilplaten (ruwvoeropslag). Omdat op kleigrond ook geheid moet worden, is voor het kleibedrijf gekozen voor een hogere vervangingswaarde van stal en meststilo wegens onderheiding (gelijk aan veen), maar is op het kleibedrijf de ruwvoeropslag niet onderheid.

Omdat de kavelform op veengrond ongunstiger is, is verhoudingsgewijs meer kavelpad nodig. Het kavelpad op veengrond is 1,5 keer zo lang verondersteld dan op kleigrond. Door de minder draagkrachtige veengrond verzakt het kavelpad sneller en is derhalve de post onderhoud en afschrijving hoger. Overige zaken zijn niet onderheid, maar vragen op veen 10% meer afschrijving en 30% meer onderhoud

De uitgangspunten voor de vaste kosten zoals opgenomen in de berekeningen staan in Tabel 5.

Tabel 5. Vaste kosten voor productiemiddelen voor bedrijven op veen- en kleigrond met bijbehorende slootpeilen

	Veen 40 en 60 cm -mv	Klei-gras, klei-gras/maïs en veen 90 cm -mv
<i>Stal + meststilo</i>		
Heien	ja	ja, beperkt
Kavelpad (m)	1500	1000
<i>Afschrijvingspercentage (%)</i>		
Kavelpad	3,3	3
Stal	5	5
Meststilo	5	5
Erfverharding	3,3	3
Ruwvoeropslag	5,5	5
<i>Onderhoudspercentage (%)</i>		
Kavelpad	0,65	0,5
Stal	2	2
Meststilo	2,5	2,5
Erfverharding	0,65	0,5
Ruwvoeropslag	1,95	1,5

5.3.2 Grasland en voeding

Door de nattere omstandigheden is de botanische samenstelling van grasland op veengrond slechter dan op kleigrond. Het is op veengrond niet mogelijk 90-100% engels raaigras (Lp) in de graszode te houden. Vochtminnende grassen, zoals ruwbeemd, geknikte vossestaart en fiorin, vormen een belangrijk aandeel in het grassenbestand. Het aandeel kruiden (o.a. boterbloem) is vaak hoger op veengrond ten opzichte van kleigrond. Het aandeel van deze soorten neemt toe naarmate de bodem natter is. De verteerbaarheid en smakelijkheid van de genoemde soorten is en stuk lager dan van engels raaigras, waardoor in de praktijk blijkt dat de dierprestaties in de vorm van melkgift en vleesaanzet lager zijn. Dit komt echter niet of nauwelijks tot uiting in voederwaarde-analyses. In de GGW- berekeningen wordt daarom een VoederEenheidMelk (VEM)-correctie toegepast ten opzichte van de variant klei gras (Tabel 6) om de verteerbaarheid en opname kunstmatig te reduceren. De DarmVerteetbaarEiwit (DVE)-eenheden zijn niet gecorrigeerd, omdat deze in werkelijkheid minder verschillen en omdat DVE bij een 100% grasrantsoen niet beperkend is.

Het grootste effect van de vernatting van veengrond uit zich in een verminderde draagkracht, waardoor de beweidings- en vertrappingsverliezen toenemen en het vee soms zelfs opgestald moeten worden. Daarnaast leidt een ongunstige begaanbaarheid van het land tot uitstel van onder andere bemesting (met name in het voorjaar) en later maaien. Later maaien leidt onder andere tot zwaardere sneden, met als gevolg langere bewerkingstijd, lagere voederwaarde, hergroei- en meer arbeidspieken. De uitgangspunten voor het graslandgebruik staan in Tabel 6.

Tabel 6. Uitgangspunten voor de modelberekeningen voor graslandgebruik op veen- en kleigrond met 100% grasland en kleigrond met een 30% maïsteelt, bij de verschillende slootwaterpeilen

	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Klei-gras en Veen 90 cm -mv	Klei gras/maïs
Netto oppervlakte grasland (ha)	40	40	40	28
<i>waarvan:</i>				
Grasland voor melkvee (ha)	30,0	30,0	30,0	21,5
Grasland voor Pinken (ha)	6,8	6,8	6,8	4,0
Grasland voor kalveren (ha)	3,2	3,2	3,2	2,5
Velddagen	4	3	2	2
Oogstmethode	Opraap- wagen	Opraap- wagen	Hakselaar	Hakselaar
Correctie energiewaarde gras (VEM)	-75	-25	0	0

In de berekeningen zijn de gemiddelde grasopbrengsten per hectare voor veengronden 40 en 60 cm -mv niet gecorrigeerd voor de lagere slootkantopbrengsten, omdat de praktijkopbrengsten van Zegveld (met laagproductieve slootkanten) zijn verdisconteerd in de modelberekeningen.

Voor de oogstmethode is voor de kleivarianten en veengrond 90 cm -mv uitgegaan van het hakselen van gras en voor veen 40 en 60 cm -mv niet. Dit heeft te maken

met de zwaarte van een hakselaar en slechte draagkracht van de veengrond bij hogere peilen. Hakselen leidt bij slechte weersomstandigheden tot lagere conserveringsverliezen, maar verondersteld is dat alleen onder goede omstandigheden (voldoende droog) wordt ingekuuld. Hakselen leidt wel tot een hoger kuildichtheid, waardoor op het kleibedrijf minder voeropslag nodig heeft. Hiermee is in de berekeningen rekening gehouden.

Het graslandgebruik is in de modelberekeningen afhankelijk gesteld van de drukhoogte op een diepte van 14 cm -mv. De draagkracht bepaalt of een perceel al dan niet gebruikt kan worden voor weiden of maaien. Om te kunnen maaien is een minimale drukhoogte van -70 cm noodzakelijk. Beweiding kan plaatsvinden tot een drukhoogte van -30 cm. In het drukoogetraject -70 tot -30 cm treden extra beweidingverliezen op, die gerelateerd zijn aan deze drukhoogte. Tijdens natte perioden neemt het grasaanbod toe, omdat noodgedwongen vee opgesteld moet worden en het gras langer doorgroeit. Op het moment dat het land weer begaanbaar is voor weiden of maaien moet veelal relatief veel gras worden weggemaaid, omdat het gras te lang is geworden om te weiden. Dit gras wordt ingekuuld.

Door de hogere stikstoflevering op veengrond is voor een gelijke totale hoeveelheid stikstof (stikstof uit mest + stikstof uit de bodem) minder kunstmest nodig. Echter het aantal strooimomenten zal op veengrond niet kleiner zijn dan op klei, alleen de per keer te strooien hoeveelheid is lager.

5.3.3 Arbeid

Een veenbedrijf vraagt bij hogere peilen (40 en 60 cm -mv) meer arbeid dan het kleibedrijf of veen bij diepere ontwatering. Door de kleinere en ongunstige perceelsvorm is meer arbeid per hectare per bewerking nodig. Ook kunnen machines niet te groot/te zwaar zijn in verband met spoorvorming. Veelal zijn de machines ook aangepast (extra brede banden, lage druk, pendelstel), waardoor ze verhoudingsgewijs duurder zijn. In de bedrijfsvergelijking is uitgegaan van veel loonwerk (mest uitrijden, voederwinning, sloot schonen), waardoor bovengenoemde aspecten resulteren in het hogere loonwerkkosten in voor veengrond 40 en 60 cm -mv. Daarbij is meer tijd nodig voor maaien, schudden en harken dan bij de kleivarianten en veengrond 90 cm -mv, door de kleinere ongunstige percelen en zwaardere sneden. Ook leidt het noodgedwongen op stal houden van melkvee in het groeiseizoen extra arbeid (kuil losmaken en opnieuw afdekken, extra voeren). Deze extra arbeid wordt in de berekeningen meegenomen (Tabel 7).

Tabel 7. Loomwerkkosten voor de verschillende varianten op veengrond en kleigrond (euro per hectare per bewerking) bij verschillende peilen

Activiteit	Veen	Veen	Klei-gras	Klei gras/maïs
	40 cm -mv	60 cm -mv	en Veen 90 cm -mv	
Maaïen	44	40	28	28
Schudden	22	20	12	12
Harken	22	20	17	17
Inkuilen (incl. transport en shovel)	94	84	56	56
Drijfmest uitrijden	65	55	48	38
Kunstmest strooien	13	12	10	10

* In de berekening voor kleigrond is voor en deel van het mest uitrijden met een veel lager tarief gerekend (2 euro per m³), omdat het is toegestaan om op maïsland bovengronds mest uit te rijden.

Het slootonderhoud op veengrond brengt extra kosten met zich mee; in Tabel 8 is voor de verschillende gronden en slootpeilen een overzicht gegeven. De arbeid voor het ophalen en wegbrengen van de melkkoeien van en naar te weiden percelen is voor de vijf varianten gelijk gehouden. Verondersteld is dat de hogere kosten voor veengrond 40 en 60 cm –mv verdisconteerd zijn in de hogere kosten voor langere kavelpaden. De kosten voor afrastering zijn op veengrond lager dan op kleigrond, maar op veengrond is relatief meer onderhoud aan de dammen nodig. Daarom zijn de kosten voor arbeid van afrasteren en repareren van dammen gelijk gehouden en is er geen verschil in kosten tussen de klei- en veenvarianten.

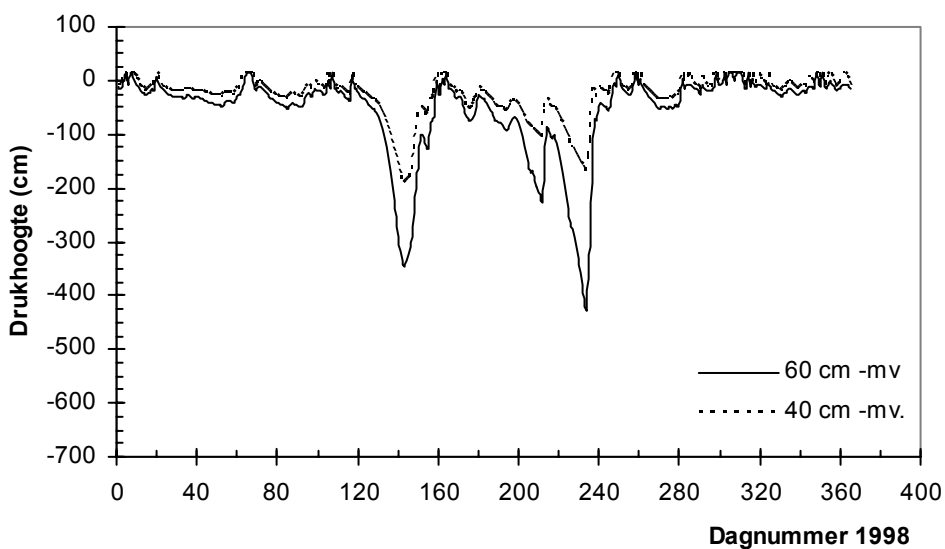
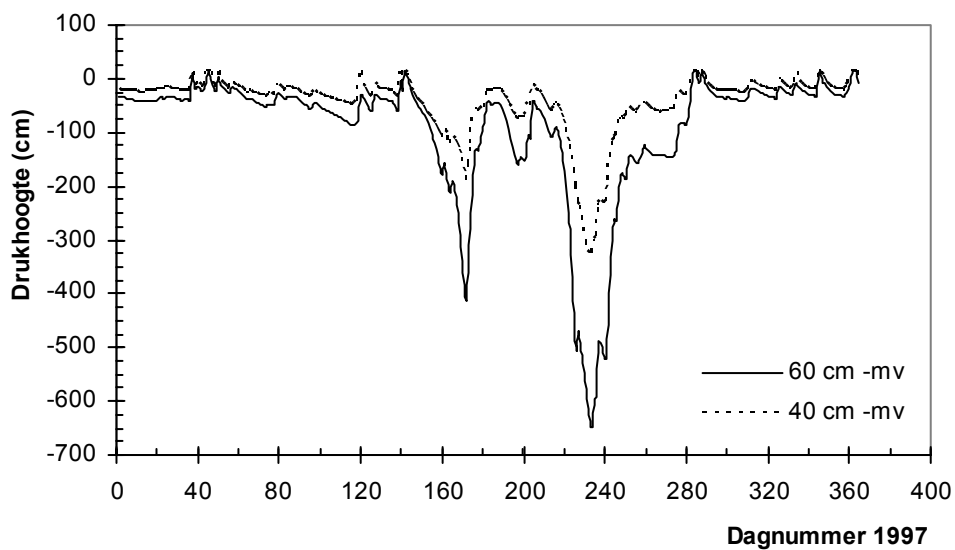
Tabel 8. Kosten voor slootonderhoud

