



ALTEERRA

WAGENINGEN UR



Effecten flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij

Berekeningen met Waterpas voor tien weerjaren

Alterra-rapport 1974
ISSN 1566-7197

P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving, J. Wesseling, K. Oostindie en J.J.H. van den Akker

Effecten flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij

In opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Effecten flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij

Berekeningen met Waterpas voor tien weerjaren

P.J.T. van Bakel ¹⁾

I.E. Hoving ²⁾

J. Wesseling ¹⁾

K. Oostindie ¹⁾

J.J.H. van den Akker ¹⁾

¹⁾ Alterra, Wageningen

²⁾ Animal Sciences Group, Lelystad

Alterra-rapport 1974

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Bakel, P.J.T. van, I.E. Hoving, J. Wesseling K. Oostindie en J.J.H. van den Akker, 2009. *Effecten flexibel peilbeheer Vlietpolder op hydrologie en melkveehouderij. Berekeningen met Waterpas voor tien weerjaren*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1974. 76 blz. .19 fig.; 20 tab.; 56 ref.

Het Waterpasinstrumentarium kan goed worden gebruikt voor het berekenen van de economische gevolgen voor melkveebedrijven van veranderd waterbeheer. Waterpasberekeningen op de bedrijfsschaal maken de uitkomsten inzichtelijk ('transparant') voor boeren en anderen. Het Waterpasinstrumentarium is daarmee naast een economische berekening ook een belangrijk communicatiemiddel in de planningsfase en kan zorgen voor draagvlak voor veranderingen. Voor de Vlietpolder zijn in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland het huidige peilbeheer en twee varianten van flexibel peilbeheer met het instrumentarium doorgerekend.

Trefwoorden: flexibel peilbeheer, melkveehouderij, Vlietpolder

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2009 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	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Achtergrond	11
1.3 Projectdoelstelling	12
1.4 Projectresultaat	12
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Waterpas-model voor melkveebedrijven	13
2.2 Flexibel peilbeheer Vlietpolder	14
3 Hydrologische modellering van de Vlietpolder	17
3.1 Uitgangsmodel en aanpassingen	17
3.2 Parameterisatie en randvoorwaarden	18
3.3 Resultaten en discussie	19
3.3.1 Waterbalansen van MultiSWAP	19
3.3.2 Waterbalansen van MultiSWAP-losgekoppeld	22
3.3.3 Tijdsverloop van het oppervlaktewaterstanden	22
3.3.4 Grondwaterstanden en drukhoogtes	23
3.3.5 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)	25
3.3.6 Aan- en afvoeren	26
4 Berekeningen met BBPR	29
4.1 Modellen	29
4.2 Werkwijze	32
4.3 Resultaten	35
4.4 Discussie	38
5 Conclusies	41
Literatuur	43
<i>Bijlagen</i>	
1 FIW MultiSwap versie 1.72 en Vlietpolder	49
1A. Overzicht tabellen in de database Schema.mdb	57
1B. Bodem- en gewas- tabellen in de database Schema.mdb	59
2 Berekende grondwaterstanden en drukhoogten	61
3 Technische en economische resultaten bedrijfsberekeningen	73

Woord vooraf

Dit project is tot stand gekomen naar aanleiding van vragen van het Hoogheemraadschap van Rijnland over de mogelijkheden om voor een concreet voorbeeldgebied, de Vlietpolder, het Waterpasinstrumentarium toe te passen en met het instrumentarium de effecten van het gevoerde peilbeheer te kunnen evalueren. Hierbij ging het met name om de effecten van flexibel peilbeheer. Het project is vanuit het Hoogheemraadschap Rijnland, begeleid door J.J. Reitsma.

Samenvatting

Voor de Vlietpolder zijn in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland het huidige peilbeheer en twee varianten van flexibel peilbeheer met Waterpasinstrumentarium doorgerekend. Variant 1 heeft eenzelfde peilbeheer als de Referentie, maar met een peilmarge van 20 cm. Variant 2 heeft een vast streefpeil jaarrond (gelijk aan het winterpeil in de Referentie), in het voorjaar (1 feb - 1 april) een peilmarge van 5 cm en het resterende jaar een peilmarge van 20 cm.

Een melkveebedrijf kent in het algemeen verschillende droogleggingen. Dit kan het gevolg zijn van verschillende maaiveldhoogten bij een zelfde slootpeil of doordat een deel van het bedrijf onderbemalen is. Door de percelen met een grotere drooglegging in te zetten in natte perioden kan de melkveehouder draagkrachtproblemen en opbrengstverliezen (deels) voorkomen. Kenmerkend voor het Waterpasinstrumentarium is dat hiermee rekening wordt gehouden. In de Vlietpolder is een modelbedrijf gedefinieerd. De droogleggingsverdeling van het modelmelkveebedrijf wordt gekarakteriseerd door een percentage grasareaal met een drooglegging variërend van 30 tot 80 cm - mv in stappen van 10 cm.

Met FIW-MultiSWAP is vervolgens het bedrijf voor de referentie en de twee varianten doorgerekend. Het bleek echter dat de waterbalans niet kloppend was. Daarom zijn vervolgens de referentie en de twee varianten doorgerekend met losgekoppelde SWAP-modellen per perceel, waarbij het verloop van de openwaterstand berekend met FIW-MultiSWAP is gebruikt. Het bleek noodzakelijk om de SWAP-berekeningen met een grotere oppervlakkige afvoer naar de sloten uit te voeren, omdat anders de gesimuleerde grondwaterstanden in natte perioden te hoog bleven. Het resultaat met de grotere oppervlakkige afvoer kon als bruikbaar voor verder analyse worden beoordeeld. De GHG van Variant 1 was iets hoger en de GLG bleek iets lager te zijn dan bij de Referentie. Variant 2 was in het algemeen wat droger dan de Referentie. Dat kwam tot uitdrukking in een lagere GLG bij alle droogleggingen en een iets lagere GHG bij de geringe droogleggingen (30, 40 en 50 cm).

In de economische berekening voor de Vlietpolder is gezamenlijk met de betrokken melkveehouders een representatief melkveebedrijf gedefinieerd. De bedrijfsgrootte en de opzet van het bedrijf zijn in de twee varianten van flexibel peilbeheer gelijk gehouden. We zijn uitgegaan van een voor dit moment actueel melkveebedrijf met een melkgift per koe van circa 7600 liter en de mestwetgeving volgens de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat in 2009. Het modelbedrijf is in de uitgangssituatie, bij de huidige drooglegging, niet volledig zelfvoorzienend voor ruwvoer en koopt snijmaïs aan. Dit betekent dat een verandering van de ruwvoerpositie direct invloed heeft op het bedrijfseconomische resultaat; bij een vergroting van het tekort nemen de kosten voor ruwvoeraankoop toe en bij een verkleining van het tekort nemen de kosten voor ruwvoeraankoop af.

De invloed van flexibel peilbeheer op het graslandgebruik is doorgerekend volgens de Waterpas-systematiek. De veranderingen in de waterhuishouding van de bodem, de grasgroei, de benutting van het gras en het graslandgebruik worden daarbij geïntegreerd doorgerekend. De verandering van de grasopname bij weiden en de verandering van de ruwvoerpositie worden vertaald in een toe- of afname van kosten voor de aankoop van ruw- en krachtvoer en een verandering van loonwerkkosten voor mest uitrijden en oogstwerkzaamheden.

We zijn ervan uitgegaan dat tussen de referentiesituatie en de varianten alleen de kosten veranderen en dat de opbrengsten door een gelijkblijvende melkproductie en omzet en aanwas gelijk blijven. De loonwerktarieven zijn gelijk gehouden en we zijn uitgegaan van een gelijk blijvende eigen arbeidsinzet van de agrarische ondernemer. Ook werden de kosten voor grond (rente, waterschapslasten e.d.) gelijk gehouden en werd een verandering van productieniveau niet in de grondkosten verdisconteerd. Er is gekozen om de berekeningen uit te voeren voor de weerjaren 1992 - 2001, om zo een voldoende variatie tussen droge en natte jaren te krijgen, welke tevens aansluit bij de gebruikte weerreeks in eerdere studies.

De resultaten van de referentiesituatie en de twee varianten lagen dicht bij elkaar. Zo was de zelfvoorzieningsgraad voor ruwvoer voor de referentiesituatie en Variant 1 gelijk. Bij Variant 2 was de voerpositie gunstiger waardoor minder voer in de vorm van snijmaïs werd aangekocht. De relatief geringe verschillen in technische resultaten vertaalde zich in relatief kleine verschillen in kosten. De verbetering van de voedervoorziening bij Variant 2 verlaagde de totale kosten met gemiddeld € 25,- per ha. Daarbij bleef de variatie in kosten tussen weerjaren ongeveer gelijk. Bij 50% hogere voerkosten verdubbelde de besparing van kosten ten opzichte van de referentiesituatie. Bij Variant 1 was de zelfvoorziening voor ruwvoer gelijk aan de referentiesituatie, maar wel daalden de totale kosten met gemiddeld € 16,-per ha door lagere loonwerkkosten (hoger aandeel weiden). De variatie in kosten nam echter aanzienlijk toe, wat ongewenst is, omdat hierdoor het bedrijfsrisico vergroot wordt. De voorkeur gaat zodoende uit naar Variant 2 in plaats van Variant 1.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de Vlietpolder bij Hoogmade voert het Hoogheemraadschap van Rijnland in samenwerking met enkele melkveehouders de tweede fase van het Veenweideproject uit. Het betreft een vervolg op de eerste onderzoeksgerichte fase (1999-2004) waarin inzicht in de relatie tussen waterbeheer en melkveehouderij is verkregen. Op basis van dit inzicht zijn maatregelen geformuleerd op het gebied van peilbeheer, bemesting en inrichting en beheer. Het doel is de chemische en ecologische oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren in de periode 2006-2010, zonder het voortbestaan van de melkveehouderij in gevaar te brengen.

De maatregelen op het gebied van peilbeheer hebben echter periodiek hogere grondwaterstanden tot gevolg, wat mogelijk beperkend is voor de agrarische bedrijfsvoering. De gevolgen van het peilbeheer voor de landbouwopbrengsten moeten dan ook nauwkeurig worden gekwantificeerd.

1.2 Achtergrond

Peilbeheer vormt een belangrijk onderdeel van het maatregelenpakket voor de Vlietpolder. In een apart proefgebied in de Vlietpolder wordt geëxperimenteerd met flexibel peilbeheer waarbij het peil jaarrond wat forser mag fluctueren. Als peilgrenzen zijn hierbij 40 en 60 cm -mv aangehouden. Een uitzondering wordt gemaakt voor het vroege voorjaar (ca. januari-maart), wanneer het waterpeil op 60 cm -mv wordt vastgehouden.

Alterra en Animal Sciences Group (ASG) hebben veel kennis en gegevens over 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. Het Waterpas-model is succesvol toegepast in de studie 'Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw' (De Vos et al., 2004a). Uit deze studie kwamen aanzienlijke verschillen aan het licht tussen de gangbare HELP-benadering (HELP-tabel, 1987) en de Waterpas-resultaten, wat betreft de manier van aanpak en de financiële gevolgen van peilverhoging. Door ASG is het Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR) ontwikkeld (BBPR, 2001) en gecombineerd met Waterpas. Het Waterpas-BBPR-model berekent op een inzichtelijke, transparante en reproduceerbare wijze de effecten van veranderend peilbeheer op de bedrijfsvoering en bedrijfsresultaten. Dit is een vooruitgang ten opzichte van het gebruik van de HELP- en Brouwer-Huinink-tabellen (Brouwer en Huinink, 2002). Deze tabellen worden op perceelschaal toegepast. Het Waterpas-BBPR-model, heeft 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 bedrijfseconomische resultaten die er tussen de verschillende jaren optreden. De gevolgen van extreme situaties kunnen worden bepaald, evenals de resulterende bedrijfsrisico's. De beschikbaarheid van gras voor het vee en de graslandgebruiksmogelijkheden worden in de Waterpas-simulaties in sterke mate bepaald door de draagkracht van de bovengrond voor vee en machines. Inkomensschade wordt vooral veroorzaakt door het niet kunnen benutten van het gras door te natte omstandigheden en de daaruit volgende noodzaak om extra voer aan te kopen, waardoor de kosten toenemen (=inkomensverlies).

1.3 Projectdoelstelling

Het kwantificeren van de bedrijfseconomische gevolgen voor melkveebedrijven in de Vlietpolder bij de verschillende vormen van (flexibel) peilbeheer.

1.4 Projectresultaat

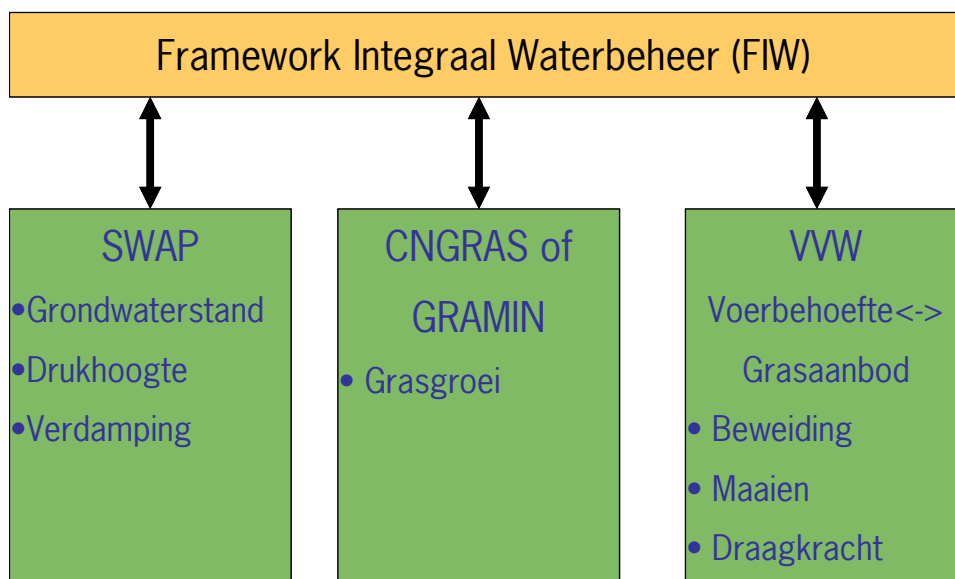
Het projectresultaat bestaat uit de resultaten van Waterpas-berekeningen voor een typisch melkveebedrijf in de Vlietpolder bij verschillende vormen van peilbeheer voor een klimaatrepresentatieve periode.

2 Materiaal en methoden

In dit hoofdstuk worden de gebruikte modellen en het Plan van Aanpak beschreven. Allereerst wordt een samenvatting gegeven van het Waterpas-model voor melkveebedrijven. Vervolgens wordt in het kort ingegaan op de methodische aspecten van flexibel peilbeheer en tenslotte wordt beschreven hoe het Waterpasmodel kan worden toegepast op de situatie van de Vlietpolder.

2.1 Waterpas-model voor melkveebedrijven

Het Waterpas-model integreert de kennis van Alterra, de Animal Sciences Group (ASG) en Plant Research International (PRI) van Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR) op het gebied van water en landbouw. De wetenschappelijke basis wordt gevormd door gekoppelde modellen (fig. 2.1), waarin op bedrijfsniveau een systeembenadering wordt gebruikt waarin waterstroming, gewasgroei en bedrijfsvoering geïntegreerd worden beschreven.



Figuur 2.1 Waterpas-model, gebaseerd op de deelmodellen SWAP, CNGRAS of GRAMIN en VVW

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 eendimensionale 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.

Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar De Vos et al (2008).

De volgende stap in de procedure is de toepassing van het Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR). Dit programma en de onderdelen daarin staan beschreven in hoofdstuk 4.

2.2 Flexibel peilbeheer Vlietpolder

Het Hoogheemraadschap van Rijnland onderzoekt of met flexibel peilbeheer in het veenweidegebied van de Vlietpolder een betere chemische en ecologische oppervlaktewaterkwaliteit kan worden gerealiseerd dan bij het huidige peilbesluit. Peilbeheer vormt een belangrijk onderdeel van het maatregelenpakket voor de Vlietpolder. In een apart proefgebied in de Vlietpolder wordt geëxperimenteerd met flexibel peilbeheer waarbij het peil jaarrond wat forser mag fluctueren. Als peilgrenzen zijn hierbij 40 en 60 cm -mv aangehouden. Een uitzondering wordt gemaakt voor het vroege voorjaar (ca. januari-maart), wanneer het waterpeil op 60 cm -mv wordt gehouden.

Met het Waterpas-model voor de Vlietpolder zullen drie vormen van peilbeheer-varianten worden doorgerekend: huidig peilbeheer (vast winter- en zomerpeil; zomerpeil 10 cm hoger) en twee varianten van flexibel peilbeheer. Onderstaande tabel geeft een nadere detaillering.

Tabel 2.1 Nadere detaillering van huidig peilbeheer en twee varianten van flexibel peilbeheer, peilen in m tov NAP; marges in cm)

	Winterperiode		Voorjaarsperiode		Zomerperiode		Beheersmarge
	streefpeil	peilmarge	streefpeil	peilmarge	streefpeil	peilmarge	
Huidig peilbeheer	-2,63	5	nvt	nvt	-2,53	5	5
Variant 1	-2,63	20	nvt	nvt	-2,53	20	5
Variant 2	-2,63	20	-2,63	5	-2,63	20	5

De daarbij behorende definities zijn:

Winterstreefpeil:	het na te streven peil in de winterperiode (m tov NAP)
Zomerstreefpeil:	het na te streven peil in de zomerperiode (m tov NAP)
Voorjaarsstreefpeil:	het na te streven peil in de voorjaarsperiode (m tov NAP)
Winterperiode:	tijd van 1/10 tot 1/4, bij Variant 2 van 1/10 tot 1/2
Voorjaarsperiode:	tijd van 1/2-1/4 bij Variant 2
Zomerperiode:	tijd van 1/4 tot 1/10
Beheersmarge:	verschil tussen aan- en afslagpeil (cm). Is nodig om te voorkomen dat aan- of afvoergemaal te frequent aan- of afslaat.
Peilmarge:	verschil tussen hoogst en laagst toegestane peil (cm), waardoor hoogst toegestane peil het streefpeil is plus de helft van de peilmarge en het laagste toegestane peil gelijk is aan het streefpeil minus de helft van de peilmarge
Afvoergemaal:	gemaal dat afvoert als werkelijke waterstand hoger is dan hoogst toegestane peil plus de helft van de beheersmarge en

Aanvoergemaal:

weer afslaat als werkelijk peil lager is dan hoogst toegestane peil minus helft van de beheersmarge
gemaal dat aanvoert als werkelijke waterstanden lager is dan het laagst toegestane peil minus de helft van de beheersmarge
en weer afslaat als werkelijke waterstand hoger is dan laagst toegestane peil plus helft van de beheersmarge

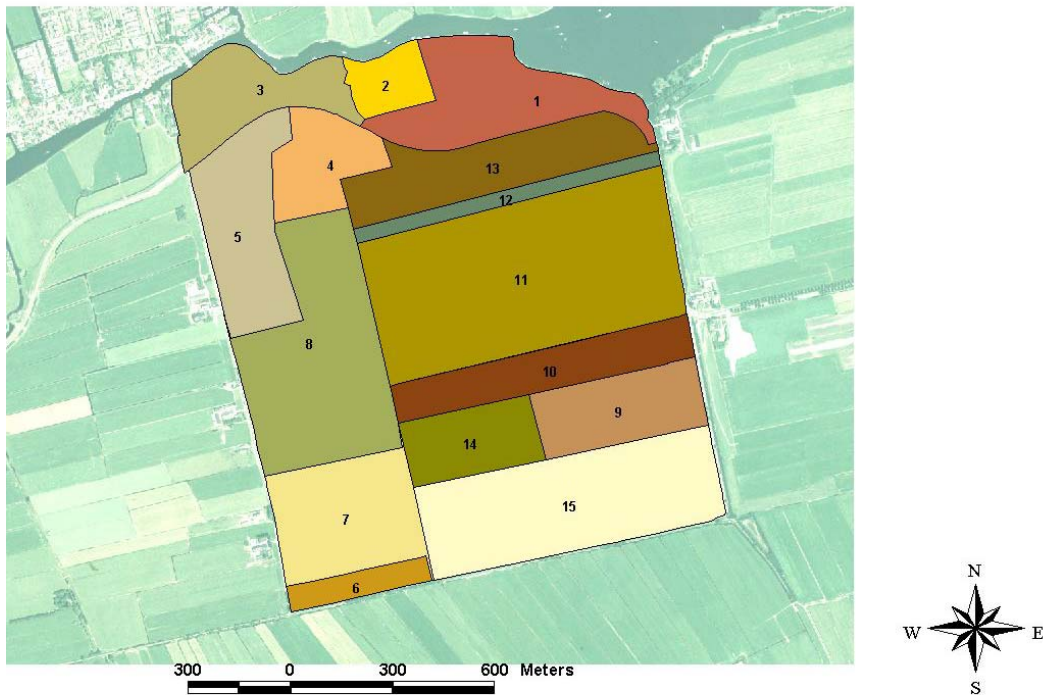
3 Hydrologische modellering van de Vlietpolder

3.1 Uitgangsmodel en aanpassingen

Er is uitgegaan van het reeds met behulp van FIW-MultiSWAP (hierna te noemen MultiSWAP) gedefinieerde model voor de Vlietpolder. De polder is daarbij opgedeeld in een aantal plots waarbij is gelet op indeling in peilvakken, perceelsbegrenzing en verschillen in bodems.

Het oppervlaktewatersysteem wordt gedefinieerd met behulp van shape files en bijbehorende dbf's.

Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar bijlage 1.



Figuur 3.1 De nummering (ID's) van de plots in de Vlietpolder. Plot 11 is gebruikt voor het definiëren van een voorbeeldbedrijf (zie tekst)

Dit model is zodanig aangepast dat de totale oppervlakte en het oppervlaktewatersysteem gelijk blijven maar dat er voor één bedrijf met verschillen in hoogteligging per hoogteklaas hydrologische variabelen worden gesimuleerd die voor de bedrijfsvoering van belang zijn. Daartoe is peilvak 11 (had ook een ander peilvak kunnen zijn) opgedeeld als volgt:

Gebied 11 heeft in het uitgangsmodel 362.443 m². Dit wordt verkleind tot 62.433 m². Hierdoor komt 300.000 m² vrij om toe te delen aan een voorbeeldbedrijf, waarbij de

300.000 m² wordt verdeeld over zes nieuwe plots (percelen) (nummer 16 t/m 21). Elke plot krijgt een eigen drooglegging door het maaiveld te veranderen. Maar alle plots hebben wel dezelfde openwaterstand in NAP. Deze waterstand wordt door het model berekend op basis van de waterbalans van het oppervlaktewater. Deze waterbalans wordt bepaald door drainage vanuit percelen, aan- of afvoer en berging. Daarom is het van belang rekening te houden met de verdeling in drooglegging zoals die op basis van maaiveldhoogtegegevens in combinatie met gegevens uit de Basisregistratie Percelen (BRP) (van elk bedrijf is de ligging van de percelen bekend) is gestileerd. Zie tabel 3.1.

