

Hydrologische effectenstudie waterhuishoudkundige herinrichting Alde Feanen

DLG FRIESLAND

oktober 2002
Eindrapport
9M0826



ROYAL HASKONING

thinking in
all dimensions

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1	INLEIDING	1
	1.1 Opdrachtverlening	1
	1.2 Achtergrond	1
	1.3 Doel	1
	1.4 Opzet rapportage	2
2	OPZET GRONDWATERMODEL	3
	2.1 Inleiding	3
	2.2 Modelbegrenzing en netwerk	3
	2.3 Invoergegevens	3
	2.3.1 Schematisering geologie	4
	2.3.2 Schematisering oppervlaktewater	5
	2.3.3 Topsysteem	5
	2.4 IJking	6
	2.5 Wat kan niet en wel met het model	8
3	SCENARIO'S	9
	3.1 Huidige situatie	9
	3.2 Autonome ontwikkeling	9
	3.3 Planalternatief 'Vrije ontwikkeling'	10
	3.4 Planalternatief 'Maatwerk'	11
	3.5 Studievariant	11
4	RESULTATEN	12
	4.1 Berekende waarden	12
	4.1.1 Huidige situatie	13
	4.1.2 Autonome ontwikkeling	13
	4.1.3 Vrije ontwikkeling	15
	4.1.4 Maatwerk	16
	4.1.5 Studievariant	17
5	BESCHOUWING RESULTATEN, HERBEREKENING EN GEVOELIGHEIDSANALYSE	18
	5.1 Inleiding	18
	5.2 Model aanpassingen	18
	5.2.1 Winterpeil	18
	5.2.2 Oppervlaktewaterstelsel	19
	5.3 Berekeningsresultaten na aanpassingen	19
	5.3.1 Maatwerk met aangepaste peilen	19
	5.3.2 Studievariant met aangepaste peilen	20
	5.4 Gevoeligheidsanalyse	20

6	CONCLUSIES	22
7	LITERATUURLIJST	24

BIJLAGE

1. Herinrichting Alde Feanen, Voorontwerp Raamplan

FIGUREN



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND BV
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Chopinlaan 12
Postbus 8064
9702 KB Groningen
+31 (0)50 521 42 14 Telefoon
+31 (0)50 526 14 53 Fax
info@groningen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Hydrologische effectenstudie
waterhuishoudkundige herinrichting Alde
Feanen

Verkorte documenttitel Waterhuishoudkundige herinrichting Alde
Feanen

Status Eindrapport

Datum oktober 2002

Projectnummer 9M0826

Opdrachtgever DLG FRIESLAND

Referentie 9M0826/R00004/MVHO/Gron

Opgesteld door M.J.M. van Houten

Gecontroleerd door J.S. Rus

Vrijgegeven door M.J.M. van Houten

Datum/paraaf vrijgave 28.10.'02 

1 INLEIDING

1.1 Opdrachtverlening

Op 2 april 2002 heeft Dienst Landelijk Gebied (DLG) Fryslân opdracht verleend aan Royal Haskoning, voor het uitvoeren van hydrologisch modelonderzoek ten behoeve van de waterhuishoudkundige herinrichting Alde Feanen.

1.2 Achtergrond

DLG stelt een MER op voor de herinrichting van de Alde Feanen (figuur 1.1). Conform de richtlijnen van commissie MER dienen de effecten op het milieu in te worden geschat en geëvalueerd ten opzichte van de autonome ontwikkeling. DLG heeft de volgende twee planalternatieven uitgewerkt tot raamplan niveau (bijlage 1):

- 'Vrije ontwikkeling'.
- 'Maatwerk'.

In '*Vrije ontwikkeling*' wordt gestreefd naar zo groot mogelijke aaneengesloten stukken natuurgebied waarbij een begeleid natuurlijke ontwikkeling wordt nagestreefd. Het waterpeil binnen deze peilgebieden mag fluctueren: 's winters ligt het peil zo rond de NAP -1.00 m (plas/dras situatie) en 's zomers mag het peil vrij uitzakken.

In '*Maatwerk*' wordt een half-natuurlijk natuurbeheer gevoerd. Hierbij past ook een meer gereguleerd en nauw op het natuurdoel afgestemd peilbeheer binnen de kleine natuurgebieden. Het streefpeil wordt zomers op peil gehouden door water in te laten.

Voor het planalternatief 'Maatwerk' is een onderzoekscenario opgesteld: '*Studievariant*'. In dit scenario wordt uitgegaan van de peilen van 'Maatwerk' voor het herinrichtingsgebied en wordt het effect onderzocht van het opzetten van het peil van de aangrenzende diepe landbouwpolders langs de oostkant van het gebied en de Hege Warren.

1.3 Doel

Het doel van dit onderzoek is om de hydrologische effecten van de verschillende planalternatieven en onderzoeksscenario's in beeld te brengen met behulp van een grondwatermodel. Het betreft hier de hydrologische effecten op de grondwaterstanden en kwel en/of infiltratie.

De berekeningen worden gefaseerd uitgevoerd. In de eerste fase vindt voor de scenario's een oriënterende berekening plaats aan de hand van aanvankelijk ingeschatte peilen. Vervolgens wordt na evaluatie van de berekende hydrologische effecten beoordeeld of de huidige peilen voor de verschillende varianten juist zijn ingeschat en gemodelleerd en/of aanpassing wenselijk is. In een tweede fase vindt, indien nodig herberekening plaats na aanpassingen in het model en/of scenario.

1.4 Opzet rapportage

Deze rapportage moet worden gezien als een ondersteunende rapportage van de MER en richt zich met name op hydrologische effectbeschrijving. Keuzes die ten grondslag aan de aanvankelijk ingestelde peilen en inrichting van het gebied liggen worden niet of zeer beknopt behandeld.

De rapportage is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 beschrijft de modelopzet en de ijking. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de invoer van de aanvankelijk voorgestelde scenario's. In hoofdstuk 4 worden de resultaten hiervan beschreven. In hoofdstuk 5 vindt een evaluatie van de berekeningsresultaten plaats en worden aanvullende berekeningen behandeld. De aanvullende berekeningen betreffen aanpassingen van de peilen en het model ten opzichte van de aanvankelijke berekeningen. Hoofdstuk 6 sluit af met conclusies.

2 OPZET GRONDWATERMODEL

2.1 Inleiding

De hydrologische effecten van de verschillende planalternatieven zijn doorgerekend met het numerieke grondwatermodel Triwaco. In het onderstaande wordt kort ingegaan op de opzet van het model en de ijking.

Een grondwatermodel is niet zondermeer toepasbaar voor ieder doel. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk wordt hier op ingegaan.

2.2 Modelbegrenzing en netwerk

Voor dit onderzoek is een hydrologisch model opgezet. Hierbij is gebruik gemaakt van een bestaand en reeds uitgebreid model. Het eerste, bestaande model is in 1999 opgezet. De begrenzing van dit model omvatte het gehele bemalingsgebied Offerhaus, met een randzone van enkele kilometers om randeffecten van de berekeningen te voorkomen.

Vervolgens is in 2001 dit modelgebied uitgebreid voor een studie in opdracht van de provincie Fryslân (Iwaco (thans Royal Haskoning), 2001): Ald Dwinger model. Het betreft een effectenstudie van de voormalig stortplaats 'de Ald Dwinger' (gelegen in de Alde Feanen) op de omgeving. In dit model is ook het centrale deel van de Alde Feanen opgenomen.

De knooppuntsafstand varieert van 20 tot 500 m. In het inrichtingsgebied is overwegend een knooppuntsafstand van 100 m aangehouden. Ter plaatse van bestaande bebouwing in het plangebied is het netwerk verdicht tot een knooppuntsafstand van 20 m om hier zeer lokale onderbemalingen in te kunnen voeren (figuur 2.1).

In de planalternatieven zijn nieuwe boezemvaarten en laagwatercircuits langs bijvoorbeeld wegen opgenomen (zie ook bijlage 1). Om de effecten hiervan op de omgeving nauwkeuriger te kunnen berekenen zijn deze als lijnelementen in het netwerk ingevoerd. Aan deze knooppunten kan een peil, een breedte en de infiltratie- danwel drainageweerstand van de watergang worden toegekend.

2.3 Invoergegevens

Voor de invoergegevens is gebruik gemaakt van het eerder genoemde 'Ald Dwinger' model. Het model is ten opzichte van het model van 1999 met name in westelijke richting uitgebreid.

2.3.1 Schematisering geologie

De bodem is geschematiseerd in vier watervoerende pakketten en drie slecht doorlatende lagen. De bovenzijde van het model wordt geschematiseerd met een slecht doorlatende deklaag.