Loonwerk	Veen	Veen	Klei
	40 cm -mv	60 cm -mv	en Veen 90 cm -mv
Greppelen	1 x / jaar	1 x / 2 jaar	nee
Baggeren	1 x / 4 jaar 18,5/euro/ha/jr	jaar 1 x /4jaar) 18,5 euro/ha/jr	nee

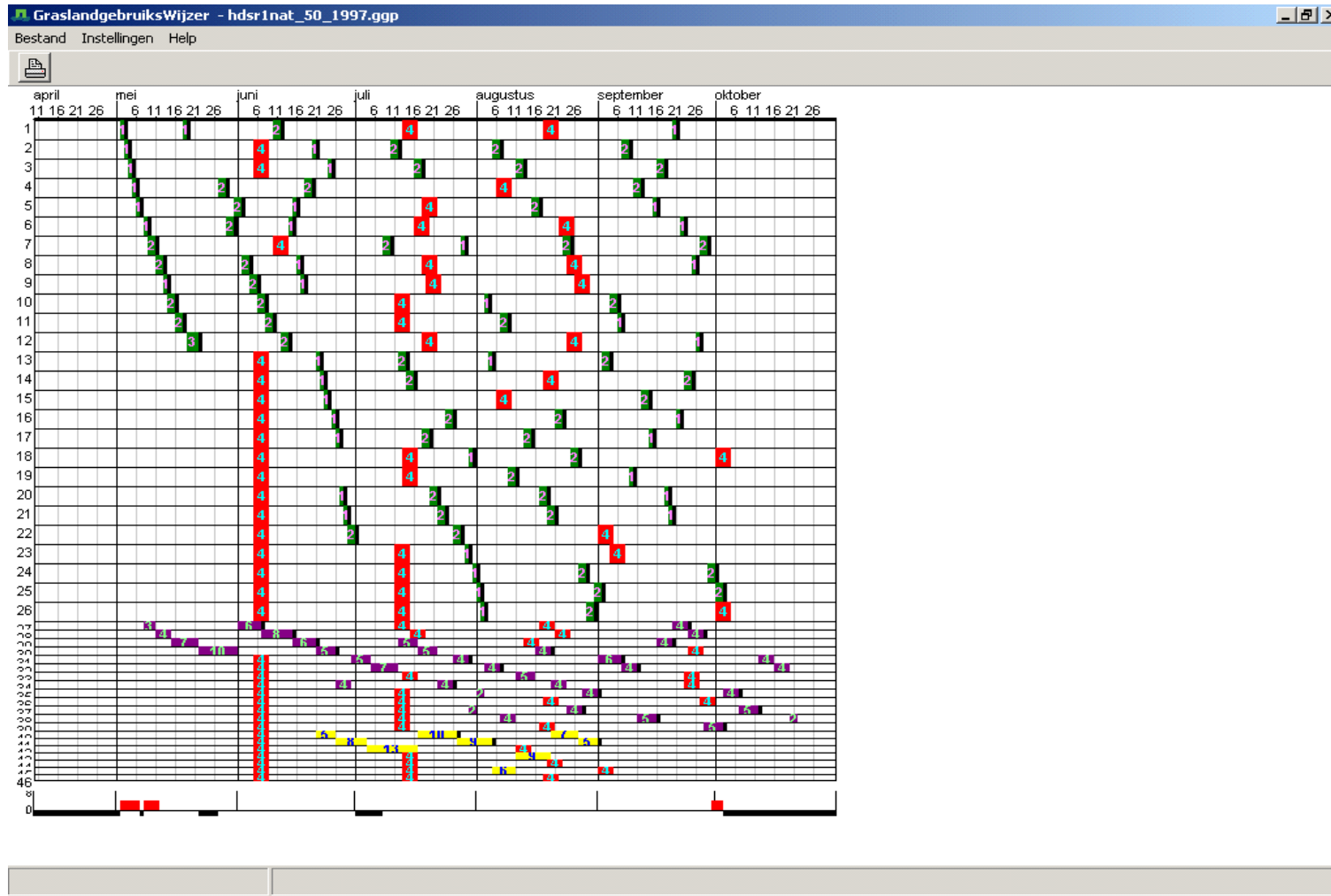
5.4 Bedrijfsresultaten

5.4.1 Technische bedrijfsresultaten

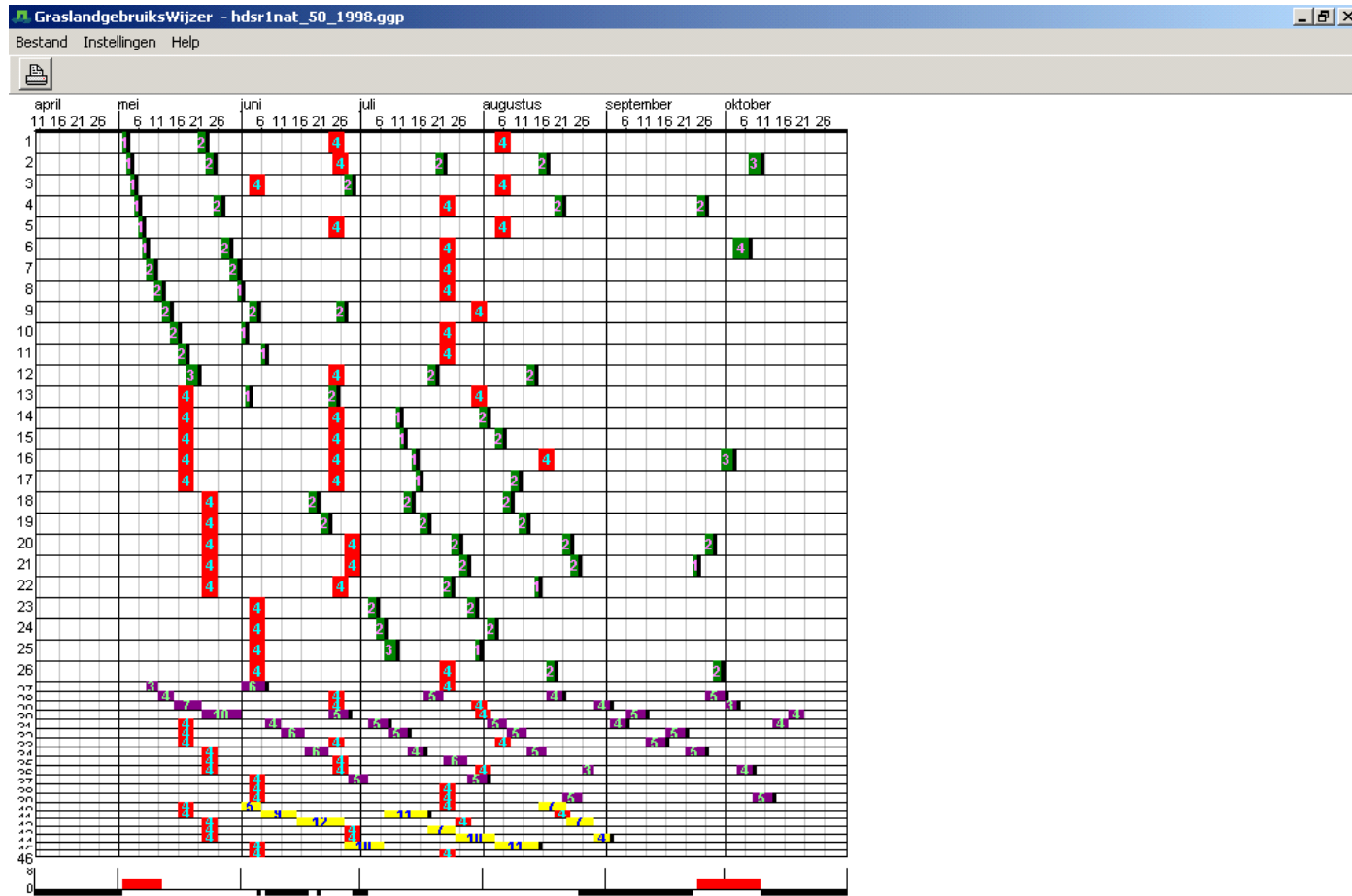
De basis voor de Watepas-BBPR-berekeningen waren de drukhoogte, de draagkracht van de bodem en het graslandgebruik. Als voorbeeld zijn in Figuur 8 de drukhoogte op 14 cm diepe voor de slootpeilen van 40 en 60 cm –mv weergegeven voor de jaren 1997 en 1998. Voor dezelfde jaren is de graslandgebruikskalender gegeven voor een slootwaterpeil van 40 cm –mv (Figuren 9 en 10). Het effect van een te geringe draagkracht van de bodem is te zien in zwarte balk onderaan de graslandkalender, die aangeeft dat de koeien uit de wie moeten en worden opgesteld.



Figuur 8. Gesimuleerde drukhoogten op een diepte 14 cm in de jaren 1997 en 1998 voor de slootwaterpeilen van 40 en 60 cm -mv op Zegveld



Figuur 9. Berekende graslandkalender in het jaar 1997 (met nat voorjaar). De graslandkalender laat voor alle percelen (perceelnummers op de y-as) van het bedrijf zien wanneer er wordt gemaaid door melkkoeien (groen), pinken (paars) of kalveren (geel); en er wordt gemaaid (rood). De zwarte balk onder aan de figuur geeft aan dat de koeien (tussentijds) opgesteld zijn. De rode balken onder aan de figuur geven de momenten en hoeveelheid bijvoeding aan



Figuur 10. Berekende graslandkalender in het relatief "natte" jaar 1998. De graslandkalender laat voor alle percelen (perceelnummers op de y-as) van het bedrijf zien wanneer er wordt geweid door melkkoeien (groen), pinken (paars) of kalveren (geel); en er wordt gemaaid (rood). De zwarte balk onder aan de figuur geeft aan dat de koeien (tussentijds) opgesteld zijn. De rode balken onder aan de figuur geven de momenten en hoeveelheid bijvoeding aan

De belangrijkste resultaten uit de bedrijfsberekeningen zijn samengevat in Tabel 9. In de kolom verschil 40 t.o.v. 60 cm –mv (Tabel 9) is het gemiddelde effect van peilverhoging van 60 naar 40 cm –mv aangegeven.

Tabel 9. Resultaten van de bedrijfsberekeningen voor veengrond bij slootpeilen van 40 cm en 60 cm –mv, gemiddeld over de periode 1992-2001

	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Vershil Veen 40 t.o.v. 60 cm -mv
Grasland			
Bruto drogestof-opbrengst gras (ton ds/ha)	11,3	12,1	-0,8
Stikstof-jaargift (kg N/ha) (incl werkzame deel dierlijke mest)	180	227	-47
Energie-opbrengst (kVEM/ha)	7,0	8,3	-1,3
Opname weidegras (ton ds/koe)	1,5	1,8	-0,3
Voederwinning			
Maaipercantage snede 1 (% v.d. totale oppervlakte grasland)	62	59	+3
Maaipercantage totaal (% v.d. totale oppervlakte grasland)	168	210	-42
Energiewaarde gras in ingekuilde product (gemiddeld) (VEM/kg)	760	830	-70
Kuilvoer (ton ds)	234	245	-11
Zelfvoorzieningsgraad (%)	97	102	-5
Krachtvoeverbruik			
Krachtvoer (ton/koe)	2,5	2,1	+0,4

Uit Tabel 9 blijkt dat bij het peil van 40 cm -mv met minder stikstof is bemest dan volgens het vooraf ingestelde gewenste regime uit Tabel 2, Voor een peil van 40 cm –mv is de gewenste stikstofjaargift iets hoger is dan bij een peil van 60 cm –mv, vanwege een lagere mineralisatie van de bodem. De lagere gift is te verklaren, omdat de werkelijk gestrooide hoeveelheid stikstof afhankelijk is van het graslandgebruik. Bij vernatting wordt opgesteld waardoor gras niet geweid maar uiteindelijk gemaaid wordt. Dit betekent dat gezien het opbrengstniveau relatief te weinig bemest is (bemesting weidesnede is lager dan van een maaisnede). Door verlies aan groeidagen door velerlei oorzaken worden minder sneden geoogst en is er minder bemest dan vooraf voorzien.