Tabel 3.1 Gegevens per perceel van het gedefinieerde voorbeeldbedrijf

Plot	Percentage opp.	Opp. (m ²)	Maaiveldhoogte (m tov NAP)	Drooglegging bij huidig winterpeil (cm)
16	10	30.000	-2.33	30
17	10	30.000	-2.23	40
18	20	60.000	-2.13	50
19	30	90.000	-2.03	60
20	20	60.000	-1.93	70
21	10	30.000	-1.83	80

De areaalverdeling van de drooglegging in bovenstaande tabel is in samenspraak met de melkveehouders in de Vlietpolder vastgesteld als een afspiegeling van de verdeling van een ‘gemiddeld’ bedrijf in de Vlietpolder.

3.2 Parameterisatie en randvoorwaarden

Parameterisatie

Met MultiSWAP kunnen GIS- en databasebewerkingen worden uitgevoerd waardoor gegevens over bodemopbouw en bijbehorende bodemfysische parameters worden vertaald in invoergegevens voor de plots die worden gemodelleerd met SWAP. De structuur en afmetingen van de waterlopen en de eigenschappen van de kunstwerken worden via de dbf's geregeld.

Daarnaast moeten per plot de volgende gegevens worden gespecificeerd:

- gewassenmerken, die ontleend worden aan bestaande tabellen voor gras;
- de relatie grondwater-oppervlaktewater, in de vorm van een drainage- en infiltratieweerstand. Deze waarden bedroegen in het uitgangsmodel ongeveer 400 d. Inmiddels is door Hendriks en Walvoort van Alterra een uitgebreide calibratie van deze parameter uitgevoerd met als resultaat dat de beste waarde van drainage- en infiltratieweerstand 200 respectievelijk 220 d is. Deze waarden zijn overgenomen. Dit betekent wel dat de relatie tussen grond- en oppervlaktewater nauwer wordt waardoor de effecten van peilbeheer hoger zijn dan met de waarde 400 d.

Randvoorwaarden

Via randvoorwaarden wordt de relatie van het hydrologisch systeem van het gebied met de omgeving gedefinieerd.

Van elke plot moeten onder- en bovenrandvoorwaarden worden opgelegd. De onderrandvoorwaarde is een kwel of wegzijging die als fluxrandvoorwaarde wordt ingevoerd. Voor alle plots is een constante kwel van 0,1 mm/d aangenomen.

Als bovenrandvoorwaarden worden fluxrandvoorwaarden in de vorm van dagwaarden van neerslag en referentiegewasverdamping van De Bilt van de jaren 1991-2000 opgelegd.

De relatie van het oppervlaktewater met de omgeving verloopt via twee kunstwerken (3 en 5). Kunstwerk 3 is het uitlaatgemaal waarvan de capaciteit is begrensd maar niet afhangt van de benedenstroomse waterstand en kunstwerk 5 is een inlaatgemaal waarvan de inlaatcapaciteit is begrensd maar niet afhangt van de bovenstroomse waterstand. *De facto* betekent dit dat het oppervlaktewatersysteem in de omgeving geen enkele beperking oplegt aan de aan- en afvoeren.

3.3 Resultaten en discussie

3.3.1 Waterbalansen van MultiSWAP

De met MultiSWAP berekende waterbalanstermen voor plot 19 voor de drie rekenvarianten zijn weergegeven in tabel 3.2. NB Subinfiltratie is infiltratie vanuit de sloot in het perceel.

Tabel 3.2 De 10-jarig gemiddelde waterbalans voor plot 19 (mm/jr); + is inkomend, - is uitgaand

	Uitgangssituatie	Variant 1	Variant 2
Neerslag	901	901	901
Interceptieverdamping	-128	-128	-128
Actuele bodemverdamping	-101	-101	-101
Potentiële gewasverdamping	(359)	(359)	(359)
Actuele gewasverdamping	-344	-310	-338
Oppervlakte-afvoer	-137	-162	-145
Drainage via sloten	-254	-228	-232
Subinfiltratie	89	94	73
Kwel	-36	-36	-36
Restpost	-10	30	-6

Opvallend is dat de balans niet sluitend is. Nadere analyse toonde aan dat bij natte omstandigheden relatief veel oppervlakteafvoer optreedt en dat bij de berekening ervan een waterbalansfout optreedt in het deel van de hydrologische cyclus dat met SWAP wordt gesimuleerd. Het verschil is als onacceptabel beoordeeld en vervolgens zijn alternatieven voor het oplossen van dit probleem bekeken.

Alternatief 1: het SWAP-deel in MultiSWAP is vervangen door de nieuwste versie waar dit balansprobleem naar alle waarschijnlijkheid niet meer optreedt. Dit werd als een te omvangrijke operatie gezien en is afgefallen.

Alternatief 2: MultiSWAP is in zijn geheel vervangen door SIMGRO (simuleert de hydrologie op regionale schaal inclusief onverzadigde zone en oppervlaktewater).

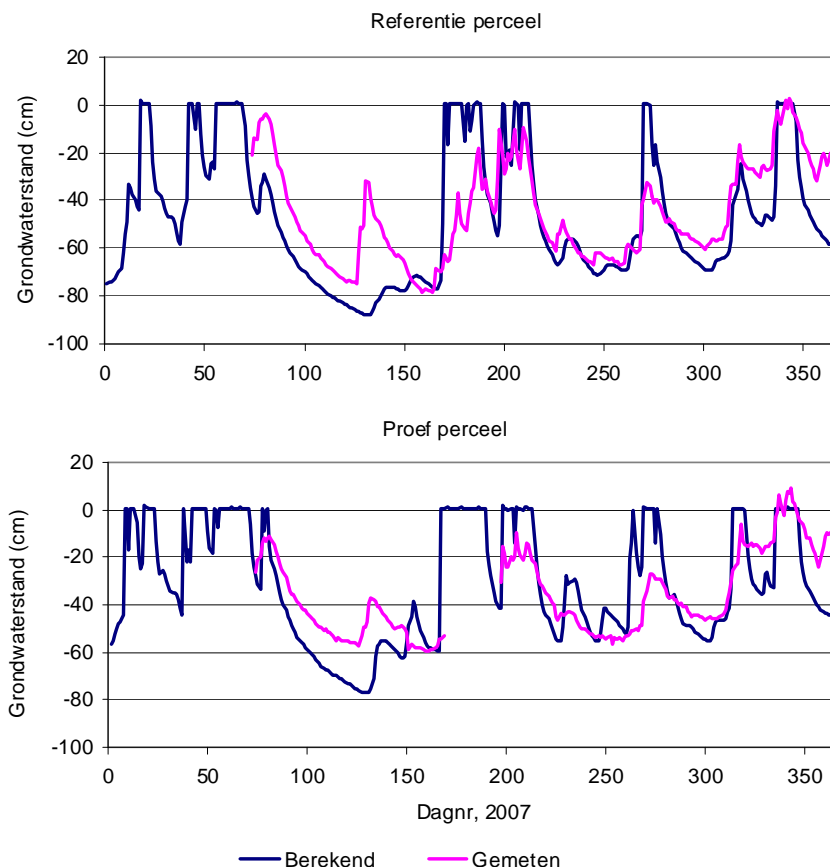
Echter SIMGRO kan geen drukhoogtes leveren op een bepaalde diepte en is daarom niet toe te passen.

Alternatief 3: per perceel SWAP toepassen waarbij de peilbeheersregels worden ontleend aan de gedefinieerde varianten maar het actuele verloop van de openwaterstand wordt gesimuleerd met drainage of infiltratie naar het betreffende perceel als randvoorwaarden. Echter deze optie gaat voorbij aan de essentie van een poldersysteem, nl dat het daadwerkelijk verloop van de openwaterstand wordt bepaald door de resultante van alle drainage- en infiltratiefluxen. Om deze reden is dit alternatief afgefallen.

Alternatief 4: het met FIW-MultiSWAP berekende verloop van het openwaterstand wordt opgelegd als randvoorwaarde aan losgekoppelde SWAP-modellen per perceel. Vervolgens berekent elk SWAP-model het verloop van de drainage of infiltratie en deze fluxen worden, gewogen met het areaal, opgeteld tot de balans van het oppervlaktewatersysteem van het gemodelleerde bedrijf.

Deze laatste optie is als het beste compromis tussen realisme en haalbaarheid beoordeeld en doorgerekend en zal worden aangeduid met MultiSWAP-losgekoppeld.

Bij de vergelijking met gemeten grondwaterstanden bleken in natte periodes de gesimuleerde grondwaterstanden te hoog. Zie figuur 3.2.

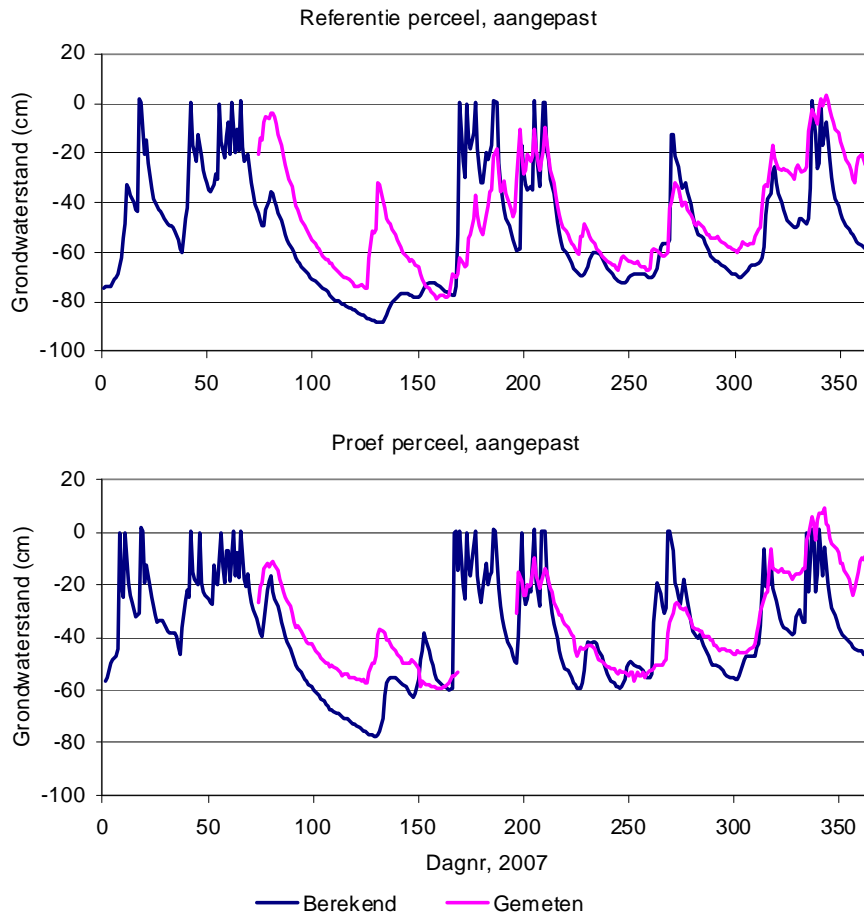


*Figuur 3.2 Vergelijking van op twee plaatsen gemeten en met SWAP voor perceel 19 berekende grondwaterstanden waarbij nog **geen** verbeterde oppervlakkige afvoer in het model is opgenomen*

De analyse is dat bij zeer hoge grondwaterstanden er een extra drainagemiddel in werking treedt doordat water via oppervlakkige afvoer naar sloten en laagtes in het veld gaat stromen. Om dit te simuleren is een kunstgreep toegepast door een modelgreppel in SWAP in te bouwen met de volgende eigenschappen:

- Diepte 20 cm
- Weerstand 25 d

De met de aldus aangepaste versie van SWAP is wederom een vergelijking gemaakt met gemeten grondwaterstanden. Zie figuur 3.3.



*Figuur 3.3 Vergelijking van op twee plaatsen gemeten en met SWAP voor perceel 19 berekende grondwaterstanden waarbij **wel** een verbeterde oppervlakkige afvoer in het model is opgenomen*

Het resultaat met een verbeterde oppervlakkige afvoer in het model is, in overleg met de opdrachtgever, als bruikbaar voor verdere analyse gekwalificeerd. In het hierna volgende worden de resultaten van dit model gepresenteerd.

3.3.2 Waterbalansen van MultiSWAP-losgekoppeld

De met MultiSWAP-losgekoppeld berekende waterbalanstermen van het voorbeeldbedrijf zijn weergegeven in tabel 3.3. Dit is berekend als uit veeljarig gemiddelde posten per perceel en vervolgens gewogen met het areaal.

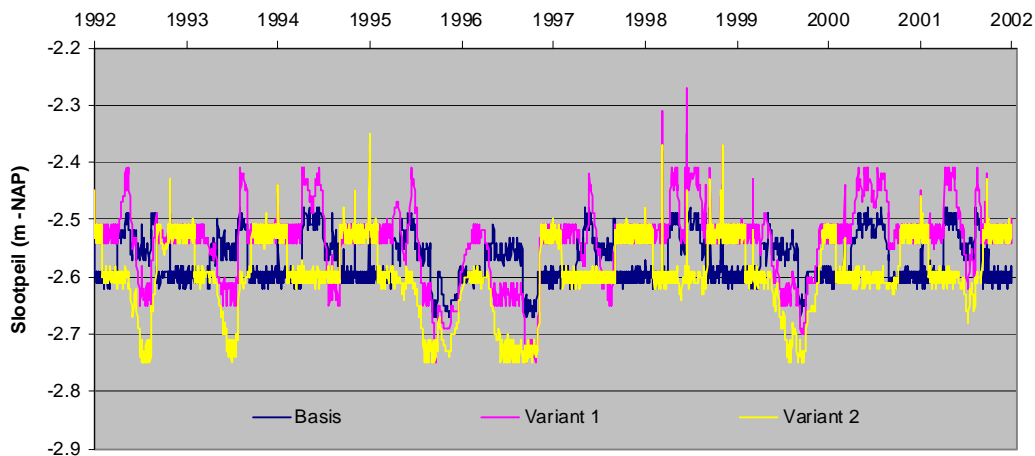
Tabel 3.3 Termen van de veeljarig gemiddelde jaarwaterbalans van het voorbeeldbedrijf (mm)

Variant	Neerslag	Kwel	Gewas-verdamping	Bodem-verdamping	Sub-infiltratie	Totale drainage	Bergings-verandering
Basis	806,5	36,5	-280,0	-90,3	73,3	-545,3	-0,7
Variant 1	806,5	36,5	-268,6	-90,3	65,4	-548,7	-0,8
Variant 2	806,5	36,5	-296,7	-90,1	65,9	-521,5	-0,6

In de ‘Totale drainage’ zijn de diepe drainage en de maaiveld drainage opgenomen. Merk verder op dat er zowel drainage als subinfiltratie (omgekeerde van drainage) optreedt. Deze waterbalansposten zijn met opzet niet bij elkaar opgeteld omdat ze niet gelijktijdig optreden. Subinfiltratie treedt meestal alleen op in droge perioden als de grondwaterstand lager is dan de oppervlaktewaterstand.

3.3.3 Tijdsverloop van het oppervlaktewaterstanden

In figuur 3.4 is het verloop van de openwaterstand voor de uitgangssituatie en de twee varianten weergegeven. Zoals hierboven beschreven is het tijdsverloop van de openwaterstand ontleend aan MultiSWAP.



Figuur 3.4 Met FIW-MultiSWAP berekende verloop van de openwaterstand in peilvak 11

In de uitgangssituatie is de waterstand in de winter lager dan in de zomer en volgt het streefpeil binnen de beheersmarge. Incidenteel wordt het streefpeil overschreden omdat de gemaalcapaciteit dan ontoereikend is.

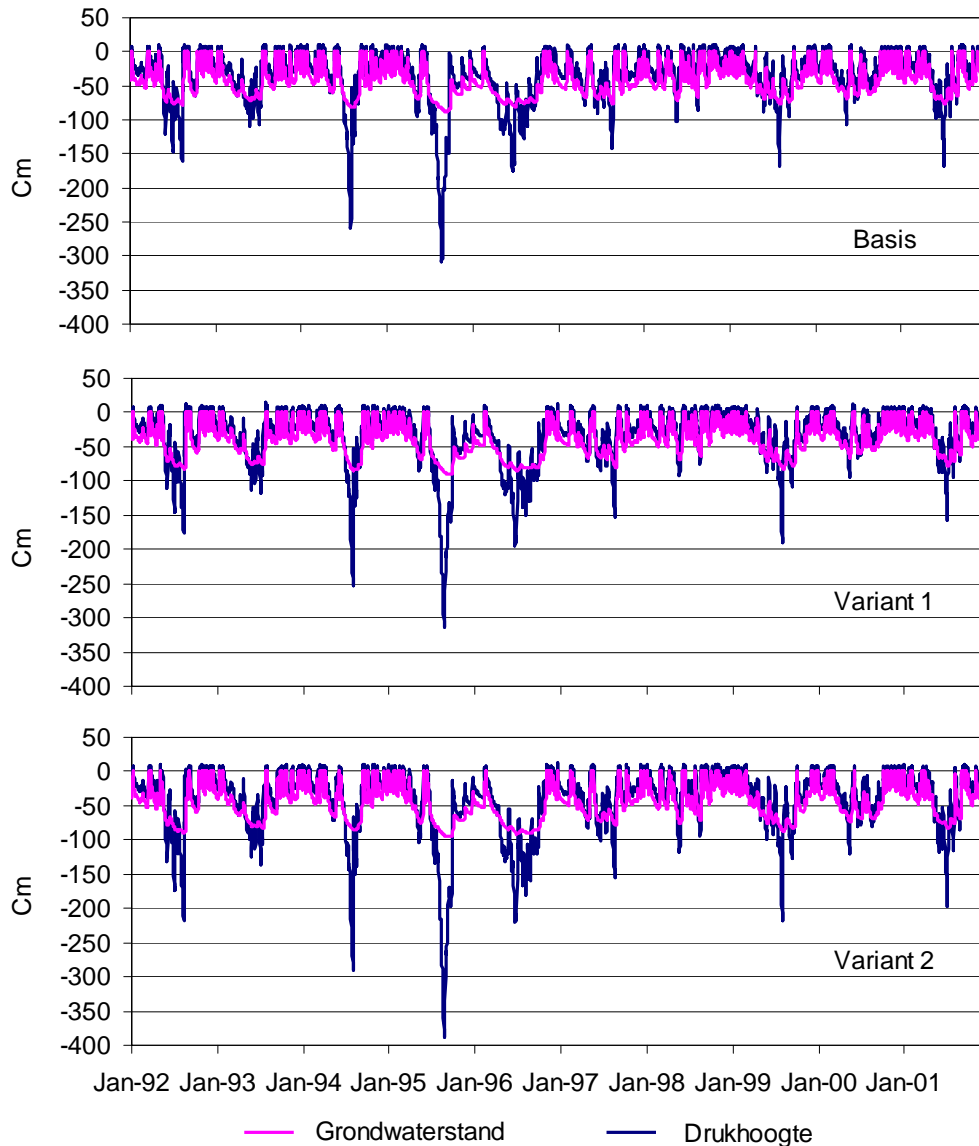
Bij Variant 1 treedt meer variatie op doordat de peilmarges 20 cm zijn ipv 5 cm. Bij Variant 2 wordt in de voorjaarperiode een smallere beheersmarge gehanteerd en een

lager streefpeil in de zomer vergeleken met Variant 1, resulterend in afwijkend verloop van de openwaterstand.

3.3.4 Grondwaterstanden en drukhoogtes

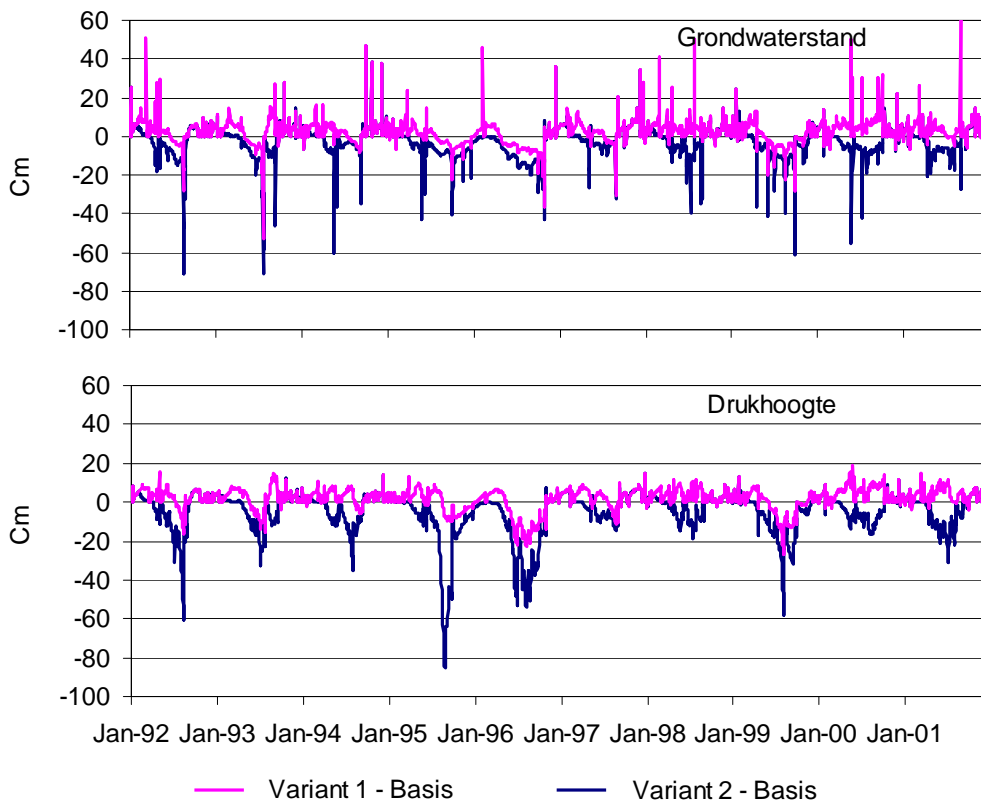
Voor elk van de zes gedefinieerde percelen wordt het verloop van de grondwaterstand en het verloop van de drukhoogte op 8 cm - mv gesimuleerd. Dit is ook de ongeveer de diepte waar de drukhoogten in het veld zijn gemeten in het onderzoek naar de draagkracht van veengronden voor beweiding en berijding (Van den Akker et al. 1993, Beuving et al. 1989, Van Wijk 1984, 1988). In deze onderzoeken is de draagkracht gerelateerd aan indringweerstand en indringweerstand aan drukhoogten bovenin de zode. Voor een perceel met een drooglegging van 60 cm in de winter in de uitgangstoestand (perceel 19) is het verloop in drukhoogte op 8 cm - mv in figuur 3.5 weergegeven. Perceel 19 heeft een drooglegging van 60 cm in de winter, wat de meest voorkomende drooglegging is in het gedefinieerde modelbedrijf. Voor de andere percelen is eenzelfde figuur in bijlage 2 opgenomen.