Tabel 2.1

Formatie	Watervoerend pakket/ Slecht doorlatende laag	Lithologie	Bovenkant m+NAP	Onderkant m+NAP	Geohydrologische parameter
Holocene afzettingen	Deklaag	Veen	0 - 2	0 - 4	10-1.600 dagen
Formatie van Twente	1 ^e wvp	Fijn/middelgrof zand	+2 - -3	+1 - -10	5-25 m ² /dag
Formatie van Drenthe	1 ^e sdl	Keileem	+1 - -4	0 - -10	5-1.600 dagen
Formatie van Eindhoven	1 ^e wvp	Fijn zand	-2 - -15	-6 - -20	50-200 m ² /dag
Formatie van Urk II	1 ^e wvp	Middelgrof zand	-10 - -30	-30 - -60	
Formatie van Peelo	2 ^e sdl	Potklei	-8 - -25	-30 - -100	50-150.000 dagen
Formatie van Peelo	3 ^e wvp	Fijn zand	-8 - -40	-10 - -110	1.500-5.600 m ² /dag
Formatie van Urk I en II	3 ^e wvp	Middelgrof / grof zand	-10 - -60	circa -60	
Formatie van Harderwijk	4 ^e wvp	Grof zand met kleilagen	circa -60	circa -150	
Formatie van Tegelen	basis	Complex van kleilagen	circa -150		

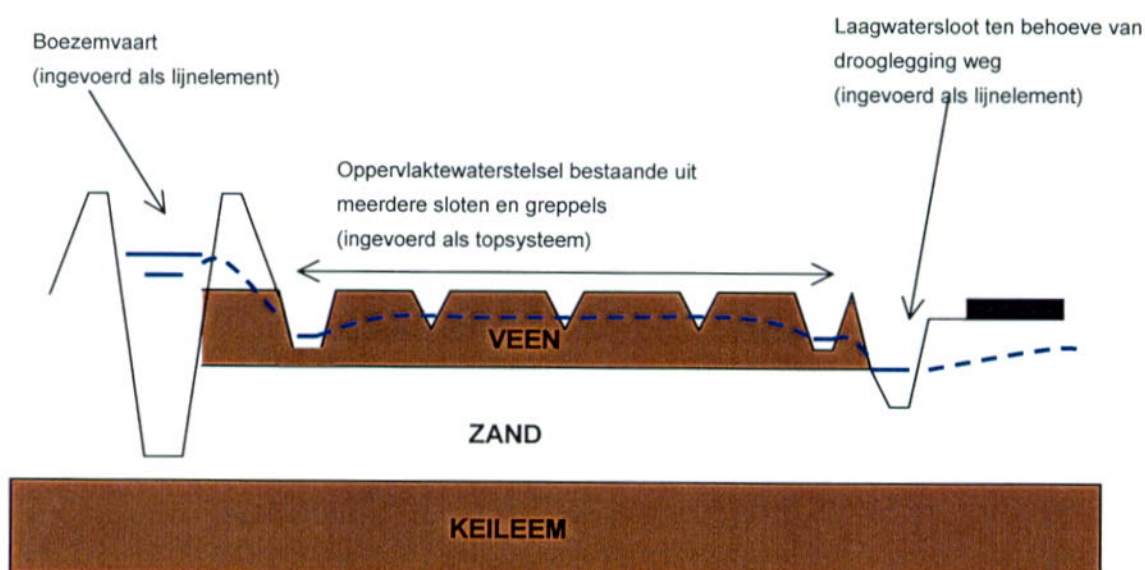
In de keileemlaag komen plaatselijk een aantal erosiegeulen voor waar de keileem afwezig is. De potkleilaag die nagenoeg ondoorlatend is komt met name aan de oostzijde van het modelgebied voor. Het diepe watervoerend pakket is onderverdeeld in twee etages die in het model zijn ingevoerd als aparte watervoerende pakketten.

2.3.2 Schematisering oppervlaktewater

In TRIWACO wordt de interactie tussen grondwater en het oppervlaktewaterstelsel op een tweetal wijzen ingevoerd. Door middel van 'rivieren' en door middel van een topsysteem. Rivieren zijn aparte lijnelementen in het modelnetwerk, waaraan onder andere een peil en een weerstand aan wordt gegeven. Deze lijnelementen worden veelal gebruikt voor de grotere waterlopen en/of waterlopen waar specifiek de aandacht naar uitgaat. Met het topsysteem wordt het diffuse oppervlaktewaterstelsel gesimuleerd. Een voorbeeld hiervan is een peilvak waar een peil wordt gehandhaafd door een groot aantal sloten en greppels.

Ten behoeve van deze studie zijn de boezemvaarten en onderbemalingen ingevoerd als 'rivier'. Er is aangenomen dat deze waterlopen niet door de keileem snijden en in verbinding staan met het watervoerend pakket onder het veen (afbeelding 2.1). De ingestelde peilen in de verschillende deelgebieden zijn met behulp van het topsysteem ingevoerd.

Afbeelding 2.1 Schematisatie oppervlaktewaterstelsel



2.3.3 Topsysteem

De uitwisseling tussen freatisch grondwater, het oppervlaktewaterstelsel en het eerste watervoerende pakket wordt in het model gesimuleerd door het topsysteem. De topsysteem parameters zijn: nuttige neerslag, weerstand van de deklaag, peil, hoogte van de slootbodem en de drainage en infiltratieweerstanden.

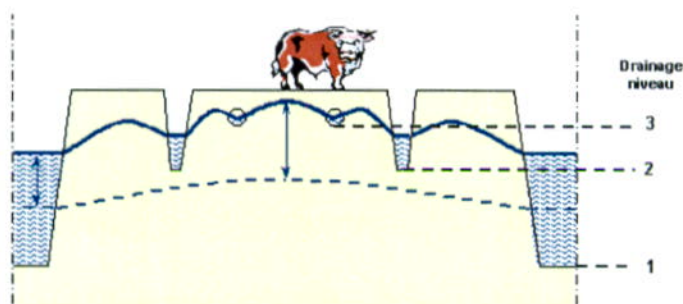
Nuttige neerslag

De nuttige neerslag per maand voor de niet-stationaire berekening is bepaald op basis van de neerslag normaal '61-'90 van Leeuwarden en gemiddelde verdamping over 1960 tot en met 1989 van station Leeuwarden.

Oppervlaktewaterstelsel

Het oppervlaktewaterstelsel in het topsysteem kan worden gesimuleerd aan de hand van drie drainage- en infiltratieniveaus. Op elk niveau kan de slootbodem, het peil en de drainage- en infiltratieweerstanden ingevoerd worden. Hiermee kan een situatie gesimuleerd worden waarbij het drainagesysteem van een gebied bestaat uit grote afwateringsloten, kleine greppels en/of drainagebuizen. Daarnaast kan afvoer over het maaiveld worden gesimuleerd.

Afbeelding 2.2 Schematisatie topsysteem



2.4 IJking

Het model is regionaal geijkt op diepe en ondiepe stijghoogten binnen het onderzoeksgebied. Van de gemeten stijghoogten in de maanden van januari – maart en oktober – december van het jaar 1999 is de gemiddelde stijghoogte in de winter bepaald. Voor het jaar 1999 is gekozen omdat dit een recent gemiddeld neerslagjaar is.

Wintersituatie (Stationair)

In de stationaire toestand is het model geijkt op de gemiddelde stijghoogte in de winter en vlakdekkend getoetst op de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG). De GVG is de uitgezakte winter grondwaterstand en bevat daarmee ook niet de extreme pieken van de GHG. In tabel 2.2 staat de verhouding tussen de GHG en de GVG weergegeven.

In het voorjaar mag verondersteld worden dat het grondwatersysteem is verzadigd en wordt dan als een stationaire situatie beschouwd. Er is daarom ook niet gekozen voor ijking op de GVG omdat het hiervoor noodzakelijk is om een lange tijdreeks van minimaal acht jaren (niet-stationair) gesimuleerd moet worden.

Tabel 2.2 Grondwatertrappen in het modelgebied

Gt	Oppervlakte [ha]	GHG [m-mv]	GLG [m-mv]	Gemiddelde GHG en GLG (Van de Sluis, 1991) en de berekende GVG		
				GHG	GVG	GLG
-	3.709	-	-	0,05	0,17	0,38
I	3.006	<0,20	<0,50	-0,05	0,17	0,38
II	16.715	<0,40	0,50 – 0,80	0,07	0,24	0,66
II*	-	0,25 – 0,40	0,50 – 0,80	0,32	0,45	0,67
III	2.748	<0,40	0,80 – 1,20	0,17	0,39	1,03
III*	2.748	0,25 – 0,40	0,80 – 1,20	0,32	0,51	1,02
IV	1.056	>0,40	0,80 – 1,20	0,56	0,72	1,04
V	4.533	<0,40	>1,20	0,17	0,45	1,35
V*	4.533	0,25 – 0,40	>1,20	0,32	0,59	1,42
VI	1.002	0,40 – 0,80	>1,20	0,61	0,85	1,55
VII	-	>0,80	>1,60	1,01	1,25	1,9
VII*	-	>1,40	>1,60	1,85	2,12	2,81

* De gebieden die als 'Water' in de bodemkaart staan zijn als Gt I weergegeven.