Bij veengrond met een peil van 40 cm –mv zijn de absolute verschillen tussen de jaren groter dan bij 60 cm -mv, waardoor het bedrijfsrisico beduidend groter is. In Tabel 10 worden dezelfde gegevens gepresenteerd als in Tabel 9, echter nu met de maximale en minimale waarden uit de periode van tien jaar.

Tabel 10. Minimum en maximum van de resultaten van de bedrijfsberekeningen voor veengrond bij slootpeilen van 40 en 60 cm -mv voor de periode 1992-2001

	Veen 40 cm -mv		Veen 60 cm -mv	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Grasland				
Bruto droge stofopbrengst gras (ton ds/ha)	8,6	11,4	11,4	13,5
Stikstofjaargift, incl. werkzame deel dierlijke mest (kg N/ha)	157			
Energie-opbrengst (kVEM /ha)	5,4	7,7	7,7	8,1
Opname weidegras (ton ds/koe)	1,2	1,6	1,6	1,8
Voederwinning				
Maaipercantage snede 1 (% van de totale oppervlakte grasland)	50	56	56	82
Maaipercantage totaal (% van de totale oppervlakte grasland)	120	184	184	211
Energiewaarde gras in ingekuilde product (gemiddeld) (VEM/kg)	718	812	812	787
Kuilvoer (ton ds)	150	230	230	310
Zelfvoorzieningsgraad (%)	54	90	90	127
Krachtvoeverbruik				
Krachtvoer/koe (ton)	2,0	2,0	2,0	3,0

De grootste verschillen tussen de peilvarianten worden veroorzaakt door tussentijds opstallen van melkvee vanwege een te lage draagkracht van de graszode in natte perioden, waardoor de opname van weidegras lager is bij het peil van 40 cm -mv. Hierdoor wordt in de slechtste situatie ruim 600 kilogram droge stof per koe minder opgenomen. Deze hoeveelheid zal gecorrigeerd moeten worden met extra ruwvoer en krachtvoer, wat gepaard gaat met extra kosten. Ook de verminderde graskwaliteit kost extra krachtvoer wat vooral in een nat jaar tot uiting komt door een relatief hoog krachtvoerverbruik. Door uitstel van het maaien voor voederwinning ontstaan (te) zware sneden, die een lagere voederwaarde hebben en hergroeivertraging geven.

In Tabel 11 staan de bedrijfstechnische (grasland) resultaten voor de vijf doorgerekende varianten. Het is goed om hierbij nog eens onderscheid te maken hoed deze varianten berekend zijn. Veen 40 cm -mv is berekend met het uitgebreide Waterpas-BBPR-model, "Klei-gras" en "Klei-gras/ maïs" zijn berekend met alleen het BBPR model, aangezien er geen hydrologische beperkingen werden opgelegd (=geen nat- of droogteschade).

Tabel 11. Vergelijking van een veenweidebedrijf met een slootwaterpeil van 40 cm -mv, met een vergelijkbaar bedrijf op een goede kleigrond, zonder beperkingen. Netto bedrijfsoppervlakte 40 ha, 500.000 kg melkquotum en 8000 liter melk per koe. Voor het kleibedrijf is zowel een variant met 100% gras (Klei-gras) als een variant met 30% maïs (Klei gras/ maïs) weergegeven

	Klei gras	Klei gras/maïs	Veen 40 cm -mv	Verschil Veen 40 cm -mv t.o.v. Klei gras	Verschil Veen 40 cm -mv t.o.v. Klei gras/maïs
Grasland					
Bruto ds-opbrengst gras (ton ds/ha)	12,9	12,6	11,3	-1,5	-1,3
Stikstofaargift (kg N/ha)	334	340	180	-154	-160
Incl. werkzame deel dierlijke mest					
Energie-opbrengst (kVEM /ha)	9,2	9,3	7,0	-2,2	-2,3
Opname weidegras (ton ds/koe)	2,8	2,0	1,5	-1,3	-0,5
Opname snijmaïs weideperiode		890			-890
Voederwinning					
Maaipercantage snede 1 (% v/d totale oppervlakte grasland)	58	55	62,1	4,1	7,1
Maaipercantage totaal (% van de totale oppervlakte grasland)	136	126	168	32	42
Energiewaarde gras in ingekuilde product (gemiddeld) (VEM/kg)	859	861	760	-99	-101
Kuilvoer (ton ds)	203	133	234	313	101
Zelfvoorzieningsgraad (%)	96	99	97,4	1,4	-1,6
Krachtvoerverbruik					
Krachtvoer (ton/koe)	1,5	1,3	2,5	1,0	1,2

5.4.2 Economische bedrijfsresultaten

Een samenvatting van de uitkomsten van de bedrijfseconomische modelberekeningen staat in Tabel 12. Daarbij is alleen onderscheid gemaakt in opbrengsten, toegerekende kosten en niet toegerekend kosten. De uitgebreide resultaten staan in Bijlage 3. Uitsluitend de varianten veen 40 cm -mv en veen 60 cm -mv zijn berekend volgens de Waterpas-systematiek, waarbij de bedrijfsbegroting per jaar is uitgerekend voor de periode 1992-2001. De jaarplannen geven inzicht in de gevoeligheid van de bedrijfsresultaten voor de weersituatie in het groeiseizoen. Door natte omstandigheden wordt het graslandgebruik beperkt, wat negatief doorwerkt op het bedrijfsresultaat. In Tabel 12 zijn voor veen 40 cm -mv en veen 60 cm -mv de gemiddelde uitkomsten weergegeven. De bedrijfsbegroting van de varianten klei-gras en klei-gras/maïs zijn berekend met BBPR op basis van een gemiddelde grasgroei en graslandgebruik. De bedrijfsresultaten voor veengrond met een slootwaterpeil van 90 cm -mv zijn berekend door middel van een handmatige nabewerking van de uitkomsten van de varianten klei-gras en veen 60 cm -mv.

In de LEI-sytematiek wordt onderscheid gemaakt in kosten voor krachtvoerverbruik om lagere grasopbrengsten en voederwaarde te compenseren (toegerekende kosten),

en loonwerkkosten en kosten voor gebouwen en installaties (niet toegerekende kosten). De post “Arbeidsopbrengst” is de vergoeding voor de arbeid (die het gezin heeft ingezet), en deze wordt berekend door het netto-bedrijfsresultaat te vermeerderen met de berekende kosten voor arbeid. Het netto bedrijfsresultaat is de som van de totale opbrengsten minus de totale kosten. Indien dit bedrag negatief is, zijn de opbrengsten te laag om alle kosten te dekken. Veelal betekent dit dat de vergoeding voor eigen arbeid en kapitaal niet marktconform is.

Tabel 12. Bedrijfsresultaten van een toekomstgericht melkveebedrijf (500.000 kg melk, 40 ha) bij verschillende grondsoorten en ontwateringssituatie, volgens de LEI-systematiek. Het betreft de volgende varianten: 1) klei-gras; optimaal ingericht kleibedrijf met 100% gras, 2) klei gras/maïs; optimaal ingericht kleibedrijf in 70% gras en 30% maïs, 3) veen 90 cm -mv; bedrijf bij ontwaterings- en verkavelingsituatie Friese veenweide 4) veen 60 cm -mv; bedrijf bij actuele ontwaterings- en verkavelingsituatie Hollandse veenweide en 5) veen 40 cm; peilverhoging Hollandse veenweidegebied

		Klei gras	Klei gras/maïs	Veen 90 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv
Opbrengsten (A)	(k€)	180,8	186,4	181,7	181,7	181,9
Toegerekende kosten (B)	(k€)	42,9	44,6	46,5	46,5	53,5
Niet toegerekende kosten (C)	(k€)	226,0	225,7	228,5	238,9	241,0
Totale kosten (B+C)	(k€)	269,0	270,3	275,1	285,4	294,5
Kostprijs melk per 100 kg melk	(€)	49,9	49,1	51,0	53,0	54,8
Netto bedrijfsresultaat (A-(B+C))	(k€)	-88,2	-83,9	-93,3	-103,7	-112,6
Kosten eigen arbeid	(€)	68,6	66,5	68,6	71,1	72,2
Arbeidsopbrengst	(k€)	-19,5	-17,4	-24,7	-32,6	-40,3
Netto bedrijfsresultaat per ha	(€)	-2204	-2097	-2333	-2592	-2814
Arbeidsopbrengst per ha	(€)	-488	-435	-617	-815	-1008

De verschillen tussen de resultaten van de varianten staan in Tabel 13. Hierbij is het optimaal ingerichte kleibedrijf met 100% gras als referentiesituatie gekozen. Tevens is een vergelijking gemaakt tussen Veen 40 en 60 cm –mv, aangezien dit verschil het effect van een mogelijke peilverhoging in het veenweidegebied Zegveld – Oud-Kamerik weergeeft.

Tabel 13. Onderlinge vergelijking van bedrijfsresultaten van een toekomstgericht melkveebedrijf (500 ton melk, 40 ha) bij verschillende grondsoorten en ontwaterings situaties. Het betreft de volgende varianten: 1) klei-gras; optimaal ingericht kleibedrijf met 100% gras, 2) klei gras/maïs; optimaal ingericht kleibedrijf in 70% gras en 30% maïs, 3) veen 90 cm -mv; bedrijf bij ontwaterings- en verkevelingsituatie Friese veenweide 4) veen 60 cm -mv; bedrijf bij actuele ontwaterings- en verkevelingsituatie Hollandse veenweide en 5) veen 40 cm -mv; bij peilverbodging Hollandse veenweidegebied

		Klei gras/maïs	Veen 90 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv	Veen 40 cm -mv
t.o.v.		Klei gras	Klei gras	Klei gras	Klei gras	Veen 60 cm -mv
Opbrengsten (A)	(k□)	5,7	1,0	1,0	1,1	0,2
Toegerekende kosten (B)	(k□)	1,7	3,6	3,6	10,6	7,0
Niet toegerekende kosten (C)	(k□)	-0,3	2,5	12,9	14,9	2,1
Totale kosten (B+C)	(k□)	1,4	6,1	16,5	25,5	9,1
Kostprijs melk per 100 kg melk	(□)	-0,8	1,1	3,1	4,9	1,8
Netto bedrijfsresultaat (A-(B+C))	(k□)	4,3	-5,2	-15,5	-24,4	-8,9
Kosten eigen arbeid	(k□)	-2,2	0,0	2,5	3,6	1,2
Arbeidsopbrengst	(k□)	2,1	-5,2	-13,0	-20,8	-7,7
Netto bedrijfsresultaat per ha	(□)	107	-129	-388	-610	-222
Arbeidsopbrengst per ha	(□)	53	-129	-326	-519	-193

De opbrengstverschillen ten opzichte van klei-gras zijn relatief gering, afgezien van de hogere opbrengsten voor klei gras/maïs. De verschillen in kosten zijn daarentegen relatief groot door extra kosten voor een hoger krachtvoerverbruik om lagere grasopbrengsten en voederwaarde te compenseren (toegerekende kosten), hogere loonwerkkosten en hogere kosten voor gebouwen en installaties (niet toegerekende kosten). Voor de variant klei-gras/maïs zijn de loonwerkkosten op het kleibedrijf in verhouding hoog, omdat de maïsteelt (12 hectare) volledig in loonwerk wordt uitgevoerd.

In het rekenvoorbeeld is uitgegaan van een veenweidebedrijf met toekomstmogelijkheden. Daarbij is niet gekeken naar de gevoeligheid van de cijfers voor de bedrijfsomvang. Te verwachten is, dat op kleinere minder toekomstgerichte bedrijven (lagere melkproductie), de verschillen groter zullen zijn.

Verder valt op dat door grote verschillen in bedrijfsresultaat tussen de slootpeilen in de periode 1992 – 2001 het bedrijfsrisico bij een hoog peil aanmerkelijk toeneemt (Tabel 14).