De drukhoogte volgt in natte perioden redelijk de grondwaterstand maar in aanhoudend droge perioden kan de drukhoogte op 8 cm - mv teruglopen tot waarden onder - 200 cm terwijl de grondwaterstand ondieper is dan 100 cm - mv. Verder valt op dat in de winter de grondwaterstand regelmatig tot in het maaiveld komt en er op een diepte van 8 cm een overdruk ontstaat.



Figuur 3.5 Door SWAP gesimuleerd verloop van de grondwaterstanden en drukhoogten op 8 cm - mv in de basissituatie en bij twee peilbeheersvarianten, van perceel 19. Van de andere percelen zijn deze grafieken in bijlage 2 opgenomen.

Omdat de verschillen tussen de rekenvarianten relatief gering zijn, zijn in figuur 3.6 de verschillen van de twee varianten ten opzichte van de basissituatie weergegeven. Van de andere percelen is deze figuur in bijlage 2 opgenomen.



Figuur 3.6 Verschil in grondwaterstand en drukhoogte van de twee peilvarianten tov de basis situatie, van perceel 19 (drooglegging 60 cm). Van de andere percelen zijn deze grafieken in bijlage 2 opgenomen.

3.3.5 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

De resulterende GHG en GLG voor alle percelen voor de drie rekenvarianten zijn weergegeven in tabel 3.4.

De verschillen tussen de percelen zijn een logisch gevolg van verschillen in drooglegging. De verschillen tussen de varianten zijn niet erg groot. Vooral de basis situatie en Variant 1 zijn nauwelijks te onderscheiden. Variant 2 is wat droger dan de basisvariant: de GLG is zo'n 10 cm dieper.

Tabel 3.4 GHG en GLG van alle zes percelen, op basis van simulatieresultaten MultiSWAP-losggekoppeld

GHG	Basis	Variant 1	Variant 2	Verschil	
Perceel	(cm)	(cm)	(cm)	Basis - Variant 1	Basis - Variant 2
16	4	4	6	0	-1
17	6	6	6	0	-1
18	8	8	10	0	-2
19	13	10	13	3	0
20	15	14	15	1	0
21	20	17	18	3	2

GLG	Basis	Variant 1	Variant 2	Verschil	
Perceel	(cm)	(cm)	(cm)	Basis - Variant 1	Basis - Variant 2
16	47	48	56	-1	-10
17	56	57	65	-1	-9
18	64	66	73	-1	-9
19	72	74	81	-2	-8
20	80	82	88	-2	-8
21	88	90	96	-2	-8

3.3.6 Aan- en afvoeren

Een belangrijke reden voor flexibel peilbeheer is vermindering van de wateraanvoer. In onderstaande tabel zijn de betreffende waterbalansposten weergegeven. Daarbij moet worden bedacht dat de uitgevoerde SWAP-berekeningen zijn bedoeld om input te genereren voor de berekeningen met BBPR en van oorsprong niet zijn bedoeld om de aan- en afvoeren zo goed mogelijk te berekenen. De aan- en afvoeren zijn gegeven in mm. Omdat de verdeling van het oppervlakte aan percelen met een bepaalde drooglegging in het modelbedrijf representatief is voor het gemiddelde praktijkbedrijf in de Vlietpolder, gelden deze aan- en afvoeren in mm ook voor de Vlietpolder als geheel.

Tabel 3.5 Aan- en afvoeren (mm)

Variant	Sub-infiltratie	Totale drainage	Peilverandering		Polder		Bergingsverandering
			Aanvoer	Afvoer	Aanvoer	Afvoer	
Basis	73,3	-545,3	-133,9	135,0	-102,1	575,3	-2,3
Variant 1	65,4	-548,7	-137,6	138,2	-87,5	571,4	-1,2
Variant 2	65,9	-521,5	-142,4	142,9	-101,4	557,5	-1,0

De kolommen 'Subinfiltratie' en 'Totale drainage' zijn overgenomen uit tabel 3.3. Bij deze waarden is geen rekening gehouden met de berging in het oppervlaktewatersysteem. Het gaat hierbij immers om SWAP-berekeningen waarbij het oppervlaktewaterpeil als randvoorwaarde wordt opgelegd. De met peilverandering gepaard gaande waterhoeveelheden worden dus niet meegenomen. Het kan hierbij gaan om substantiële hoeveelheden. Als bijv. het percentage open water 10% is dan staat één cm peilverandering gelijk aan één mm voor de gehele polder. Of omgekeerd: als het peil zonder wateraanvoer 20 cm zou uitzakken dan

betekent het op oorspronkelijk peil houden een wateraanvoer van 20 mm betrokken op de gehele polder. De veronderstelling is dat bij flexibel peilbeheer er minder wateraanvoer nodig is omdat in perioden met infiltratie het peil mag uitzakken. Er is daarom een nabewerking uitgevoerd waarbij per dag de peilverandering in het oppervlaktewater wordt omgezet in mm waterschijf, waarbij is uitgegaan van 8% open water. In tabel 3.5 is dit aangegeven met 'Peilverandering Aanvoer', respectievelijk 'Afvoer'. Deze waterschijf wordt opgeteld of afgetrokken van de subinfiltratie of drainage uit de SWAP-modellen. Per dag wordt dus een water aan- of afvoer voor de gehele polder berekend. De afvoeren en aanvoeren zijn vervolgens afzonderlijk gesommeerd en zijn aangegeven in de kolommen 'Polder Aanvoer' en 'Afvoer'.

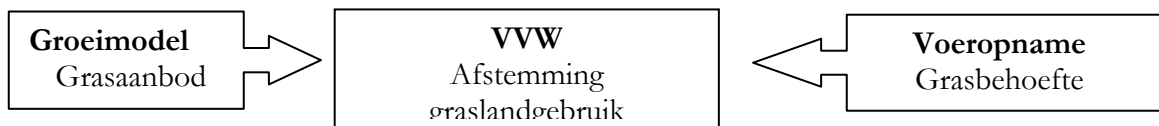
De belangrijkste resultaten zijn dat bij Variant 1 er 14,6 mm minder hoeft te worden aangevoerd ten opzichte van de basisvariant en bij Variant 2 is dit 0,7 mm minder. Voor Variant 1 dus een duidelijk verminderde wateraanvoer vergeleken met de Basissituatie, maar bij Variant 2 is de besparing in de aanvoer nihil. Het in rekening brengen van de berging in het oppervlaktewater geeft derhalve niet een duidelijk andere conclusie: de winst van de flexibel peilbeheer, zoals gedefinieerd in de twee varianten, om de wateraanvoer te verminderen is beperkt. Wat betreft de afvoeren is de situatie dat er bij Variant 1 slechts 3,9 mm minder wordt afgevoerd dan bij de Basissituatie. Bij Variant 2 wordt 17,8 mm minder afgevoerd dan bij de Basissituatie. Ook de besparing op de waterafvoer door flexibel peil toe te passen is dus beperkt. Ter relativering van deze conclusies moet worden bedacht dat, zoals eerder al aangegeven, de calibratie van het SWAP-model was gericht op een goede overeenkomst tussen de gemodelleerde en de gemeten hoogste grondwaterstanden en niet tot doel hadden om zo goed mogelijk de aan- en afvoeren te berekenen.

4 Berekeningen met BBPR

4.1 Modellen

VVW

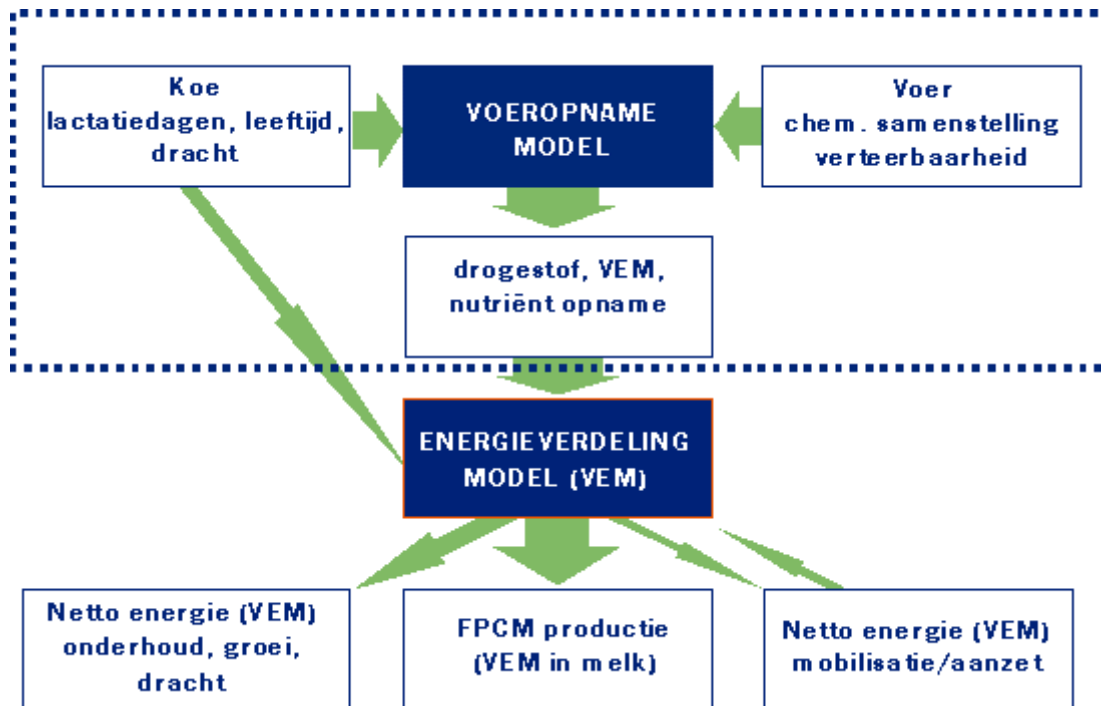
De Voedingvoorzieningswijzer (VVW) is een expertmodel waarmee het graslandgebruik van een melkveebedrijf gesimuleerd kan worden. Dit gebeurt op een manier zoals ook in de praktijk plaatsvindt. Een veehouder probeert het grasland zo te gebruiken dat het vee gedurende het gehele groeiseizoen geweid kan worden, en zal streven om ook voldoende gras te oogsten voor de winterperiode. Het model VVW 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. VVW gebruikt gegevens uit enerzijds een groeimodel, waarmee het grasaanbod op snedebasis wordt berekend, en anderzijds de grasbehoefte van de veestapel (figuur 4.1).



Figuur 4.1 De Voedingvoorzieningswijzer (VVW) wordt gebruikt voor het simuleren van graslandgebruikmodellen die het grasaanbod en de grasbehoefte van een veestapel berekenen

In deze studie is voor de grasgroei uitgegaan van gemiddelde groeicurves uit VVW voor veengrond. Op basis van de veranderde GHG en GLG is met (VVW) een verandering in grasproductie berekend, waarbij de nat- en droogteschade is gebaseerd op percentages uit de HELP-tabel (1987) en aanvullende aanpassingen van de productie op het gebied van weideresten en voederwaarde (Nijssen en Evers, 1999).

De voeropname en melkproductie worden berekend met het herziene Koemodel (Zom et al., 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 berekent 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 berekent de verdeling van de opgenomen energie over onderhoud, dracht, gewichtontwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves. Dit is schematisch weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2 Koemodel (Zom et al., 2002), met een schematische weergave van de voeropname en energieverdeling

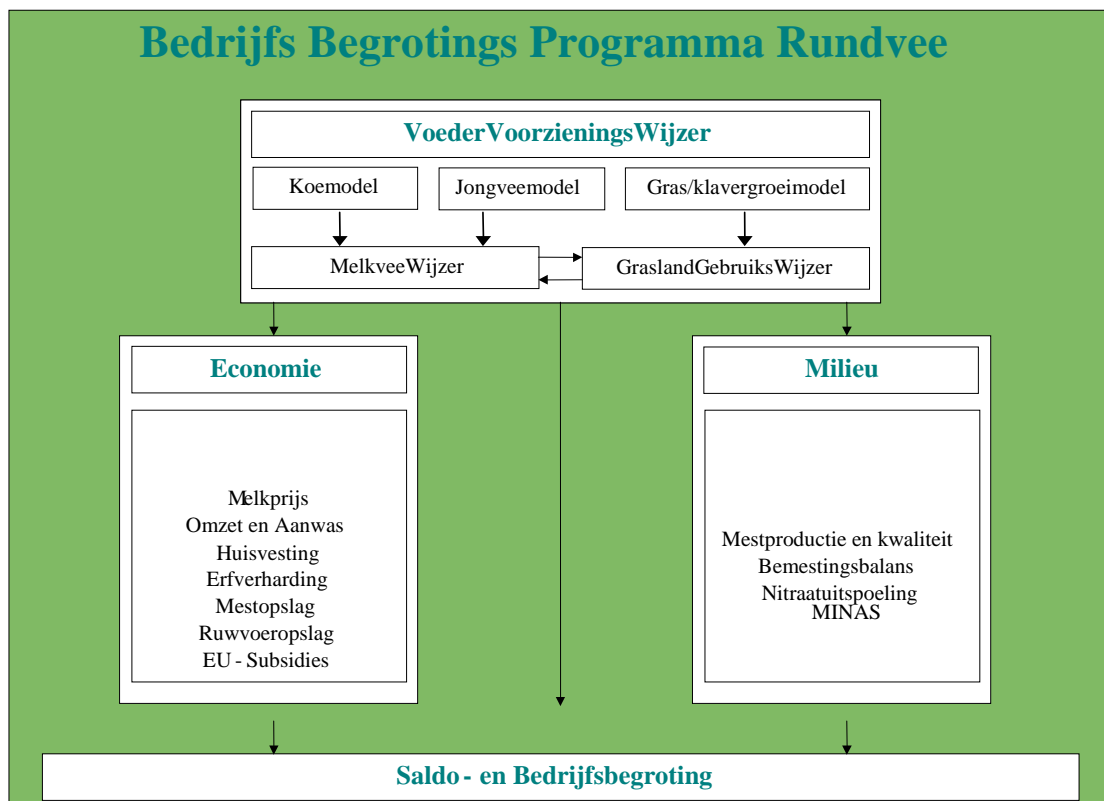
VVW maakt een planning van het perceelsgebruik op dagbasis, waarbij wordt uitgegaan van het basisprincipe dat maaien in dienst staat van de beweiding (Werkgroep Normen voor de Voedvoorziening, 1991). Dit betekent dat alleen het gras dat niet nodig is voor beweiding wordt gemaaid ten behoeve van ruwvoerwinning. VVW maakt een perceelskeuze op basis van een puntenaantal 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 groeidiur, het gebruik van de vorige snede en het aantal dagen weiden. Naast de gemiddelde score die een perceel behaalt, wordt het perceelsgebruik binnen VVW 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 worden zo mogelijk gemeden. 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. VVW 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 VVW 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 VVW 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, mocht de draagkracht tijdens deze beweiding onder de kritieke waarde komen.

BBPR

Het BedrijfsBegrotingsProgramma Rundvee (BBPR) is een pakket van technische modellen, ontwikkeld voor het berekenen van een bedrijfsbegroting voor een melkveebedrijf (Schils et al., 2007). Met BBPR kunnen landbouwkundige, milieukundige en bedrijfseconomische kengetallen worden berekend. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules op het gebied van voederverzorging, economie en milieu, waaronder VVW. De opzet van BBPR staat in figuur 4.3. De economische kengetallen in BBPR staan beschreven in de KWIN-Veehouderij 2008-2009 (KWIN, 2008). Voor de kengetallen en rekenregels op het gebied van voeding, bemesting, grasgroei en graslandgebruik wordt uitgegaan van de meest recente en actuele onderzoeksresultaten, wetgeving en landbouwkundige advisering.



Figuur 4.3. BedrijfsBegrotingsProgramma Rundvee (BBPR); overzicht van de opbouw en onderlinge samenhang van de deelmodellen

4.2 Werkwijze

Voor de Vlietpolder is gezamenlijk met de betrokken melkveehouders een representatief melkveebedrijf gedefinieerd. De bedrijfsgrootte en de opzet van het bedrijf zijn in de twee varianten van flexibel peilbeheer gelijk gehouden. We zijn uitgegaan van een voor dit moment actueel melkveebedrijf met een melkgift per koe van circa 7600 liter en de mestwetgeving volgens de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat in 2009. De invloed van vernatting op het graslandgebruik is doorgerekend volgens de Waterpas-systematiek. De veranderingen in de waterhuishouding van de bodem, de grasgroei, de benutting van het gras en het graslandgebruik werden daarbij geïntegreerd doorgerekend. De verandering van de grasopname bij weiden en de verandering van de ruwvoerpositie worden daarbij vertaald in een toe- of afname van kosten voor de aankoop van ruw- en krachtvoer en een verandering van loonwerkkosten voor mest uitrijden en oogstwerkzaamheden.

In de waterpassystematiek zoals we die op dit moment toepassen wordt eerst per droogleggingsvariant op dagbasis de vochtspanning in de bovengrond (8 cm - mv) berekend met SWAP, waarna vervolgens met BBPR (nabewerking) de vochthuishouding van de bovengrond tot uitdrukking wordt gebracht in het graslandgebruik (VVV) en de bedrijfseconomie. In deze studie is BBPR versie 1104 gebruikt.

Weersgegevens

Er is gekozen om de berekeningen uit te voeren voor de weerjaren 1992-2001, om zo een voldoende variatie tussen droge en natte jaren te krijgen, welke tevens aansluit bij de gebruikte weerreeks in eerdere studies. De berekeningen werden uitgevoerd met weergegevens uit 1992 tot en met 2001 voor het weerstation De Bilt, met uitzondering van de neerslaggegevens, hiervoor is gebruik gemaakt van de gegevens van het praktijkcentrum Zegveld.

Grasproductie en graslandgebruik

De mate van vernatting heeft een grote invloed op het graslandgebruik en is afhankelijk van het tijdstip in het jaar. Onder relatief natte omstandigheden blijft in het vroege voorjaar de bodem langer nat waardoor de bemesting van de eerste snede wordt uitgesteld vanwege een te geringe draagkracht. Daarbij warmt de bodem minder snel op, waardoor de mineralisatie van organisch gebonden stikstof minder snel op gang komt. Door vernatting gaan dus groeidagen verloren waardoor de grasproductie vermindert. De mogelijkheden voor weiden en maaien gedurende het groeiseizoen zijn sterk weersafhankelijk en worden, naast het grasaanbod, grotendeels bepaald door de draagkracht van de bodem. Hierdoor kan men vooral onder natte omstandigheden met een lage draagkracht niet altijd op het gewenste tijdstip oogsten of beweiden. Een grote hoeveelheid gras bij beweiding vermindert de benutting, omdat er meer vertrapping plaatsvindt (Beuving et al., 1989; Holshof et al., 1994). Afhankelijk van de duur van een natte periode en het aantal percelen met een lage draagkracht kan een veehouder genoodzaakt zijn om vee langer op stal te houden of eerder of tussentijds op te stallen. Dit heeft gevolgen voor de bedrijfsvoering en vermindert het bedrijfsresultaat, omdat dit ten koste gaat van de ruwvoervoorraad,

het extra arbeid met zich meebrengt en, als de natte periode in het groeiseizoen valt, er tijdelijk een graskuil geopend moet worden. Door een toenemende groeiduur gaat de voederwaarde van het gras dat op het land blijft staan achteruit. Door onvoldoende draagkracht kan men ook het tijdstip van maaien voor voederwinning moeten uitstellen, waardoor de grassnede mogelijk te zwaar wordt en de graskwaliteit vermindert.

In het najaar stalt men vee in het algemeen eerder op door vernatting. Door een langere stalperiode zijn de kosten voor ruwvoer en mest uitrijden hoger. Graslandgebruik, grasgroei en voederwaarde in relatie tot de directe vochtvoorziening van het gras zijn in de VVW-bedrijfsberekeningen meegenomen. Ruwvoorraden (graskuil) worden hierbij tussen de weerjaren uitgewisseld; overschotten aan graskuil worden benut in jaren met een tekort. De maximale opslag van ruwvoer ten opzichte van het verbruik van ruwvoer bedroeg 30 %. Eventueel resterende hoeveelheden werden verkocht.

Economisch bedrijfsresultaat

In deze studie lichten we de posten toe waar een verandering van de kosten plaatsvindt en presenteren we niet de volledige bedrijfsbegroting per variant van flexibel peilbeheer. De opbrengsten zijn namelijk voor beide varianten gelijk omdat het aantal melkkoeien, de melkproductie per koe en het aantal stuks jongvee gelijk zijn gehouden. Het verschil in bedrijfsresultaten wordt zodoende volledig bepaald door een verschil in kosten. De kosten voor voeraankoop, loonwerk en kunstmest worden sterk beïnvloed door een verandering van de voedervoorziening op het bedrijf. In het algemeen stijgen de kosten voor voeraankoop bij een lagere netto grasproductie en dalen de kosten voor bemesting en loonwerk. In de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat tekorten worden aangevuld door ruwvoer aan te kopen en dat overschotten worden verkocht in de vorm van graskuil. In werkelijkheid worden echter overschotten gebruikt om tekorten in volgende jaren te compenseren, mits de overschotten niet te groot zijn en van jaar op jaar accumuleren. De maximale opslag van ruwvoer ten opzichte van het verbruik van ruwvoer bedroeg zodoende 30%. Eventueel resterende hoeveelheden werden verkocht.