Zomersituatie (Niet-stationair)

De zomersituatie is doorgerekend door middel van een niet-stationaire (tijdsafhankelijke) berekening. Bij een niet-stationaire berekening wordt gerekend met invoervariabelen die gedurende de simulatie van waarde veranderen. Een voorbeeld hiervan is de nuttige neerslag die per maand is ingevoerd.

Voor deze studie is de berekende wintersituatie het uitgangspunt van de niet-stationaire berekening, waarbij een zomerperiode van zes maanden is doorgerekend. Hiermee wordt het uitzakken van de grondwaterstand onder invloed van het optredende verdampingoverschot gesimuleerd.

Een belangrijke invloedsfactor op het uitzakken van de grondwaterstand is de bergingscoëfficiënt. Er is een beduidend verschil tussen de bergingscoëfficiënt in grondwater dan wel water op maaiveld. Voor water op maaiveld geldt dat de bergingscoëfficiënt 1 (m/m) bedraagt en voor grondwater geldt een effectieve berging van 0,15 (m/m). Met name in de planalternatieven is er sprake van water op maaiveld.

Voor de niet-stationaire ijking zijn de gesimuleerde grondwaterstanden vergeleken met de GLG afgeleid van een geactualiseerde GT-kaart. De GT-kaart is in het kader van het van het GGOR onderzoek in hetzelfde gebied op een globale wijze geactualiseerd (onder andere bodemdaling, veenklink en peilveranderingen). De berekende GLG komt overeen met de aangepaste grondwatertrappen.

Voor de berekende GLG geldt dat deze niet volgens de officiële methodiek is berekend. Toch wordt hier in het vervolg van het onderzoek wel gesproken van een GLG.

2.5 Wat kan niet en wel met het model

Ieder grondwatermodel is met een bepaald doel voor ogen opgezet. Zo ook het model dat in kader van deze studie is opgezet. In het onderstaande wordt ingegaan op wat wel en niet kan met het model.

Het model is opgezet om hydrologische effecten ten gevolge van het nemen van maatregelen te berekenen op grondwaterstanden en kwel-/infiltratiefluxen. In principe is het een superpositiemodel. Echter om de nauwkeurigheid van de effectvoorspelling te vergroten is het model eerst geijkt op een wintersituatie en een zomersituatie. Door onderscheid te maken in zomer en winter vindt geen uitmiddeling van de effecten plaats. Hierdoor worden met name effecten in de zomer beter voorspeld. Er wordt nu bijvoorbeeld rekening gehouden met het uitzakken van de grondwaterstand onder het oppervlaktewaterpeil.

Doordat het netwerk van het model ter plaatse van het aandachtsgebied is verdicht (figuur 2.1), is hier de betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten het grootst. Naarmate de dichtheid van het netwerk afneemt neemt de betrouwbaarheid van de resultaten af.

Het model is op regionaal schaalniveau opgezet en daarmee geschikt om inzicht te verschaffen in kansen en potenties voor bepaalde vegetatietypen. Het is echter niet geschikt om absolute uitspraken te doen op standplaatsniveau.

3 SCENARIO'S

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten van de verschillende berekeningsscenario's omschreven. De berekeningsresultaten per variant staan beschreven in hoofdstuk 4. Met het model zijn aanvankelijk een vijftal scenario's doorgerekend:

- Huidige situatie (tevens ijking 1999).
- Autonome ontwikkeling (situatie over 15 jaar).
- Planalternatief 'Vrije Ontwikkeling'.
- Planalternatief 'Maatwerk'.
- Studievariant.

3.1 Huidige situatie

Voor de actuele situatie is gebruik gemaakt van de huidige waterhuishoudkundige inrichting. Voor de stationaire berekening zijn de winterpeilen toegepast en voor de niet-stationaire berekening over de zomerperiode zijn de huidige zomerpeilen toegepast (figuur 3.1).

3.2 Autonome ontwikkeling

Bij de autonome ontwikkeling is ervan uitgegaan dat de herinrichting van de Alde Feanen over 15 jaar is gerealiseerd. Binnen het modelgebied liggen drie landinrichtingsgebieden in voorbereiding:

- Alde Feanen.
- RAK Garyp-Sumar.
- Swette-De Bird.

De ruilverkaveling van Tytsjerksteradeel is kortgeleden uitgevoerd. Hierbij is de waterhuishoudkundige inrichting daar aangepast. In het noordelijk deel van het modelgebied zijn de peilen (gebaseerd op de (nieuwe) functies) aangepast aan die voortvloeiend uit de ruilverkaveling Tytsjerksteradeel. Aangenomen wordt, dat er geen noodzaak bestaat om binnen 15 jaar peilen aan te passen.

Het bemalingsgebied Offerhaus valt binnen het RAK Garyp-Sumar waar een *peilverlaging* wordt doorgevoerd (winter- / zomerpeil $-1,60/-1,30$ naar NAP $-1,80$ m/ $-1,50$ m). Het hanteren van een relatief diepe winterpeil en een hoger zomerpeil strookt niet met de moderne opvattingen binnen Waterschappen over natuurlijk peilbeheer. De nieuwe instelling is dan ook een *worst-case* benadering.

In het landinrichtingsgebied Swette-De Bird wordt zowel *peilverhoging* als *peilverlagingen* voorgesteld. Binnen het modelgebied treedt alleen *peilverhoging* op. In een deel van het gebied Noarderburd wordt een *peilverhoging* doorgevoerd van 1,1 meter: winter- / zomerpeil NAP $-0,90$ m. Voorts is in een groot deel van het gebied It Eilân een *peilverhoging* (zomer en winter) voorgesteld variërend van 0,80 tot 0,85 meter. De meest westelijke hoek (Aegehoek) blijft ingesteld als een *zomerpolder* (winter-/zomerpeil NAP $-0,52/-1,10$ m).

Binnen het herinrichtingsgebied Alde Feanen zullen in de autonome ontwikkeling de landbouwenclaves waarschijnlijk niet worden verworven. De onderbemalingen blijven bestaan. De peilen zullen binnen 15 jaar niet verder omlaag gaan dan nu en houden in de berekening dan ook het huidige peil.

Het waterpeil in het gebied Hege Warren zal binnen 15 jaar niet verder verlaagd worden vanwege de gevoeligheid met betrekking tot verdroging van de Wydlannen.

De peilenkaart voor de autonome ontwikkeling staat gepresenteerd in figuur 3.2. De verandering van de peilen ten opzichte van de huidige situatie staan voor het winter- respectievelijk zomerpeil gepresenteerd in de figuren 3.3 en 3.4.

Maaiveldsdaling

In de komende 15 jaar valt een maaiveldsdaling te verwachten als gevolg van veenklink/oxidatie en bodemdaling als gevolg van gaswinning en waterwinning. Om de huidige drooglegging in de toekomst te kunnen handhaven zal aanpassing van de waterhuishouding plaats moeten vinden.

Door de provincie Fryslân (1997) is reeds een studie gedaan naar waterhuishoudkundige inrichting en de effecten ervan op de diepe grondwaterstand. Hierin wordt aangegeven dat de maaiveldsdaling als gevolg van klink en oxidatie van veen bij de huidige drooglegging in de komende 50 jaren het sterkst zal dalen ten zuiden van de Wijde Ee. Verder blijkt dat de bodemdaling als gevolg van gaswinning gering is. De daling van de diepe stijghoogte in de komende 50 jaar in het gebied wordt ingeschat op 10 - 40 cm (figuur 5a, Provincie Fryslân 1997).

Voor de autonome ontwikkeling is dan ook op de modelranden een verlaging van de stijghoogte in het diepe pakket ingevoerd. Aangezien de voorspelde verlaging 2050 betref is de verlaging op de randen voor 2015 evenredig ingevoerd. De orde grootte van de verlagingen op de modelranden bedraagt dan 3-10 cm.

Bij bovenstaande dient op te worden gemerkt dat het hier gaat om oude prognose gegevens. Deze prognoses worden jaarlijks bijgesteld.

3.3 Planalternatief 'Vrije ontwikkeling'

In 'Vrije ontwikkeling' wordt gestreefd naar zo groot mogelijke aaneengesloten stukken natuurgebied waarbij een begeleid natuurlijke ontwikkeling wordt nagestreefd. Het waterpeil binnen deze peilgebieden mag fluctueren: 's winters ligt het peil zo rond de -1.00 m (plas/dras situatie) en 's zomers mag het peil vrij uitzakken. Er wordt geen water ingelaten. Dit is gesimuleerd door een oneindig hoge infiltratieweerstand voor het diffuse oppervlaktewaterstelsel in te voeren. De peilen in het omringend landbouwgebied zijn volgens de autonome ontwikkeling ingevoerd (figuur 3.5 t/m 3.7).