Tabel 14. Minima en maxima in netto bedrijfsresultaat in de periode 1992 – 2001 voor een bedrijf op veen 60 cm -mv; bedrijf bij actuele ontwaterings- en verkavelingsituatie Hollandse veenweide en veen 40 cm -mv; bij peilverhoging Hollandse veenweidegebied (zie Bijlage 3)

	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm -mv
Minimum (k€ /ha)	-3,1	-2,7
Maximum (k€ /ha)	-2,7	-2,6

6 Vergelijking met de HELP-tabel

6.1 HELP-tabel

De standaard werkwijze om de effecten van waterbeheersmaatregelen op de landbouwkundige opbrengsten te bepalen is als volgt:

- Onderscheid ruimtelijke eenheden op basis van bodemtype en landgebruik;
- Vertaal die eenheden naar tabeleenheden die gebruikt worden in de tabel waarin de schade wordt 'opgezocht';
- Bepaal het effect van de maatregel op de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) per tabeleenheid;
- Zoek in de tabel de nat- en droogteschade op
- Voor het totale schadepercentage is verondersteld dat natschade meestal in het voorjaar optreedt en dat eventuele droogteschade later in het seizoen gerelateerd is aan de schade die al eerder is opgetreden:

$$\text{Totale schade\%} = \text{natschade\%} + ((100 - \text{natschade\%}) / 100) * \text{droogteschade\%}$$

Deze werkwijze is geadopteerd in het Waternood-instrumentarium (STOWA, 2002a; 2002b) waarbij voor 70 HELP-bodemeenheden en 2 vormen van landgebruik (grasland en bouwland) voor elke combinatie van GHG en GLG binnen het toepassingsdomein de nat- en droogteschade wordt bepaald en als nabewerking daarvan de doelrealisatie. De doelrealisatie is de te realiseren opbrengst als percentage van de optimale opbrengst. In het huidige Waternood-instrumentarium ligt aan de nat- en droogteschadebepaling de HELP-tabel (HELP, 1987) ten grondslag.

Inmiddels is voor meer gewassen een HELP-achtige tabel ontwikkeld, de zogenoemde Brouwer-Huinink-tabel (BrH-tabel) (Brouwer en Huinink, 2002). Deze tabel is door Alterra geschikt gemaakt voor toepassing in het Waternood-instrumentarium. In dit project is gekozen om deze BrH-tabel toe te passen. De verschillen met de HELP-tabel voor natschade op grasland zijn bij extreem natte grondwatertrappen (Gt's) voor de eenheden die van toepassing zijn op Zegveld vrij groot (zie Tabel 15) Daarom zijn ook de nat- en droogteschades volgens de HELP-tabel weergegeven.

Tabel 15. Vergelijking nat- en droogteschades volgens de HELP-tabel en de BrH-tabel voor grasland. De aangegeven codes (hV) en (V&W) beschrijven de grondsoort die in de tabellen is gebruikt, in dit geval een kleiïge veengrond

Gt	GHG	GLG	Nat- en droogteschade volgens HELP (hV)		Nat- en droogteschade volgens BrH (V&W)	
			%		%	
			nat	droog	nat	droog
II	10	70	25	3	49	3
II*	25	75	14	4	20	4
III	15	105	16	7	23	6
III*	30	110	7	8	10	7

Voor de met Waterpas berekende dagelijkse grondwaterstanden is voor 3 peilvarianten de GHG en GLG berekend. Vervolgens zijn die waarden gebruikt om de nat- en droogteschade in de tabellen op te zoeken. Voor de HELP-tabel is daarbij de nat- en droogteschade opgezocht in de daarvan afgeleide tabellen die worden gebruikt in Waterlood (1998) en die per stappen van 5 cm voor GHG en GLG de waarden geven; voor de BrH-tabel is gezocht in de daarvan afgeleide (en nog te implementeren) Waterlood-tabel die per cm voor GHG en GLG de schades geeft (Tabel 16).

Tabel 16. De nat- en droogteschade voor veengrond voor de 3 peilvarianten volgens HELP- en BrH-tabel bij gebruikmaking van de GHG en GLG gegevens zoals berekend met het Waterpas-model

Peilvariant (cm –mv)	GHG (cm)	GLG (cm)	Nat- en droogteschade volgens HELP (hV)		Nat- en droogteschade volgens BrH (V&W)	
			%		%	
			nat	droog	nat	droog
40	5	55	50	2	48	2
50	9	63	32	3	33	3
60	16	71	21	3	21	3

De resultaten in Tabel 16 laten duidelijk zien dat zowel de GHG als GLG minder verlagen dan de verlaging van het peil. Dit is conform de verwachting. Opvallend is dat bij het peil van 60 cm-mv een echte Gt II wordt gesimuleerd. De gangbare opvatting is dat daarbij een Gt II* hoort met een GHG rond 25 cm. De oorzaak kan de aangenomen kwel zijn.

6.2 Vergelijking Waterpas-BBPR met BrH-tabel voor veengrond

Een vergelijking van de Waterpas-BBPR resultaten met de Brouwer-Huinink (BrH)-tabel (aangepaste versie van de HELP-tabel) is lastig, omdat deze tabel alleen de relatieve reductie in bruto grasopbrengst geeft. We zullen nu de schatting van een jaarlijkse maximale bruto opbrengst van 727 euro/ha voor grasland als referentie voor de Brouwer-Huinink-resultaten gebruiken. In de Waterpas-BBPR en BBPR-berekeningen wordt het netto bedrijfsresultaat als uitgangspunt genomen.

De toename van de nat- en droogteschade voor veengrond bij een peilverhoging van 60 cm –mv (BrH-schade = 23,4%) naar 40 cm –mv (BrH-schade = 49,0%) is volgens de BrH-tabel 25,6%. Dit resulteert in een schade van 186 euro/ha. Deze schade

komt dicht in de buurt van de met Waterpas-BBPR berekende jaarlijkse reductie in netto bedrijfsresultaat van 222 euro/ha. Echter de BrH-tabel geeft slechts een schade van 170 euro/ha voor het veenweidegebied (peil 60 cm –mv) ten opzichte van een optimaal bedrijf, terwijl BBPR een jaarlijkse reductie in netto bedrijfsresultaat berekent van 388 euro/ha. Deze grote reductie volgens BBPR heeft te maken met de onvoldoende ontwatering; de suboptimale verkaveling; en de suboptimale bedrijfsstructuur in het veenweidegebied. Voor een serieuze vergelijking van beide benaderingen zou de relatieve reductie in bruto grasopbrengst volgens de BrH-tabel vertaald moeten worden naar een toename van de kosten vanwege een toenemend krachtvoerverbruik door de peilverhoging. Echter, deze toename in kosten hangt af van onder andere de structuur en management van het melkveebedrijf en de perceelsgrootte en –verkaveling. Dit toont de voordelen van het Waterpas-BBPR systeem, waarin dergelijke interacties tussen bedrijfsrendement, bedrijfsstructuur en -management en slootpeilen gekwantificeerd kunnen worden.

De financiële schades uit de BrH-tabel liggen voor de veengronden in Zegveld ten opzichte van een optimale kleigrond ongeveer tweemaal zo hoog dan de opbrengstderving die we met het Waterpas-model en BBPR-model berekenen. Het probleem is dat bij de HELP-achtige benadering niet is vast te stellen hoe deze percentages tot stand gekomen zijn. Zeker bij erg natte situaties, zoals een peil van 40 cm –mv zijn weinig praktijkgegevens bekend. De Waterpas- en BBPR-berekeningen zijn wel transparant en wij denken dat op basis van de realistische simulaties van de grondwaterstand en de realistische graslandgebruikskalenders het vertrouwen in deze berekeningen groter moet zijn. Het verdient wel aanbeveling om de Waterpas-simulaties nog beter te valideren door bijvoorbeeld ook het verloop van het watergehalte en de drukhoogten in de bouwvoor te vergelijken met waarnemingen, en de actuele grasgroei beter te beschrijven. Dit vergt een verdere, onderbouwende studie. Bij de BBPR-berekeningen kan altijd discussie ontstaan over de gebruikte aannames, maar het mooie is dat deze aannames allemaal vastliggen en dat de effecten van andere aannames zonodig geanalyseerd kunnen worden. Wij denken dat de huidige berekeningen uitgevoerd zijn met de beste en meest realistische gegevens die we op dit moment bezitten. Het is voor het eerst dat we in staat zijn om op basis van een koppeling van hydrologie op dagbasis en graslandgebruik, waarbij de draagkracht een dominante rol speelt, bedrijfsberekeningen uit te voeren.

7 Conclusies

De effecten van slootpeilen van 40 en 60 cm –mv op de bedrijfsvoering van een toekomstgericht melkveebedrijf (500.000 kg melk, 40 ha) in het West-Nederlandse veenweidegebied Zegveld – Oud – Kamerik zijn in deze studie berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd met het Waterpas-BBPR-model, waarbij er is uitgegaan van de bestaande verkaveling. Deze verkaveling, met lange smalle percelen, veel slootkanten en lange kavelpaden, is een suboptimale situatie (“natuurlijke handicap”) ten opzichte van bedrijven in bijvoorbeeld het Friese veenweidegebied met een diepere ontwatering van circa 90 cm -mv, of bedrijven op een kleigrond waar optimaal geproduceerd kan worden.

De hydrologische berekeningen met de SWAP-module in het Waterpas-BBPR model resulteerden in goede overeenstemming tussen de gesimuleerde en de gemeten grondwaterstanden op het proefbedrijf Zegveld bij een slootpeil van 30 cm –mv. In deze modelsimulaties werd als onderrandvoorwaarde een constante kwel van 0,2 mm/d gebruikt. Opvallend is dat de gemiddelde cumulatieve infiltratie vanuit het oppervlaktewater van 140 mm/jaar wordt berekend. Dit komt zeer goed overeen met resultaten van historische infiltratie-experimenten te Zegveld, die hebben aangetoond dat een dergelijke hoge infiltratie, tot zelfs 200 mm/jaar, zich ook in werkelijkheid voordoet.

Voor de grasgroei zijn we uitgegaan van standaard-groecurves op snedebasis voor veengrond, aangezien het zonder kennis van de nutriëntentoestand van de bodem op dit moment nog niet mogelijk bleek de grasgroei op dagbasis goed te simuleren. De beschikbaarheid van gras voor het vee en de graslandgebruiksmogelijkheden blijken volgens de Waterpas-simulaties in sterke mate bepaald te worden door de draagkracht van de bovengrond voor vee en machines. Deze draagkracht hangt direct af van de drukhoogte in de bovengrond. Het gesimuleerde graslandgebruik in de periode 1992-2001 blijkt goed overeen te stemmen met de praktijkervaringen op Zegveld. Dit geeft vertrouwen dat de berekeningen met het Waterpas-BBPR model voor het peilgebied Zegveld - Oud-Kamerik realistisch zijn.

De bedrijfsberekeningen resulteren in een gemiddelde jaarlijkse reductie in het netto bedrijfsresultaat van 222 euro/ha bij een peilverhoging van 60 cm –mv naar 40 cm –mv. De Waterpas-BBPR-resultaten laten een grotere variatie zien in de netto bedrijfsresultaten tussen de verschillende jaren bij een verhoogd peil van 40 cm –mv ten opzichte van een peil van 60 cm –mv. Dit wijst op een groter bedrijfsrisico bij het verhoogde peil. Als referentie is met BBPR ook de optimale situatie (geen nat- of droogteschade; 100% gras) voor een vergelijkbaar bedrijf op kleigrond berekend. Een melkveebedrijf in het veenweidegebied met peil 60 cm –mv heeft dan een 388 euro/ha lager netto bedrijfsresultaat ten opzichte van dit optimale bedrijf.

Een vergelijking van de Waterpas-BBPR resultaten met de Brouwer-Huinink (BrH)-tabel (aangepaste versie van de HELP-tabel) is lastig, omdat deze tabel alleen de

relatieve reductie in bruto grasopbrengst op perceelsniveau geeft. De toename van de nat- en droogteschade bij een peilverhoging van 60 cm –mv (BrH-schade= 23,4%) naar 40 cm –mv (BrH-schade = 49,0%) is volgens de BrH-tabel 25,6%. Dit resulteert bij een geschatte jaarlijkse bruto opbrengst van 727 euro/ha (volgens Brouwer-Huinink aanpak) in een schade van 186 euro/ha. Deze financiële schade komt dicht in de buurt van de met Waterpas-BBPR berekende jaarlijkse afname in netto bedrijfsresultaat van 222 euro/ha. Echter de BrH-tabel geeft slechts een schade van 170 euro/ha voor het veenweidegebied (peil 60 cm –mv) ten opzichte van een optimaal bedrijf, terwijl Waterpas-BBPR een jaarlijkse reductie in netto bedrijfsresultaat berekent van 388 euro/ha. Deze grote afname in bedrijfsresultaat volgens Waterpas-BBPR heeft te maken met de onvoldoende ontwatering; de suboptimale verkaveling; en de suboptimale bedrijfsstructuur in het veenweidegebied.