De loonwerkstarieven zijn gelijk gehouden en we zijn uitgegaan van een gelijk blijvende eigen arbeidsinzet van de agrarische ondernemer. Ook werden de kosten voor grond (rente, waterschapslasten e.d.) gelijk gehouden en werd een verandering van productieniveau niet in de grondkosten verdisconteerd.

Bedrijfsopzet

Er is uitgegaan van een melkveebedrijf dat op dit moment representatief is voor de Vlietpolder (zie tabel 4.1). Het modelbedrijf is in de uitgangssituatie, bij de huidige drooglegging, niet volledig zelfvoorzienend voor ruwvoer en koopt snijmaïs aan. Dit betekent dat een verandering van de ruwvoerpositie direct invloed heeft op het bedrijfseconomische resultaat; bij een vergroting van het tekort nemen de kosten voor ruwvoeraankoop toe en bij een verkleining van het tekort nemen de kosten voor ruwvoeraankoop af.

Tabel 4.1 Kengetallen voor een karakteristiek melkveebedrijf, representatief voor de Vlietpolder

Algemene bedrijfsgegevens		
Jaar mestwetgeving		2009
Melkras koeien	(stuks)	88
Kalveren	(stuks)	29
Pinken	(stuks)	29
Melkquotum	(kg)	670.000
Oppervlakte grasland	(ha)	48
Melkproductie/koe (afgeleverd aan melkfabriek)	(kg/mk)	7600
Graslandgebruikssysteem		Beperkt weiden
Bijvoeding weideperiode	graskuil	(kg) 3
	snijmaïs	(kg) 3

Varianten, droogleggingsverdeling en verdeling per diergroep

Er zijn drie vormen van peilbeheervarianten (zie tabel 2.1 in hoofdstuk 2): de Referentie, zijnde het huidig peilbeheer (vast winter- en zomerpeil; zomerpeil 10 cm hoger) en twee varianten van flexibel peilbeheer: Variant 1 en Variant 2. Variant 1 heeft eenzelfde peilbeheer als de Referentie, maar met een peilmarge van 20 cm. Variant 2 heeft een vast streefpeil jaarrond (gelijk aan het winterpeil in de Referentie), in het voorjaar (1 feb - 1 april) een peilmarge van 5 cm en het resterende jaar een peilmarge van 20 cm.

De droogleggingsverdeling van het modelmelkveebedrijf wordt gekarakteriseerd door een percentage grasareaal met een drooglegging variërend van 30 tot 80 cm - mv in stappen van 10 cm (tabel 4.2.). De drooglegging is het hoogteverschil tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld. Voor het beheer van het grasland was het grasareaal verdeeld over de diergroepen melkkoeien, pinken (dieren tussen een half en één jaar oud) en kalveren (dieren jonger dan een half jaar). Daarbij is rekening gehouden met de droogleggingsverdeling uit tabel 4.2. De grootte van de percelen was voor de melkkoeien 1,92 ha, voor de pinken 0,64 ha en voor de kalveren 0,32 ha. Bij elke variant werd in het totaal voor de melkkoeien 42,24 ha, voor de pinken 3,84 ha en voor de kalveren 1,92 ha gebruikt.

Tabel 4.2. Aandeel grasland van het model melkveebedrijf Vlietpolder (%) per drooglegging variërend van 30 tot 80 cm - mv in stappen van 10 cm

Drooglegging (cm - mv)	Verdeling oppervlakte		(# percelen per diercategorie)		
	(%)	(ha)	Melkkoeien	Pinken	Kalveren
30	10	4,8	1	3	3
40	10	4,8	2	1	1
50	20	9,6	5	0	0
60	30	14,4	7	1	1
70	20	9,6	5	0	0
80	10	4,8	2	1	1
Totaal	100	48	22	6	6

In de simulatie van het graslandgebruik met VVW zijn de melkkoeien zoveel mogelijk geweid op de droogste percelen, de kalveren op de daaropvolgende droogste percelen en de pinken op de minst droge percelen. Om schommelingen in

de melkproductie zoveel mogelijk te vermijden is voor melkkoeien continuïteit van weidegang gewenst. Door vernatting loopt een veehouder eerder het risico dat hij de dieren tussentijds moet opstallen, waardoor overgeschakeld moet worden op geconserveerd ruwvoer. Daarbij neemt door vernatting in het algemeen de voederwaarde af door een toename van slechte of matige grassoorten. Voor kalveren is goed ruwvoer gewenst voor de hoge eiwitbehoefte tijdens de jeugdgroei. Voor pinken is ook goed voer gewenst, maar dit is de minst kwetsbare groep. Zij worden daarom ook op de natste percelen geweid. Beweiding met melkvee en jongvee vond overigens alleen plaats bij voldoende draagkracht ($> 0,25$ MPa).

In tabel 4.3 staat per drooglegging de uitgangspunten voor de berekeningen met VVW die betrekking hebben op de netto voeropname door melkgevende koeien, de grondwatertrapgegevens, de vroegste gebruiksdatum van het grasland, het aantal velddagen bij voederwinning, het stikstofleverend vermogen van de bodem (NLV) en het stikstofbemestingsregime als percentage van de wettelijke bemestingsgebruiksnorm.

Tabel 4.3. Uitgangspunten berekeningen VVW betreffende de vreediepte van het gras, de drogestofopname door de melkgevende koeien, de reductie van de energiewaarde van gras (VEM), de grondwatertrap (Gt), gemiddeld hoogste grondwatertrap (GHG), de vroegste gebruiksdatum, het aantal velddagen bij voederwinning, het stikstofleverend vermogen van de bodem (NLV) en het stikstofbemestingsregime als percentage van de wettelijke bemestingsgebruiksnorm

Drooglegging (cm)	Periode							
	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	
Correctie vreediepte (cm)	0	0	0	+0,5	+1	+1,5	+2	
Drogestofopname door melkkoeien (kg)	0	0	0	-50	-100	-150	-200	
Drogestofopname door melkkoeien	tot 1 juni	100	100	100	97	94	91	88
(% van 1700 kg ds/ha)	na 1 juni	100	100	100	97	94	91	88
Reductie energiewaarde gras (VEM/kg ds)		50	25	0	-25	-50	-75	-100
Gt		III	III	II	II	II	II	II
GHG (cm - mv)		20	18	15	13	10	8	5
Vroegste gebruiksdatum		1-apr	1-apr	10-apr	10-apr	20-apr	20-apr	20-apr
Aantal velddagen		2	2	2	3	3	3	3
NLV-klasse BBPR		1	1	1	1	2	2	2
Stikstofbemestingsregime (%)		100	100	100	100	100	100	100

4.3 Resultaten

We zijn ervan uitgegaan dat tussen de referentiesituatie en de varianten alleen de kosten veranderen en dat de opbrengsten door een gelijkblijvende melkproductie en omzet en aanwas gelijk blijven. De relatieve verschillen ten opzichte van de huidige situatie zijn weergegeven. In de volgende paragrafen staan respectievelijk de technische en economische resultaten.

Een verschil in bedrijfsresultaten tussen varianten wordt in de eerste plaats bepaald door een verandering van de voederverzorging, waardoor meer of minder ruw- en krachtvoer wordt aangekocht. Daarbij veranderen de loonwerkkosten voor voederwinning en mestuitrijden (meer of minder staldagen).

Technische resultaten

De gemiddelde resultaten 1992-2001 per variant staan in tabel 4.4. Daarbij staan kengetallen voor de ruwvoerproductie (grasproductie voor kuilvoer), de voeropname van melkvee en de aankoop van voer. De variatie ten opzichte van het gemiddelde (standaardafwijking = gemiddelde variatie) is daarbij ook weergegeven. De effecten van flexibel peilbeheer op de voederverzorging per variant per weerjaar (1992-2001) staan in bijlage 3; tabellen B1.1; B1.3; B1.5. Doordat het gemiddelde hoeveelheden en percentages betreft over een reeks van tien weerjaren is het mogelijk dat er zowel voer (graskuil) werd verkocht als aangekocht. Dit komt door de variatie in zelfvoorziening tussen de jaren. Bij een zelfvoorzieningsgraad van meer dan 100% wordt gemiddeld meer ruwvoer verkocht dan aangekocht en bij een zelfvoorzieningsgraad kleiner dan 100% wordt gemiddeld meer ruwvoer gekocht dan verkocht. Het aandeel maaien wordt uitgedrukt in een percentage. Bij een maaipercentage van 100% worden alle percelen gemiddeld één keer gemaaid.

Tabel 4.4 Voederverzorging van het melkveebedrijf in de referentiesituatie en de twee varianten van flexibel peilbeheer berekend met VVW gemiddeld over de periode 1992-2001 en de standaardafwijking daarvan

		Gemiddeld			Standaardafwijking		
		Referentie	Variant 1	Variant 2	Referentie	Variant 1	Variant 2
Grasland							
Stikstofjaargift grasland	(kg/ha)	203	198	218	25	32	20
Bruto opbrengst grasland	(kg ds/ha)	12160	12282	12723	1731	1929	1440
Netto opbrengst grasland	(kVEM/ha)	8385	8293	8943	1461	1744	1207
Energie-inhoud graskuil	(VEM/kg ds)	867	864	873	24	33	20
Maaipercentage 1 ^e snede	(%)	56	52	58	6	12	5
Maaipercentage overige sneden	(%)	144	140	178	66	75	63
Maaipercentage totaal	(%)	200	192	236	72	85	66
Kuilopbrengst	(kg ds)	321087	316598	344667	84383	108284	58664
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	(%)	87	87	94	24	30	19
Voeropname melkkoe per jaar							
Weidegras	(kg ds)	1151	1172	1174	121	94	106
Ruwvoer	(kg ds)	3282	3293	3271	162	301	148
Krachtvoer	(kg)	1720	1617	1696	254	646	163
Aankoop voer							
Ruwvoer totaal	(ton ds)	99,2	113,9	75,9	65,6	95,2	39,9
Graskuil	(ton ds)	0	1,2	0	0	3,9	0
Snijmaïs	(ton ds)	74,4	87,2	57,9	48,4	72,2	26,7
Overige ruwvoerders	(ton ds)	24,8	25,4	18	18,6	21,5	13,7
Krachtvoer totaal	(kg)	163,1	155,1	160,1	24,7	59,3	15,7
Verkoop voer							
Verkoop graskuil	(ton ds)	22,8	31	28,7	28,6	33,4	36,6

De resultaten van de referentiesituatie en de twee varianten lagen dicht bij elkaar. Zo was de zelfvoorzieningsgraad voor ruwvoer voor de referentiesituatie en Variant 1 gelijk. Bij Variant 2 was de voerpositie gunstiger (7% hogere zelfvoorzieningsgraad) waardoor minder voer in de vorm van snijmaïs werd aangekocht. Dit kwam tot uiting in een lager kostenniveau. Opvallend is dat de standaardafwijking in grasproductie en zelfvoorzieningsgraad het hoogst is bij Variant 1. Zie voor een verdere nuancering van de technische resultaten de paragraaf Discussie.

Economische resultaten

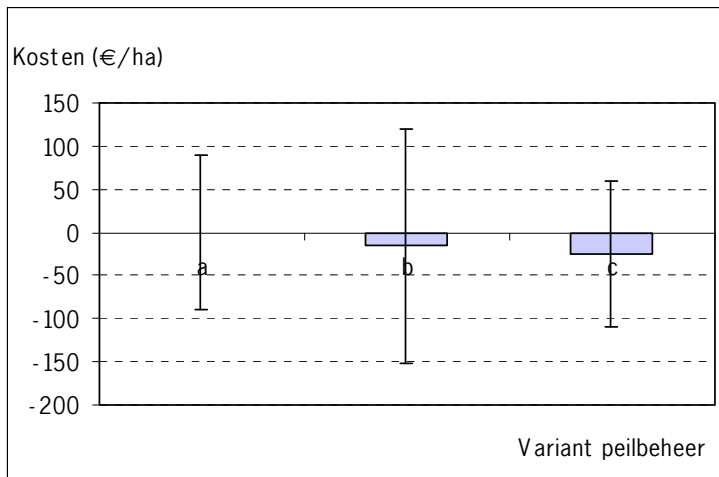
In tabel 4.5. staan de veranderingen van kosten door flexibel peilbeheer. De standaardafwijking ten opzichte van het gemiddelde is weergegeven. De toename van kosten is weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie en is uitgedrukt in zowel een totaalbedrag voor het hele bedrijf als een bedrag per ha. Het bedrag per ha is berekend door de totale extra kosten te delen door de gehele bedrijfsoppervlakte. De effecten van flexibel peilbeheer op de kosten per variant per weerjaar (1992-2010) staan in bijlage 3; tabellen B1.2; B1.4; B1.6.

Tabel 4.5 Kosten per bedrijf en per ha voor de referentiesituatie en de twee varianten van flexibel peilbeheer gemiddeld over 1992-2001. De standaardafwijking ten opzichte van het gemiddelde is weergegeven

		Gemiddeld			Standaardafwijking		
		Referentie	Variant 1	Variant 2	Referentie	Variant 1	Variant 2
Bedrijf totaal							
Voer	(€)	42273	42385	37931	8691	10741	6051
Kunstmest (N)	(€)	5276	5243	6068	1506	1652	1601
Loonwerk	(€)	21001	19966	23068	4137	4915	3442
Totaal	(€)	68550	67595	67067	5391	8130	5105
Per hectare							
Oppervlakte	(ha)	48	48	48	48	48	48
Voer	(€/ha)	705	706	632	145	179	101
Kunstmest (N)	(€/ha)	88	87	101	25	28	27
Loonwerk	(€/ha)	350	333	384	69	82	57
Totaal	(€/ha)	1143	1127	1118	90	136	85

De relatief geringe verschillen in technische resultaten vertaalde zich in relatief kleine verschillen in kosten. De verbetering van de voedervoorziening bij Variant 2 verlaagde de totale kosten. Bij Variant 1 was de zelfvoorziening voor ruwvoer gelijk aan de referentiesituatie, maar wel daalden de totale kosten omdat de opname van weidegras vermeerderde en de aankoop van krachtvoer verminderde. Zie voor een nadere analyse van de resultaten het hoofdstuk Discussie.

In figuur 4.4 zijn de gemiddelde extra kosten en de standaardafwijking per ha voor beide varianten van flexibel peilbeheer weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 4.4 Verandering kosten per hectare voor twee varianten van flexibel peilbeheer ten opzichte van de referentiesituatie. Het gemiddelde en de standaardafwijking is weergegeven voor de periode 1992-2001 (a = Referentie, b = Variant 1, c = Variant 2)

4.4 Discussie

Modellen

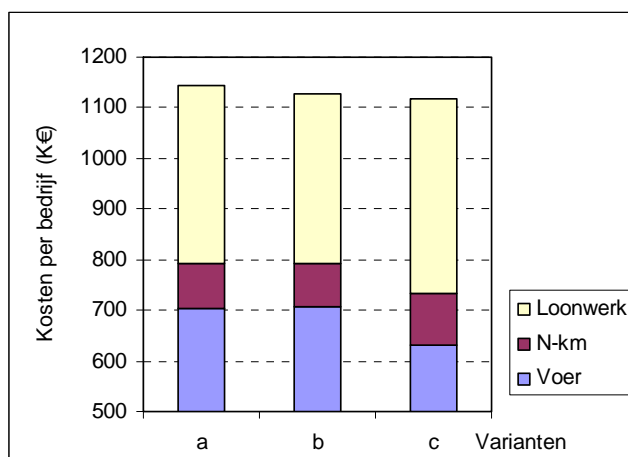
Het verschil in grasproductie tussen de varianten is in de berekening direct gerelateerd aan het verschil in GHG. Relatief hoge GHG leiden tot een grotere reductie van de groei door natschade. Deze reductie wordt via de verkorte HELP-tabel in VVW middels vaste percentages aan de berekening van de grasgroei opgelegd. Oftewel wat je in het model stopt komt er ook weer uit. Het streven is om in de nabije toekomst de hydrologie en de grasgroei direct aan elkaar te koppelen door de berekening van het model SWAP en het grasgroeimodel (onderdeel VVW) te integreren. Intussen is een nieuw grasgroeimodel beschikbaar waarbij de grasgroei afhankelijk is gesteld van de vochttoestand van de bodem.

Technische en economische resultaten

De technische en economische resultaten van de varianten 1 en 2 verschilden relatief weinig van die van de referentiesituatie. Dit kwam omdat het zelfvoorzieningsniveau voor ruwvoer bij Variant 1 gelijk bleef en bij Variant 2 beperkt steeg ten opzichte van de referentiesituatie. Hierdoor bleven de totale voerkosten bij Variant 1 gelijk en was de kostenbesparing voor voeraankoop bij Variant 2 beperkt. Wel vond bij de varianten een verschuiving van kosten plaats tussen de onderscheiden kostenposten. In figuur 4.5 zijn de kosten voor loonwerk, N-kunstmest en de aankoop van voer weergegeven per variant per ha.

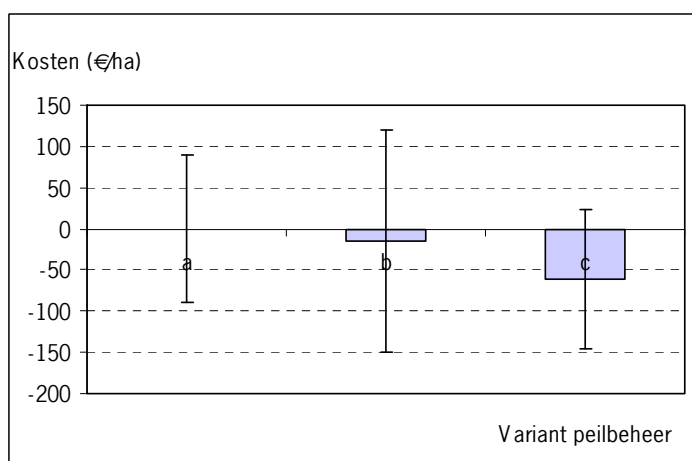
Bij Variant 1 werd minder ruwvoer gewonnen (lager maaipercentage), waardoor de kosten voor aankoop ruwvoer stegen en de kosten voor loonwerk daalden. De totale voerkosten (ruwvoer + krachtvoer) bleven echter gelijk door een lagere krachtvoeropname als gevolg van een hogere opname van weidegras. De kunstmestkosten bleven ook gelijk. De besparing op loonwerkkosten zorgde uiteindelijk voor lagere totale kosten.

Bij Variant 2 werd meer voer gewonnen (hoger maaipcentage) en werd minder voer gekocht; gevolg lagere voerkosten en hogere kosten voor kunstmest en loonwerk. Netto was bij Variant 2 de kostenbesparing groter dan bij Variant 1, waardoor naar deze de voorkeur uitgaat. Bovendien was de variatie in totale kosten bij Variant 1 aanmerkelijk groter dan bij de referentiesituatie en bij Variant 2, waardoor het bedrijfsrisico groter is. Dit is erg ongewenst en weegt zeer waarschijnlijk niet op tegen de gemiddeld beperkt lager kosten.



Figuur 4.5 Totale kosten per hectare voor de referentiesituatie en de varianten 1 en 2 onderverdeeld in kosten voor loonwerk, kunstmest en voeraankoop (a = Referentie, b = Variant 1, c = Variant 2)

De economische resultaten worden sterk beïnvloed door de kosten voor loonwerk en voeraankoop en zijn dus sterk afhankelijk van tarieven en prijsniveaus. Bij hogere loonwerkkosten (25%) blijven de verschillen tussen de varianten relatief klein, maar bij 50% hogere voerkosten verdubbelde de besparing van kosten bij Variant 2 ten opzichte van de referentiesituatie. De besparing bij Variant 1 bleef gelijk omdat de voerkosten even hoog waren als die van de referentiesituatie.



Figuur 4.5 Verandering kosten per hectare voor twee varianten van flexibel peilbeheer ten opzichte van de referentiesituatie bij 50% hogere voerkosten. Het gemiddelde en de standaardafwijking is weergegeven voor de periode 1992-2001 (a = Referentie, b = Variant 1, c = Variant 2)

5 Conclusies

Conclusies hydrologische modellering

Verbetering of vervanging van FIW-MultiSWAP in Waterpas is noodzakelijk. Het is niet acceptabel dat de waterbalans bij toepassing van FIW-MultiSWAP niet sluitend is. Voor de modellering in dit project is succesvol de oplossing gevonden in het herhalen van de berekeningen met losgekoppelde SWAP-modellen per perceel, waarbij het verloop van de openwaterstand berekend met FIW-MultiSWAP is gebruikt. Het bleek noodzakelijk om de SWAP-berekeningen met een verbeterde oppervlakkige afvoer uit te voeren, omdat anders de gesimuleerde grondwaterstanden in natte perioden te hoog bleven. Het resultaat met een verbeterde oppervlakkige afvoer kon als bruikbaar voor verder analyse worden beoordeeld.

Het verschil tussen de referentie en Variant 1 bleek niet bijzonder groot te zijn. De GHG van Variant 1 was iets hoger en de GLG bleek iets lager te zijn dan bij de Referentie. Variant 2 was in het algemeen wat droger dan de Referentie. Dat kwam tot uitdrukking in een lagere GLG bij alle droogleggingen en een iets lagere GHG bij de geringe droogleggingen (30, 40 en 50 cm).

De winst van flexibel peilbeheer, zoals gedefinieerd in de twee varianten, om de wateraanvoer te verminderen is beperkt. Ter relativering van deze conclusie moet worden bedacht dat de calibratie van het SWAP-model was gericht op een goede overeenkomst tussen de gemodelleerde en de gemeten hoogste grondwaterstanden en niet op een goede overeenkomst tussen gemeten en berekende aan- en afvoeren.

Conclusies effecten peilvarianten op bedrijfsresultaten

Variant 2 in flexibel peilbeheer verbeterde de ruwvoerpositie ten opzichte van de referentiesituatie, waardoor minder voer in de vorm van snijmaïs werd aangekocht. Dit leverde een kostenbesparing op van gemiddelde € 25,- per ha. Daarbij bleef de variatie in kosten tussen weerjaren ongeveer gelijk. Bij 50% hogere voerkosten verdubbelde de besparing van kosten ten opzichte van de referentiesituatie. Variant 1 leverde geen verbetering op van de ruwvoerpositie, maar wel een geringe gemiddelde besparing van € 16,- per ha door lagere loonwerkkosten (hoger aandeel weiden). De variatie in kosten nam echter aanzienlijk toe, wat ongewenst is, omdat hierdoor het bedrijfsrisico vergroot wordt. De voorkeur gaat zodoende uit naar Variant 2 in plaats van Variant 1.