Een belangrijke invloedsfactor op het uitzakken van de grondwaterstand is de bergingscoëfficiënt. Er is een beduidend verschil tussen de bergingscoëfficiënt in grondwater danwel water op maaiveld. Voor water op maaiveld geldt, dat de bergingscoëfficiënt 1 (m/m) bedraagt en voor grondwater geldt een effectieve berging van 0,15 (m/m).

De overgang van water op maaiveld naar grondwatersituatie is gesimuleerd door per tijdstap in de berekening na te gaan of er sprake is van water op het maaiveld of dat de

grondwaterstand zich onder maaiveld bevindt. Bij een overgang van water op maaiveld naar grondwater is een gemiddelde bergingscoëfficiënt aangehouden.

3.4 Planalternatief 'Maatwerk'

In 'Maatwerk' wordt een half-natuurlijk natuurbeheer gevoerd. Hierbij past ook een meer gereguleerd en nauw op het natuurdoel afgestemd peilbeheer met beperkte peilfluctuaties binnen de kleine natuurgebieden (figuur 3.8 t/m 3.10). Het gebied bestaat in feite uit een groot aantal peilvakjes waarbij de peilen worden beheerst door middel van een groot aantal stuwtejes.

In 'Maatwerk' dienen de berekende wintergrondwaterstanden bij het opgegeven winterpeil als uitgangspunt voor de zomerperiode. Er is van uitgegaan dat in eerste instantie gedurende de zomerperiode geen aanvoer vanuit het oppervlaktewaterstelsel optreedt en dat de grondwaterstanden uitzakken onder invloed van het verdampingsoverschot. De opgegeven zomerpeilen zijn te beschouwen als streefpeilen. Een peilvak moet dan ook worden beschouwd als een leeglopend bakje met een ondergrens (zomerpeil). Zodra de ondergrens bereikt wordt vindt wateraanvoer plaats.

Het bovenstaande is in het model gesimuleerd door een oneindig hoge infiltratieweerstand aan het oppervlaktewaterstelsel te geven zolang de grondwaterstand de zomerstreefpeilen (ondergrens) niet bereikt. Zodra de uitgezakte grondwaterstand de zomerstreefpeilen bereikt wordt gesimuleerd dat wateraanvoer optreedt door een realistische infiltratieweerstand in te voeren.

De peilen in het omringend landbouwgebied zijn volgens de autonome ontwikkeling ingevoerd.

De bergingscoëfficiënt is vergelijkbaar ingevoerd als de variant 'vrije ontwikkeling'.

3.5 Studievariant

In de studieverant is uitgegaan van de peilen van 'Maatwerk' voor het herinrichtingsgebied. Daarbij wordt onderzocht wat het effect is van het op hoger peil brengen van de aangrenzende diepe landbouwpolders langs de oostkant van het gebied en de Hege Warren.

De Hege Warren zijn in deze variant ingericht als zomerpolder (WP-0.52/ZP-0.80). Aan de oostkant worden de peilvakken die thans worden bemalen gezet op een peilregime van WP -0.70 en ZP-0.90, met uitzondering van oostzijde van Westerzanding, deze wordt gelijkgesteld aan peilregime van de westzijde van Westerzanding (figuur 3.11 t/m 3.13).

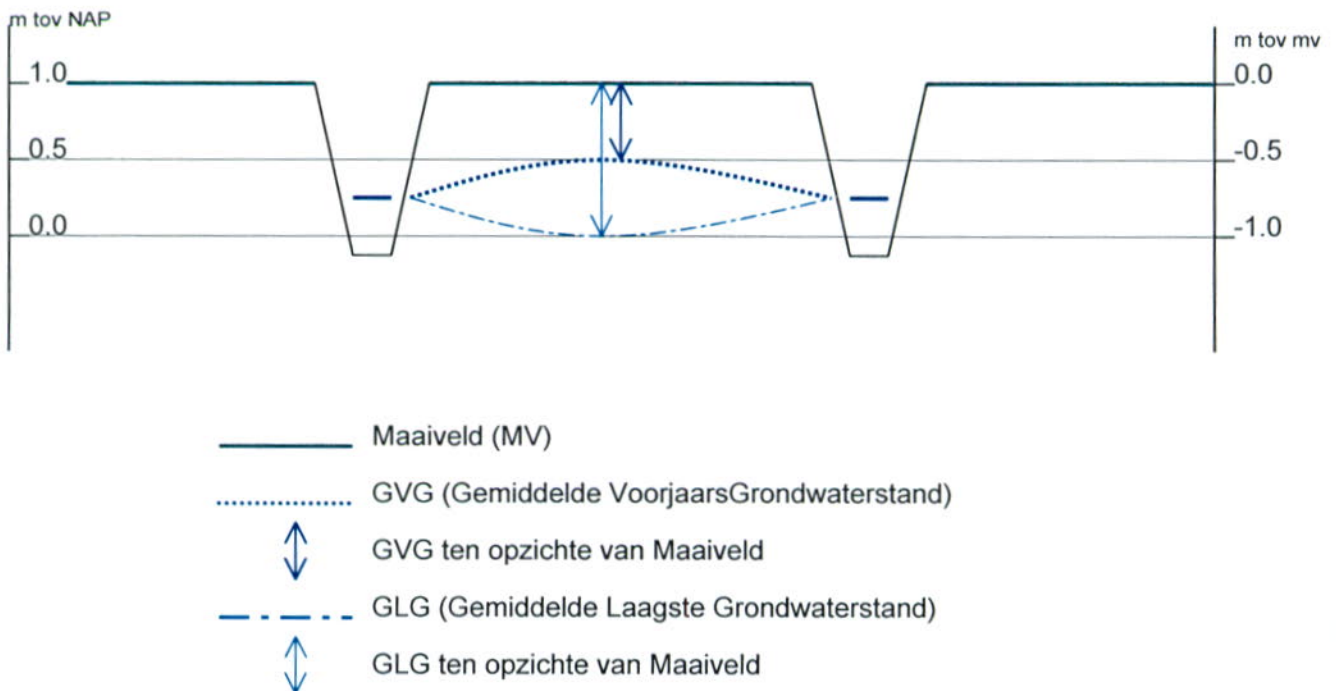
4 RESULTATEN

4.1 Berekende waarden

De volgende resultaten zijn berekend en gepresenteerd:

1. GVG (ten opzichte NAP en m ten opzichte van maaiveld), Wintergrondwaterstand (stationair berekend).
2. GLG (ten opzichte NAP en ten opzichte van maaiveld), Gemiddelde van de laagste drie grondwaterstanden in de zomer (niet-stationair berekend).
3. Kwel/infiltratie wintersituatie (mm/dag).
4. Kwel/infiltratie einde zomersituatie (mm/dag).

Afbeelding 4.1 Weergave grondwaterstand in NAP en ten opzichte van maaiveld



Deze vier genoemde resultaten worden ook gepresenteerd voor de scenario's. Aanvullend worden de volgende resultaten gepresenteerd:

5. Verandering van GVG (stationair berekend).
6. Verandering van GLG (niet-stationair berekend).
7. Verandering van Kwel/infiltratie wintersituatie.
8. Verandering van Kwel/infiltratie zomersituatie.

De hydrologische effecten voor de autonome ontwikkeling zijn bepaald ten opzichte van de huidige situatie. Een positieve waarde voor de verandering van GLG en GVG betekent hier een stijging van de grondwaterstand (m ten opzichte van NAP) in de autonome ontwikkeling ten opzichte van de huidige situatie. Dit betekent tevens dat de grondwaterstand dichterbij de maaiveld komt en dat dus de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld kleiner wordt.

Een positieve waarde voor de verandering van kwel/infiltratie betekent dat in de autonome ontwikkeling de kwel toeneemt of de infiltratie afneemt ten opzichte van de huidige situatie.

Voor de overige scenario's zijn de effecten bepaald ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Een positieve waarde voor de verandering van GLG en GVG betekent hier een stijging van de grondwaterstand (m ten opzichte van NAP) in het scenario ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Dit betekent tevens dat de grondwaterstand dichterbij de maaiveld komt en dat dus de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld kleiner wordt.

Een positieve waarde voor de verandering van kwel/infiltratie betekent dat in scenario de kwel toeneemt of de infiltratie afneemt ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

4.1.1 Huidige situatie

Grondwaterstanden

Het grondwaterstandpatroon wordt sterk beïnvloed door de ingestelde peilen zowel in de zomer als in de winter. Uit de figuren met GVG en GLG ten opzichte van maaiveld is duidelijk af te leiden, dat de oostkant van de Alde Feanen uit zowel nattere delen bestaat met een grondwaterstand net onder of op maaiveld en delen waar nu nog landbouw wordt bedreven en de grondwaterstand zich nog meer dan 1 m beneden maaiveld bevindt. In de Alde Feanen zelf is er overwegend sprake van een zeer natte situatie met grondwaterstanden net aan of op maaiveld (figuur 4.1-4.4).