De belangrijkste conclusie is dat we nu een Waterpas-BBPR-model operationeel hebben waarmee op inzichtelijke, transparante en reproduceerbare wijze de effecten van veranderend peilbeheer op de bedrijfsvoering en bedrijfsresultaten berekend kunnen worden. Dit is een enorme vooruitgang ten opzichte van het gebruik van de HELP- en Brouwer-Huinink-tabellen. Deze tabellen worden op perceelschaal toegepast, waarbij het niet duidelijk is op welke aannames de schadecijfers in de tabellen gebaseerd zijn. Het Waterpas-BBPR-model, daarentegen, maakt alle aannames en keuzes expliciet en berekent vervolgens het resultaat. Het Waterpas-BBPR-model heeft dus een veel ruimer toepassingsgebied dan de tabellen, kwantificeert de interacties tussen groeiomstandigheden, bedrijfsmanagement en bedrijfsstructuur. Het Waterpas-BBPR-model biedt tevens de mogelijkheid om over de aannames en resultaten te discussiëren, en op basis daarvan het model verder te verbeteren. Ook geven de modelresultaten inzicht in de variaties in groeiomstandigheden en bedrijfsresultaten die er tussen de verschillende jaren optreden. De gevolgen van extreme situaties kunnen veel duidelijker bepaald worden, evenals de resulterende bedrijfsrisico's.

De bruikbaarheid van het Waterpas-BBPR model is getoetst voor een melkveehouderijbedrijf in het West-Nederlandse veenweidegebied Zegveld – Oud-Kamerik, waarin natte omstandigheden een dominante rol bij de bedrijfsvoering spelen. Deze modeltoepassing maakt duidelijk dat een dergelijke kwantitatieve analyse essentieel is om de effecten van veranderend peilbeheer op bedrijfsschaal goed te kunnen bepalen. De resultaten van deze toepassing van het integrale Waterpas-BBPR-model laten zien dat een dergelijke analyse mogelijk is en dat realistischere en beter verklaarbare resultaten worden verkregen dan met de HELP-systematiek.

Literatuur

- Akker, J.J.H. van den, J. Beuving en K. Oostindie: Berijdingsmogelijkheden veengrasland I: draagkracht en uitrijmogelijkheden in het voorjaar. In: H. Snoek (Ed.), Grasland en berijding; inleidingen van de themadag op donderdag 17 juni 1993. Lelystad, PR, 1993, blz. 19-26.
- BBPR, 2001. Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR). Praktijkonderzoek Veehouderij, Handleiding BBPR versie 8. Lelystad.
- Beuving, J., K. Oostindie en Th. V. Vellinga, 1989. Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland. Staring-centrum-rapport 6, Wageningen.
- Brouwer F. en J.T.M. Huinink, 2002. Opbrengstdervingspercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. Geactualiseerde HELP-tabellen en opbrengstdepressiekaarten. Alterra-rapport 429, Wageningen.
- Conijn, J.G., 2004. CNGRAS. A dynamic model for grass growth and nutrient cycling at field scale. Plant Research International, Wageningen (in prep.).
- Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk & C.A. van Diepen, 1997. Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment. Technical document 45, DLO Winand Staring centre, Wageningen.
- GGP, 2000. Graslandgebruiksplanner (GGP). Praktijkonderzoek Veehouderij, Handleiding GGP versie 2. Lelystad.
- Handboek Melkveehouderij, 1997. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR). Lelystad.
- HELP-tabel, 1987. De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Rapport van de werkgroep HELP-tabel. Mededelingen Landinrichtingsdienst 176, Utrecht.
- Hermans, A.G.M., P.E.V. van Walsum, J. Runhaar en P.J.T. van Bakel, 2004. Duurzame waterbeheer Landbroekerwetering; Fase 1: Modelbouw, calibratie en bepaling van het Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime.. Alterra-rapport 914, Wageningen.
- Hijink, W.H.en A.B. Meijer, 1987. Het koemodel. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, publicatie 50.
- Holshof G., Th. V. Vellinga en J. Beuving, 1994. Vertrapping en grasaanbod op veengrasland met een slechte draagkracht. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, Rapport nr. 153
- Kamp, A. van der, A.G. Evers, en B. Hutschemaekers, 2003. Drie jaar high-techbedrijf : kostprijs, arbeid en mineralenbalans = Three years high-tech farm : costprice, labour and mineral balance source. Praktijkrapport 30., Animal Sciences Group, Lelystad.
- Mandersloot, F., 1989. Simulatie van voeding en groei van jongvee. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR). Lelystad, Rapport nr. 116.

- Mandersloot, F. en M. A. van der Meulen, 1991. Simulatie van voeding en groei van jongvee. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij. Lelystad, Publicatie. 71.
- Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen, J.M.A. Nijssen, 1991. Modellen rundveehouderij : overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, rapport 72, Lelystad.
- Middelkoop, J.C. van, C. van der Salm, D.J. den Boer, M. ter Horst, W.J. Chardon, R.F. Bakker, R.L.M. Schils, P.A.I. Ehlert, O.F. Schoumans, 2004. Effecten van fosfaat- en stikstofoverschotten op grasland. Praktijkrapport Rundvee 48. Praktijkonderzoek Animal Sciences Group, Lelystad.
- Pankow, J., A. v.d. Toorn, C.G. Toussaint en J.H.A.M. Steenvoorden, 1985. De gevolgen van verschillen in open waterpeil op de stoffenbelasting van het water op het regionaal onderzoek centrum te Zegveld. Nota 1652, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Salm, C. van der, en O.F. Schoumans, 2000. Phosphate losses on four grassland plots used for dairy farming. Measured phosphate losses and calibration of the model ANIMO. Alterra-rapport 083, Wageningen.
- Schothorst, C.J., 1982a. Drainage and behaviour of peat soils. Institute for Land and Water Management Research, report 3. Wageningen.
- Schothorst, C.J., 1982b. De gevolgen van waterwinning en ontwatering bij veengronden in de Groeve. Nota 1325, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- STOWA, 2002a. Instrumentarium Waterlood. Waterloodreeks; deelrapport 02.
- STOWA, 2002b. HELP-tabellen landbouw. Waterloodreeks, deelrapport 04.
- Vellinga, Th. V., 1989. De nawerking van eerder gegeven stikstof. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, rapport nr. 109.
- Vos, J.A. de, J.G. Conijn, J. Wolf, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, M. Heinen, F.B.T. Assinck, S.J.E. van Dijck, M.J.D. Hack-ten Broeke, A.J. Otjens, 2004. Waterpas: Waterbeheer, landbouw en milieu. Alterra-rapport (in prep).
- Waterlood, 1998. Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen. Projectgroep Waterlood. Dienst Landelijk Gebied (DLG)-publicatie 1998/2, Utrecht.
- Werkgroep Normen voor de Voederverzorging, 1991. Normen voor de Voederverzorging. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij. Lelystad, Publicatie nr. 71.
- Wieling, H., en M.A.E. de Wit, 1987. Het groeiverloop van gras gedurende het seizoen. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, rapport 105.
- Wijk, A.L.M. van, 1984. Physical soil degradation : analysis, modeling and effects of soil compaction due to field traffic in modern agriculture. Nota 1524, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Wijk, A.L.M. van, R.A. Feddes, J.G. Wesseling en J. Buitendijk, 1988. Effecten van grondsoort en ontwatering op de opbrengst van akkerbouwgewassen. Een evaluatie over 30 jaren van de opbrengst van aardappelen en zomergraan op acht bodemprofielen bij vijftien combinaties van ontwateringsdiepte en -

- intensiteit. Rapport 31, Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
- Wit, M.A.E. de, 1987. De invloed van stikstofbemesting en zwaarte van de voorgaande snede op de hergroei van gras. Proefstation voor de Rundveehouderij (PR) Lelystad, rapport 110.
- Wosten, J.H.M., 2001. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringsreeks. Alterra-rapport 153, Wageningen.
- Zom, R.L.G, J.W. van Riel, G. André, G. van Duinkerken, 2002. Voorspelling voeropname met Koemodel 2002. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad. PraktijkRapport Rundvee 11, Lelystad.

Bijlage 1 Calibratie SWAP

Calibratie bij hoog peil

Voor de zes velden met een hoog peil (Z1 t/m Z6) met peilbuizen 1 t/m 6 zijn gemeten grondwaterstandsverlopen vergeleken met de simulatieresultaten van Waterpas. Deze simulatie B is dus uitgevoerd voor 200 d drainage-weerstand, 400 d infiltratieweerstand, 35 cm –m.v. slootpeil en 0.0 mm/d kwel (informatie over kwel was nog niet beschikbaar). In de tabellen en figuren worden deze randvoorwaarden aangegeven via bijvoorbeeld (200/400; -35; 0,0) voor simulatie B .

Figuren A1.1a t/m A1.1c geven het gesimuleerde grondwaterstandsverloop ten opzichte van het gemeten grondwaterstandsverloop (in de zes peilbuizen).

Opvallend is het hoge aandeel run-off in de afvoer van het neerslagoverschot. De 6-jarig gemiddelde evapotranspiratie (som van alle verdampingsposten) is met 620 mm aan de hoge kant (Normaalwaarde 550 mm/jaar). Dit heeft te maken met de relatief hoge temperaturen tijdens de laatste jaren. De kwel was in deze simulatie B op 0,0 mm/d gesteld.

De gesimuleerde grondwaterstandsverlopen zijn niet correct (Figuren A1.2a t/m A1.2c): de uitzakking in de zomer is te groot. Dit kan de volgende oorzaken hebben (of een combinatie hiervan):

- een te hoge infiltratieweerstand;
- te gunstige capillaire eigenschappen;
- geen kwel meegenomen;
- een te hoog berekende actuele evapotranspiratie.

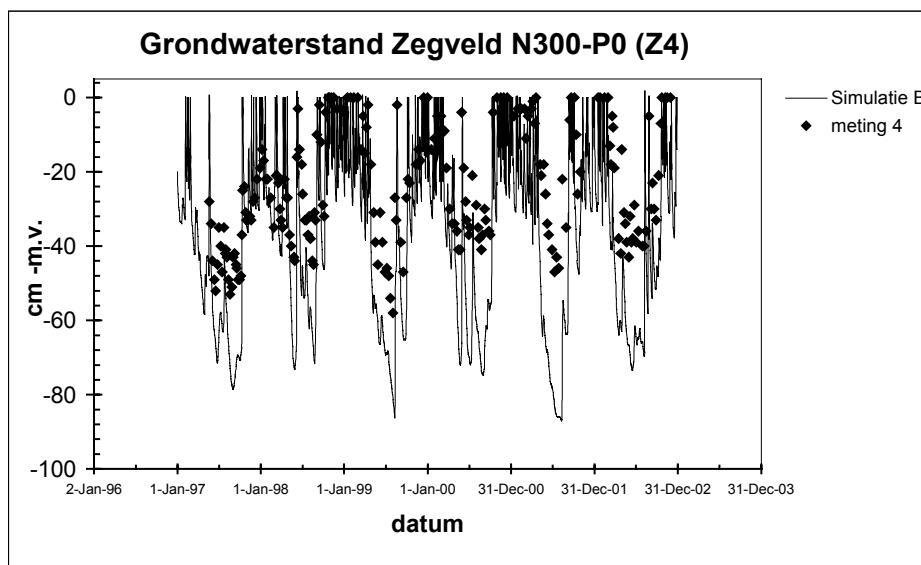
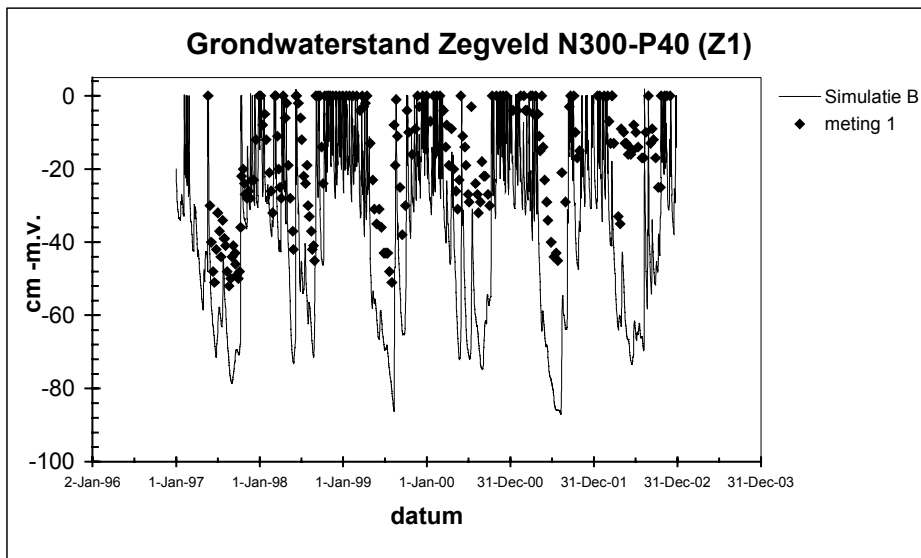
Laatstgenoemde oorzaak is niet aannemelijk. Invoeren van een kwel van 0,2 mm/d leidt wel tot minder uitzakking maar is geen afdoende remedie. De bodemfysische eigenschappen zijn zo goed mogelijk gekarakteriseerd. Locale variatie in bodemeigenschappen ten opzichte van de standaard karakterisering voor veengronden volgens de Staringreeks is altijd mogelijk maar waarschijnlijk niet van belang. De waarden van drainage- en infiltratieweerstanden zijn meestal niet goed bekend. Een ander opvallend punt is het gemeten grondwaterstandsverloop van peilbuis 6 (Fig. A1.2c). Deze buis is op 3 m van een sloot gesitueerd. Het constante grondwaterstandsverloop, zoals bepaald door het slootpeil, duidt op zeer lage drainage- en infiltratieweerstanden.

Een aantal Waterpas-simulaties zijn uitgevoerd om de voornaamste sturende variabelen voor het gesimuleerde grondwaterstandsverloop te bepalen. Deze simulatie-resultaten gaven duidelijk aan dat voor een verbeterde grondwaterstands simulatie een aanpassing van de drainage- en infiltratieweerstanden noodzakelijk was. Op basis van de metingen in buis 6 (Fig. A.1.1c) is in het vervolg uitgegaan van een slootpeil van 30 cm -mv. Figuur A1.2a laat zien dat de overeenstemming tussen de gemeten grondwaterstandsverlopen (metingen 2 en 5) en de gesimuleerde grondwaterstandsverloop nu goed is. In de resulterende simulatie E2

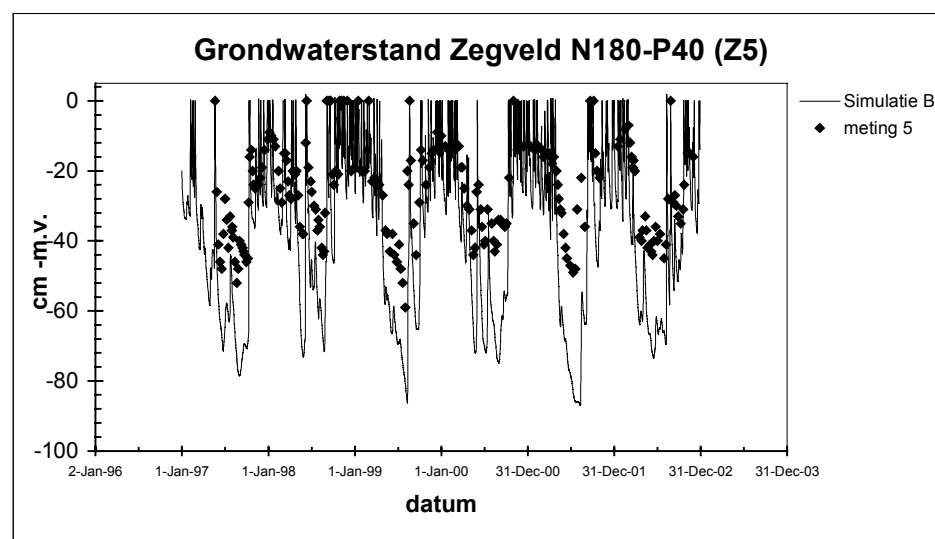
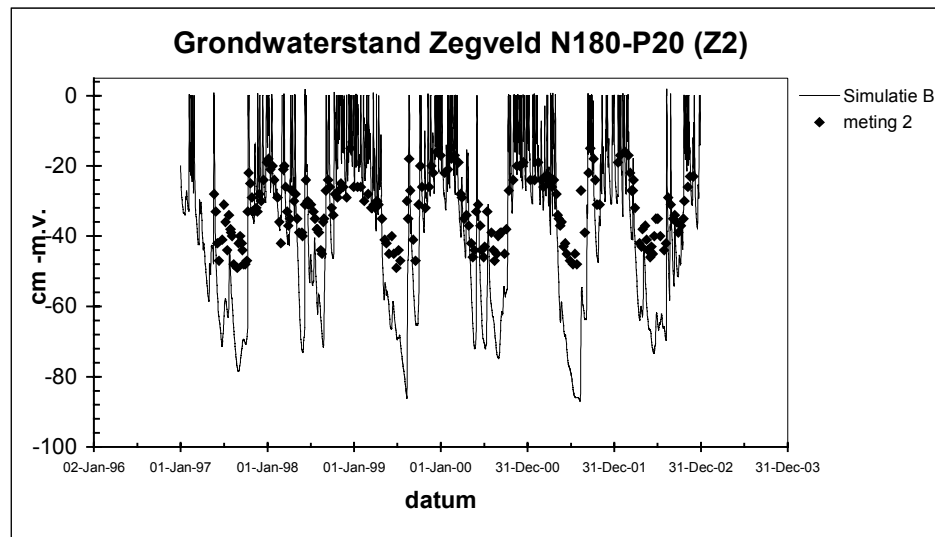
zijn de drainage- en infiltratieweerstanden verlaagd tot respectievelijk 100 d en 100 d. en is de kwel 0.2 mm/d (100/100; -30; 0,2). Figuren A1.3a t/m A1.3c laten zien dat de overeenstemming tussen de gemeten grondwaterstandsverlopen (in buizen 2 en 5) en de gesimuleerde grondwaterstandsverloop nu goed is. Deze grote verbetering in de simulatieresultaten wordt met name verklaard door de verlaging van de infiltratieweerstand. In de droge periodes tijdens de zomer kan er nu relatief veel infiltratie plaats vinden: 6-jarig gemiddelde van 140 mm/jaar. Ter controle is bij HDSR gevraagd naar de inlaten van polder Zegveld gedurende de zomer. Deze konden niet worden geleverd maar waren wel aanzienlijk. Er is daarom besloten dat de bodemfysische eigenschappen en hydrologische parameters en randvoorwaarden die behoren bij simulatierun E2, beschouwd kunnen worden als geschikt voor verdere simulatiestudies.

Evaluatie bij laag peil

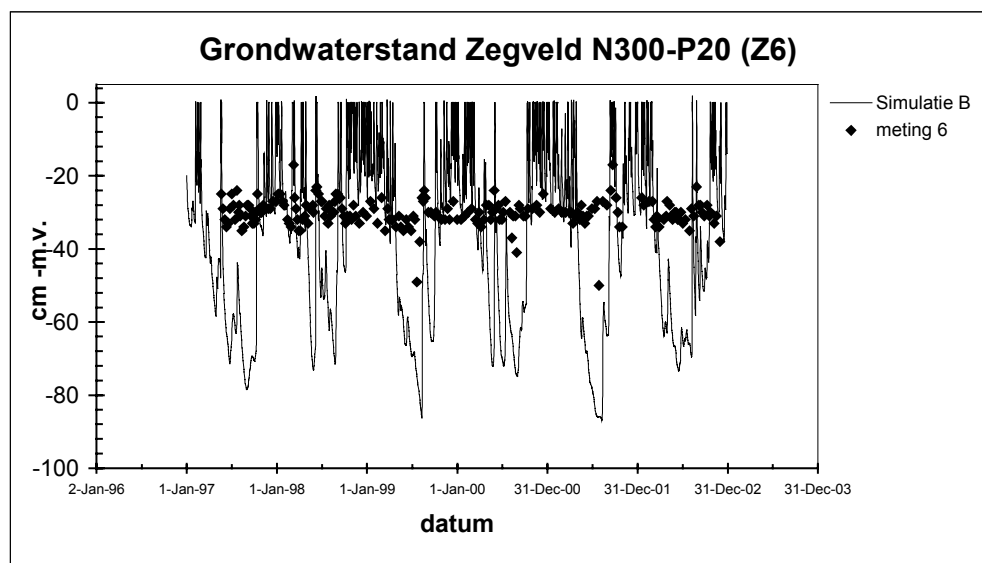
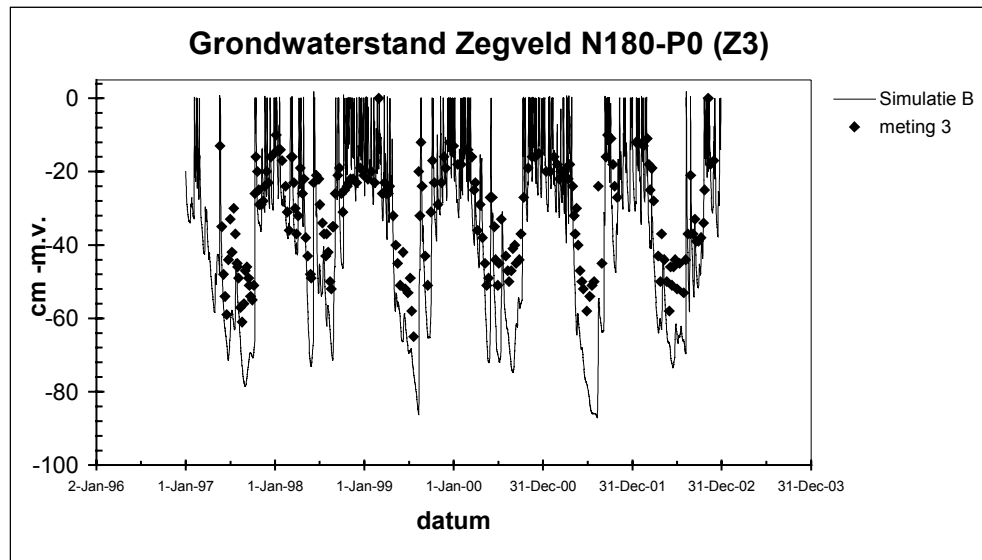
De Waterpas simulaties zijn ook uitgevoerd met een laag slootpeil van 65 cm –mv. Overige invoergegevens en randvoorwaarden zijn identiek aan die bij het hoge slootpeil. De simulatieresultaten kunnen niet vergeleken worden met die van gemeten grondwaterstandsverlopen bij laag slootpeil (gegevens niet beschikbaar) op het perceel, maar wel met die bij het hoge slootpeil (Figuur A.1.3a t/m A1.3c). Zoals te verwachten is daalt de grondwaterstand in de zomer ongeveer even sterk als de peilverlaging van 35 cm. In de winter is de gemiddelde grondwaterstand ook aanzienlijk lager maar er zijn nog steeds regelmatig uitschieters tot aan het maaiveld.



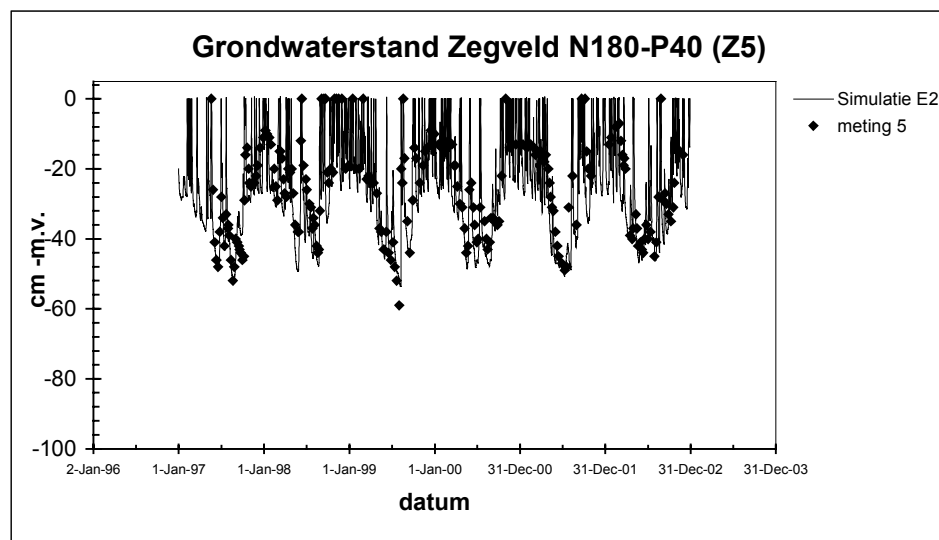
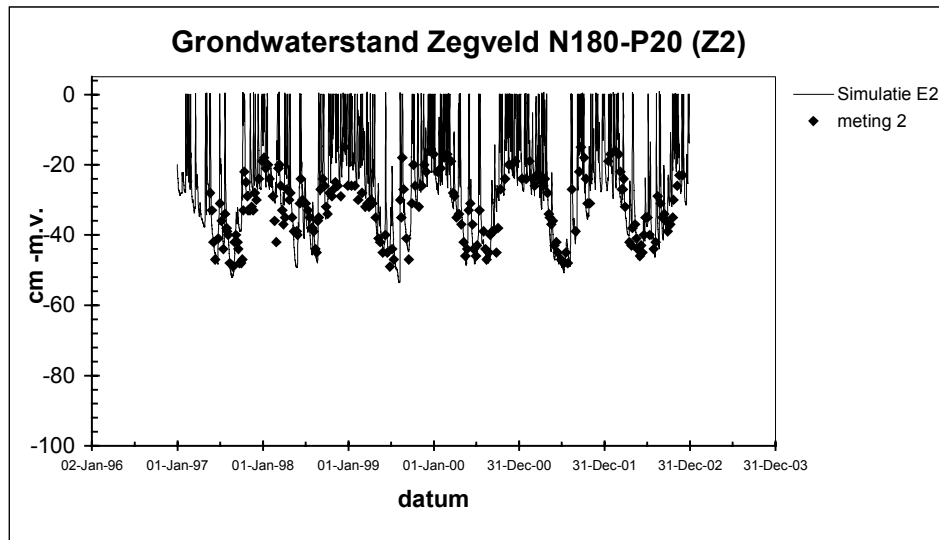
Figuur A1.1a Vergelijking van grondwaterstandsverlopen, simulatiereeks B (200/400; -30; 0,0)



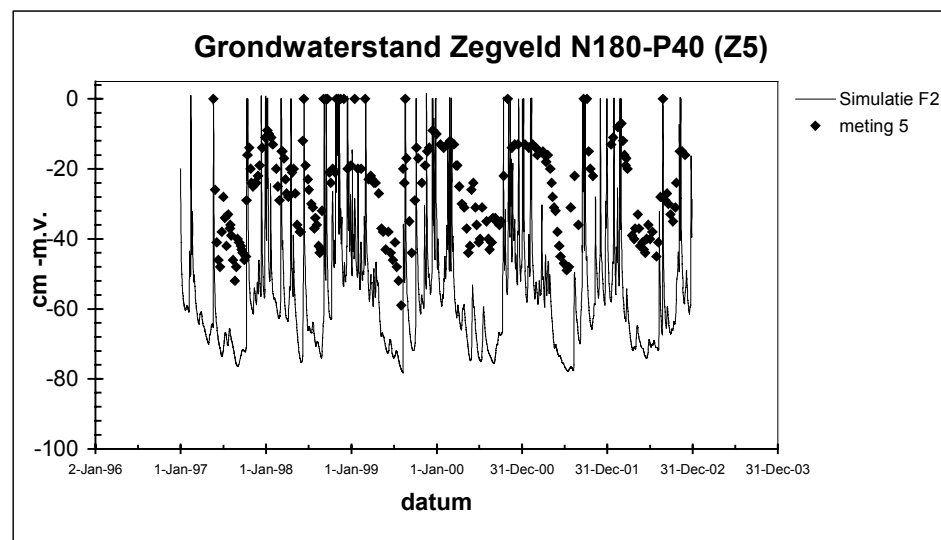
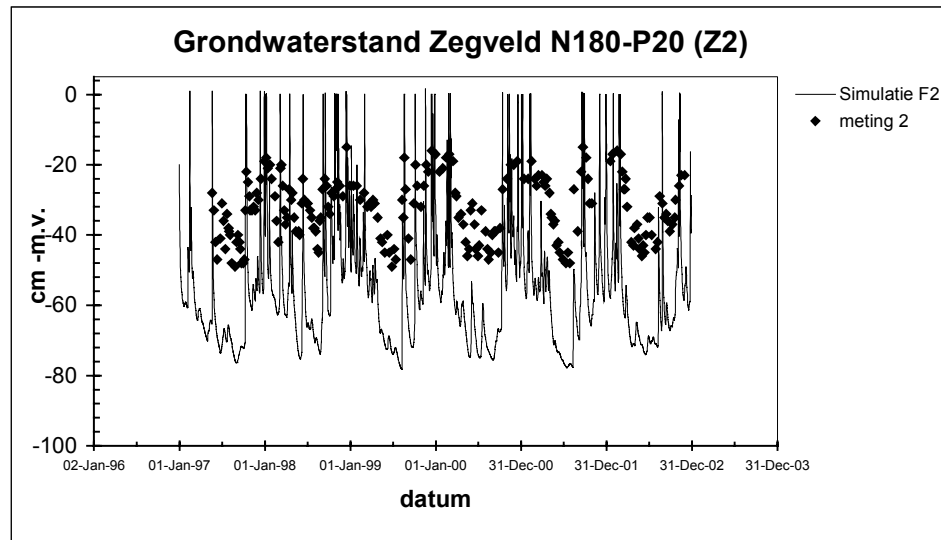
Figuur A1.1b Vergelijking van grondwaterstandsverlopen, simulatiereeks B (200/400; -30; 0,0)



Figuur A1.1c Vergelijking van grondwaterstandsverlopen, simulatiereeks B (200/400; -30; 0,0)



Figuur A1.2a. Vergelijking van grondwaterstandsverlopen, simulatiereeks E2 (100/100; -30; 0,2)



Figuur A1.2b. Vergelijking van grondwaterstandsverlopen, simulatiereeks F2 (100/100; -65; 0,2)

Drainage en infiltratie

Voor het voorbeeldbedrijf Zegveld is de drainage- en infiltratieweerstand teruggebracht tot 100 d. Opvallend is dat de intreeweerstand gering is in verhouding tot de horizontale weerstand voor stroming van en naar de sloot. Deze horizontale weerstand is evenredig met het kwadraat van de onderlinge slootafstand. De slootafstand is op Zegveld circa 40 m. Bij vergroting naar 80 m (sloten om en om dempen) wordt de horizontale weerstand 4 maal zo groot. Dat betekent dat in de winter, bij een gemiddeld neerslagoverschot van 2 mm/d, de gemiddelde opbolling van de grondwaterspiegel kan maximaal toenemen van 20 tot 80 cm. Dit is een maximum bij vergroting van de slootafstand, omdat de greppels en het maaiveld ook als drainagemiddel fungeren; de ligging van de greppels gelijk blijft, en de greppels dus een relatief groter aandeel van de drainage op zich nemen. Om bij vergroting van de slootafstand dezelfde ontwateringssituatie in natte perioden te behouden moet dus het slootpeil omlaag. Een vuistregel is (van Bakel, pers. comm.):

- in het traject 40 tot 60 m; elke 10 m toename in slootafstand vergt 10 cm meer drooglegging;
- in het traject 60 tot 90 m; elke 10 m toename in slootafstand vergt 5 cm meer drooglegging;
- in het traject boven 90 m: er is geen invloed meer want is niet relevant omdat de drooglegging volgens bovenstaande regels al dieper zit dan 90 cm.

In de zomer is het gemiddelde neerslagoverschot -1 mm/d. De gemiddelde uitholling (negatieve opbolling) van de grondwaterspiegel neemt door vergroting van de slootafstand van 40 naar 80 m toe van 10 tot maximaal 40 cm. Maximaal omdat de capillaire opstijgingsmogelijkheden bij diepere grondwaterstanden afnemen. Deze verminderde mogelijkheden vertalen zich in meer kans op droogteschade.

In de bovenstaande beschouwing is uitgegaan van een vlak maaiveld. In agrohydrologisch opzicht is dat verre van optimaal. De beste vorm is een parabolisch verloop waarbij het maaiveld evenwijdig loopt met de grondwaterspiegel behorende bij een afvoer van 1 à 2 mm/d. Bij deze vorm van het bodemoppervlak kan de gemiddelde drooglegging met 20 cm toenemen ten opzichte van een vlakke situatie.

Bijlage 2 Gewasgroeberekeningen CNGRAS

De berekening van de drogestof-opbrengst door het model CNGRAS is gecalibreerd met behulp van proefveldgegevens. Hiervoor is wederom de proef op proefbedrijf Zegveld gebruikt, waarbij alleen de opbrengstgegevens van voor een droog jaar (1997) en een nat jaar (1998) zijn geselecteerd. De proef op Zegveld betrof een stikstof (N)- en fosfaat (P)-trappenproef (2 N- en 3 P-nivo's), waarvan één behandeling is uitgekozen ten behoeve van de calibratie. Deze behandeling komt het beste overeen met de situatie op het voorbeeldbedrijf waarvoor de scenarioberekeningen zijn gepland (N-gift = 200 – 215 kg N/ha, P-gift = 64 -71 kg P₂O₅/ha.). In de proef werd gedurende het jaar afwisselend gemaaid en beweid en de opbrengst werd in beide gevallen geschat door met een Halldrup-maaier 4 stroken uit te maaien van het veldje. Het gemiddelde van de 4 stroken geeft een schatting van het grasaanbod en is een maat voor de bruto opbrengst aan drogestof. Beweiding vond door pinken plaats.

In deze toegepaste studie is ervoor gekozen om alleen het cumulatieve grasaanbod per jaar en het jaargemiddelde N-gehalte van het grasaanbod te gebruiken bij de calibratie. Door de waarden van bepaalde invoerparameters aan te passen wordt getracht een zo goed mogelijke overeenkomst tussen modelberekening en veldgegevens te verkrijgen.

Invoergegevens

Bij de calibratie is allereerst de modelinvoer voor het management aangepast overeenkomstig het graslandgebruik, zoals dat in 1997 en 1998 in de proef is toegepast. Dit betreft tijdstippen van oogsten, manier van oogsten (maaien of weiden), aantal dieren per ha en opname per dier per dag, oogstverliezen en evt. wel/niet maaien van bossen na beweiding. De proef geeft geen directe informatie over de grasopname en de oogstverliezen. De grasopname is geschat op 7 kg drogestof weidegras per pink per dag (zie Handboek Melkveehouderij, 1997). De oogstverliezen bij maaien zijn gesteld op 0 %, omdat het gras direct van het land werd afgevoerd. Bij beweiding is 5 % van de bruto opname als oogstverlies gebruikt. Dit laatste betekent dat als de netto opname door de dieren in een beweidingsperiode bijv. 1000 kg bedraagt, de afname van het gras door beweiding 1053 kg bedraagt ($1053 = 1000 / (1-0,05)$). Dit percentage bij beweiding is exclusief de verliezen die ontstaan door het maaien van de weiderest na een beweiding (bloten). Dit is in de proef regelmatig uitgevoerd en ook door het Waterpas-model gesimuleerd als een aparte activiteit.

De waarden van slechts twee invoergegevens zijn tijdens het calibreren aangepast. Beide worden gebruikt bij de berekeningen van de grasgroei in het onderdeel CNGRAS. Met de eerste (*LUEDM*) kan het algemene productieniveau van het grasland worden bepaald. *LUEDM* is in CNGRAS gedefinieerd als de drogestof-productie per eenheid opgevangen licht onder optimale groeiomstandigheden (ook wel lichtbenuttingsefficiëntie genoemd). De andere parameter (*TCDNSH*) betreft de vertraging in de opname van stikstof door de wortels van het gras. Hiermee kan het N-gehalte in het gras gestuurd worden om situaties te simuleren die N-gelimiteerd zijn. De huidige versie van het Waterpas-model bevat geen berekeningen ten aanzien

van de N-kringloop in de bodem, maar het onderdeel CNGRAS rekent wel met het N-gehalte in het gras en het effect daarvan op productie en opbrengstvorming. Door aanpassing in *TCDNSH* kunnen situaties gesimuleerd worden die meer of minder N-gelimiteerd zijn.

Ten aanzien van de overige invoerparameters (bodemfysisch en hydrologisch) is gebruik gemaakt van de invoerset behorende bij simulatie E2. In de totale calibratieprocedure is dus eerst een calibratie uitgevoerd op de grondwaterstanden en pas daarna op de drogestof-opbrengsten. Dit is gedaan, omdat de drogestof-opbrengsten vrijwel geen effect hebben op het grondwaterverloop, terwijl andersom de grondwaterstand wel de mate van waterstress door droogte of nattigheid mede bepaald en daarmee een invloed heeft op de grasproductie.

Resultaten

LUEDM moest naar beneden toe bijgesteld worden om aan te sluiten bij het productieniveau van de proef. De gekozen behandeling (met een anorganische N-gift van circa 260 kg/ha/jaar) was stikstof-gelimiteerd. Dit bleek duidelijk uit een andere behandeling in dezelfde proef, waarbij meer grasaanbod werd gemeten (ongeveer 1000 kg drogestof per jaar en 40 kg N per jaar) bij een extra anorganische N-gift van circa 120 kg N/ha/jaar. *TCDNSH* moest daardoor naar boven worden bijgesteld zodat er meer vertraging in de opname werd gesimuleerd en als gevolg lagere N-gehalten werden berekend. Voor beide jaren werd in de calibratie dezelfde invoerset gebruikt, behalve de invoer van het weer en het management, die elk jaarspecifiek zijn.

Het cumulatieve grasaanbod in 1997 bedroeg 9006 kg/ha en na calibratie werd met het Waterpas-model voor 1997 11080 kg/ha uitgerekend. Voor 1998 zijn de waarden gelijk aan 11825 kg/ha (proefveldgegevens) en 9890 kg/ha (berekend). In beide gevallen een verschil van circa 2000 kg/ha, waarmee in 1997 het grasaanbod werd overschat, maar in 1998 werd onderschat. Gemiddeld over beide jaren wordt het cumulatieve grasaanbod als jaartotaal dus goed berekend.

Het gemeten jaargemiddelde N-gehalte van het grasaanbod bedraagt in 1997 0,030 en in 1998 0,025 g N / g drogestof in de proef. Het Waterpas-model berekent voor beide jaren 0,027 g N / g drogestof. Ook hier zien we dat gemiddeld over beide jaren de berekeningen goed overeenkomen met de metingen van de proef, maar dat er per jaar een afwijking is (onderschatting in 1997 en overschatting in 1998).

Tabel A1. Drogestof opbrengsten in een proef op proefbedrijf Zegveld per snede en totaal per jaar, die gebruikt zijn bij de calibratie van het Waterpas-model. De opbrengsten zijn bepaald met behulp van een Halldrup-maaiër en geven dus het grasaanbod weer

Snede	Datum (1997)	Opbrengst (1997) in kg/ha	Datum (1998)	Opbrengst (1998) in kg/ha
N gift ¹		269		245
P gift ¹		65		64
1	16 mei	2804	11 mei	4461
2	11 juni	909	3 juli	3984
3	9 juli	1177	29 juli	963
4	12 augustus	1997	26 augustus	1096
5	10 september	1046	30 september	1321
6	24 oktober	1073		
Totaal		9006		11825
N-gehalte ²		0,030		0,025

¹ Het betreft totale jaargift (in kg/ha) in anorganische vorm (dus bij N incl. ammonium deel van drijfmesttoediening).

² N-gehalte is berekend door het quotiënt te nemen van de totale jaaropbrengst aan N en aan drogestof (kg N / kg drogestof).

Discussie

De berekende gewasgroei wijkt in 1997 +2 ton ds/ha en in 1998 –2 ton ds/ha af ten opzichte van de proefveldgegevens. De overschatting in 1997 werd voornamelijk veroorzaakt door te snelle hergroei na een beweiding in het model. Het lijkt erop dat de afsterving van het gras in het model met name na een beweiding te laag is ingeschat. De onderschatting in 1998 is grotendeels toe te schrijven aan de eerste snede, die in de proefveldresultaten een grasaanbod van 4461 kg/ha aangaf, maar die door het Waterpas-model niet gereproduceerd kon worden met dezelfde invoerset als gebruikt voor 1997. Wellicht heeft dit te maken met de vroege bemesting in dat jaar (26 februari 1998), maar dit kan met de huidige versie van Waterpas niet gecontroleerd worden.

De lage gemeten productie in 1997 ten opzichte van 1998 zou ook te maken kunnen hebben met droogtestress. Het model rekent nauwelijks droogtestress uit voor 1997: de actuele en potentiële transpiratie verschillen slechts 14 mm op jaarbasis. Ook hierdoor kan het zijn dat het model voor 1997 een te hoge productie berekent ten opzichte van de gemeten waarde. In 1998 (het natte jaar) is de droogtestress zelfs iets groter: een verschil van 31 mm werd berekend. Dit heeft wellicht te maken met de gedefinieerde grenzen van de drukhoogte waarbij beperking in de wateropname gesimuleerd wordt, omdat ook onder te natte omstandigheden in het model de wateropname beperkt wordt.

Op basis van de calibratieresultaten is besloten om CNGRAS nu niet te gebruiken voor de scenariostudies. Eerst willen we een berekening uitvoeren waarbij de opbrengst in 1997 lager uitkomt in vergelijking met 1998, zoals ook gemeten is. Het is onduidelijk of dit gerealiseerd kan worden zonder de N-kringloop in de berekeningen te betrekken. Nadere analyse van de modelresultaten is nodig, inclusief

een schatting van het wel/niet optreden van droogtestress in de proef in de zomer van 1997. Als dat het geval is, zal het ook met het model berekend moeten worden.

Bijlage 3 Details van de bedrijfseconomische berekeningen

Tabel A2 geeft de details van de bedrijfseconomische berekeningen volgens de LEI-systematiek, zoals deze zijn berekend met het BBPR model voor de verschillende varianten.

Tabel A2. Details van de bedrijfsresultaten van een toekomstgericht melkveebedrijf (500.000 kg melk, 40 ha) bij verschillende grondsoorten en ontwaterings situatie, volgens de LEI-sytematiek. Het betreft de volgende varianten: 1) klei-gras; optimaal ingericht kleibedrijf met 100% gras, 2) klei gras/maïs; optimaal ingericht kleibedrijf in 70% gras en 30% maïs, 3) veen 90 cm -mv; bedrijf bij ontwaterings- en verkavelings situatie Friese veenweide 4) veen 60 cm -mv; bedrijf bij actuele ontwaterings- en verkavelings situatie Hollandse veenweide en 5) veen 40 cm; peilverbodging Hollandse veenweidegebied. Van het veenbedrijf bij de peilen 40 en 60 cm –mv zijn ook de resultaten van de jaren met een minimaal en een maximaal netto bedrijfsresultaat gepresenteerd. Alle kosten zijn in euro's.

	Klei gras	Klei gras/maïs	Veen 90 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm –mv Minimum	Veen 60 cm –mv Maximum	Veen 40 cm –mv Minimum	Veen 40 cm –mv Maximum
In euro's						2001	1997	1993	1997
OPBRENGSTEN (A)	180780	186447	181746	181746	181925	180955	184090	181029	184262
Wv: - Melk	161345	161409	161446	161446	161412	161520	161359	161594	161273
- Omzet en Aanwas	18111	18111	18111	18111	18111	18111	18111	18111	18111
- Overige opbrengsten	1324	6927	2190	2190	2401	1324	4620	1324	4878
TOEGEREKENDE KOSTEN (B)	42934	44588	46543	46543	53540	46526	47641	58871	52183
Wv: - Voerkosten	17890	17014	24047	24047	32314	24280	25301	38251	30682
Wv: - Krachtvoer	14911	13813	20589	20589	26728	19842	22191	22817	27569
- Melkproducten	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092	1092
- Ruwvoer en overig voer	1887	2109	2367	2367	4494	3346	2018	14342	2021
- Veekosten	16911	17052	16911	16911	16911	16911	16911	16911	16911
Wv: - Strooisel	1379	1520	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379
- Gezondheidszorg	5952	5952	5952	5952	5952	5952	5952	5952	5952
- Veeverbetering	4440	4440	4440	4440	4440	4440	4440	4440	4440
- Rente vee	3971	3971	3971	3971	3971	3971	3971	3971	3971
- Overige veekosten	1169	1169	1169	1169	1169	1169	1169	1169	1169
- Overige toegerekende kosten	8133	10522	5585	5585	4314	5335	5429	3708	4590
Wv: - Gewasbeschermingsmiddelen	680	1460	680	680	680	680	680	680	680
- Kunstmest	6493	5162	3945	3945	2674	3695	3789	2068	2950
- Overige bemestingskosten	960	1440	960	960	960	960	960	960	960
- Zaad, plant en pootgoed	0	2280	0	0	0	0	0	0	0
- Rente gewassen	0	180	0	0	0	0	0	0	0

	Klei gras	Klei gras/maïs	Veen 90 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv	Veen 40 cm -mv
						Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
In euro's						2001	1997	1993	1997
NIET TOEGEREKENDE KOSTEN (C)	226019	225745	228534	238883	240951	239767	238932	244343	241574
Wv: - Arbeid	68634	66483	68634	71093	72249	71026	71674	73498	72687
- Werk door derden	11690	18118	16668	21059	21758	21853	20629	22056	22122
- Werktuigen en installaties	29061	28618	29061	30568	30343	30667	30508	30186	30473
Wv: - Afschrijving werktuigen	8865	8865	8865	8865	8865	8865	8865	8865	8865
- Afschrijving installaties	6206	6206	6206	6206	6206	6206	6206	6206	6206
- Brandstof/smeermiddelen	1038	859	1038	2501	2264	2581	2458	1990	2409
- Zelfstandige materialen	2245	1981	2245	2289	2301	2308	2272	2418	2286
- Berekende rente werktuigen	2763	2763	2763	2763	2763	2763	2763	2763	2763
- Berekende rente installaties	1472	1472	1472	1472	1472	1472	1472	1472	1472
- Overig (o.a. onderh+verz.)	6472	6472	6472	6472	6472	6472	6472	6472	6472
- Grond en gebouwen (pb)	92811	94822	90348	99222	99222	99222	99222	99222	99222
Wv: - Pacht, eigenaarslasten	4549	4687	4549	4549	4549	4549	4549	4549	4549
- Afschrijving	25695	26730	24567	29363	29363	29363	29363	29363	29363
- Onderhoud (incl. verzekering)	9566	9876	9190	10954	10954	10954	10954	10954	10954
- Berekende rente	53001	53529	52042	54356	54356	54356	54356	54356	54356
- Quotumkosten	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148
Wv: - Afschrijving	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Rente	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148	1148
- Lease, etc.	0	0		0	0	0	0	0	0
- Ov. niet-toegerekende kosten	22675	16556	22675	15792	16230	15851	15752	18233	15922
Wv: - Energie	2437	2437	2437	2437	2437	2437	2437	2437	2437
- Water	2052	2166	2052	2341	2451	2400	2301	2454	2471
- Minas	7172	939	7172	0	328	0	0	2328	0
- Mestafzetcontracten+mestafvoer	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Overige algemene kosten	11014	11014	11014	11014	11014	11014	11014	11014	11014

	Klei gras	Klei gras/maïs	Veen 90 cm -mv	Veen 60 cm -mv	Veen 40 cm -mv	Veen 60 cm -mv Minimum	Veen 60 cm -mv Maximum	Veen 40 cm -mv Minimum	Veen 40 cm -mv Maximum
In euro's						2001	1997	1993	1997
TOTALE KOSTEN (B+C)	268953	270333	275077	285426	294491	286293	286573	303214	293757
TOTALE OPBRENGSTEN (excl. melk)	19435	25038	20301	20301	20512	19435	22731	19435	22989
KOSTPRIJS MELK	49,9	49,1	51,0	53,0	54,8	53,4	52,8	56,8	54,2
Netto bedrijfsresultaat (A-(B+C))	-88173	-83886	-93330,76	-103680	-112566	-105338	-102483	-122185	-109495
Arbeidsopbrengst	-19539	-17403	-24696,8	-32587	-40317	-34312	-30810	-48687	-36808
Netto bedrijfsresultaat per ha	-2204	-2097	-2333	-2592	-2814	-2633	-2562	-3055	-2737
Arbeidsopbrengst per ha	-488	-435	-617	-815	-1008	-858	-770	-1217	-920
Bewerkingskosten	109385	113219	114363	122721	124351	123546	122810	125740	125282
Bewerkingskosten/ha	2735	2830	2859	3068	3109	3089	3070	3144	3132