Literatuur

- Akker, J.J.H. van den, 2005. Maaiveldddaling en verdwijnende veengronden. In: Rienks, W.L en A.L. Gerritsen (Eds.), *Veenweide 25x belicht; een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen UR*. Alterra, Wageningen, pp. 11-13.
- Akker, J.J.H. van den, J. Beuving en K. Oostindie, 1993. 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, pp. 19-26.
- ASG, 2005. *KWIN-Veehouderij*. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2005-2006. Praktijkboek 46. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad.
- ASG 2009. *KWIN-Veehouderij 2008*. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2008-2009. Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad. Handboek 6.
- Bakel, P.J.T. van en J. Huygen, 2001. *Doelrealisatie Landbouw in De Leijen. Een aanzet tot invulling en operationalisering van de methode Waternood*. Technisch Document. Alterra, Wageningen.
- Bakel, P.J.T. van, 2002. *HELP-tabellen landbouw*. Waternood deelrapport 04. STOWA, Utrecht.
- Bakel, P.J.T. van en W.J.M. Heijkers, 2004. Is de HELP-tabel aan vervanging toe? *H2O* 23-1: 8-9.
- Bakel, P.J.T. van en J. Huinink, H. Prak en F. van der Bolt, 2005. *HELP 2005. Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het waternood-instrumentarium*. STOWA-Waternood-rapport 2005-16.
- Bakel, J. van, H. Prak, J. Huinink en M. Talsma, 2006. De verbreding van de HELP-tabellen. *H2O* 1: 33-34.
- BBPR, 2001. *Bedrijfs Begrotings Programma Rundvee (BBPR). Handleiding BBPR versie 8*. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Beuving, J., K. Oostindie en Th. V. Vellinga, 1989. *Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland*. Staring Centrum-rapport 6, Wageningen.
- Boland, D. en K. Klaver, 2000. *Omgaan met vernatting*. CLM-rapport451-2000, Utrecht.
- Brouwer, F. en J.T.M. Huinink, 2002. *Opbrengstdervingspercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. Geactualiseerde HELP-tabellen en opbrengstdepressiekaarten*. Alterra-rapport 429, Wageningen.

Cok, J.A., en M. Pouw, 2007. *Regionale toepassing van onderwaterdrainage in polder Zegveld? Gevolgen voor watersysteem, bodemdaling en rentabiliteit melkveehouderij*. Afstuderrapport Larenstein.

Conijn, J.G., 2005. *CNGRAS: a dynamic simulation model for grassland management and C and N flows at field scale*. Plant Research International, Report 107, Wageningen.

Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk and 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.

Genstat Committee, 2006. *Genstat® Release 9 Reference Manual*. Published by VSN International.

GGP, 2000. *Graslandgebruiksplanner (GGP). Handleiding GGP versie 2*. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Groenendijk, P. and Kroes, J.G., 1999. *Modelling the nitrogen and phosphorus leaching to groundwater and surface water with ANIMO 3.5*. Report 144, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

HELP-tabel, 1987. *De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie*. Rapport van de werkgroep HELP-tabel. Mededelingen Landinrichtingsdienst 176, Utrecht.

Heinen, M. en P. de Willigen, 1998. *FUSSIM2 A two-dimensional simulation model for water flow, solute transport and root uptake of water and nutrients in partly unsaturated porous media, Quantitative Approaches in Systems Analysis No. 20*, DLO Research Institute for Agrobiological and Soil Fertility and the C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology, Wageningen, The Netherlands, 140 p.

Hendriks, R.F.A., 1993. *Nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in veenweidegebieden*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 251. 164 blz.

Hijink, J.W.F. en G.J. Remmelink, 1987. *Invloed van verhoogd grasaanbod op melkproductie, ruwvoeropname en graslandopbrengst*. Rapport nr. 104. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Holshof, G., Th. V. Vellinga en J. Beuving, 1994. *Vertrapping en grasaanbod op veengrasland met een slechte draagkracht*. Rapport nr. 153, Proefstation voor de Rundveehouderij (PR), Lelystad.

Hoving, I.E., Akker, J.J.H. van den, 2005. *Onderwaterdrains perspectiefvol voor beperking bodemdaling*. In: *Veenweide 25x belicht; een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen UR*. - Wageningen : Alterra, 2005 p. 34-35.

- Hoving, I.E. en F.B.T. Assinck, 2007. *Waterpas-berekeningen Boeren met Water*. Praktijkrapport Rundvee, Animal Sciences Group, Lelystad (in prep.).
- Hoving, I.E., G. André, J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2008. *Hydrologische en landbouwkundige effecten van gebruik 'onderwaterdrains' op veengrond*. Lelystad, Animal Sciences Group van Wageningen-UR. Rapport 102.
- Hoving, I.E. en J.A. de Vos, 2006. *Verminderde drooglegging op melkveebedrijven in de Krimpenerwaard*. Praktijkrapport Rundvee 95, Animal Sciences Group, Lelystad.
- Huinink, J.T.M., 1993. *Bodemgeschiedstabelen voor landbouwkundige vormen van grondgebruik*. IKC Akker- en Tuinbouw, Ede.
- Huinink, J.T.M. 1995; *Bodembeschrijving en -geschiktheidsbeoordeling*; Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede.
- Jansen, P.C., E.P. Querner en C. Kwakernaak, 2007. *Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1516.
- Kamp, A. van der, J. de Boer, A. Evers, G. Holshof en R. Zom, 2003. *Voedervoorziening in BBPR*. Intern Rapport 496. Animal Sciences Group, Lelystad.
- Kroes, J.G. and J.C. van Dam (eds.) (2003) SWAP 3.0.3 Reference manual. Wageningen, Report 773, Alterra.
- Mandersloot, F., 1989. *Simulatie van voeding en groei van jongvee*. Rapport nr. 116, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), Lelystad.
- Mandersloot, F. en M. A. van der Meulen, 1991. *Simulatie van voeding en groei van jongvee*. Publicatie 71, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.
- Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen en J.M.A. Nijssen, 1991. *Modellen rundveehouderij : overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven*. Rapport 72, Proefstation voor de Rundveehouderij (PR), Lelystad.
- Naeff, H.S.D., 2006. *Geactualiseerd GLAB-bestand 2005 voor Nederland*. Intern rapport Alterra, Wageningen.
- Nijssen, J.M.A. en A.G. Evers, 1999. *Rekenmethode voor vaststelling van schade in vernattingsprojecten*. Intern rapport 384, Praktijkonderzoek Rundvee Schapen en Paarden, Lelystad.

- Naudin-Ten Cate, R., T. Tjooitink en M. Wentink, 2000. *Cultuurtechnisch Vademecum: handboek voor inrichting en beheer van land, water en milieu*. Elsevier bedrijfsinformatie, Doetinchem.
- Pleijter, M. en J.J.H. van den Akker, 2007. *Onderwaterdrains in het veenweidegebied. Toelichting op de methode en meetinrichting*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1586.
- Pleijter, M. en J.J.H. van den Akker, 2009. *Onderwaterdrains in het veenweidegebied. Analyse van de grondwaterstanden tussen 2004 en 2007 op de proefpercelen in Zegveld*. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport (in prep.)
- Schils, R. L. M., M. H. A. de Haan, J. G. A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J. A. de Boer, A. G. Evers, G. Holshof, J. C. van Middelkoop and R. L. G. Zom, 2007. DairyWise, A Whole-Farm Dairy Model. *Journal of Dairy Science*, vol. 90 iss. 11 pp. 5334 -5346.
- Schoumans, O.F, J.P. Mol-Dijkstra, W. Akkermans and C.W.J Roest, 2002. SIMPLE: Assessment of non-point phosphorus from agricultural land to surface waters by means of a new methodology. *Water Science & Technology* 45 pp. 17-182.
- STOWA, 2005. *HELP-2005. Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het Waternood-instrumentarium*. STOWA-rapport 2005-16.
- Vos, J.A. de, I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, J.G. Conijn en G. Holshof, 2004a. *Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 987.
- Vos, J.A. de, P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving en J.G. Conijn 2004b. Van HELP naar Waterpas? *H₂O*: 24: 17-20.
- Vos, J.A. de en I.E. Hoving, 2005. *Verkenning van bedrijfsvarianten en milieukundige gevolgen bij piekwaterberging op landbouwgrond in Salland*. Alterra-rapport 1224, Wageningen.
- Vos, J.A. de, P.J.T. van Bakel, I.E. Hoving and J.G. Conijn, 2006. Waterpas-model: a predictive tool for water management, agriculture, and environment. *Agric. Wat. Man.* 86: 187-195.
- 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*. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 987.
- Vos, J.A. de, P.J.T. van Bakel & I.E. Hoving, 2008. *Waterpas nat- en droogteschadeberekeningen ten behoeve van landbouwkundige doelrealisatie*. Alterra-rapport 1653.

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 Dijk, M.J.D. Hack-ten Broeke en A.J. Ojtens, 2007. *Waterpas: Waterbeheer, landbouw en milieu*. Alterra-rapport (in voorbereiding).

Waternood, 1998. *Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van oppervlaktewatersystemen*. Projectgroep Waternood. Dienst Landelijk Gebied (DLG), publicatie 1998/2, Utrecht.

Werkgroep Normen voor de Voederveorziening, 1991. *Normen voor de Voederveorziening*. Publicatie nr. 71, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad.

Wijk, A.L.M. van, 1984. *Landbouwkundige aspecten van ontwatering in veenweidegebieden*. Commentaar op een literatuuranalyse. ICW-rapporten 9, 12 pp.

Wijk, A.L.M. van, 1988. *Drainage, bearing capacity and yield (losses) on low moor peat pastures soils in The Netherlands*. ICW-rapporten 20, 15 pp.

Zom, R.L.G., J.W. van Riel, G. André en G. van Duinkerken, 2002. *Voorspelling voeropname met Koemodel 2002*. Praktijkrapport Rundvee 11. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Bijlage 1 FIW MultiSwap versie 1.72 en VlietPolder

Schematisering met ArcView

De 'link' met de database Schema.mdb

In de database/tabel PROJECT staat de verwijzing naar de shape-files in de volgende velden:

- unsaturated zone shapefile: 'fields' voor 2plots, plotsvltp voor Vlietpolder
- sections shapefile: 'ditch' voor 2plots, sectionvltp voor Vlietpolder
- structures shapefile: 'structure' voor 2plots, structvltp voor Vlietpolder

Deze shape-files kunnen met ArcView worden gemaakt.

Bij elk van deze shape-files hoort een database-file (*.dbf, voor 2plots: structure.dbf, fields.dbf, en ditch.dbf, en voor Vlietpolder: structvltp.dbf, plotsvltp.dbf en sectionvltp.dbf). Deze files moeten allemaal een veld hebben met als naam 'ID'. Bovendien moet de structure shape-file een veld hebben met de naam 'ELEMENTID'.

De nummers/data in de dbf-velden met als naam ID verwijzen naar de database:

- Voor de percelen (unsaturated zone shapefile) verwijst het veld ID in de dbf-file naar het veld ID in de tabel PLOT (in de overige tabellen is dit het veld PLOTID)
- Voor de secties (sections shapefile) verwijst het veld ID in de dbf-file naar het veld SURFACEWATERSECTIONID in de tabel SURFACEWATERCONNECTOR
- Voor de structures (structures shapefile):
 - het veld ID in de dbf-file verwijst naar de tabel Surfacewaterconnector
 - het veld ElementID in de dbf-file verwijst naar de tabel ConnectorType

De shape-files van de Vlietpolder

Er zijn vier ruimtelijke (shape) bestanden aangemaakt:

- vlakkenbestand voor de plots/bodems: plotsvltp.shp en bijbehorende plotsvltp.dbf (zie figuur 1, tabel 1)
- puntenbestand voor de kunstwerken: structvltp.shp en bijbehorende structvltp.dbf (zie figuur 2, tabel 2)
- lijnen-bestand voor het oppervlaktewater-systeem: sectionvltp.shp en en bijbehorende sectionvltp.dbf (zie figuur 3, tabel 2)
- puntenbestand voor de knooppunten: nodesvltp.shp en bijbehorende nodesvltp.dbf (zie figuur 4, tabel 4). (X en Y-waarde in Arcview met Tabel - Calculator - X=[shape].getx en Y=[shape].gety) Controleer op uniekheid van nodes (geen dubbele nrs)

FIW-MultiSwap gebruikt de eerste drie bestanden. Het bestand met knooppunten is nodig voor het opzetten van de database.

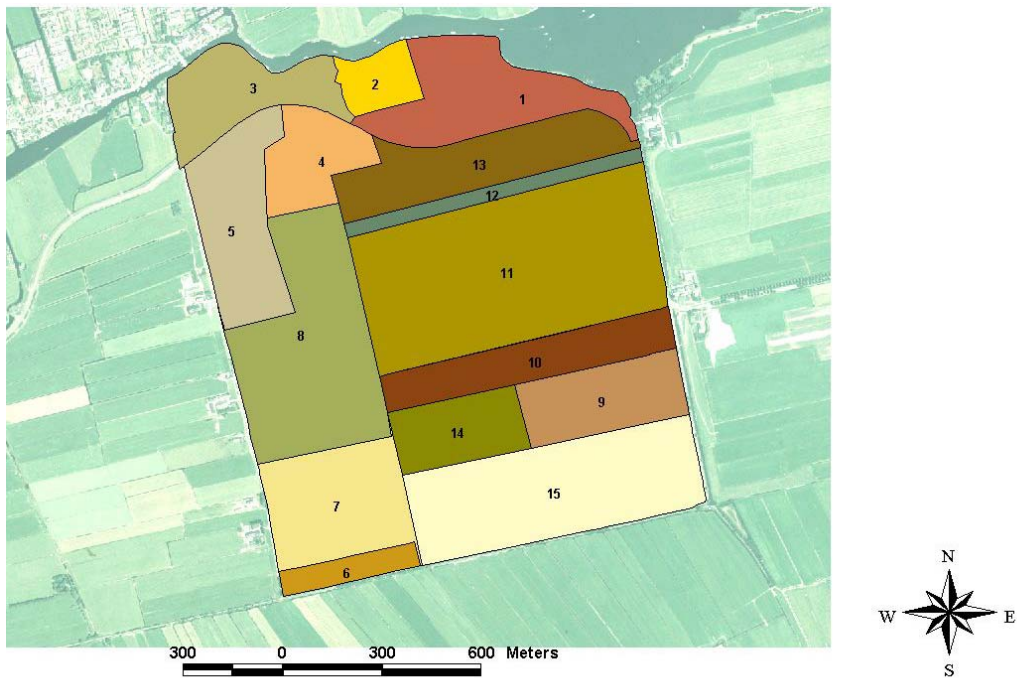


Fig.1 De nummering (ID's) van de Plots in de Vlietpolder



Fig.2 De nummering (ID) en typering (elementID) van de Structures in de Vlietpolder

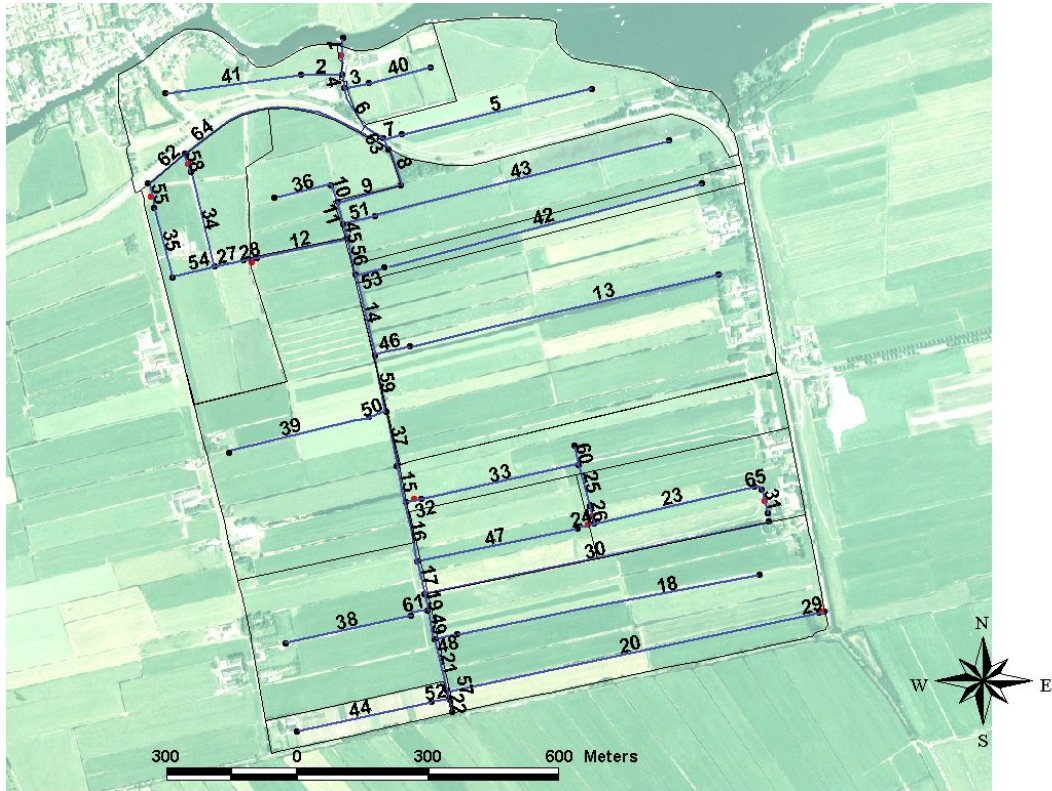


Fig.3 De nummering (ID) van de Sections in de Vlietpolder

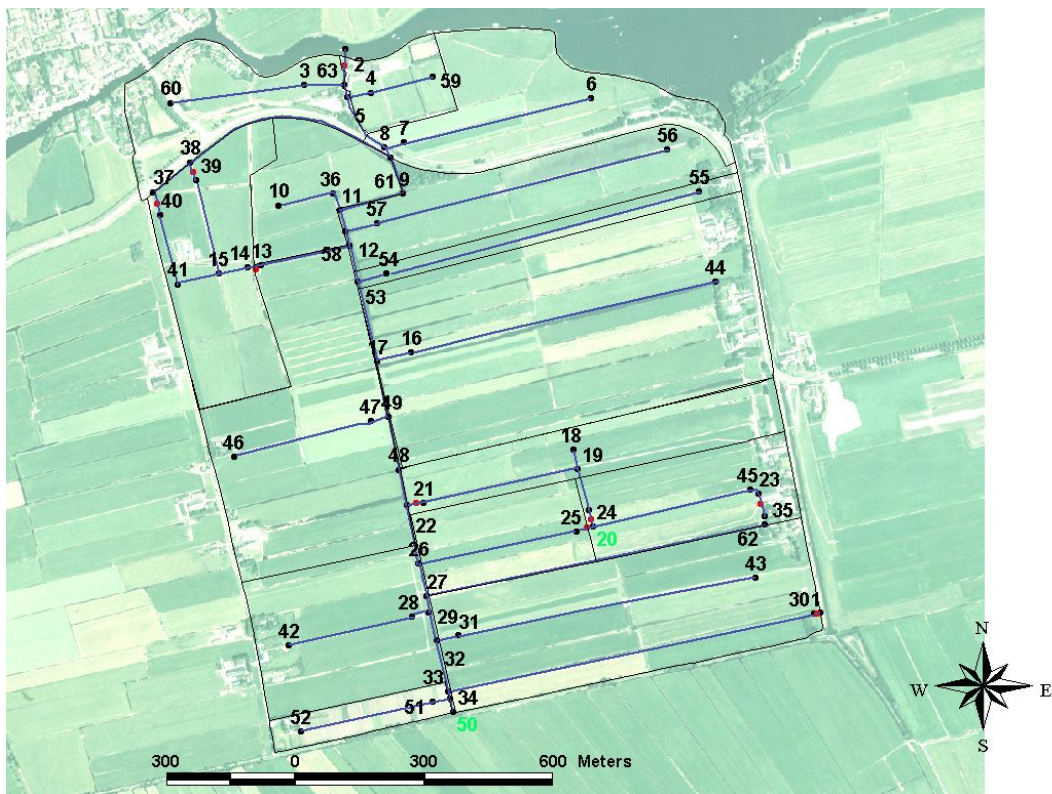


Fig.4 De nummering (ID) van de Nodes in de Vlietpolder

Tabel 1 Plotsvltip.dbf

ID	AREA	PERIMETER	HECTARES	TOFROMNODE
1	147692.557	2243.879	14.769	6
2	40070.124	850.375	4.007	59
3	102303.046	1679.834	10.230	60
4	76136.449	1227.817	7.614	10
5	132357.521	1751.923	13.236	41
6	31636.687	991.282	3.164	52
7	138118.598	1787.863	13.812	42
8	242220.811	2438.152	24.222	46
9	98915.101	1392.820	9.892	45
10	106839.663	2026.991	10.684	18
11	396545.949	2687.708	39.655	44
12	39225.989	1927.616	3.923	55
13	138655.732	2215.614	13.866	56
14	77309.555	1180.630	7.731	25
15	244822.293	2306.263	24.482	43

Tabel 2 Structvltip.dbf

ID	ELEMENTID	SECTION	NAMEOFID
1	5	24	1 = Gemaal (pump)
2	5	28	2 = extra (pump)
3	5	1	3 = gemaal (pump)
4	1	26	4 = Duiker met meetschot (Weir)
5	5	29	5 = Inlaat (pump)
6	5	31	6 = Inlaat (pump)
7	5	32	7 = Inlaat (pump)
8	5	58	8 = Gemaal (pump)
9	5	55	9 = Inlaat (pump)

Tabel 3 Section.dbf

ID	LENGTH	FROM_NODE	TO_NODE
1	83.138	63	2
2	94.540	3	63
3	59.808	4	5
4	30.658	5	63
5	444.333	6	7
6	151.880	8	5
7	43.601	7	8
8	85.599	9	61
9	153.641	11	9
10	45.120	36	11
11	51.712	58	11
12	207.719	13	12
13	728.962	16	44
14	190.973	17	53
15	88.416	22	48
16	141.124	26	22
17	76.857	27	26
18	701.940	43	31
19	46.684	29	27
20	868.382	30	33
21	120.773	33	32
22	29.858	34	50
23	375.359	45	24
24	31.384	24	25
25	90.140	19	20
26	48.864	20	24
27	67.205	15	14
28	35.157	14	13
29	12.603	30	1
30	806.629	35	27
31	73.882	23	62
32	47.850	22	21
33	361.506	21	19
34	215.288	39	15
35	164.417	40	41
36	126.352	36	10
37	122.255	48	49
38	298.495	28	42
39	320.197	46	47
40	145.548	4	59
41	307.046	3	60
42	743.043	54	55
43	694.620	57	56
44	312.813	51	52
45	33.392	12	58
46	79.900	16	17
47	366.262	26	25
48	46.664	31	32
49	56.262	29	32
50	45.395	47	49
51	70.356	57	58
52	38.090	51	50
53	64.033	54	53
54	90.144	41	15
55	43.483	37	40
56	79.900	53	12
57	16.019	50	33
58	41.119	39	38
59	128.806	49	17
60	43.371	19	18
61	29.971	28	29
62	104.215	37	38
63	23.775	8	61
64	521.264	38	61
65	23.408	23	45

Tabel 4 Nodesvltp.dbf

ID	X	Y
1	101617	463551
2	100514	464868
3	100418	464784
4	100573	464766
5	100518	464754
6	101084	464752
7	100650	464649
8	100606	464638
9	100648	464530
10	100358	464503
11	100503	464492
12	100523	464408
13	100318	464363
14	100287	464358
15	100220	464344
16	100668	464161
17	100588	464139
18	101045	463933
19	101054	463888
20	101079	463792
21	100695	463809
22	100657	463803
23	101474	463830
24	101091	463753
25	101052	463741
26	100684	463667
27	100702	463591
28	100669	463542
29	100708	463553
30	101605	463549
31	100777	463499
32	100726	463487
33	100752	463369
34	100765	463320
35	101490	463759
36	100486	464531
37	100067	464534
38	100152	464603
39	100166	464561
40	100082	464480
41	100125	464319
42	100383	463477
43	101468	463634
44	101374	464325
45	101456	463838
46	100255	463917
47	100573	463999
48	100638	463886
49	100614	464010
50	100757	463351
51	100717	463344
52	100410	463275
53	100542	464325
54	100609	464343
55	101337	464535
56	101262	464634
57	100587	464461
58	100514	464441
59	100716	464802
60	100108	464742
61	100619	464613
62	101488	463777
63	100512	464784

Aanpassingen database

Binnen FIW-MultiSwap worden de shape-files met bijbehorende dbf-files voor presentatie-doeleinden gebruikt. Het eigenlijke rekenen gebeurt met de definities en relaties in de database.