Kwel/infiltratie

In de wintersituatie is er in het gebied overwegend sprake van een intermediaire situatie. Dit betekent dat de kwel en infiltratie intensiteiten kleiner dan 0,5 mm/dag zijn. Er geldt dat in de Alde Feanen zelf lichte infiltratie optreedt en in de oostkant van de Alde Feanen er afwisselend gebieden met lichte kwel danwel lichte infiltratie zijn. In het patroon kunnen duidelijk de onderbemalingen worden onderscheiden waar sprake is van kwel. Voorbeelden hiervan zijn de polder de Bolderen en de Saiterpolder.

In de zomer slaat de intermediaire situatie om naar een duidelijke infiltratie situatie. In de onderbemalingen blijft kwel optreden (figuur 4.5-4.6).

4.1.2 Autonome ontwikkeling

Grondwaterstanden

De autonome ontwikkeling vertoont een vergelijkbaar beeld met de huidige situatie. De grondwaterstanden in de zomer en de winter worden nog sterk beïnvloed door de ingestelde peilen. In oostkant van de Alde Feanen zijn nog steeds natte en drogere delen te onderscheiden. Door de verwachte verandering van landbouw naar natuur in de autonome ontwikkeling neemt de drooglegging ter plaatse van Westertzanding sterk af en bevindt de grondwaterstand zich aan maaiveld (figuur 4.7-4.10).

Opgemerkt dient te worden, dat bij het presenteren van grondwaterstand ten opzichte van maaiveld voor de autonome ontwikkeling geen maaiveldsdaling is meegenomen. In werkelijkheid zal het maaiveld in de toekomst dalen en daarmee zal de grondwaterstand in de toekomst dichter bij maaiveld staan dan nu berekend. Hiermee wordt in feite een minder gunstige situatie voor de natuur berekend.

Kwel/infiltratie

Ook voor het kwel en infiltratie patroon geldt een vergelijkbaar beeld met de huidige situatie. In de wintersituatie is er in het gebied overwegend sprake van een intermediaire situatie. Dit betekent dat de kwel- en infiltratie-intensiteiten kleiner dan 0,5 mm/dag zijn. Er geldt dat in de Alde Feanen zelf lichte infiltratie optreedt en in de oostkant van de Alde Feanen er afwisselend gebieden met lichte kwel danwel lichte infiltratie zijn. In het patroon kunnen duidelijk de onderbemalingen worden onderscheiden waar sprake is van kwel.

In de zomer slaat de intermediaire situatie om naar een infiltratie situatie. In de onderbemalingen blijft kwel optreden (figuur 4.11 en 4.12).

Effecten ten opzichte van huidige situatie

In de autonome ontwikkeling geldt dat ten opzichte van de huidige situatie zowel de GVG als de GLG afneemt met 15 à 20 cm in het gebied dat op Offerhauspeil staat. Deze verlaging van de GLG en GVG is overeenkomstig de peilaanpassing. Oppervlaktewaterpeilveranderingen ten westen van de westerzanding, ten zuiden van 'it Burd' en ter plaatse van 'it Eilan' leiden tot een vergelijkbare stijging van de GLG en GVG (figuur 4.13 en 4.14).

Ondanks de verlaging van het oppervlaktewaterpeil zijn de veranderingen op de kwel en infiltratie beperkt (<0,5 mm/dag). Langs de rand van het westelijk deel van de westerzanding slaat kwel vanuit de polder om in infiltratie naar de omgeving. Ter plaats van it Eilan neemt de infiltratie toe door het opzetten van het oppervlaktewaterpeil (figuur 4.14 en 4.15).

In het centrale deel van de Alde Feanen wordt in de autonome ontwikkeling geen verandering van de infiltratie berekend. Hieruit kan worden afgeleid dat de effecten van lokale peilveranderingen in de omgeving van de Alde Feanen beperkt zijn op de Alde Feanen zelf. Dit wordt verklaard doordat de effecten voornamelijk optreden in het watervoerend pakket boven de keileem. Het watervoerend pakket heeft een beperkt doorlaatvermogen en daarmee een beperkte invloedstraal.

Het bovenstaande komt niet geheel overeen met het algemene idee dat aanpassen van de peilen leidt tot een toename van een infiltratie vanuit het centrale deel van de Alde Feanen. Een toename van de infiltratie zal waarschijnlijk optreden indien op regionale schaal de peilen om de Alde Feanen worden verlaagd en daarmee de diepe stijghoogte onder ook wordt verlaagd. In deze studie is met name gekeken naar lichtere ingrepen in de autonome ontwikkeling, die een beperkte verandering (<10 cm) van de diepe stijghoogte tot gevolg hebben. Dit moet in het perspectief worden gezien met de relatief grove maatregelen waarop het algemeen idee gebaseerd is.

4.1.3 Vrije ontwikkeling

Grondwaterstanden

De grondwaterstanden in de winterperiode vertonen een egaal beeld, met daarin de doorsnijding van de laagwatercircuits. De grondwaterstand in de winter bevindt zich op circa NAP -1 m. In de zomer zakt de grondwaterstand ongelijkmatig uit op enkele locaties tot NAP -1,5 m en komt hiermee beneden het streefpeil van NAP -1,40 m. De grondwaterstand zakt met name ver uit in de directe omgeving van de laagwatercircuits. Hetgeen ook te verwachten valt. Er wordt immers geen water aangevoerd.

Wordt gekeken naar de standen ten opzichte van maaiveld, dan is af te leiden dat zowel de grondwaterstand in de winter als in de zomer in vrijwel het gehele gebied net aan of op het maaiveld staan. Ook hier geldt weer dat dit niet het geval is ter plaatse van de onderbemalingen (figuren 4.16 t/m 4.20).

Kwel/infiltratie

In de winter heerst in het gehele gebied een overwegend intermediaire situatie, waarbij voornamelijk sprake is van infiltratie zowel in het centrale deel van de Alde Feanen als het oostelijk deel. Langs de laagwatercircuits is er overwegend sprake van een infiltratiecomponent.

In de zomer is in het gehele gebied sprake van een infiltratiesituatie met een ordegrootte van 0,5 – 1 mm/dag infiltratie (figuur 4.21 en 4.22).

Effecten ten opzichte van de autonome ontwikkeling

In de vrije ontwikkeling is er een groot verschil waar te nemen in de toename van de GVG en de GLG. De stijging van de GVG ten opzichte van de GVG in de autonome ontwikkeling bedraagt in de oostkant van de Alde Feanen meer dan 0,5 m (figuur 4.23 t/m 4.24).

Opmerkelijk is het uitstralen van de effecten naar het noordoosten van het inrichtingsgebied. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de sterke stijging van de freatische grondwaterstand zich doorzet in een stijging van de diepe stijghoogte ter plaatse van de maatregel. Door het grotere doorlaatvermogen (en daarmee lagere weerstand) van het diepe pakket ten opzichte van het freatische pakket strekt deze diepe verhoging zich verder uit dan de freatische effecten -> de diepe verhoging dempt langzamer uit. Daar waar de diepe verhoging niet is uitgedempt maar de freatische verhoging wel treedt een verhoging van de GVG en GLG op ten gevolge van effecten in het diepe pakket.

De verhoging van de GLG ten opzichte van de autonome ontwikkeling is aanmerkelijk kleiner dan die van de GVG. Ten zuiden van de Ds van de Veenweg en ten oosten van de Veertigmadslot zakt de grondwaterstand zelfs verder weg dan bij de autonome ontwikkeling. Dit wordt verklaard doordat in deze variant de grondwaterstand uit mag zakken onder invloed van het neerslagtekort, terwijl bij de autonome ontwikkeling wateraanvoer plaatsvindt.

De kwel- en infiltratie-intensiteiten veranderen voornamelijk in het oostelijk deel waar het opzetten van de peilen een toename van de infiltratie tot gevolg heeft (figuur 4.25 en 4.26).

4.1.4 Maatwerk

Grondwaterstanden

In de variant maatwerk zijn de peilen toegespitst op natuurontwikkeling. De grondwaterstanden variëren van circa NAP $-0,65$ m tot NAP $-1,00$ m in de oostkant van de Alde Feanen. In het verloop van de grondwaterstand valt direct de onderbemaling op langs de Ds van de Veenweg. De GVG en GLG zijn hier aanmerkelijk lager dan de rest van het gebied. De onderbemaling heeft het grootste effect op de GLG, de lage grondwaterstanden strekken zich aanmerkelijk verder uit dan bij de GVG. Daarnaast is het patroon van de doorvaarbare boezem te herkennen. De grondwaterstand in de directe omgeving zal zich zo rond het boezempeil bevinden.

In de winter geldt dat in het gehele gebied sprake is van een aanzienlijke laag water op maaiveld. In de zomer staat de grondwaterstand zowel net aan maaiveld als op het maaiveld. Logische uitzondering hierop zijn de onderbemalingen, hier is er sprake van voldoende drooglegging om natte bebouwing te voorkomen (figuur 4.27 t/m 4.30).

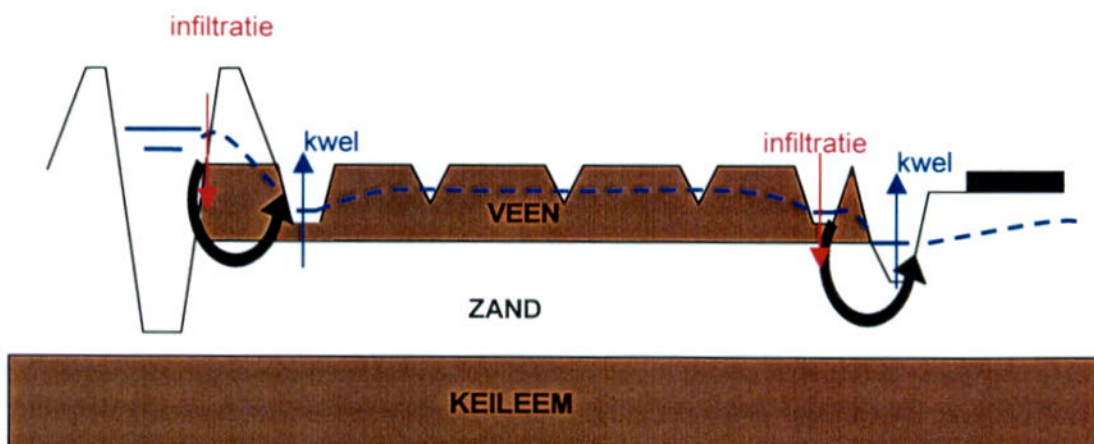
Kwel/infiltratie

In het vrijwel intermediaire kwel en infiltratiepatroon zijn sterke kwel- en infiltratiefluxen waar te nemen langs de doorvaarbare boezemvaarten respectievelijk de onderbemalingen en laagwatercircuits (figuur 4.31 en 4.32). De kwelcomponent wordt veroorzaakt doordat de boezemvaarten op een aanzienlijk hoger peil staan dan de grondwaterstand in de omgeving. De boezemvaarten zelf infiltreren. Voor de laagwatercircuits geldt het omgekeerde, de waterlopen zelf hebben een drainerende werking. In de directe omgeving van de waterloop infiltreert het water juist naar dit laagwatercircuit. Dit staat schematisch weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Schematische weergave kwel en infiltratie langs boezemvaarten en laagwatercircuits

Boezemvaart: Infiltratie naar aanliggende gebieden met lagere grondwaterstand.

Laagwatercircuit: Drainage van hogere grondwaterstanden in omgeving.



Aan het einde van de zomer is er in het gehele gebied sprake van een infiltratie situatie met uitzondering van de polder de Bolderen en direct langs de doorvaarbare boezemvaarten waar langs een kwel situatie blijft bestaan.

Vergelijking met de autonome ontwikkeling

De verschilkaart met de autonome ontwikkeling toont dat de sterkste veranderingen van de GVG en GLG zich in het westelijk en oostelijk deel van de Alde Feanen voordoen. In het oostelijk deel van stijgen de grondwaterstanden met meer dan 0,5 meter en direct langs de doorvaarbare boezemvaarten meer dan 1 meter. Ten noordoosten van het inrichtingsgebied leidt de herinrichting tot een lichte stijging van de GVG en de GLG met circa 5 à 10 cm. In het centrale deel van de Alde Feanen verlaagt de GVG met 5 - 15 cm doordat het in de huidige situatie en de autonome ontwikkeling hogere winterpeil wordt verlaagd naar boezempeil (figuren 4.33 en 4.34).

De kwel en infiltratie-intensiteiten veranderen voornamelijk in het oostelijk deel waar het opzetten van de peilen een toename van de infiltratie tot gevolg heeft (figuren 4.35 en 4.36).

4.1.5 Studievariant

Grondwaterstanden

De studievant is vergelijkbaar met de variant maatwerk, zij het dat langs de randen van het herinrichtingsgebied peilen zijn veranderd. Het patroon van de grondwaterstanden in het herinrichtingsgebied is dan ook sterk vergelijkbaar zoals die berekend zijn voor de variant 'Maatwerk' (figuren 4.37 t/m 4.40).

Het opzetten van het peil in de Hege Warren leidt tot een zomerpoldersituatie. In de winter staat het gebied blank en in de zomer staat de grondwaterstand net aan maaiveld. Het gebied is een infiltratiegebied.

Kwel/infiltratie

In de studievant is er in het gehele inrichtingsgebied inclusief de polders in de winter sprake van een lichte intermediaire infiltratiesituatie. In de zomer is er sprake van overwegend infiltratie (figuren 4.41 en 4.42).

Effecten ten opzichte van de autonome ontwikkeling

Aan de oostzijde langs het inrichtingsgebied heeft het opzetten van het peil een sterke verhoging van de GVG en de GLG tot gevolg. De kwel langs de rand buiten het herinrichtingsgebied slaat om in infiltratie. Dit heeft gevolg dat direct langs de rand binnen het herinrichtingsgebied een afname van de infiltratie plaatsvindt, zij het over een beperkte breedte (figuren 4.43 t/m 4.46).

Het opzetten van het peil in de Hege Warren leidt hier tot een sterke stijging van de GVG en GLG. De kwel in de polder neemt zodanig af dat er een infiltratiesituatie optreedt. Dit leidt tot een afname van de infiltratie vanuit slechts een beperkt deel van de Alde Feanen. De afname van infiltratie treedt op ter plaatse van de Geeuw en de Oude Hoodamsloot. Ter plaatse van de Wildlanne is deze afname kleiner dan 0,5 mm/dag.

5 BESCHOUWING RESULTATEN, HERBEREKENING EN GEVOELIGHEIDSANALYSE

5.1 Inleiding

Bij nadere bestudering van berekeningsresultaten blijkt dat met name het scenario 'Maatwerk' en daarmee de 'Studievariant' niet het gewenst beeld oplevert dat beoogd wordt. Er is sprake van een veel te natte situatie. In plaats van 'plas-dras' geldt overwegend 'plas-situatie'.

Als voornaamste oorzaak voor deze situatie worden de hoge winterpeilen en de wijze waarop het oppervlaktewaterstelsel wordt gesimuleerd aangewezen. Een berekening van de drooglegging op basis van de winterpeilen voor Maatwerk geeft op enkele locaties een waterschijf van 70 cm op maaiveld (zie figuur 5.1 voor de winter drooglegging en 5.2 voor de zomer drooglegging). In de praktijk zal de beheerder in het voorjaar niet van zulke standen hanteren. Ten aanzien van het oppervlaktewaterstelsel zijn de ingevoerde drainage- en infiltratieweerstanden niet geheel juist. Deze waren nog gebaseerd op de ijking waarbij er geen sprake is van water op maaiveld. Met name voor die situaties dat water op het maaiveld staat en er sprake is van afvoer, berekent het model een opbolling terwijl dit in werkelijkheid niet zo zal zijn. Hierdoor wordt met name in de winter de waterschijf te hoog berekend.

De bovenstaande problemen zijn ondervangen door nieuwe peilen voor de wintersituatie te bepalen en de drainage- en infiltratieweerstand trapsgewijs in te voeren. Verder is ervan uitgegaan dat aan het begin van het groeiseizoen de grondwaterstanden dienen te worden afgevoerd op zomerpeilniveau. Gedurende de zomer worden de peilen in stand gehouden door water aan te voeren.

Op basis van de in het model ingevoerde drainageweerstanden en infiltratieweerstanden ontstaat enigszins inzicht in de vereiste afstand tussen de greppels en waterlopen bij inrichting van het gebied. Een eenvoudige vuistregel die voor de drainageweerstand wordt gehanteerd is dat deze gelijk is aan de afstand tussen de ontwateringsmiddelen. Om de gevoeligheid van het systeem voor de drainageweerstand en infiltratieweerstand te bepalen is een beknopte gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

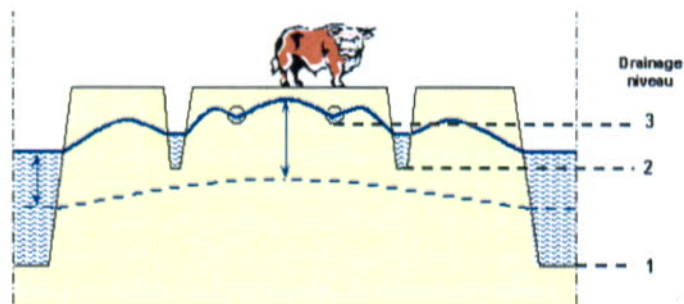
5.2 Model aanpassingen

5.2.1 Winterpeil

Het doel van de variant maatwerk is om een plasdras situatie te creëren. Met de huidige peilen staat er aan het eind van de winter te veel water op het maaiveld. Bij het bepalen van de nieuwe peilen is uitgegaan van een drooglegging waarbij 50% van het peilvak onder water staat en 50% droog (zie figuur 5.3). De nieuwe winterpeilen zijn vervolgens met de zomerpeilen vergeleken. Indien het nieuw berekende winterpeil lager was dan het zomerpeil is het gelijk gesteld aan het zomerpeil. Dit geldt voor onder andere de peilvakken in de volgende gebieden: Jan Durkspolder, Earnewarren Reidkrite en het gebied ten Noordwesten van de Westertzanding. Opgemerkt dient te worden, dat met de huidige zomerpeilen toch nog grote delen van het herinrichtingsgebied onder water staan.