Tabellen waarin belangrijke primary keys zijn gedefinieerd:

- voor plots de tabellen Area en Plot
- voor nodes de tabel SurfacewaterNode
- voor sections de tabel SurfacewaterConnector

In bijlage A is een overzicht gegeven van de tabellen die moeten worden aangepast. Voor het oppervlaktewater: maak de volgende tabellen SurfacewaterNode, SurfacewaterConnector, SurfacewaterBoundaryCondition. Hierdoor worden ook andere tabellen (via cascade) leeggemaakt (zie datamodel). Vul ze vervolgens met de nieuwe schematisering en de bijbehorende data.

Verder is het volgende van belang:

- In de tabel PlotSurfacewaterConnector bevindt zich de link tussen Plot en Knooppunten.
- in de tabel Surfacewaterconnector zijn de secties gedefinieerd met een ID-nr. In deze tabel is tevens een verwijzing naar de knooppunten opgenomen en een verwijzing naar het sectie-Type (0=open water, 1-5=structure). Deze types zijn gedefinieerd in de tabel ConnectorType (zie onderstaande tabel).

Voor type-structure kies uit tabel ConnectorType:

ID	Type	Description
0	SEC	FreeFlow
1	WEI	Weir
2	ORI	Orifice
3	CVT	Culvert
4	SIP	Siphon
5	PMP	Pump

Uitgangspunt voor de aanpassingen is de database voor 2 plots geweest, zoals die in de installatieset van FIW-MultiSwap versie 1.71 zit.

De inhoud (niet de structuur) van diverse tabellen is aangepast. Een overzicht is gegeven in bijlage A. Van een aantal tabellen is het veld met het datatype 'Autonummer' omgezet in 'Nummer' zodat een flexibeler invoer mogelijk is.

Het niet-geschematiseerde oppervlaktewater (greppeltjes e.d.) kan als toegevoegde berging in de database worden ingevoerd. Dit kan in de database door in de tabel SurfacewaterConnector het veld Length aan te passen.

Opm: alle peilen/waterstanden in het oppervlaktewatergedeelte zijn in meters t.o.v. NAP (zoals gedefinieerd in het veld Z in de tabel Plot voor de percelen). Hoogteligging van percelen is nog niet gecontroleerd.

Resultaat simulatie Vlietpolder

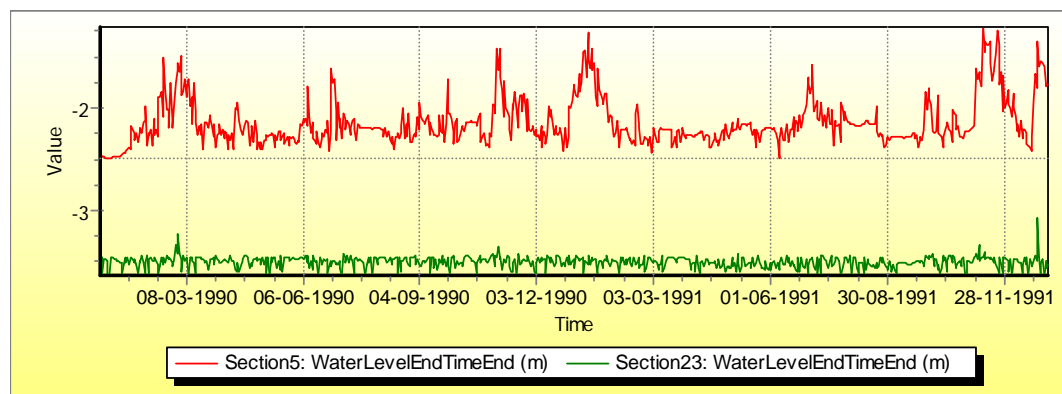
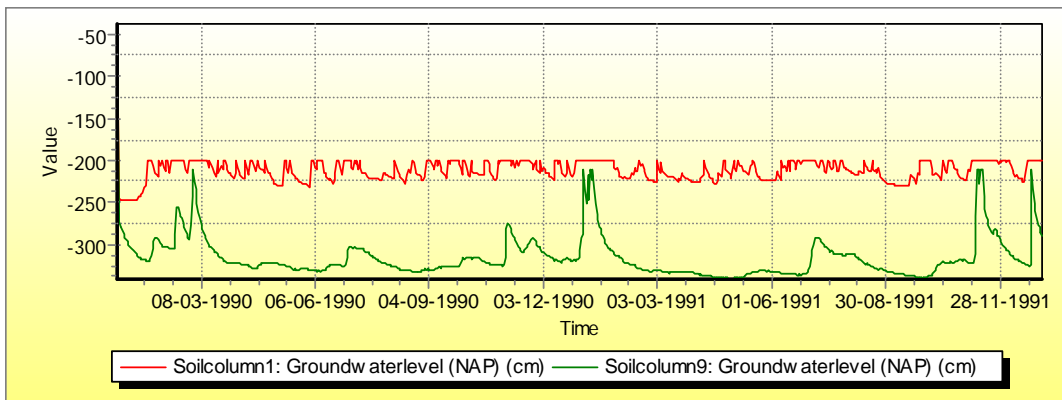
De schematisering en de database zijn opgezet voor de gehele Vlietpolder:

- 15 plots
- 9 kunstwerken
- 65 secties in het oppervlaktewater
- 63 knooppunten
- meteo van 1970-1999 (Eindhoven) en 2000-2001 (Vlietpolder)

De gehele Vlietpolder (grond-en oppervlaktewater gekoppeld) is technisch succesvol doorgerekend voor de periodes:

- 1990 t/m 1992
- 2000 t/m 2001

Onderstaande figuren geven de grondwaterstandsverlopen voor plots 1 en 9 (bovenste fig) en de oppervlaktewaterpeilen (onderste fig) voor de secties 5 en 23 binnen de plots.



Bijlage 1A. Overzicht tabellen in de database Schema.mdb

C:\Program Files\Alterra\FIW2001 (TwoPlots)\Data\Schema.mdb, 6 juni 2002-06-06

Table	Description	Aanpassing		Opmerkingen
		Ja	Nee	
Area		X		Controle op definitie van oppervlakte (deze tabel of tabel Plot)
ConnectorType			X	
CrossSection		X		Controleer Initiallevel and Bottomlevel
Culvert			X	
ExtractionFactor			X	
ExtractionFactorVegetation			X	
InitialConcentration			X	
MeteoData		X		2000 en 2001 van Vlietpolder
MeteoDataType			X	
MeteoStation		X		2=Vlietpolder
Orifice			X	
OrificeControl			X	
OrificeControlType			X	
Plot		X		X,Y dummy ? nagaan: Area, ID en AreaID Z is NAP-hoogte t.o.v. maaiveld !
PlotBoundaryCondition		X		
PlotBoundaryConditionType			X	
PlotSurfacewaterConnector		X		
PlotVegetation		X		
ProductionRate			X	
Project			X	
Pump		X		
PumpControl		X		
PumpControlType			X	
Region			X	
ResistanceControl			X	
Scenario			X	
SectionParameterType			X	
SoilChemistry			X	
SoilCompartment		X		
SoilConnector		X		
SoilHydraulicFunction			X	
Soiltype			X	
SoilTypeCodes			X	
Sorption			X	
Substance			X	
SurfaceWaterBoundaryCondition		X		
SurfaceWaterBoundaryConditionType			X	
SurfaceWaterConnector	Location and type of structures	X		
SurfaceWaterNode		X		Veld Z heeft dummy-waarden Controleer Initialwaterlevel and Bottomlevel
Transformation			X	
Vegetation			X	
VegetationTime		x		Controleren en comprimeren !
VegetationTimeType			X	
Weir		X		
WeirControl		X		
WeirControlType			X	

Bijlage 1B. Bodem- en gewastabellen in de database Schema.mdb

Tabel 1B1. De tabel *SoilType*; bodems afkomstig van Wösten e.a.; 21 bodemtypes t.b.v. PAWN-studie

ID	Description
1	koopveen
2	veen_op_zand
3	veen_met_kleidek
4	waardveen
5	meerveen
6	veen_op_klei
7	stuifzand
8	podzZ12
9	podzolZ8
10	podzZ8g
11	podzZ8x
12	enkeerd
13	beekeerd
14	podzZ13
15	zavel_M8
16	lichte klei
17	zwarte klei
18	drechtvaag
19	klei_op_zand
20	klei_op_grofzand
21	leem

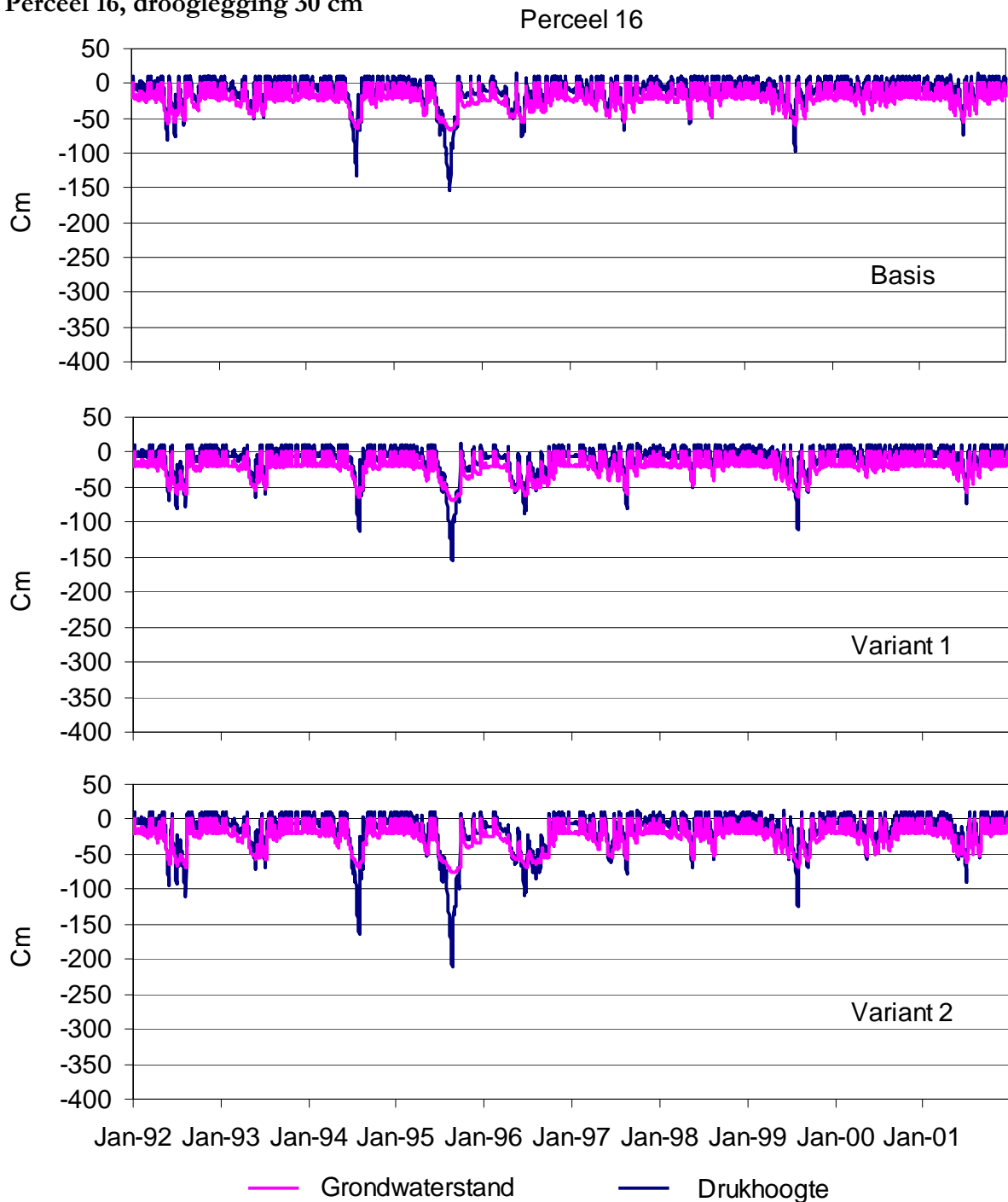
Tabel 1B2/ De tabel *Vegetation*: vegetaties met bijbehorende parameterwaarden voor nat- en droogte-stress

ID	VegetationNr	Description	limH1	limH2	limH3H	limH3L	limH4
1	1	grasland	0	-1	-200	-800	-8000
2	2	snijmais	-15	-30	-325	-600	-8000
3	3	aardappelen	-10	-25	-320	-600	-16000
4	4	bieten	-10	-25	-320	-600	-16000
5	5	granen	0	-1	-500	-900	-16000
6	6	bouwland_gemengd	-10	-25	-320	-600	-16000
7	7	kale grond	0	-1	-200	-800	-8000
8	8	glastuinbouw	-15	-32	-325	-600	-8000
9	9	boomgaard	-10	-25	-200	-800	-8000
10	10	bollen	-10	-25	-200	-800	-8000
11	11	loofbos	-10	-25	-200	-800	-8000
12	12	naaldbos	-10	-25	-200	-800	-8000
13	13	droge_heide	-10	-25	-200	-800	-8000

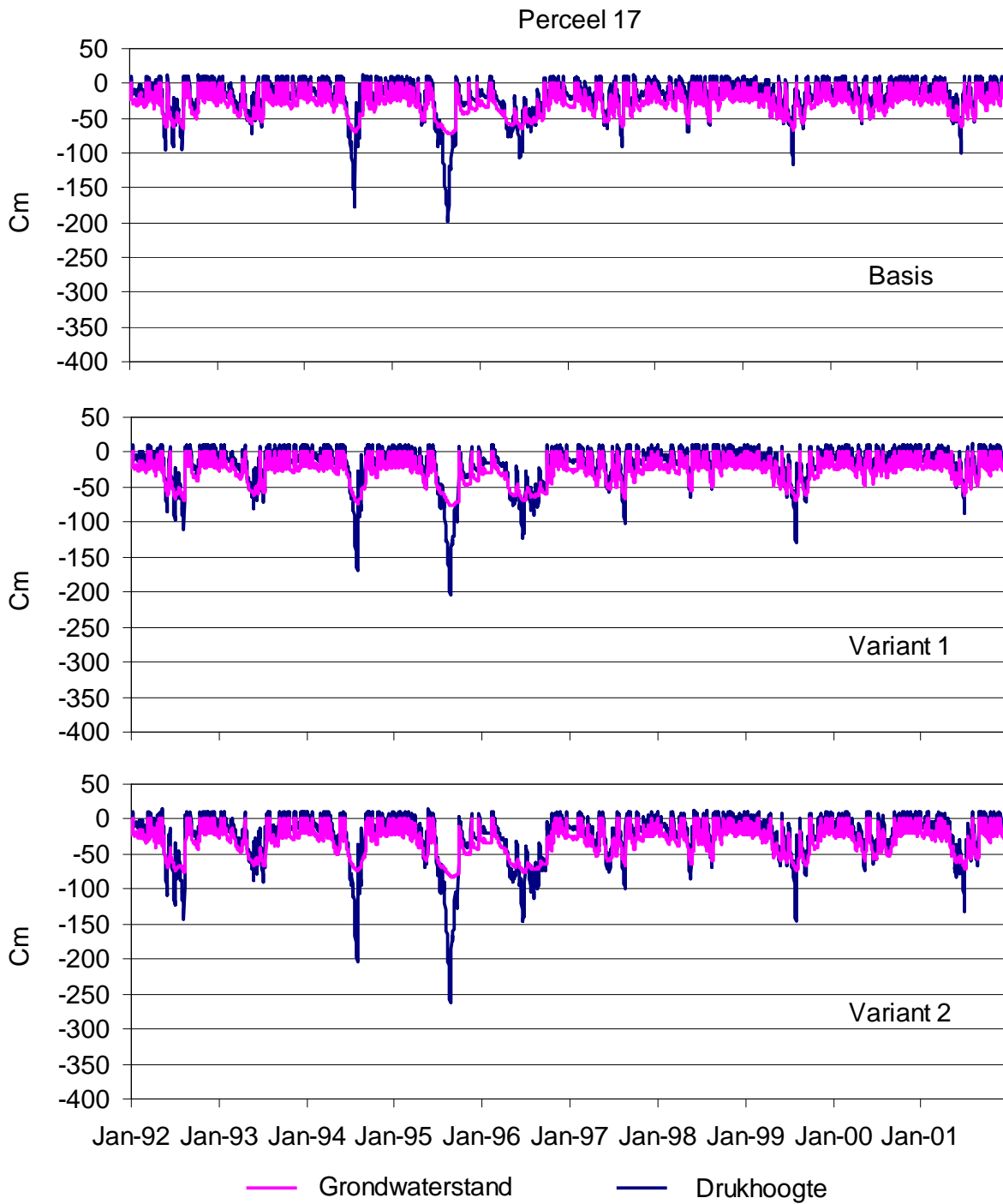
Bijlage 2 Berekende grondwaterstanden en drukhoogten

2a. Met SWAP berekende grondwaterstanden en drukhoogten op 8 cm - mv voor de percelen 16 t/m 21 voor de Basissituatie en de Varianten 1 en 2.

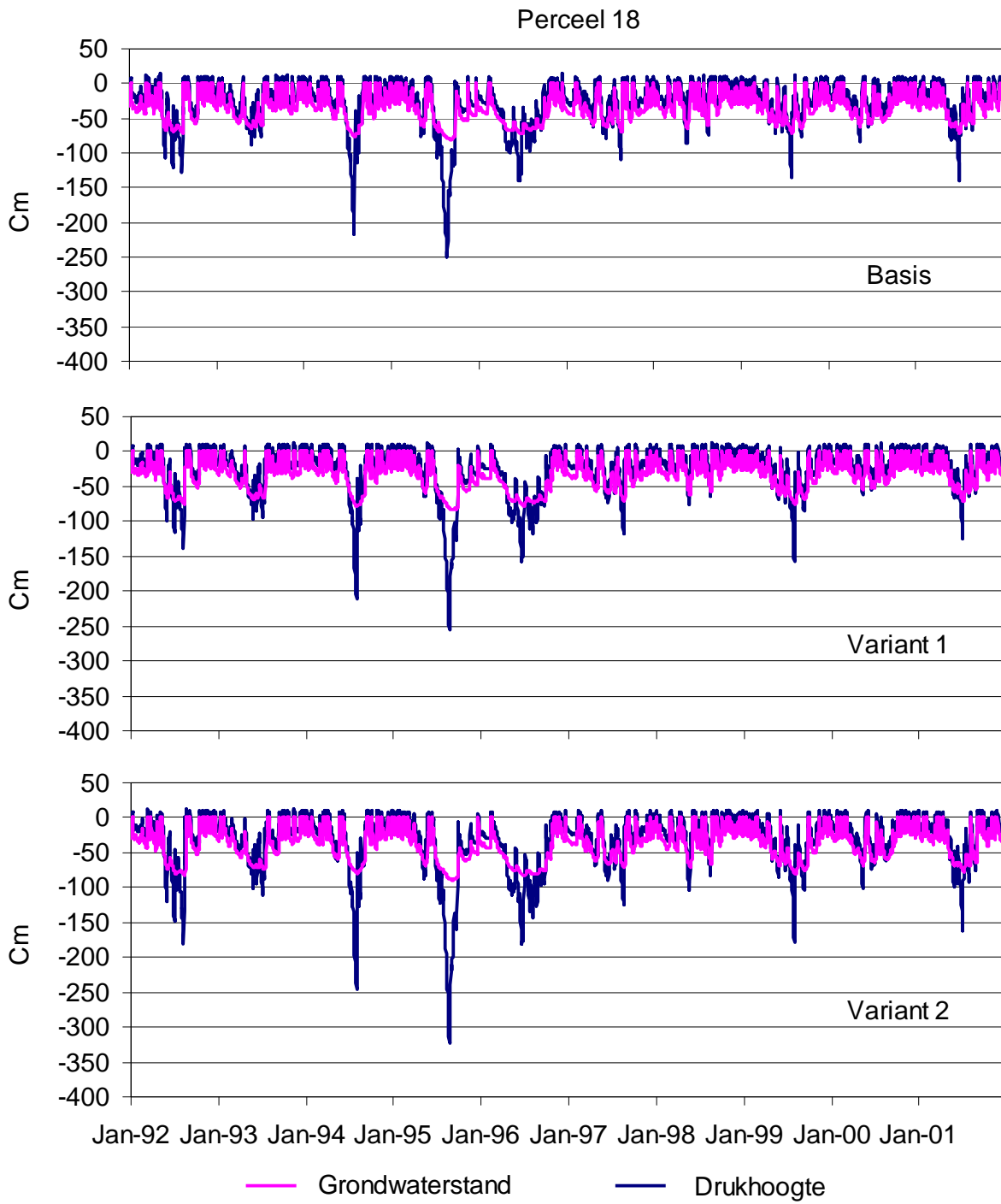
Perceel 16, drooglegging 30 cm



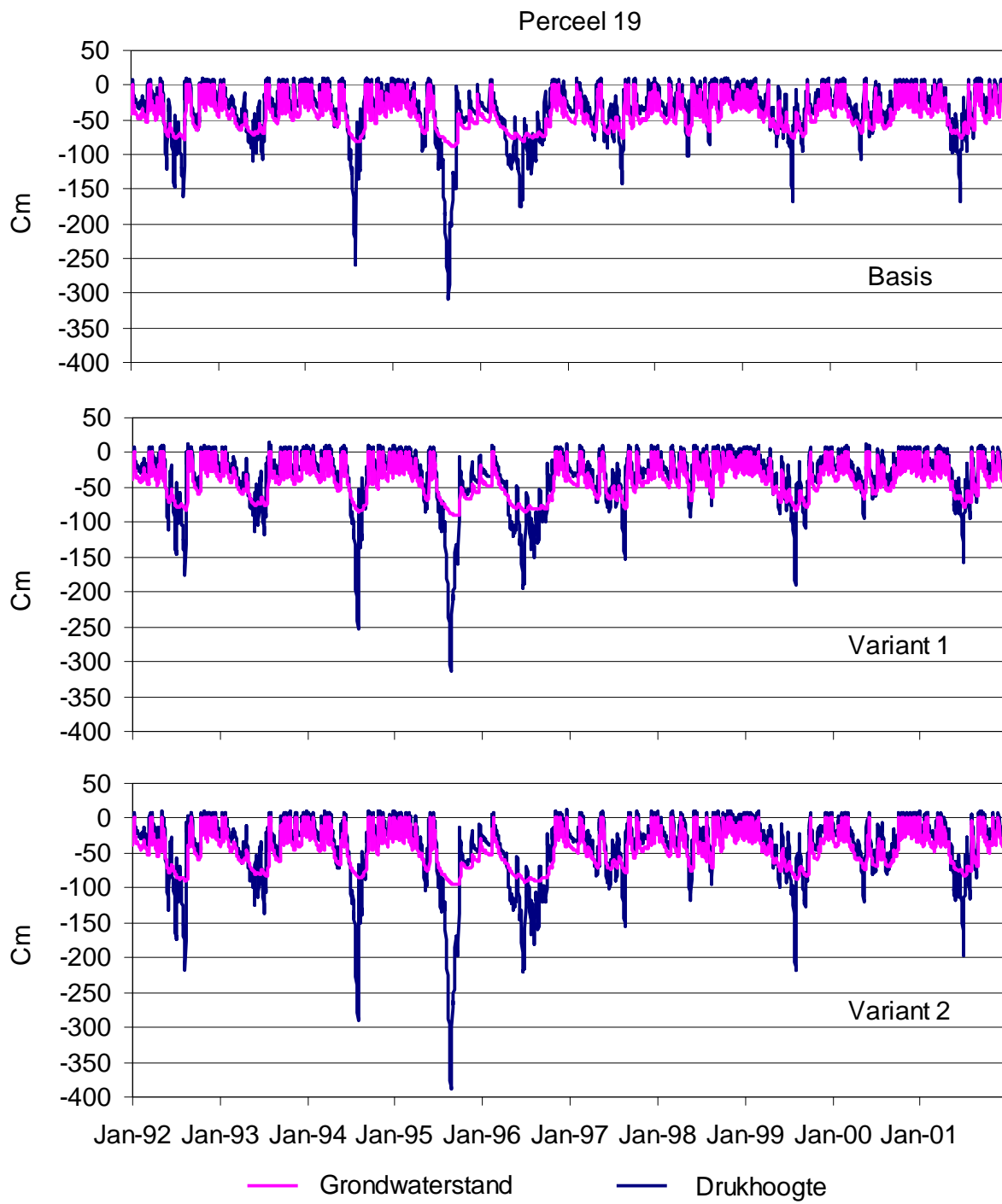
Perceel 17, drooglegging 40 cm



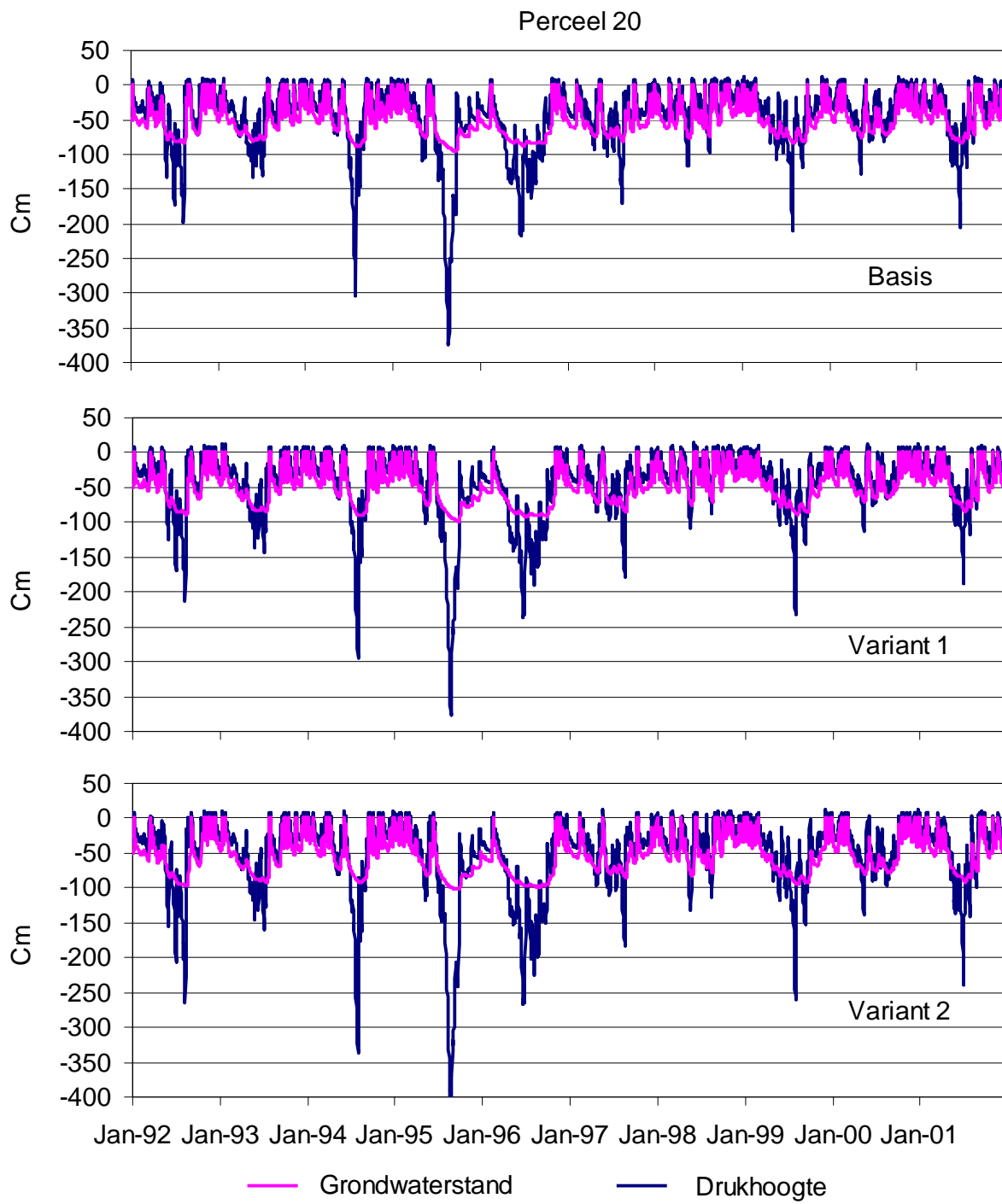
Perceel 18, drooglegging 50 cm



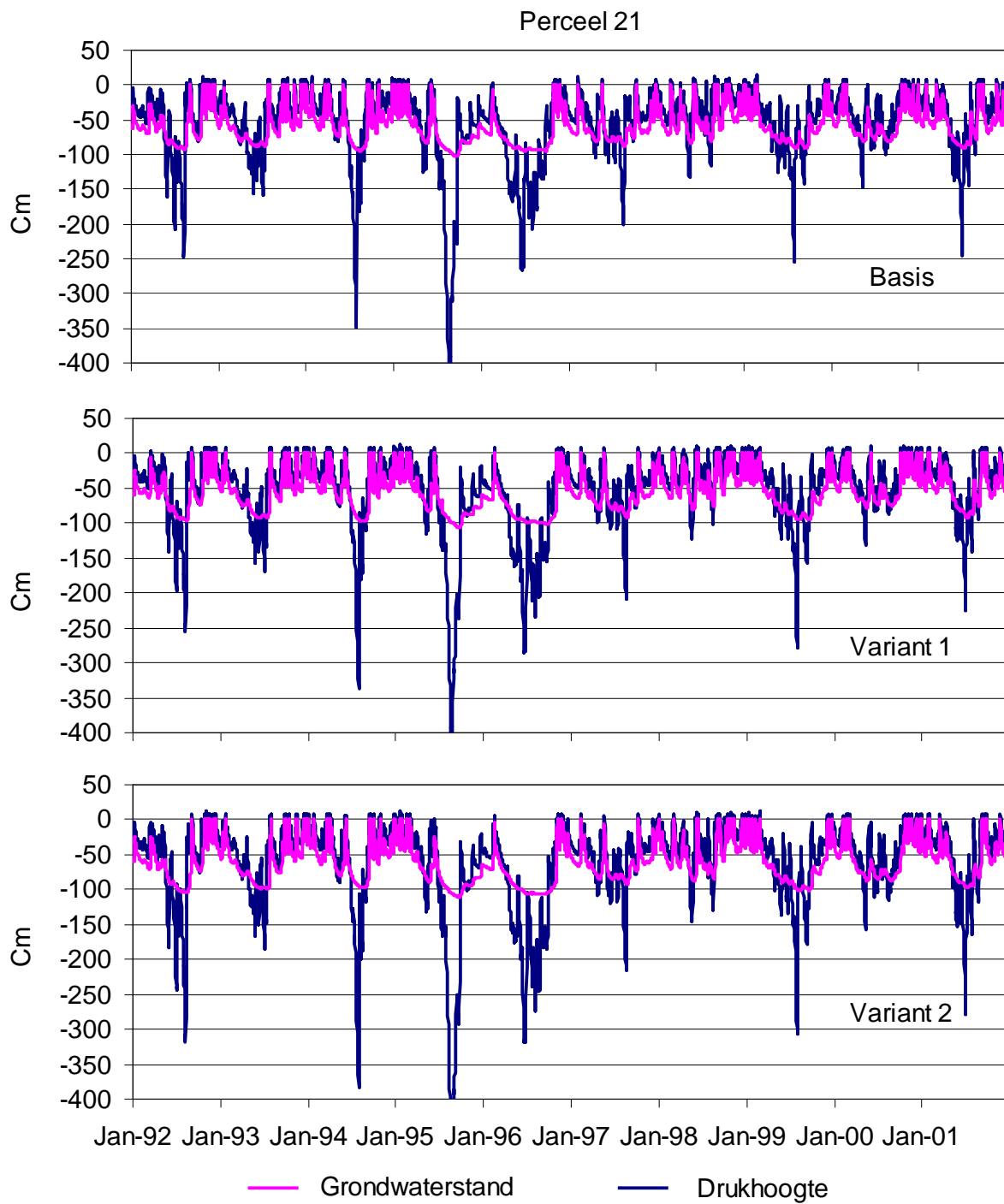
Perceel 19, drooglegging 60 cm



Perceel 20, drooglegging 70 cm

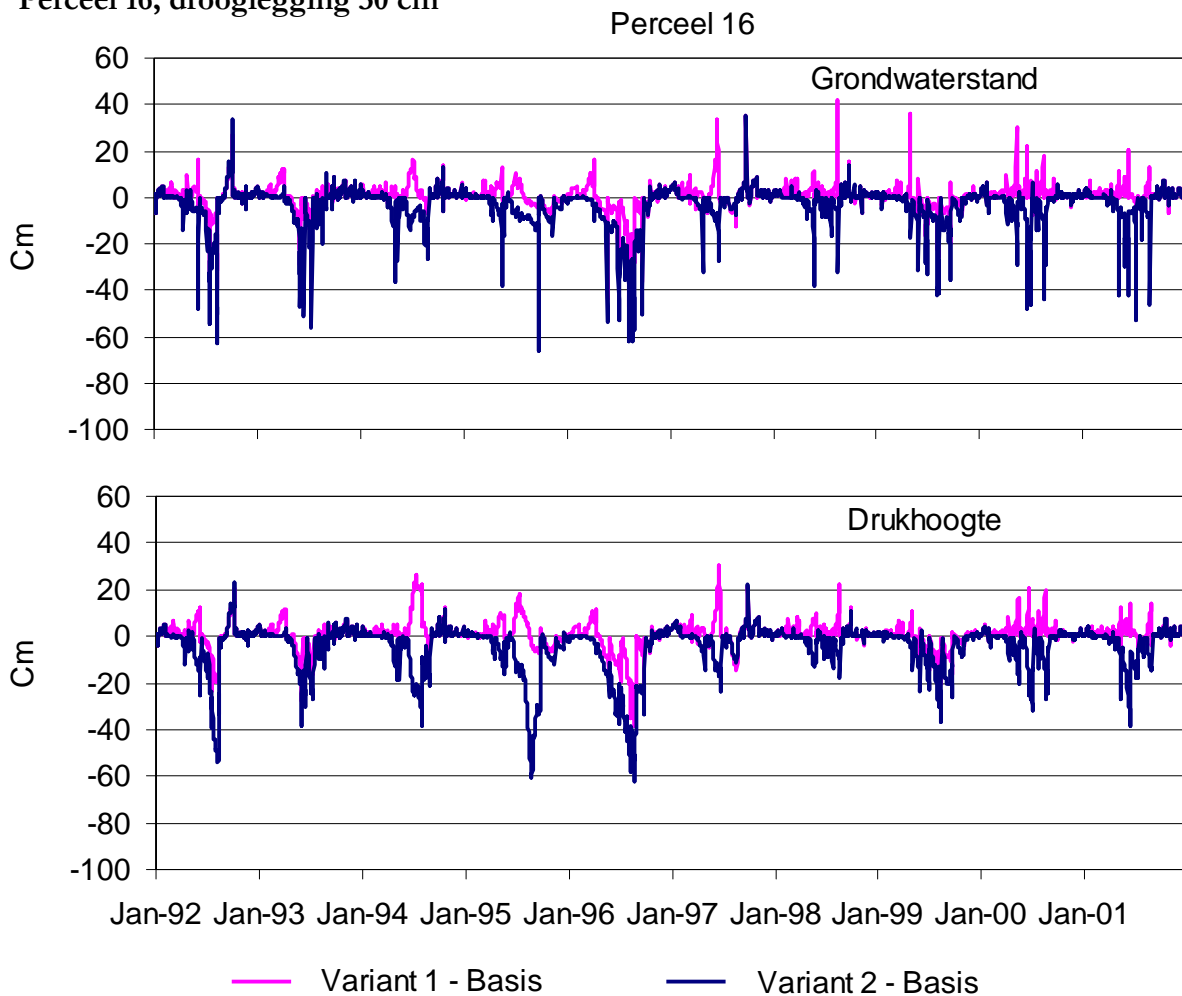


Perceel 21, drooglegging 80 cm



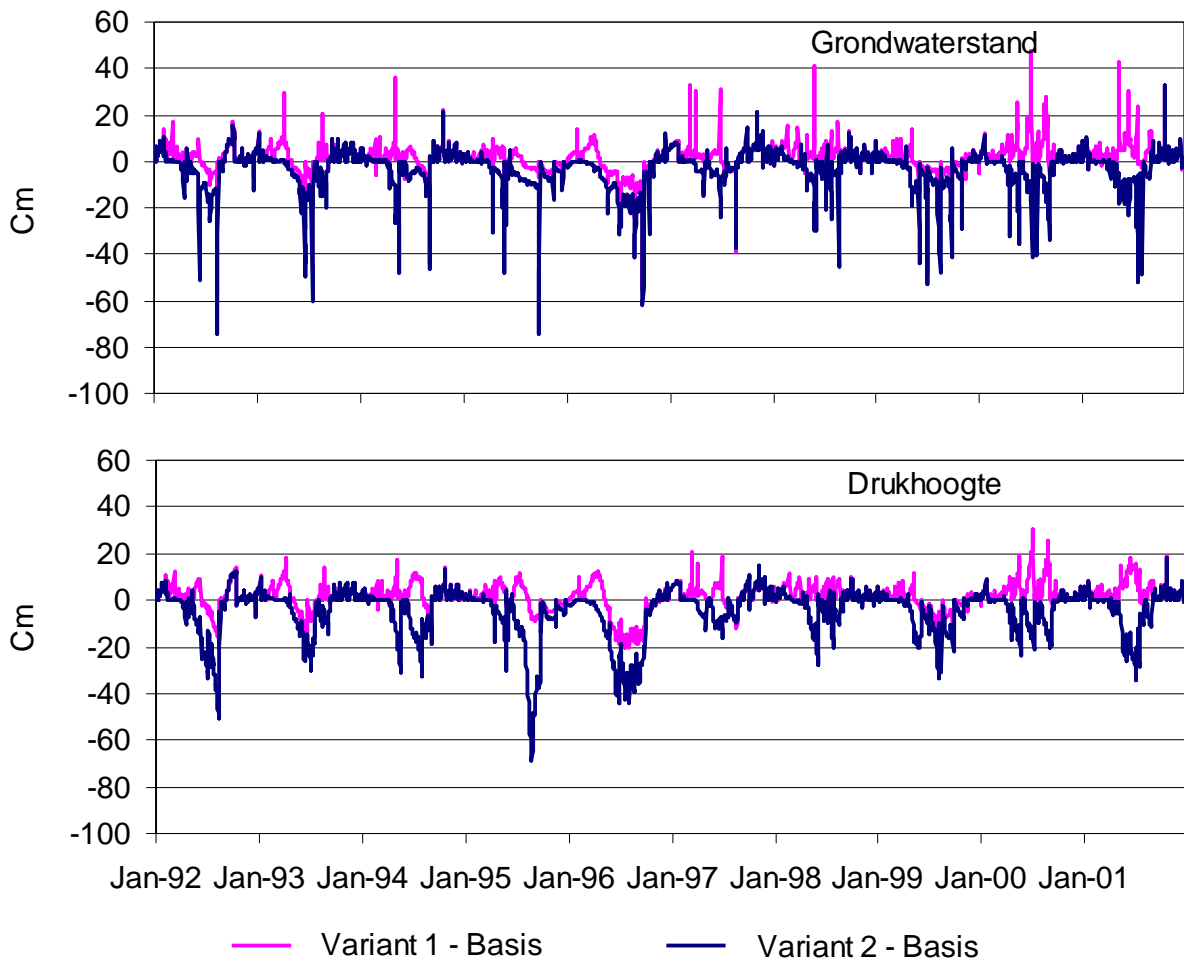
2b. Met SWAP berekende grondwaterstanden en drukhoogten op 8 cm - mv voor de percelen 16 t/m 21: het verschil tussen de Basissituatie en Variant 1 en het verschil tussen de Basissituatie en Variant 2.