5.2.2 Oppervlaktewaterstelsel

Afbeelding 5.1 Drainageniveaus oppervlaktewater



In het herinrichtingsgebied is een onderscheid gemaakt in een drietal drainageniveaus: maaiveld, ondiepe greppels en sloten. Aan ieder niveau is een drainage- en infiltratieweerstand toegekend. Indien de grondwaterstand boven maaiveld komt dan hanteert het model de bij dit niveau ingevoerde drainage- of infiltratieweerstand. Zakt de grondwaterstand uit tot onder maaiveld maar boven de onderkant van de greppels (op 20 cm–mv) dan geldt een hogere drainage- en infiltratieweerstand. Zakt de grondwaterstand uit tot onder het greppelniveau dan gelden de drainage en infiltratieweerstanden behorende bij perceelsloten.

Tabel 5.1 Drainageweerstanden en infiltratieweerstanden Herinrichtingsgebied

Drainage Niveau	Drainageweerstand (dagen)	Infiltratieweerstand (dagen)
Maaiveld	1	10
Greppels (20 cm-mv)	10	100
Perceelsloot	≥ 100	≥ 200

5.3 Berekingsresultaten na aanpassingen

5.3.1 Maatwerk met aangepaste peilen

Grondwaterstanden

Met de nieuwe peilen bevindt de berekende GVG in herinrichtingsgebied zich tussen de $-0,75$ en $-1,25$ m ten opzichte van NAP (5.5). De GLG bevindt zich tussen de -1 tot $-1,5$ m ten opzichte van NAP. In de winter staat er laag water van circa 0-25 cm op het maaiveld (5.6). In die delen waar het zomerpeil zich niet boven maaiveld bevindt, zakt het grondwater in de zomer weg tot circa 25 cm onder maaiveld (5.7 en 5.8).

Kwel/infiltratie

In het herinrichtingsgebied is voornamelijk sprake van een intermediaire situatie. Uitzondering hierop zijn de onderbemalingen en de boezemvaarten. Direct langs de boezemvaarten is er sprake van sterke kwel vanuit deze vaart en langs de onderbemalingen treedt sterke infiltratie op. Aan het eind van de zomer geldt met name voor het centrale deel van de Alde Feanen dat er sprake is van een sterke infiltratie-intensiteit van 1-2 mm/dag (5.9 en 5.10).

Effecten ten opzichte van de autonome ontwikkeling

De effecten op de GLG en GVG zijn vergelijkbaar met de verhoging van de winter- en de zomerpeilen (fig. 5.11 en 5.12). Voor de GVG in het oostelijk deel van het

herinrichtingsgebied geldt overwegend een stijging van 50-100 cm. De stijging straalt in noordoostelijke richting uit naar de buiten het herinrichtingsgebied. De stijging van de GLG is beperkter en is overwegend 25-50 cm. Met name langs de onderbemalingen zakt de GLG sterk uit.

Effecten kwel/infiltratie

Voor de periode in de winter geldt dat de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de autonome situatie zich langs de (geplande) boezemvaarten en onderbemalingen voordoen. Langs de boezemvaarten geldt een toename van de kwel met circa 2 tot 4 mm/dag. Het invloedsgebied van de vaarten blijft echter beperkt. Langs de onderbemaling treedt sterke infiltratie op terwijl bij de onderbemalingen zelf de kwelintensiteit toeneemt (5.13 en 5.14).

5.3.2 Studievariant met aangepaste peilen

De berekende effecten van de studievariant in het herinrichtingsgebied zijn vergelijkbaar met die van Maatwerk zoals hierboven beschreven.

Buiten het herinrichtingsgebied heeft het opzetten van het peil aan de oostzijde een sterke verhoging van de GLG en GVG tot gevolg en slaat de kwel buiten het herinrichtingsgebied om in infiltratie. In de Hege Warren leidt het opzetten van het oppervlaktewaterpeil eveneens tot een stijging van GVG en GLG, daarnaast slaat de kwel situatie om naar een infiltratiesituatie. De afname van de infiltratie vanuit de Alde Feanen is echter beperkt. De afname van infiltratie treedt op ter plaatse van de Geeuw en de Oude Hoodamsloot.

5.4 Gevoeligheidsanalyse

Om bij de inrichting van het gebied enigszins gevoel te krijgen voor de benodigde slootafstanden in het gebied is een gevoeligheidsanalyse van het model uitgevoerd voor de infiltratieweerstand, daarnaast is globaal naar de gevoeligheid van de drainageweerstand gekeken. Uit de berekening is gebleken dat er in de grootste delen van het gebied sprake is van een holle grondwaterspiegel, de grondwaterstand bevindt zich onder het slootpeil. In dit geval is de hoeveelheid water die door het oppervlaktewatersysteem wordt aangevoerd naar het grondwater afhankelijk van de infiltratieweerstand.

Afbeelding 5.1 Schematische weergave holle grondwaterspiegel



Om de gevoeligheid van het model voor de infiltratieweerstand te berekenen is deze verdubbeld. De gevoeligheid is bepaald voor het scenario Maatwerk met aangepaste peilen. Hiertoe is zowel de winter als de zomersituatie opnieuw doorgerekend. Voor de zomersituatie is iteratief de bergingscoëfficiënt vastgesteld.

De gevoeligheid van het model voor de infiltratieweerstand verschilt per gebied. Het model is het sterkst gevoelig nabij de onderbemalingen. Hier leidt een verdubbeling van

de infiltratieweerstand (lees ook vergroting van greppel/slootafstand) tot een afname van de GLG van meer dan 10 cm. Meer in de peilvakken zelf geldt een verandering van enkele centimeters. De geringere gevoeligheid wordt verklaard doordat hier het stijghoogteverschil tussen grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil kleiner is.

Op basis van het bovenstaande kan worden afgeleid dat het scenario Maatwerk met de aangepaste peilen niet sterk gevoelig is voor de infiltratieweerstand. De gevoeligheid van het model neemt toe naarmate het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand, zoals deze zich zal instellen onder invloed van onderbemaling of onderliggende stijghoogte, groter wordt. Zo zal scenario Maatwerk zoals besproken in hoofdstuk 4 veel sterker gevoelig zijn voor de infiltratieweerstand.

Aan de hand van de gevoeligheid zou inrichtingstechnisch kunnen worden overwogen om de slootintensiteit langs de onderbemalingen te vergroten.

6 CONCLUSIES

Met behulp van een grondwatermodel zijn een vijftal scenario's doorgerekend:

- Huidige situatie.
- Autonome ontwikkeling.
- Vrije Ontwikkeling.
- Maatwerk.
- Studievariant.

Op basis van de modeluitkomsten van de variant 'Maatwerk' en 'Studievariant' waarbij met de ingestelde peilen een erg natte situatie wordt berekend, is besloten om deze twee scenario's tevens door te rekenen met aangepaste winterpeilen en drainage-/infiltratieweerstanden. Bij de nieuwe winterpeilen is uitgegaan van een drooglegging waarbij 50% onder water staat en 50% droog.

In algemene zin wordt het volgende geconcludeerd:

- De effecten op de freatische grondwaterstand (GVG en GLG) binnen het gebied waar de maatregelen worden genomen zijn van dezelfde orde grootte als de peilverandering.
- Bij de scenario's Maatwerk, Vrije ontwikkeling en Studievariant leidt het opzetten van het peil tot een verhoging van de diepe stijghoogte waarvan het effect verder uitstraalt dan de freatische effecten, zodat via het diepe pakket met name ten oosten van het gebied de freatische grondwaterstand wordt beïnvloed.
- De verandering van kwel en infiltratie is zeer lokaal en treedt alleen op waar maatregelen worden getroffen.

Autonome ontwikkeling

Ten opzichte van de huidige situatie is voor de autonome ontwikkeling een verlaging berekend van de GVG en GLG met 15 à 20 cm in het gebied dat op Offerhauspeil staat. De verlagingen van de GLG en GVG zijn vergelijkbaar met de peilverlaging. Oppervlaktewaterpeilveranderingen in het landinrichtingsgebied Swette-De Bird leidt tot vergelijkbare verandering van GVG en GLG. De effecten op de kwel- en infiltratie zijn beperkt.

Vrije ontwikkeling

In de vrije ontwikkeling is er sprake van een stijging van de GVG in het oostelijk deel van het inrichtingsgebied van meer dan 0,5 m. De verhoging van de GLG is aanmerkelijk kleiner, dit wordt verklaard doordat de grondwaterstand vrij mag uitzakken in de zomer. Ten noordoosten van het inrichtingsgebied leidt de herinrichting tot een lichte stijging van de GVG en de GLG met circa 5 à 10 cm.

De kwel- en infiltratie-intensiteiten veranderen voornamelijk in het oostelijk deel waar het opzetten van de peilen een toename van de infiltratie tot gevolg heeft.

De onderbemalingen hebben de grootste invloed op de GLG, de lage grondwaterstanden strekken zich aanmerkelijk verder uit dan bij de GVG.

Maatwerk

In de variant Maatwerk is met name in het oostelijk deel sprake van een sterke toename van de GLG en de GVG. Deze stijgen meer dan 0,5 m en direct langs de boezemvaarten met meer dan 1 meter. Ten noordoosten van het inrichtingsgebied leidt de herinrichting tot een lichte stijging van de GVG en de GLG met circa 5 à 10 cm.

De kwel- en infiltratie-intensiteiten veranderen voornamelijk in het oostelijk deel waar het opzetten van de peilen een toename van de infiltratie tot gevolg heeft.

De onderbemalingen hebben de grootste invloed op de GLG, de lage grondwaterstanden strekken zich aanmerkelijk verder uit dan bij de GVG.

Studievariant

De effecten van de studievariant binnen het herinrichtingsgebied zijn vergelijkbaar met die van Maatwerk. Aan de oostzijde buiten het herinrichtingsgebied heeft het opzetten van het peil een sterke verhoging van de GLG en GVG tot gevolg en slaat de kwel om in infiltratie. In de Hege Warren leidt het opzetten van het oppervlaktewaterpeil eveneens tot een stijging van GVG en GLG, daarnaast slaat de kwel situatie om naar een infiltratiesituatie. De afname van de infiltratie vanuit de Alde Feanen is echter beperkt (< 0,5 mm/dag).

Maatwerk na aanpassing van de peilen

In de winter staat er laag water van circa 0-25 cm op het maaiveld. In die delen waar het zomerpeil zich niet boven maaiveld bevindt, zakt het grondwater in de zomer weg tot circa 25 cm onder maaiveld. Ten opzichte van de oorspronkelijke Maatwerk peilen wordt een drogere situatie doorgerekend.

De effecten op de GLG en GVG zijn vergelijkbaar met de verhoging van de winter- en de zomerpeilen. Voor de GVG in het oostelijk deel van het herinrichtingsgebied geldt overwegend een stijging van 50-100 cm. De stijging straalt in noordoostelijke richting uit naar de buiten het herinrichtingsgebied. De stijging van de GLG is beperkter en is overwegend 25-50 cm. Met name langs de onderbemalingen zakt de GLG sterk uit.

In het herinrichtingsgebied is voornamelijk sprake van een intermediaire situatie. Uitzondering hierop zijn de onderbemalingen en de boezemvaarten. Voor de periode in de winter geldt dat de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de autonome situatie zich langs de (geplande) boezemvaarten en onderbemalingen voordoen.

Studievariant met aanpassing peilen

De berekende effecten van de studievariant in het herinrichtingsgebied zijn vergelijkbaar met die van Maatwerk na aanpassing van de peilen. Aan de oostzijde buiten het herinrichtingsgebied heeft het opzetten van het peil een sterke verhoging van de GLG en GVG tot gevolg en slaat de kwel om in infiltratie. In de Hege Warren leidt het opzetten van het oppervlaktewaterpeil eveneens tot een stijging van GVG en GLG, daarnaast slaat de kwel situatie om naar een infiltratiesituatie. De afname van de infiltratie vanuit de Alde Feanen is echter beperkt (< 0,5 mm/dag).

7 LITERATUURLIJST

NAM, 2000. Bodemdaling door Aardgaswinning; samenvatting; Groningen veld en randvelden in Groningen, Noord Drenthe en het oosten van Friesland, Status Rapport 2000 en Prognose tot het jaar 2050, uitgave maart 2000.

Provincie Fryslân, 1997. Eindrapportage van het strategisch onderzoek naar de Waterhuishoudkundige Inrichting van Fryslân.

Royal Haskoning, 2001. Voorstudie GGOR Fryslân.

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

Bijlage 1
Herinrichting Alde Feanen, Voorontwerp Raamplan

Herinrichting Alde Feanen Voorontwerp Raamplan

Alternatief
Vrije Ontwikkeling

12 December 2001

Legenda

- Grensherinrichting
- - - - - Voorstel grenswijziging

Waterbeheersing

- Nieuw gemaal
- Gemaal vervalt
- Gemaal Offerhaus
- Te plaatsen windmolen
- Stuw
- Stroomrichting
- Te graven/ te verruimen waterloop
- Laagwatercircuit
- Aan te leggen kade
- Locale onderbemaling
- Peilvakgrens
- 52/-85 Winterpeil/zomerpeil

Recreatie

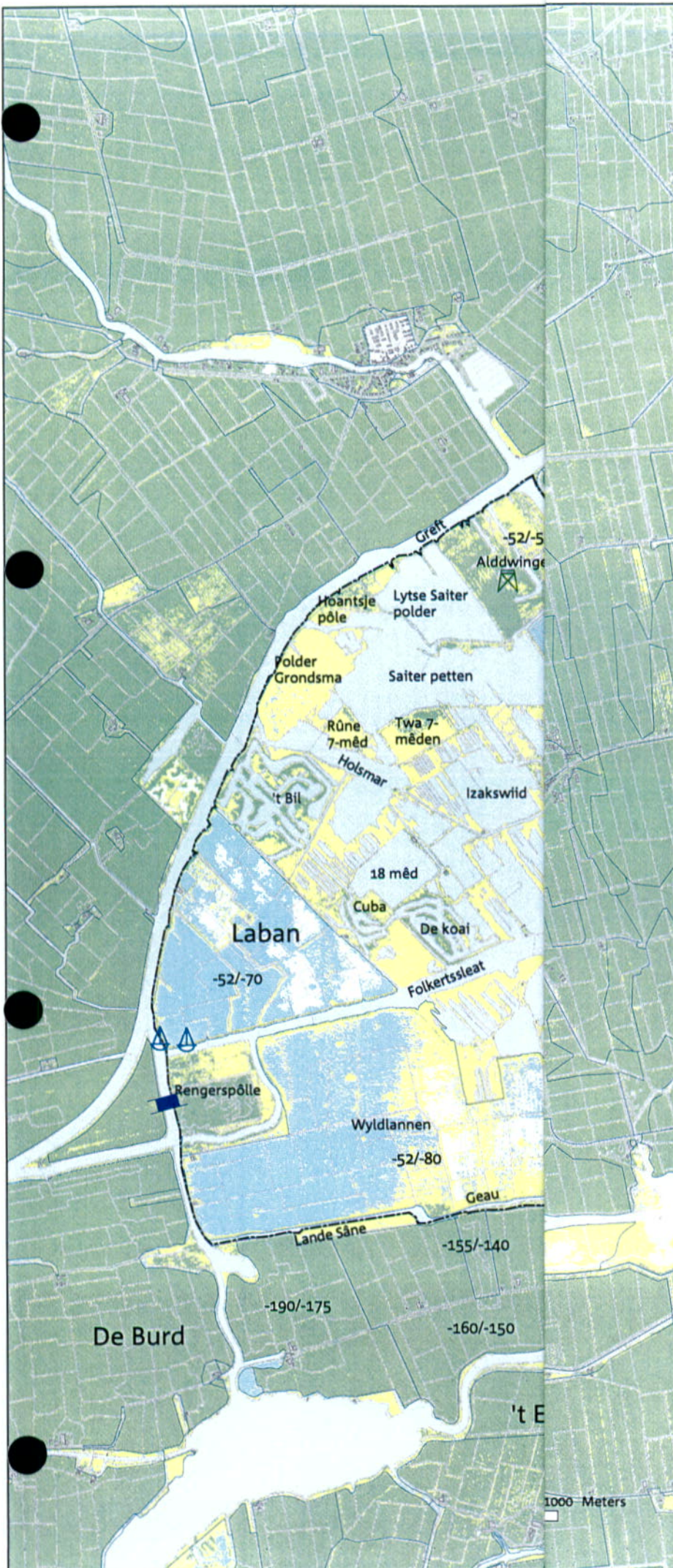
- Kanoroute (indicatief)
 - Concentratiepunt aanlegvoorzieningen
 - Recreatieplas
 - Recreatiebos
 - Kano overdraagplaats
 - Nieuwe parkeerplaats
 - (Nieuwe) vogelkijkhut
 - Zwemlocatie
- n.b. fiets- en wandelroutes niet op kaart
(zie Toelichting)

Infrastructuur

- Hoofdontsluiting
- Overige wegen
- Hoge vaste brug

Landschap (wintersituatie)

- Water
- Ondergelopen land
 - Drassig land
 - Droog land
 - No Data



dienst landelijk gebied

voor ontwikkeling en beheer