Perceel 16, drooglegging 30 cm



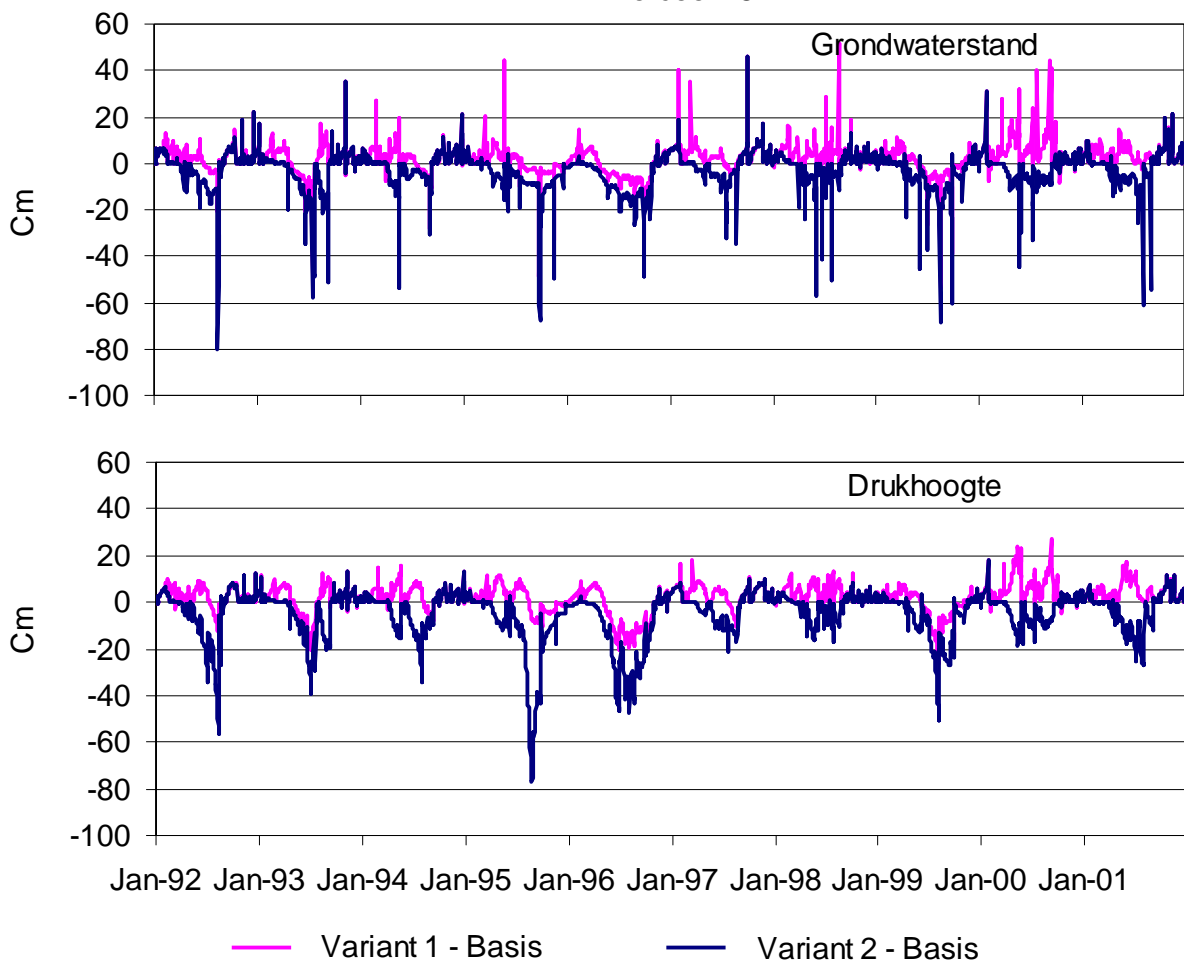
Perceel 17, drooglegging 40 cm

Perceel 17

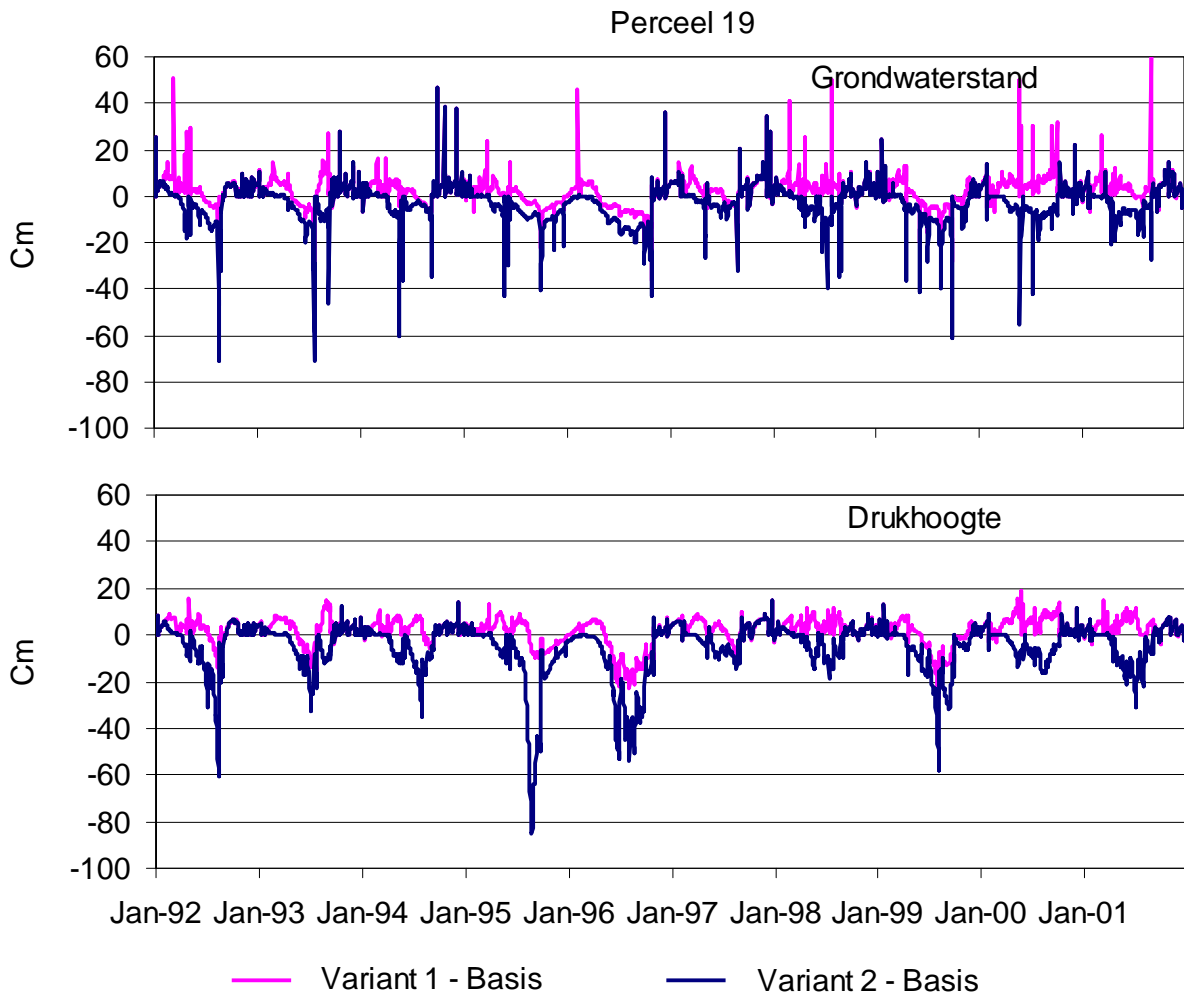


Perceel 18, drooglegging 50 cm

Perceel 18

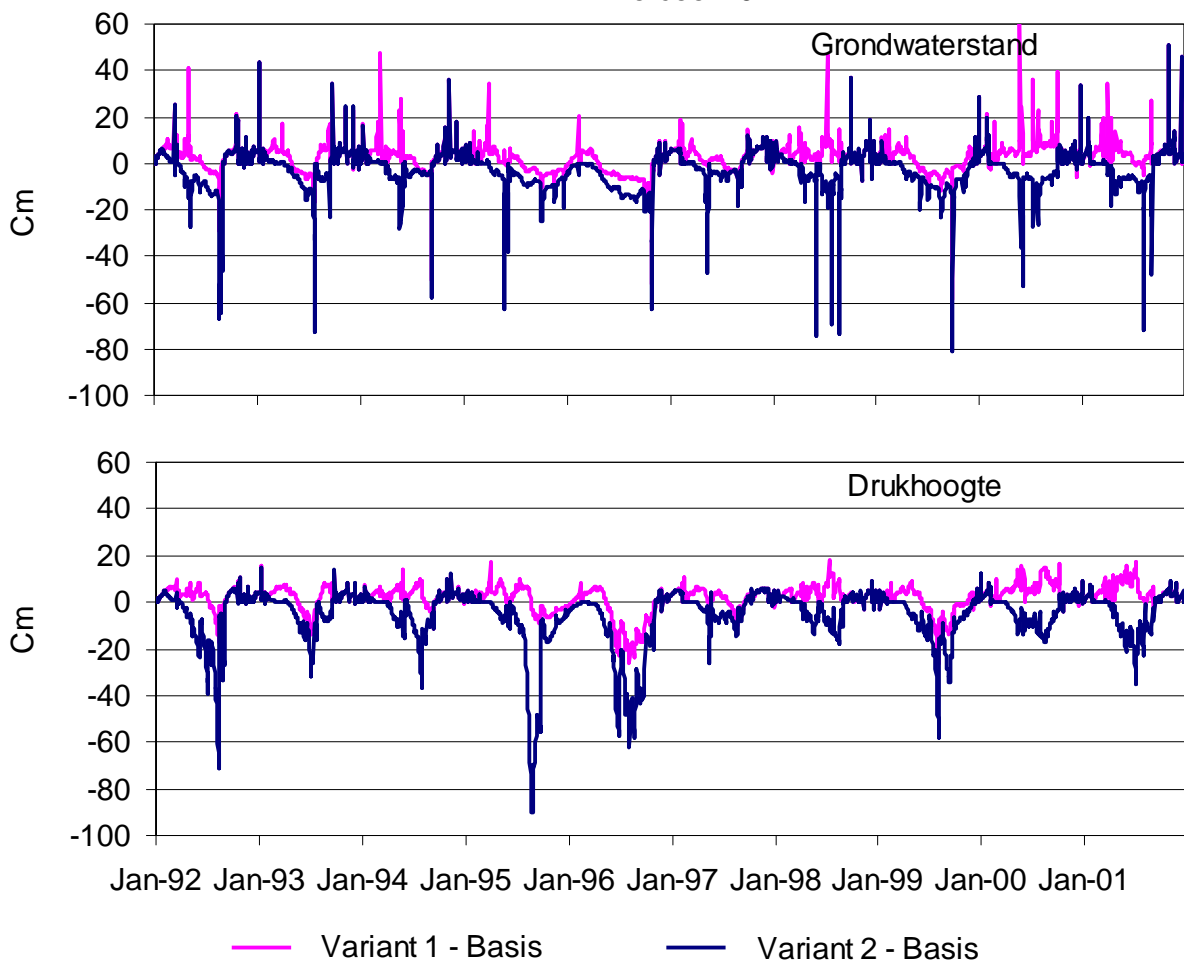


Perceel 19, drooglegging 60 cm

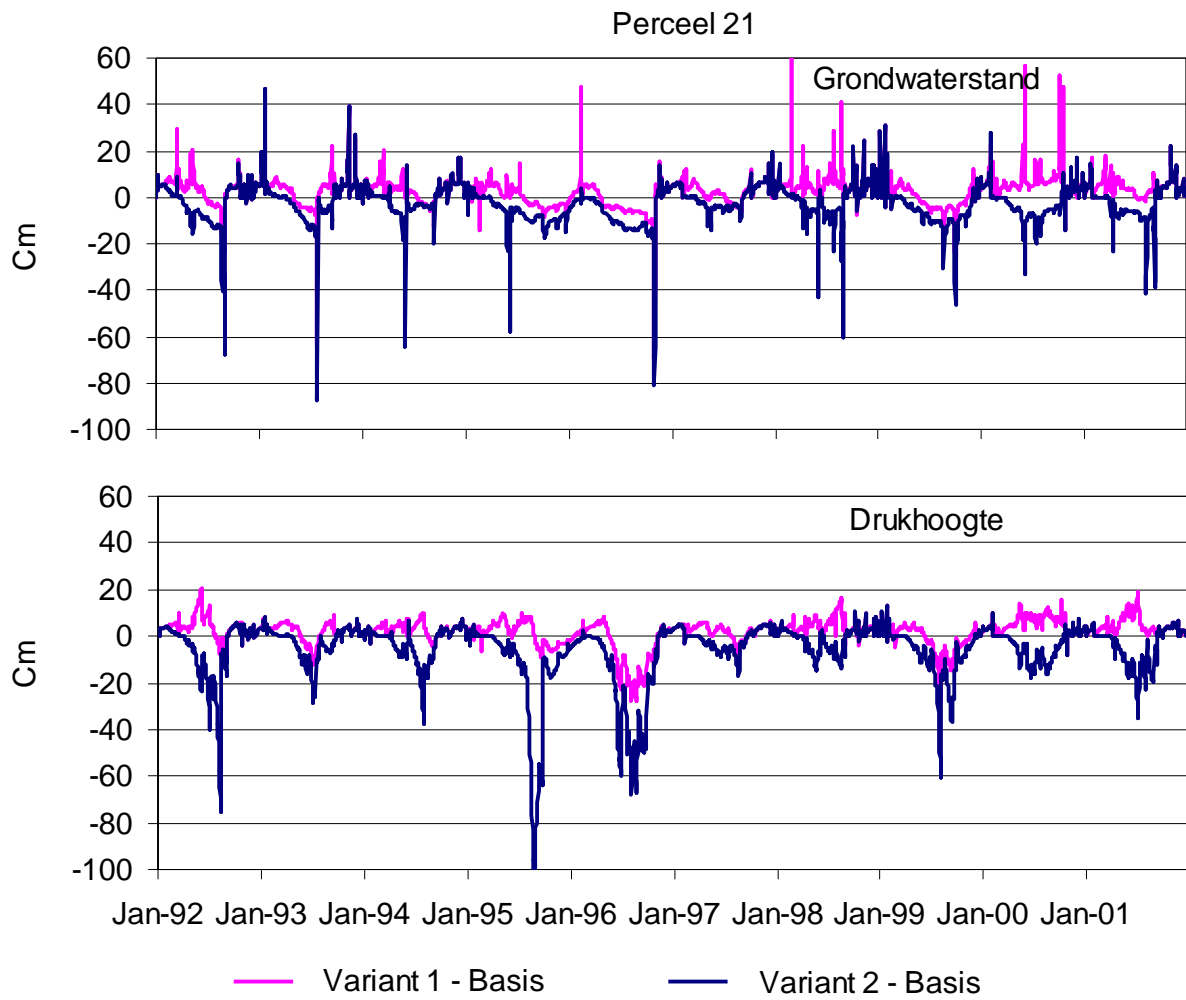


Perceel 20, drooglegging 70 cm

Perceel 20



Perceel 21, drooglegging 80 cm



Bijlage 3 Technische en economische resultaten bedrijfsberekeningen

Tabel B.1.1 Technische resultaten referentiesituatie

Grasland		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Stikstofjaargift grasland	(kg/ha)	222	202	197	222	243	186	160	222	175	200	203	25	160	243
Bruto opbrengst grasland	(ton/ha)	12348	9304	12747	14327	13479	13852	10835	13289	9740	11675	12160	1731	9304	14327
Netto opbrengst grasland	(kVEM/ha)	8594	6389	8694	10266	10142	9378	6921	9172	6237	8053	8385	1461	6237	10266
Energie-inhoud	(VEM/kg ds)	882	902	830	862	900	837	854	859	877	870	867	24	830	902
1e snede Maaipcentage	(%)	63	54	61	60	64	55	47	57	45	55	56	6	45	64
Overige sneden Maaipcentage	(%)	177	108	143	208	264	113	67	162	40	156	144	66	40	264
Totaal Maaipcentage	(%)	239	162	205	268	328	167	113	219	85	211	200	72	85	328
Kuilopbrengst	(kg ds)	343303	216142	399597	391434	363545	380753	240607	376981	159305	339206	321087	84383	159305	399597
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	(%)	86	51	104	115	105	109	69	100	49	83	87	24	49	115
Voeropname melkkoe per jaar															
Weidegras	(kg ds)	1226	1105	1002	1232	1281	1106	1014	1237	1310	994	1151	121	994	1310
Ruwvoer	(kg ds)	3286	3620	3117	3168	3287	3119	3337	3115	3363	3413	3282	162	3115	3620
Krachtvoer	(kg)	1606	1332	2161	1761	1525	1980	1849	1823	1425	1741	1720	254	1332	2161
Aankoop voer															
Ruwvoer totaal	(ton ds)	60,3	217,1	55	60,5	62,3	57	128,2	62,2	216,6	73,3	99,2	65,6	55	217,1
Graskuil	(ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Snijmaïs	(ton ds)	48,3	162,8	42,2	49,1	50,5	44,9	79,7	50,6	165,6	50,5	74,4	48,4	42,2	165,6
Overige ruwvoeders	(ton ds)	12	54,3	12,8	11,4	11,8	12	48,5	11,6	51	22,8	24,8	18,6	11,4	54,3
Krachtvoer totaal	(ton)	151	126,7	207,8	165,7	143,8	189,1	175	171,2	135,3	165	163,1	24,7	126,7	207,8
Verkoop voer															
Graskuil	(ton ds)	0	0	29,3	80,6	43	54,2	0	21,2	0	0	22,8	28,6	0	80,6

Tabel B1.2 Economische resultaten referentiesituatie

Kosten		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Voerkosten	(€)	35567	55079	42902	33731	32209	38571	50294	37982	56247	40152	42273	8691	32209	56247
Kunstmest (N)	(€)	5692	5180	4655	6216	8648	4301	3261	6131	4117	4558	5276	1506	3261	8648
Loonwerk	(€)	24763	19337	21119	22824	28079	18071	16422	22289	14056	23048	21001	4137	14056	28079
Totaal	(€)	66022	79596	68676	62771	68936	60943	69977	66402	74419	67757	68550	5391	60943	79596

Tabel B.1.3 Technische resultaten Variant 1

Grasland		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Stikstofjaargift grasland	(kg/ha)	224	198	198	224	242	187	161	218	136	192	198	32	136	242
Bruto opbrengst grasland	(ton/ha)	12906	10155	13154	14278	13614	13806	10964	13564	8241	12141	12282	1929	8241	14278
Netto opbrengst grasland	(kVEM/ha)	8883	6906	8586	9960	10394	9203	6657	9500	4710	8134	8293	1744	4710	10394
Energie-inhoud	(VEM/kg ds)	872	903	826	841	894	827	866	841	922	843	864	33	826	922
1e snede Maaipcentage	(%)	60	54	44	60	64	55	47	58	21	59	52	12	21	64
Overige sneden Maaipcentage	(%)	183	122	141	187	291	106	49	169	29	117	140	75	29	291
Totaal Maaipcentage	(%)	243	176	185	247	355	161	96	227	51	176	192	85	51	355
Kuilopbrengst	(kg ds)	363153	225601	379848	388869	390800	370225	209158	407120	78967	352244	316598	108284	78967	407120
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	(%)	93	61	102	118	109	110	55	110	27	90	87	30	27	118
Voeropname melkkoe per jaar															
Weidegras	(kg ds)	1221	1079	1052	1239	1284	1139	1154	1225	1289	1036	1172	94	1036	1289
Ruwvoer	(kg ds)	3222	3557	3056	3027	3286	3039	3882	3023	3643	3200	3293	301	3023	3882
Krachtvoer	(kg)	1729	1475	2176	1981	1534	2082	0	1995	1210	1987	1617	646	0	2176
Aankoop voer															
Ruwvoer totaal	(ton ds)	60,5	173,2	56,8	62,2	62,5	59	215,4	62,3	331,1	55,6	113,9	95,2	55,6	331,1
Graskuil	(ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0	12,3	0	1,2	3,9	0	12,3
Snijmais	(ton ds)	48,5	118,1	44,2	50,7	50,7	46,9	160,3	50,6	259,3	42,6	87,2	72,2	42,6	259,3
Overige ruwvoerders	(ton ds)	11,9	55	12,6	11,5	11,7	12,1	55,1	11,7	59,5	13	25,4	21,5	11,5	59,5
Krachtvoer totaal	(ton)	163	139,6	207,4	189,2	144,7	201,3	8,9	190,2	117,7	189	155,1	59,3	8,9	207,4
Verkoop voer															
Graskuil	(ton ds)	0	0	27	90,1	59,5	56,9	0	62,1	0	14,8	31	33,4	0	90,1

Tabel B1.4 Economische resultaten Variant 1

Kosten		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Voerkosten	(€)	37578	50894	43182	37319	31468	40708	34079	38955	69043	40627	42385	10741	31468	69043
Kunstmest (N)	(€)	5830	4793	4840	6298	8935	4383	4348	5911	2719	4379	5243	1652	2719	8935
Loonwerk	(€)	25003	20501	19915	20748	29173	17328	14440	20817	11709	20028	19966	4915	11709	29173
Totaal	(€)	68411	76187	67937	64365	69576	62419	52867	65683	83471	65034	67595	8130	52867	83471

Tabel B.1.5 Technische resultaten Variant 2

Grasland		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Stikstofaangift grasland	(kg/ha)	229	213	211	230	245	202	176	232	210	231	218	20	176	245
Bruto opbrengst grasland	(ton/ha)	11978	9804	12893	14432	13798	14352	11540	13760	12486	12191	12723	1440	9804	14432
Netto opbrengst grasland	(kVEM/ha)	8577	6819	8791	10348	10631	9715	7571	9853	8465	8666	8943	1207	6819	10631
Energie-inhoud	(VEM/kg ds)	888	906	852	861	894	846	855	866	878	889	873	20	846	906
1e snede Maaipcentage	(%)	55	57	52	60	69	57	55	56	58	57	58	5	52	69
Overige sneden Maaipcentage	(%)	202	140	165	210	299	145	79	220	113	210	178	63	79	299
Totaal Maaipcentage	(%)	257	197	217	270	369	202	134	276	171	267	236	66	134	369
Kuilopbrengst	(kg ds)	337370	239920	370941	390226	392441	393155	274662	408765	285817	353371	344667	58664	239920	408765
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	(%)	85	58	97	116	113	112	79	108	85	88	94	19	58	116
Voeropname melkkoe per jaar															
Weidegras	(kg ds)	1212	1112	1072	1273	1278	1157	1014	1258	1307	1056	1174	106	1014	1307
Ruwvoer	(kg ds)	3303	3570	3223	3145	3283	3109	3336	3158	3147	3439	3271	148	3109	3570
Krachtvoer	(kg)	1623	1411	1899	1725	1544	1941	1819	1741	1640	1613	1696	163	1411	1941
Aankoop voer															
Ruwvoer totaal	(ton ds)	62,5	186,4	56,7	62,1	62,5	59,3	88,3	62,5	62,4	55,8	75,9	39,9	55,8	186,4
Graskuil	(ton ds)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Snijmais	(ton ds)	49,5	132,7	44	50,7	50,7	47,1	59	50,8	51,4	42,6	57,9	26,7	42,6	132,7
Overige ruwvoerders	(ton ds)	13	53,8	12,7	11,4	11,8	12,2	29,3	11,7	11	13,2	18	13,7	11	53,8
Krachtvoer totaal	(ton)	152,3	133,6	178,6	162	145,1	184	174	164,6	155,1	151,6	160,1	15,7	133,6	184
Verkoop voer															
Graskuil	(ton ds)	0	0	3,4	84,9	73,9	68,5	0	54	0	2,3	28,7	36,6	0	84,9

Tabel B1.6 Economische resultaten Variant 2

Kosten		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gem.	Stdev	Min	Max
Voerkosten	(€)	36051	51769	39688	33112	30758	37183	44083	35115	36536	35017	37931	6051	30758	51769
Kunstmest (N)	(€)	5945	5654	5365	6823	9832	4882	3814	6859	5345	6156	6068	1601	3814	9832
Loonwerk	(€)	25939	21790	23066	22697	28819	19408	17889	24302	20098	26669	23068	3442	17889	28819
Totaal	(€)	67935	79212	68119	62633	69410	61474	65786	66276	61980	67842	67067	5105	61474	79212



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl