

**ACHTERGRONDRAPPORT THEMA
WATERSYSTEEM OOST
DEEL B MER ZOUTWINNING**

FRISIA ZOUT B.V.

5 juli 2010
074904642:0.1
C01022.100163.0500



Inhoud

1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doel van dit onderzoek	5
1.3 Leeswijzer	6
2 Beleidskader	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Europees beleid	7
2.3 Rijksbeleid	8
2.4 Provinciaal beleid	8
2.5 Gemeentelijk beleid	9
2.6 Beleid waterschap	9
3 Alternatieven	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Alternatieven	13
3.3 Mitigerende maatregelen watersysteem	16
4 Het onderzoek	21
4.1 Inleiding	21
4.2 Afbakening plan- en studiegebied	21
4.3 Beoordelingskader	22
4.4 Gehanteerde methoden en technieken bij effectbepaling	23
4.4.1 Zoutgehalte/verzilting	23
4.4.2 Ontwateringsdiepte	24
4.4.3 Waterhuishouding	24
4.5 Relatie met andere deelonderzoeken	24
5 Winningsgebied oost	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Zoutgehalte/verzilting	27
5.2.1 Referentiesituatie	27
5.2.2 Effecten en vergelijking van alternatieven	33
5.3 Ontwateringsdiepte	35
5.3.1 Referentiesituatie	35
5.3.2 Effectbeschrijving	37
5.4 Waterhuishouding	40
5.4.1 Referentiesituatie	40
5.4.2 Effecten en vergelijking van alternatieven	42
6 Conclusies	49
Colofon	51

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1

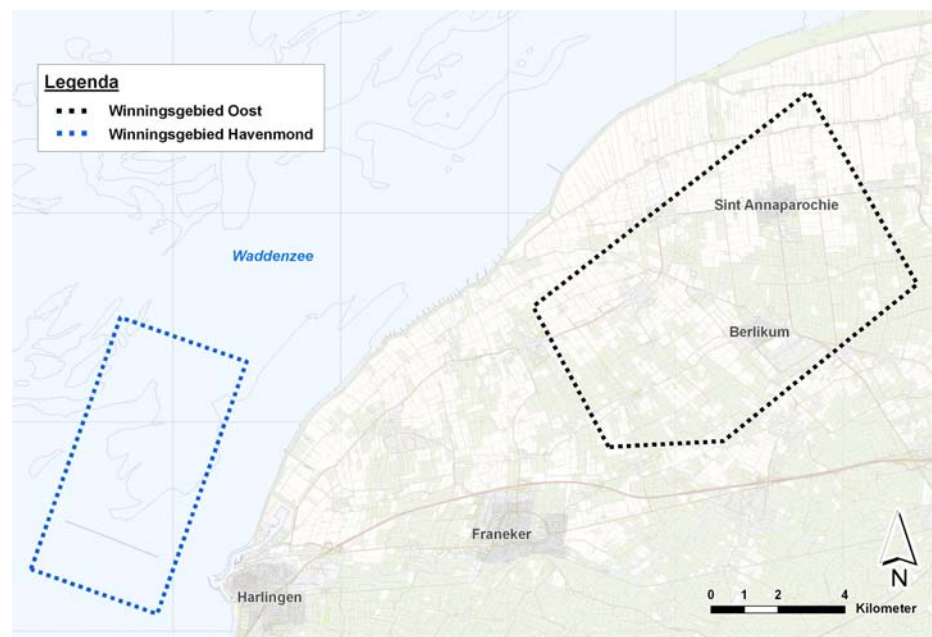
AANLEIDING

Frisia Zout B.V. produceert en verkoopt zoutproducten, gewonnen uit de ondergrondse zoutvoorraden in de omgeving van Harlingen. De productievolumes van de huidige winningen zijn gelimiteerd. Naar verwachting wordt de limiet rond 2016 bereikt. Met het zicht op de toekomst is in 2013 extra winningscapaciteit nodig voor continuering van de zoutproductie.

Om deze reden is Frisia Zout B.V. op zoek naar nieuwe winningslocaties. Uit een verkennende studie zijn twee mogelijke locaties naar voren gekomen: winningsgebied Havenmond en winningsgebied Oost (zie Afbeelding 1.1). Ook een zogenaamd combinatiealternatief, waarbij deels wordt gewonnen uit winningsgebied Havenmond en deels uit winningsgebied Oost, behoort tot de mogelijkheden.

Afbeelding 1.1

Ligging Winningsgebied Havenmond en Oost



1.2

DOEL VAN DIT ONDERZOEK

Voorliggende rapportage is het achtergrondrapport voor het thema watersysteem Oost. Dit onderzoek maakt deel uit van een serie van onderzoeken, die tezamen [deel B](#) van het Milieueffectrapport vormen. De resultaten van dit deelonderzoek worden, samen met de andere aspecten, verwerkt in [deel A](#) van het Milieueffectrapport.

Doel van dit onderzoek is om inzicht te geven in het effect van bodemdaling op het watersysteem in winningsgebied Oost. Naast effecten op het watersysteem wordt een doorkijk gegeven naar de effecten die afhankelijk zijn van het watersysteem.

1.3

LEESWIJZER

Na deze inleiding volgt in [hoofdstuk 2](#) een beschrijving van het beleidskader. [Hoofdstuk 3](#) beschrijft de alternatieven en bijbehorende maatregelen. De gehanteerde beoordelingscriteria voor het thema watersysteem worden hier toegelicht. De werkwijze voor het onderzoek voor dit MER, met betrekking tot het watersysteem wordt beschreven in [hoofdstuk 4](#). [Hoofdstuk 5](#) beschrijft de effecten voor winningsgebied Oost. Per thema en beoordelingscriterium is telkens een beschrijving opgenomen van de referentiesituatie, de effecten, mitigerende en compenserende maatregelen en leemten in kennis. In [hoofdstuk 6](#) zijn de conclusies opgenomen ten aanzien van het watersysteem.

HOOFDSTUK 2 Beleidskader

2.1 INLEIDING

Het doel van de beschrijving van het beleidskader is om kernachtig aan te geven welke beleidsnota's, plannen en wet- en regelgeving kaderstellend zijn voor zoutwinning, de effecten hiervan en de besluitvorming hierover.

In Tabel 2.1 is voor het thema watersysteem het beleidskader weergegeven. In de volgende paragrafen volgt een toelichting en de betekenis van deze nota's, wetten en dergelijke voor het voornemen.

Tabel 2.1
Beleidskader water

Beleid	
Europees beleid	▪ Europese Kaderrichtlijn Water
Rijksbeleid	▪ Nationaal Waterplan ▪ Vierde nota Waterhuishouding ▪ Waterbeleid voor de 21^e eeuw ▪ Nationaal Bestuursakkoord Water
Provinciaal beleid	▪ Waterhuishoudingsplan 2010-2015 ▪ Streekplan voor Fryslân ▪ Uitgangspunten waterhuishoudingsplan landelijke gebieden ▪ Provinciale milieuverordening
Gemeentelijk beleid	▪ Waterplan Menaldumadeel
Waterschap	▪ Richtlijn compensatie bodemdaling door delfstoffenwinning (2008) ▪ Waterbeheerplan 'Skjin wetter en droege fuotten' 2010-2015 ▪ Uitgangspunten waterhuishoudingsplan landelijke gebieden (2008)

2.2 EUROPEES BELEID

Europese Kaderrichtlijn Water (2000)

In de KRW wordt ondermeer vooropgesteld dat ieder waterlichaam aan een minimum norm moet voldoen voor een lijst prioritare stoffen. Daarnaast dient een waterlichaam aan een aantal inrichtingseisen te voldoen.

De KRW gaat uit van stroomgebiedsdistricten, waarbij Fryslân behoort tot het stroomgebied van de Rijn. De KRW gaat uit van het bereiken van de beste ecologische toestand in een water, die redelijkerwijs haalbaar is. Of iets 'redelijk' is, hangt af van factoren als veiligheid, economische schade, investeringen, enzovoorts. Het te bereiken streefbeeld wordt ook bepaald door de mate van natuurlijkheid van een waterlichaam. De KRW verplicht lidstaten om eind 2009 stroomgebiedsbeheerplannen te hebben opgesteld.

2.3

RIJKSBELEID

Waterwet (2009)

Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Een belangrijk gevolg van de Waterwet is dat de huidige vergunningstelsels uit de afzonderlijke waterbeheerwetten worden gebundeld. Dit resulteert in één vergunning, de Watervergunning.

Nationaal Waterplan (2009)

Het Nationaal Waterplan geeft een visie op de klimaatbestendige inrichting van Nederland als waterland. Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de 4e Nota Waterhuishouding. Het Nationaal Waterplan bevat, naast een langetermijnvisie en een streefbeeld voor 2040, een concreet uitvoeringsprogramma 2010-2015. In het kader van de watervisie is de Deltacommissie ingesteld, die advies geeft over de toekomst van onze kust. Het in september 2008 uitgekomen advies bevat ook een beleidskader voor een toekomstige peilopzet van het IJsselmeer.

Nationaal Bestuursakkoord Water (2003)

Vasthouden, bergen en afvoeren zijn de peilers uit NBW om te komen tot een duurzaam watersysteem.

Waterbeleid voor de 21e eeuw (2000)

De Commissie Waterbeheer 21e eeuw heeft in 2000 een rapport gepubliceerd, waarin een aantal aanbevelingen worden gedaan. Hierin wordt uitgegaan van de volgende drie stappen in het waterbeheer: Vasthouden – Bergen – Afvoeren. Dit beleid is gericht op het voorkomen van de afwenteling van wateroverlast en problemen met de veiligheid op benedenstrooms gelegen gebieden.

Vierde nota Waterhuishouding (1998)

Deze nota is opgevolgd door het eerder aangegeven Waterplan (2009). Een aantal principes voor het waterbeheer zijn hier echter in opgenomen die nog steeds actueel zijn.

In de nota staat dat 'het aansluiten bij natuurlijke processen voor het herstellen van de veerkracht van watersystemen een belangrijke leidraad is voor het toekomstig waterbeheer'. Meer concreet wordt hier de volgende inhoud aangegeven:

Gebieden dienen meer zelfvoorzienend te worden door waterconservering te stimuleren en waterbuffering te bevorderen. Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan het voorkomen van wateroverlast en het vergroten van het oppervlak natte natuur. Problemen worden niet afgewenteld, maar opgelost binnen het stroomgebied. Het zelfregulerend vermogen van watersystemen dient te worden vergroot door onder meer in estuaria de van origine aanwezige dynamische processen toe te laten. Dit betekent dat verdere insnoering wordt gestopt en dat de voorzichtig ingeslagen weg van herstelmaatregelen met kracht wordt voortgezet.

2.4

PROVINCIAAL BELEID

Ontwerp waterhuishoudingsplan 2010-2015 (2008)

Het Waterhuishoudingsplan is in nauw overleg met Wetterskip Fryslân opgesteld. Uitgangspunt daarbij is de trits: Bepalen, Vertalen en Doen. Provinciale Staten bepalen aan welke eisen het watersysteem moet voldoen. Dit is in normeringen en strategische keuzes in

dit Waterhuishoudingsplan en de Waterverordening vastgelegd. Wetterskip Fryslân is bij de voorbereiding van de strategische keuzes en het formuleren van de normen, voor zover deze regionaal bepaald kunnen worden, nauw betrokken geweest en heeft daarover advies gegeven.

Provinciale milieuverordening Fryslân (2009)

In deze verordening is onder andere het beleid voor waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden vastgelegd.

Het is verboden in waterwingebieden boorputten op te richten, in exploitatie te nemen of te hebben. Een verbod geldt ook voor handeling te verrichten of te doen verrichten waarvan men weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat deze de kwaliteit van het grondwater met het oog op de waterwinning nadelig kan beïnvloeden.

Streekplan voor Fryslân (2006)

Door de stijging van de zeespiegel, bodemdaling door onder andere delfstoffenwinning en peilverlaging voor behoud van drooglegging zal in de toekomst de zoute kwel in het kleigebied in Noord- en West-Fryslân toenemen. Om de verbouw van zoutgevoelige gewassen, zoals pootaardappels, in het gebied mogelijk te houden, zal de provincie blijvend inzetten op de beschikbaarheid van voldoende kwalitatief goed oppervlaktewater. Hiervoor kan het nodig zijn de polderpeilen te verhogen, om de druk van het zoute water tegen te gaan. Hogere polderpeilen kunnen wateroverlast met zich meebrengen. De provincie zal hiervoor naar gebiedseigen oplossingen zoeken, waarbij ook ruimtelijke oplossingen in beeld kunnen zijn.

2.5

GEMEENTELIJK BELEID

Binnen het invloedsgebied van de maatregelen zijn de volgende gemeenten gelegen:

- Menaldumadeel
- Franekeradeel
- Het Bildt

Van deze gemeenten heeft Menaldumadeel een waterplan.

Waterplan Menaldumadeel (2001)

Het waterplan gaat in op de volgende aspecten:

1. Het laten zien hoe verschillende elementen van het watersysteem in de gemeente met elkaar samenhangen en waar de knelpunten en kansen voor verbeteringen liggen. Zowel in technische (waterhuishoudkundige) als in organisatorische zin.
2. Het bij elkaar brengen van de ambities en streefbeelden over water vanuit verschillende beleidsterreinen (zoals milieu, riolering, stedelijke ontwikkeling, landbouw en recreatie).
3. Het inventariseren van projecten die nodig zijn om de ambities te kunnen realiseren, knelpunten op te lossen of kansen te benutten.

2.6

BELEID WATERSCHAP

Richtlijn compensatie bodemdaling door delfstoffenwinning (2008)

In de richtlijn "Compensatie bodemdaling door delfstofwinning" zijn de uitgangspunten van het waterschap opgenomen. Hieronder volgt een samenvatting:

- Een verandering in drooglegging van maximaal 5 cm mag optreden, bij meer wordt de schade door het Wetterskip geclaimd op de veroorzaker.

- Bij primaire en secundaire waterkeringen wordt volledige compensatie van de oorspronkelijke kerende hoogte geëist. Vanaf 1 cm bodemdaling wordt herstel geclaimd.
- Een verandering in hoogte van de oever van maximaal 5 cm mag optreden, bij meer wordt de schade door het Wetterskip geclaimd op de veroorzaker.
- In geval van cumulatieve bodemdaling door meerdere veroorzakers dienen de bovenstaande grenzen als totaal maximum te worden gezien.

Waterbeheerplan 'Skjin wetter en droege fuotten' 2010-2015 (2008)

In het Waterbeheerplan zijn op strategisch niveau voor de planperiode de maatregelen geformuleerd die nodig zijn om de beleidsdoelen ten aanzien van de thema's waterveiligheid, voldoende water en schoon water te realiseren.

Per relevant thema zijn in de onderstaande opsomming de relevante doelen uit het plan opgenomen.

Waterketen

- Emissies van de waterketen in Fryslân vormen geen belemmering voor het realiseren van de chemische en ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

Schoon water

- Het Friese oppervlaktewater voldoet uiterlijk in 2027 aan de eisen voor chemie, ecologie en inrichting.
- In 2015 zijn de maatregelen conform de Beslisnota KRW uitgevoerd.

Grondwaterkwantiteit

- Duurzaam gebruik van grondwater, zonder onevenredige schade aan andere belangen.

Perioden met extreme droogte

- Een evenwichtige aanpak van watertekort.
- Een goede verdeling van inlaatwater vanuit het IJsselmeer in perioden met extreme droogte zodanig dat de economische en sociaal-maatschappelijke schade wordt geminimaliseerd.

Perioden met extreme neerslag

- Een robuust en veerkrachtig watersysteem. Dit systeem is voldoende uitgerust om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen door technische en ruimtelijke maatregelen.
- Het minimaliseren van wateroverlast. In 2015 wordt voldaan aan de normen voor regionale wateroverlast.

Duurzaam peilbeheer

- Een duurzaam peilbeheer dat zo goed mogelijk aansluit bij verschillende vormen van landgebruik.
- Bij het peilbeheer wordt rekening gehouden met klimaatverandering; binnen de planperiode wordt specifieke aandacht gegeven aan verzilting, maaiveld daling door veenoxidatie en aantasting van bebouwing en natuur.

Regionale waterkeringen: de voormalige zeedijken

- De voormalige zeedijken voldoen aan de provinciale veiligheidsnorm.
- In de ruimtelijke ordening wordt rekening gehouden met het ruimtebeslag van de voormalige zeedijken.

Regionale waterkeringen: de boezemkaden

- Boezemwaterkeringen voldoen aan de provinciale veiligheidsnorm. Het waterschap voert alle versterkingen zo uit dat deze bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van Fryslân.
- In de ruimtelijke ordening houden gemeenten rekening met het ruimtebeslag van boezemkaden.

Uitgangspunten waterhuishoudingsplan landelijke gebieden (2008)

Wetterskip Fryslân heeft een aantal uitgangspunten aangeleverd voor het opstellen van een waterhuishoudingsplan in landelijke gebieden. Deze zijn als uitgangspunten van het Wetterskip gepresenteerd voor de stuurgroep gebiedsontwikkeling Franeker/Harlingen. Het opstellen van een waterhuishoudingsplan is geen onderdeel van het op te stellen MER. Wel vormen de uitgangspunten van het Wetterskip een goede leidraad voor de op te stellen maatregelen. In onderstaande opsomming zijn de relevante uitgangspunten samengevat:

- Geen toename in verzilting, peilverlaging dient voorkomen te worden.
- Gebieden moeten voldoen aan de nieuwste normen voor wateroverlast.
- De drooglegging is geoptimaliseerd voor de functie, gestreefd wordt naar minimalisatie van nat- en droogteschade.
- Versnippering van peilgebieden blijft beperkt.
- Berging wordt gecreëerd door verbeding watergangen, combineren van functie of verandering van functie.
- Nieuwe en te herprofilieren watergangen moeten zoveel mogelijk natuurvriendelijk worden ingericht.
- Aanleg van vispassages bij nieuwe kunstwerken.

In de uitwerking van de maatregelen worden deze punten gehanteerd als uitgangspunten voor deze op te stellen maatregelen.

HOOFDSTUK 3 Alternatieven

3.1 INLEIDING

In het MER zijn vijf alternatieven beschreven en op effecten beoordeeld. Bij alternatief Havenmond vindt geen bodemdaling op land plaats en zijn er dus ook geen effecten op het watersysteem. De effecten van alternatief Havenmond zijn in dit rapport daarom buiten beschouwing gelaten. De overige vier alternatieven zijn in Tabel 3.2 weergegeven.

Tabel 3.2
Alternatieven Oost

Alternatieven in Oost	Aantal putten in Oost	Locatie winningsput(ten)	Bodemdaling (cm)
Oost 4x30	4	A-B-C-D	30-30-30-30
Oost 3x40	3	B-C-D	40-40-40
Combi 67/33	1	B	40
Combi 50/50	2	B-D	30-30

De vier alternatieven zijn in onderstaande paragraaf beschreven. Vervolgens is aangegeven welke maatregelen onderdeel zijn van de alternatieven.

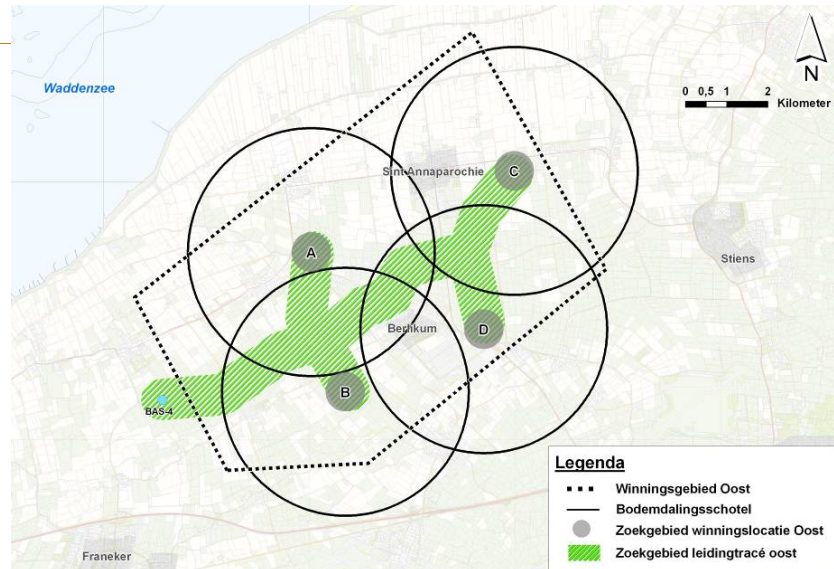
3.2 ALTERNATIEVEN

Alternatief Oost 4x30

Alternatief Oost 4x30 bestaat uit vier winningslocaties met een maximale bodemdaling van 30 centimeter per locatie in het diepste punt. De zoekgebieden voor de leidingen, de winningslocaties en de bijbehorende bodemdalingschotels zijn weergegeven op Afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2

Ligging alternatief Oost 4x30

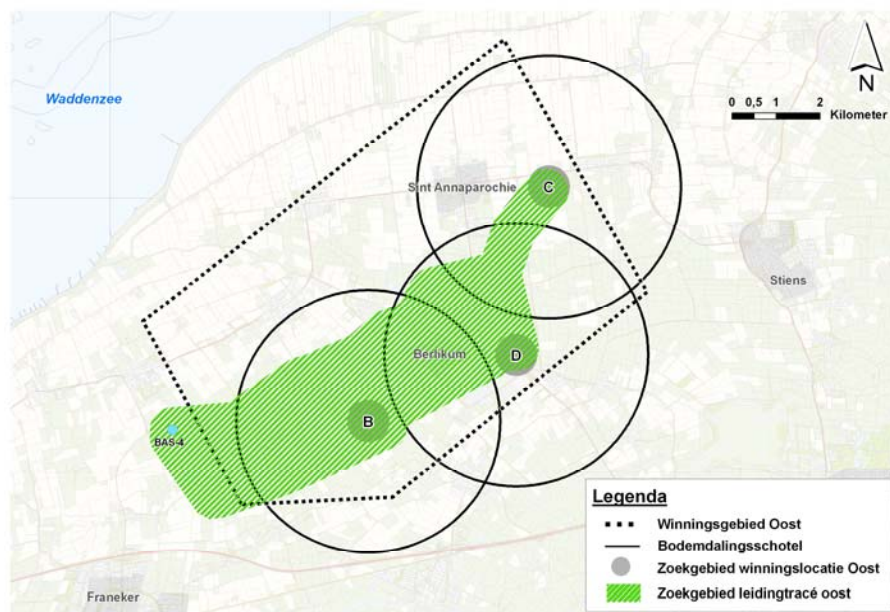


Alternatief Oost 3x40

Alternatief Oost 3x40 bestaat uit drie winningslocaties met een maximale bodemdaling van 40 centimeter per put in het diepste punt. Winningslocatie A uit Alternatief Oost 4x30 maakt geen deel uit van dit alternatief. De zoekgebieden voor de leidingen, de winningslocaties en bijbehorende bodemdalingsschotels zijn weergegeven in Afbeelding 3.3.

Afbeelding 3.3

Ligging alternatief Oost 3x40

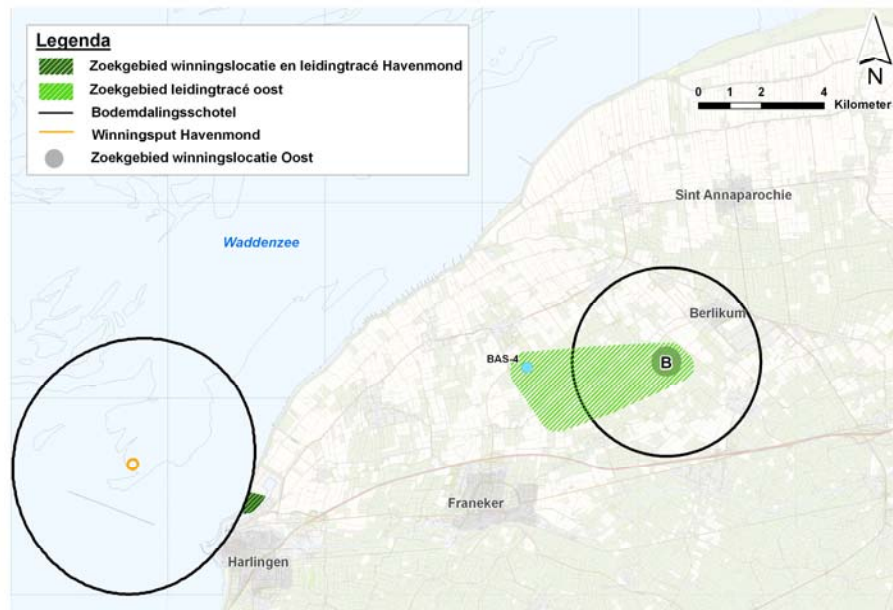


Combinatiealternatief 67/33

Bij combinatiealternatief 67/33 vindt 67% van de zoutwinning plaats in winningsgebied Havenmond en 33% in winningsgebied Oost. In winningsgebied Oost wordt alleen winningslocatie B gerealiseerd met een bodemdaling van maximaal 40 centimeter in het diepste punt. De zoekgebieden voor de leidingen, winningslocaties en bijbehorende bodemdalingsschotels zijn in Afbeelding 3.4 weergegeven.

Afbeelding 3.4

Ligging combinatiealternatief
67/33

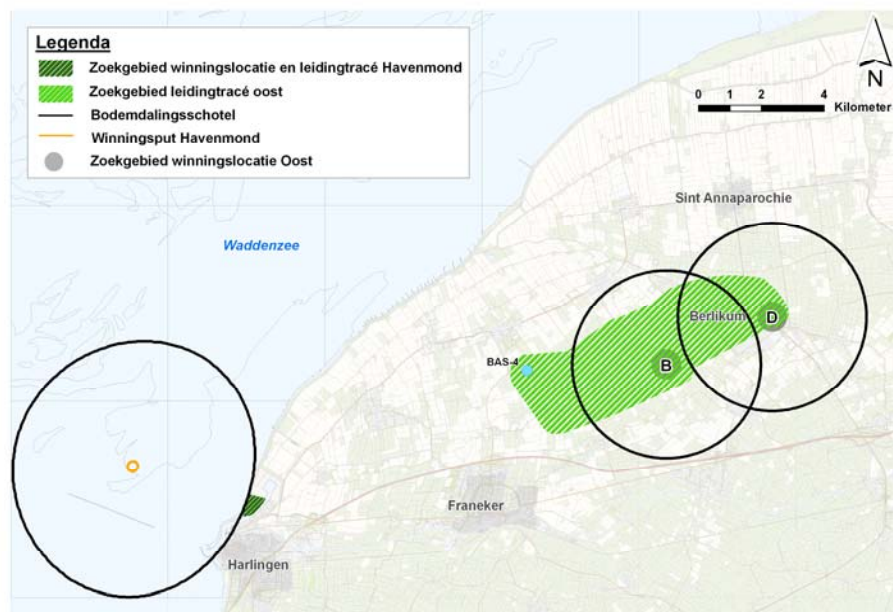


Combinatiealternatief 50/50

Bij combinatiealternatief 50/50 vindt 50% van de zoutwinning plaats in winningsgebied Havenmond en 50% in winningsgebied Oost. Bij Oost worden winningslocaties B en D gerealiseerd met een maximale bodemdaling van 30 centimeter per put in het diepste punt. De zoekgebieden voor de leidingen, de winningslocaties en bijbehorende bodemdalingsschotels zijn in Afbeelding 3.5 weergegeven.

Afbeelding 3.5

Ligging combinatiealternatief
50/50



3.3

MITIGERENDE MAATREGELEN WATERSYSTEEM

Om effecten door bodemdaling en hydrologische veranderingen te beperken, maken de volgende mitigerende maatregelen deel uit van de alternatieven voor winningsgebied Oost. Het zijn maatregelen die na de m.e.r.-procedure samen met het waterschap en de betrokken partijen uitgewerkt worden in een inrichtingsplan (zie tekstkader).

Maatregelen bodemdaling

Maatregelen om de effecten door de daling van waterkeringen, daling van bruggen (verandering doorvaart) en scheefstelling percelen (afname levensduur drainage) te beperken zijn onderdeel van het maatregelenplan dat door het bevoegd gezag van de initiatiefnemer worden verwacht. Onderstaande maatregelen zijn onderdeel van de voorgenomen ingreep:

- Peilaanpassingen voor een optimale bediening van de functies (deze maatregel staat hieronder per alternatief uitgewerkt).
- Peilvakaanpassingen voor een optimale bediening van de functies (deze maatregel staat hieronder per alternatief uitgewerkt).
- Herstel van bruggen ter behoud van een minimale doorvaarthoogte.
- Herstel van primaire en secundaire waterkeringen om de noodzakelijke kerende hoogte te waarborgen.
- Extra doorspoelen om het zoutgehalte van het oppervlaktewater te beperken.

INRICHTINGSPLAN

In de fase na de m.e.r.-procedure wordt een inrichtingsplan opgesteld. In het inrichtingsplan worden de maatregelen verder uitgewerkt met de belanghebbenden, zoals het waterschap, de agrariërs en de bewoners van het gebied. In deze fase worden ook maatregelen op het vlak van ontwatering (drainage) geïntroduceerd. Hiermee kan Frisia beter maatwerk leveren en zijn peilaanpassingen mogelijk overbodig. In deze fase zal ook aandacht moeten worden besteed aan waterberging. Indien het maatregelenpakket een geringere waterberging in de bodem tot gevolg heeft, dan zal dit gecompenseerd worden.

Uitwerking peil(vak)aanpassing

De maatregelen peil(aan)passing en peilvakaanpassing zijn in deze paragraaf per alternatief uitgewerkt. In de fase na de m.e.r.-procedure worden de maatregelen in detail uitgewerkt.

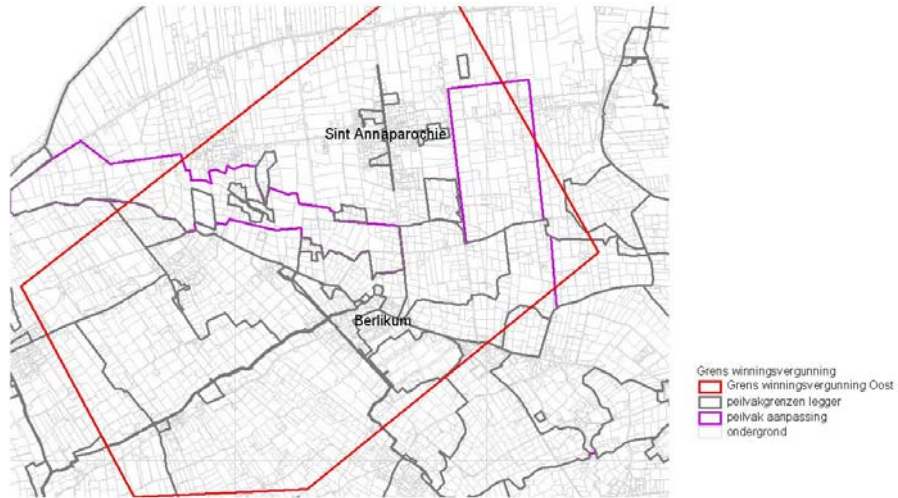
Door de afname in drooglegging die op gaat treden door bodemdaling neemt het inundatierisico toe. Wanneer het areaal dat niet meer aan de droogleggingswens voldoet groter is dan de eisen van het Wetterskip, dient peil(aan)passing plaats te vinden. Doordat bodemdaling door zoutwinning een gestaag proces is, kunnen gedurende de winningsperiode een aantal peil(aan)passingen plaatsvinden.

In afbeelding 3.6 t/m afbeelding 3.10 is per alternatief de benodigde cumulatieve peil(aan)passing weergegeven. Dit is een indicatie van de peil(aan)passing die voor de eindsituatie van bodemdaling nodig is. Niet bij alle peilvakken wordt de afname in drooglegging of ontwatering geheel gecompenseerd. Voor het gebied als geheel wordt compensatie nagestreefd. Onderdeel hiervan kan ook opdeling van een peilvak zijn om beter aan de eisen van de functies te voldoen.

In Afbeelding 3.6 zijn met de grijze lijnen de huidige peilvakgrenzen aangegeven. In paars zijn aanpassingen weergegeven die voor de optimalisatie van de drooglegging voor de 4 alternatieven overwogen kunnen worden. In de verdere uitwerking en analyses zijn deze grenzen aangehouden.

Afbeelding 3.6

Peilvakaanpassing

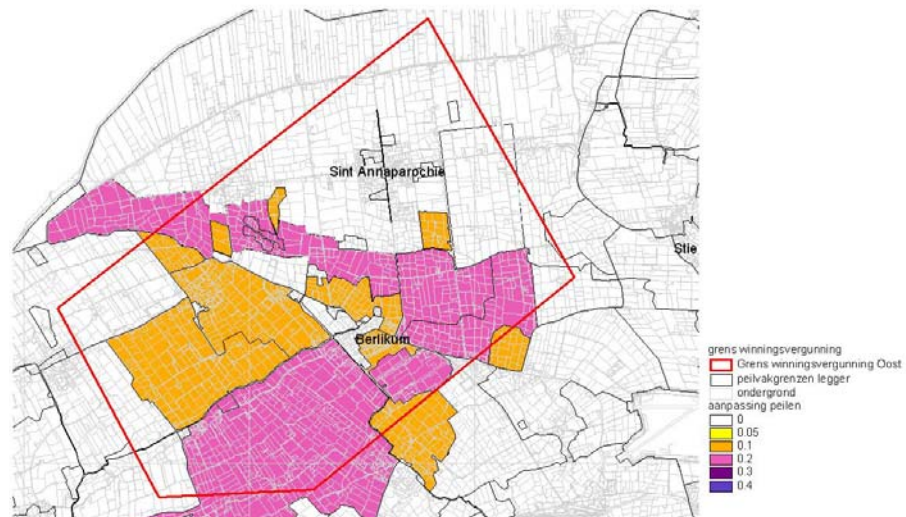


Alternatief Oost 4x30

In alternatief Oost 4x30 wordt in het lager gelegen gebied ten noorden van Berlikum en Minnertsga een extra peilvak gecreëerd. Deze peilvakaanpassing wordt voorgesteld om de afname in drooglegging na bodemdaling in deze zone lokaal op te lossen. Ook in de referentiesituatie zijn er knelpunten die door het creëren van een extra peilvak opgelost kunnen worden. De peilverlagingen en peilvakaanpassing zijn weergegeven in Afbeelding 3.7.

Afbeelding 3.7

Peilaanpassing en
peilvakindeling alternatief Oost
4x30



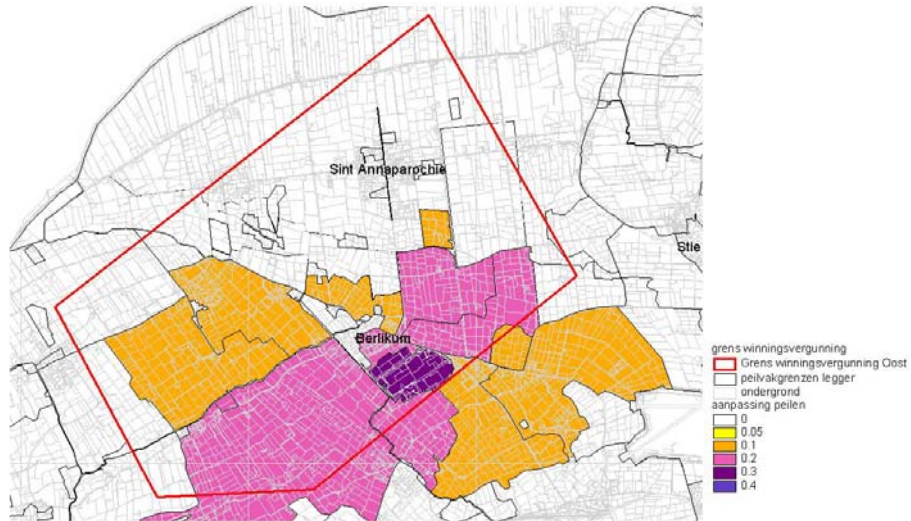
Alternatief 3x40

In alternatief Oost 3x40 is het niet nodig om nieuwe peilvakken te creëren. De benodigde peilverlaging in de peilvakken is vergelijkbaar met alternatief Oost 4x30. Het aantal

peilvakken waar maatregelen genomen dienen te worden is echter kleiner. Bij het peilvak waarin de glastuinbouw Berlicum gelegen is, wordt een hoger peil dan de omgeving gehanteerd. Vanuit het watersysteem is hier nog ruimte om bij gelijkblijvende drooglegging met de bodemdaling mee te bewegen. De peilverlagingen is weergegeven in Afbeelding 3.8.

Afbeelding 3.8

Peilaanpassing en
peilvakindeling alternatief Oost
3x40

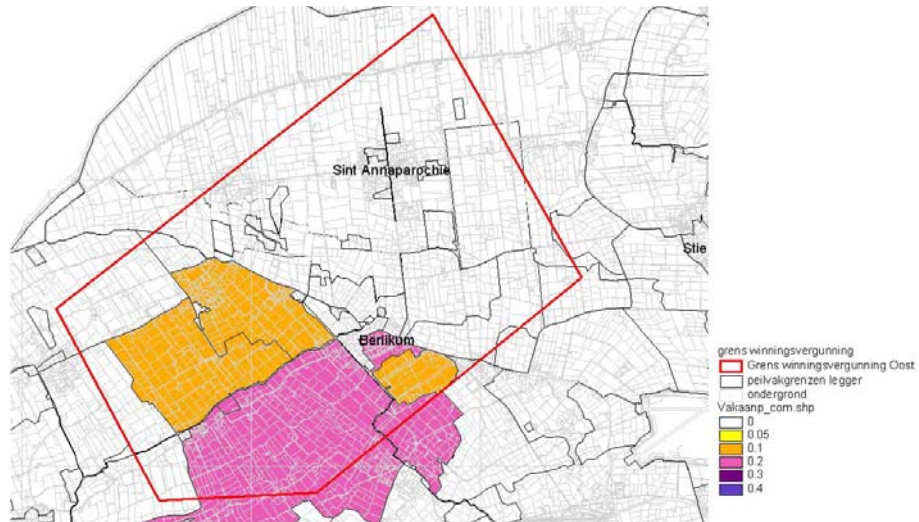


Combinatiealternatieven

Bij de combinatiealternatieven is het areaal waar maatregelen genomen worden beperkter dan bij de alternatieven in Oost. In Afbeelding 3.9 en Afbeelding 3.10 zijn de voorgestelde peilverlagingen weergegeven die leiden tot herstel of verbetering van de waterhuishoudkundige situatie.

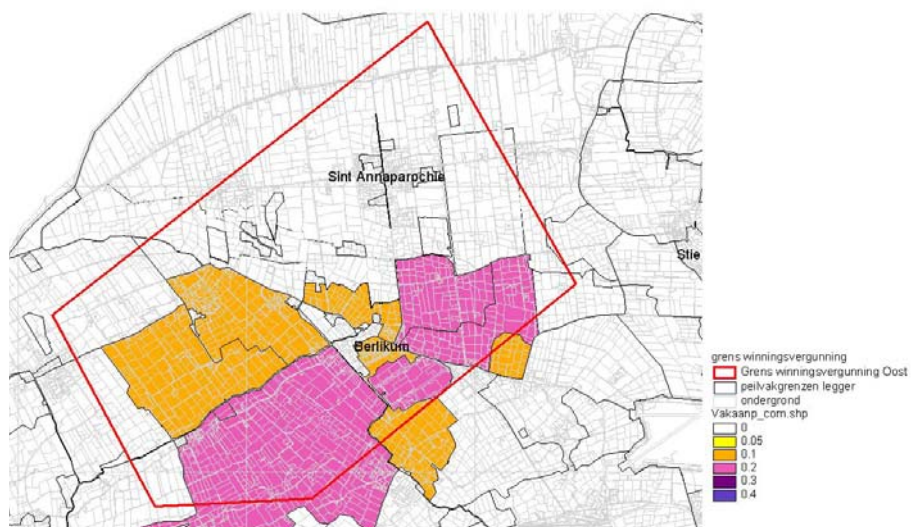
Afbeelding 3.9

Peilaanpassing en
peilvakindeling
combinatiealternatief 67/33



Afbeelding 3.10

Peilaanpassing en
peilvakindeling
combinatiealternatief 50/50



HOOFDSTUK

4 Het onderzoek

4.1

INLEIDING

De alternatieven en bijbehorende maatregelen die in het vorige hoofdstuk zijn beschreven, hebben verschillende effecten. Dit hoofdstuk beschrijft hoe die effecten onderzocht zijn in het kader van het MER. Er wordt ingegaan op de afbakening van het plan- en studiegebied, het beoordelingskader, de gebruikte methoden en technieken en de relatie met andere deelonderzoeken.

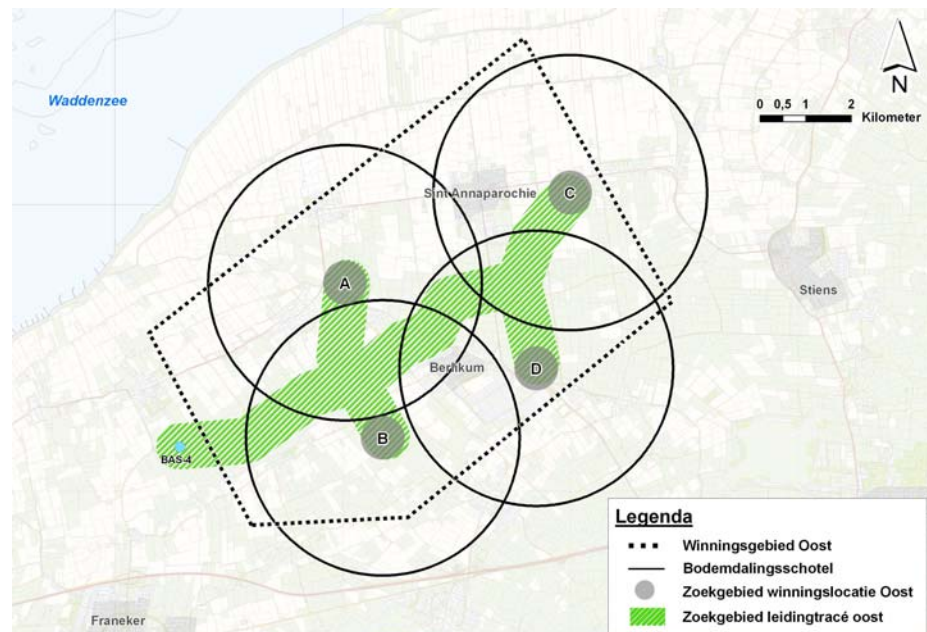
4.2

AFBAKENING PLAN- EN STUDIEGEBIED

In het MER wordt onderscheid gemaakt in plan- en studiegebied. Het plangebied is gelijk aan het winningsgebied, de winninglocatie en de leidingen van en naar de zoutverwerkingslocatie. In Afbeelding 4.11 is het plangebied voor winningsgebied Oost weergegeven.

Afbeelding 4.11

Plangebied Oost



Het studiegebied strekt zich uit tot daar waar effecten optreden. Het winningsgebied Oost omvat het gebied dat door bodemdaling beïnvloed wordt. Dit is het gebied binnen de bodemdalingscontouren vermeerderd met het hydrologisch beïnvloede gebied. Dit zijn de gehele peilvakken waar bodemdaling plaatsvindt en het grondwaterbeïnvloedingsgebied.

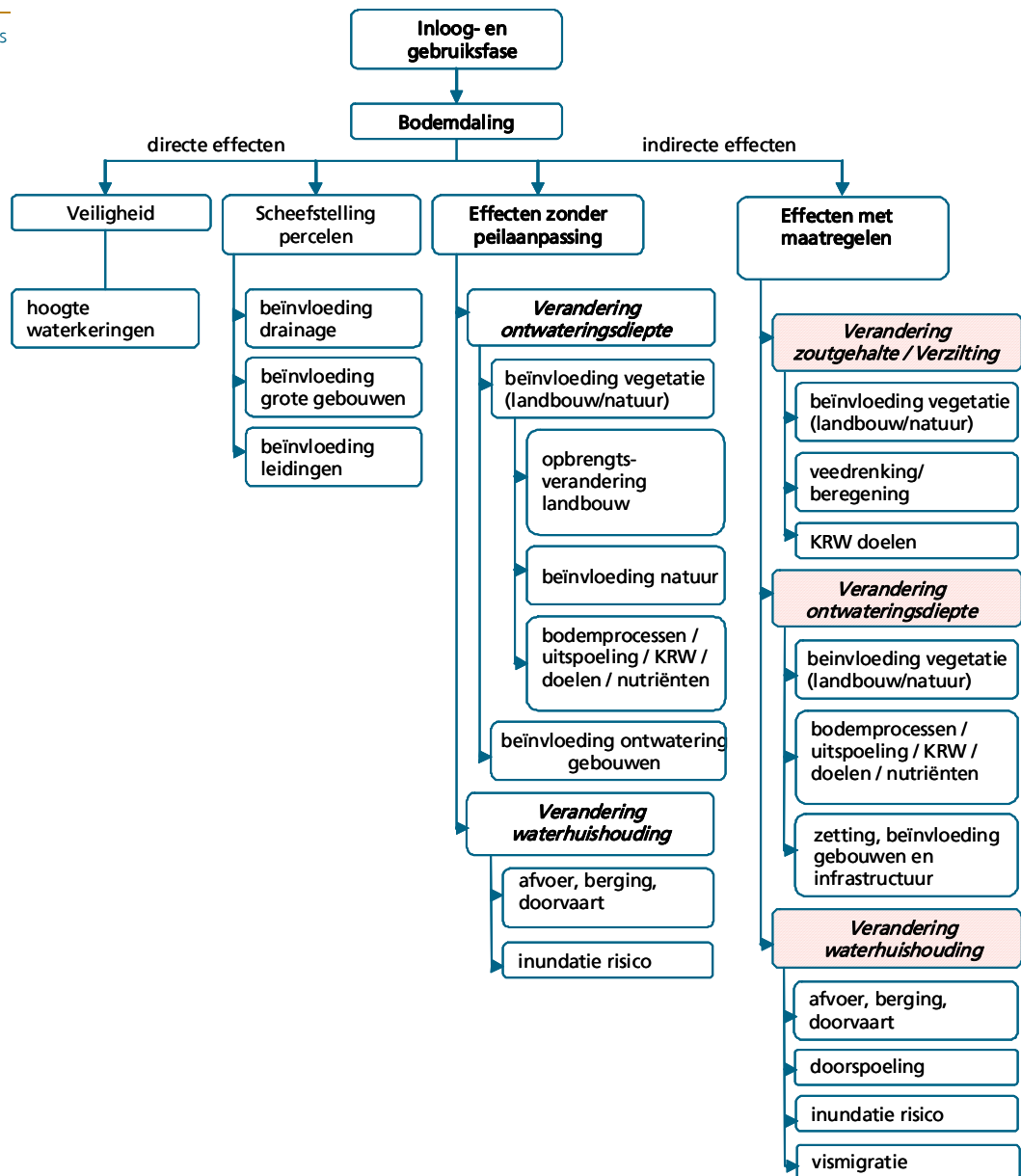
4.3

BEOORDELINGSKADER

De verschillende alternatieven met de bijbehorende maatregelen hebben verschillende effecten op de omgeving. In Afbeelding 4.12 is de samenhang tussen de ingreep en de effecten weergegeven. Het gaat in dit rapport om de effecten op het watersysteem. Deze zijn in de afbeelding met rode arcering aangegeven. Van de veranderingen in het watersysteem kunnen de effecten op de functies afgeleid worden.

Afbeelding 4.12

Ingreep- en effectrelaties



De belangrijkste effecten die optreden op het watersysteem zijn:

- verandering zoutgehalte/verzilting;
- verandering ontwateringsdiepte;
- verandering waterhuishouding.

Deze criteria vormen de kapstok voor het uitwerken van de referentiesituatie, de maatregelen en de effecten.

4.4

GEHANTEERDE METHODEN EN TECHNIEKEN BIJ EFFECTBEPALING

4.4.1

ZOUTGEHALTE/VERZILTING

Voor het bepalen van de toename in verzilting en de afname van bruikbaarheid van het oppervlaktewater en grondwater is een onderzoek opgesteld dat tot doel heeft om vanuit de kennis van de werking van het watersysteem te komen tot een effectbepaling. Gezien de beperkte ruimtelijke beschikbaarheid van chloridegehalten in het grondwater binnen het gebied is het niet mogelijk om één allesomvattend rekeninstrument op te bouwen. Het onderzoek is daarom uitgevoerd in twee stappen. Allereerst zijn de tijdsafhankelijke veranderingen in chlorideconcentraties in de diepte bepaald om de effecten van waterhuishoudkundige veranderingen in de tijd te kunnen analyseren. Vervolgens is gekeken welke gebieden binnen het plangebied het meest gevoelig zijn voor veranderingen. Dit is gedaan door een ruimtelijke analyse uit te voeren van de parameters die bepalend zijn voor de verandering in kwel en infiltratie. Op basis van deze systeemkennis zijn vervolgens de effecten van verandering in chloridegehalten op de functies bepaald. Hierna volgt een toelichting.

Tijd

Verandering van chloridegehalten in de loop van de tijd zijn bepaald op basis van een 2D-grondwatermodellering met MODFLOW¹. Hiervoor zijn twee representatieve lijnmodellen opgesteld voor de potentiële winningslocaties. Met deze lijnmodellen zijn zowel de referentiesituatie, de veranderingen door bodemdaling bij de verschillende alternatieven als de maatregelen doorgerekend.

Ruimtelijk

Voor de ruimtelijke verandering in verzilting is de bodemopbouw (in het bijzonder de deklaag) en de oppervlaktewaterhuishouding bepalend. Daarom is hiervoor gebruik gemaakt van de meest actuele en gedetailleerde bodemgegevens, zoals opgenomen in grondwatermodel Noord Nederland (MIPWA)². De vertaling naar ruimtelijke effecten is op basis van de verandering in de tijd en de ruimtelijke variatie in deklaag en waterhuishouding bepaald. Gebieden waar de deklaag dun is en de watergangen een sterk drainerende werking hebben, zijn potentieel gevoelig voor verandering van mogelijke zoute kwel. Gebieden waar infiltratie plaatsvindt en waar een relatief dikke zone van zoet water aanwezig is, zijn niet gevoelig.

Aangezien er veel onzekerheid in de chlorideverdeling in de diepte zit, zijn de resultaten zoveel mogelijk gepresenteerd als verandering ten opzichte van de referentiesituatie. Dit om de nadruk te leggen op de trends van de berekeningen en niet op de absolute waarden.

¹ McDonald, M.G. and Harbaugh, A.W., 1988, A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model.

² TNO Bouw en Ondergrond, Methodiekontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer' 2008.

Door de zoetwaterzone of zoetwaterlens en de dikke deklaag die in dit gebied aanwezig zijn, is het gebied relatief ongevoelig voor verzilting. Voor de afweging van de alternatieven heeft een uitgebreide 3D zoet zout modellering en daarbij komend onderzoek naar detailgegevens van chloride in de diepte dan ook geen meerwaarde.

4.4.2

ONTWATERINGSDIEPTE

De onderzoeken naar de verandering in ontwateringsdiepte omvatten alle onderwerpen die samenhangen met de verandering in de grondwaterstanden en kwel. De ontwateringsdiepte verandert bij bodemdaling. De mate van de verandering is berekend met het modelinstrument MIPWA. De initiële grondwaterstanden, het grondwaterstandsverloop na bodemdaling en het verloop van de grondwaterstanden na uitvoering van maatregelen zijn bepaald. De veranderingen van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zijn gebiedsdekkend berekend.

4.4.3

WATERHUISHOUDING

Verandering in functies van de waterhuishouding (afvoer, berging, doorspoeling en doorvaart) zijn met GIS bepaald.

Voor de effecten op de afvoer is gebruik gemaakt van een analytische benadering, waarbij de afstroming vanuit de peilvakken is beoordeeld. Voor de verandering in inundatierisico is een analyse van de verandering in drooglegging uitgevoerd.

Op basis van deze methoden is inzichtelijk gemaakt of de afwatering en drooglegging verandert ten opzichte van de referentiesituatie. Daarnaast komt naar voren of er sprake is van een verslechtering in afvoermogelijkheden per peilvak en of de inundatierisico's toenemen.

BESCHIKBAARHEID GEGEVENS OPPERVLAKTEWATER

Voor een modelmatig onderzoek naar het hydraulische functioneren van het systeem en de veranderingen daarin door de te treffen maatregelen zijn niet voldoende gedetailleerde gegevens beschikbaar. De waterbalans van het watersysteem waar het deelgebied Oost onderdeel van uitmaakt is niet sluitend te maken. Dit komt omdat debiet- en waterstandmetingen bij stuwen en gemalen afwezig of niet beschikbaar zijn. Het Wetterskip maakt hierin een inhaalslag door beschikbare analoge gegevens te ontsluiten en nieuwe meetpunten aan te maken. In het kader van dit MER komt geen waterbalans beschikbaar van het gebied. De aanpak biedt wel inzicht in hoe de verschillende alternatieven zich tot elkaar verhouden en wat de ordegrootte is van een eventueel negatief effect.

4.5

RELATIE MET ANDERE DEELONDERZOEKEN

De effecten die in dit rapport beschreven worden, zijn effecten op het watersysteem. Deze effecten werken door op thema's als landbouw en natuur. In Tabel 4.3 is de relatie met de functies weergegeven.

Tabel 4.3

Relatie met andere deelonderzoeken

Aspect	Criterium	Functie
maaielddoogte	veiligheid/hoogte waterkeringen	alle binnendijkse landgebruiksfuncties
scheefstelling percelen	beïnvloeding drainage	landbouw
	schade aan grote gebouwen	bebouwing

Aspect	Criterium	Functie
zoutgehalte/verzilting	schade vegetatie	landbouw en natuur
	veedrenking/beregening	landbouw
	KRW-doelen	natuur
ontwatering	schade vegetatie	landbouw en natuur
	uitspoeling nutriënten	natuur
	zetting, schade aan gebouwen	bebouwing
waterhuishouding	afvoer en berging	alle binnendijkse landgebruiksfuncties
	doorvaart	recreatie
	doorspoeling	landbouw en natuur
	inundatierisico	alle binnendijkse landgebruiksfuncties
	vismigratie	natuur

HOOFDSTUK 5

Winningsgebied oost

5.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk zijn de referentiesituatie en de effecten op het watersysteem beschreven die voortkomen uit zoutwinning en bijbehorende maatregelen voor het winningsgebied Oost. Achtereenvolgens komen zoutgehalte/verzilting, ontwateringsdiepte en waterhuishouding aan bod.

5.2 ZOUTGEHALTE/VERZILTING

In deze paragraaf is de referentiesituatie voor chloridegehalten in het grond- en oppervlaktewater beschreven. Hierbij wordt zowel een beeld geschetst van de huidige situatie als de processen die een rol spelen (hoe is het zo gekomen en waar gaat het naartoe). Vervolgens zijn de effecten van het voornemen op verzilting weergegeven.

5.2.1 REFERENTIESITUATIE

Zoutgehalte/verzilting

Van verzilting is sprake wanneer het water niet meer voldoet aan de zoetwaternorm die geldt voor de functies in een gebied. De functies in dit gebied die afhankelijk zijn van zoet water zijn landbouw en natuur. Dit geldt voor zowel grondwater als oppervlaktewater.

De verzilting leidt tot problemen waar zout oppervlaktewater wordt aangewend voor beregening en veedrenking. Hieronder is beschreven welke effecten de landbouw in Fryslân momenteel kan ondervinden als gevolg van verzilting.

Beïnvloeding flora

Wanneer oppervlaktewater met een te hoog chloridengehalte wordt aangewend voor beregening van gewassen ondervinden de gewassen hier effecten van. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het chloride-ion.

Beïnvloeding fauna

Drinkwater met een te hoog zoutgehalte verstoort de water- en zouthuishouding bij dieren. Door osmose zal het in de darmen aanwezige zout namelijk vocht naar zich toetrekken. Dit kan diarree en uitdroging tot gevolg hebben.

Huidige situatie

Het huidige gehalte chloride in grond- en oppervlaktewater kan in hoofdzaak verklaard worden aan de hand van een tweetal factoren:

- geologische ontstaansgeschiedenis van het gebied;
- menselijke activiteiten die hebben plaatsgevonden.

Daarnaast kan er een toekomstige autonome verzilting optreden ten gevolge van een toename van zoute kwel door de zeespiegelstijging. Deze mogelijke autonome ontwikkeling is verderop in deze paragraaf beschreven.

GEOLOGISCHE ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Zout grondwater is van nature aanwezig doordat het ingesloten is geraakt in marine afzettingen. Afhankelijk van de lokale omstandigheden, zoals aanwezigheid van waterlopen en type bodemprofiel is in de loop van de tijd een verzoeting opgetreden door infiltratie van regenwater.

MENSELIJKE ACTIVITEITEN

Na de afsluiting van de Zuiderzee is door de mogelijkheid van inlaat van zoet IJsselmeerwater een deel van het watersysteem in dit gebied zoeter geworden. Doordat peilen in het oppervlaktewater zijn verlaagd voor een beter landbouwkundig gebruik is in de lager gelegen gebieden een sterkere zoutere kwelstroom naar het oppervlaktewater ontstaan.

Onder invloed van stijghoogteverschillen tussen oppervlaktewater en (diep) grondwater is de stroming van zout water vanuit de ondergrond naar het oppervlaktewater versterkt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een lokaal en een regionaal effect.

Het gebied bestaat voornamelijk uit infiltratiegebieden. Lokaal vindt drainage door watergangen plaats. Het neerslagoverschot heeft daarmee de grootste invloed op de waterkwaliteit in de wortelzone. Dit resulteert in een zoetwaterlaag. De zoutvracht naar het voor het gewas beschikbare vocht neemt niet toe. In perioden met een neerslagtekort treedt er capillaire opstijging op, waardoor de zoetwatervoorraad in de bodem afneemt. Gezien de dikte van de zoetwaterlaag zal deze niet afnemen tot een dikte waarbij verzilting van de wortelzone gaat optreden.

Van zoete of brakke gebieden die door lokale kwel met zout water worden gevoed, is sprake wanneer een gebied een relatief laag oppervlaktewaterpeil kent in vergelijking met de directe omgeving. Het lokale grondwatersysteem zorgt hier voor de aanvoer van relatief zout water met als gevolg stijgende chloridegehalten in de ondergrond.

In zoete of brakke gebieden die door regionale kwel met zout water worden gevoed, komt regionale kwel vanuit de diepe ondergrond naar het oppervlaktewater. Het zoute water in de diepe ondergrond wordt aangevoerd via de diepe watervoerende pakketten vanuit de Waddenzee. De Waddenzee fungeert hierbij als een grote zoutleverancier met een bijna onbegrensde capaciteit. De drijvende kracht achter de stroming vanuit de diepe ondergrond naar het oppervlaktewater is het stijghoogteverschil tussen het diepe grondwater en het oppervlaktewater. Dit stijghoogteverschil wordt veroorzaakt door het feit dat er in Fryslân veelal sprake is van lage polderpeilen, terwijl de stijghoogte van het diepe grondwater aan de Waddenzeezijde van Fryslân bij benadering NAP bedraagt³.

Gegevens chloridegehalten Noord-West Fryslân

Er zijn verschillende bronnen over de huidige zoutgehalten in grond- en oppervlaktewater. Door het wetterskip worden oppervlaktewaterkwaliteitsbemonsteringen uitgevoerd. De provincie bemonstert het grondwater. De gegevens hiervan worden opgenomen in de DINO-database van NITG-TNO.

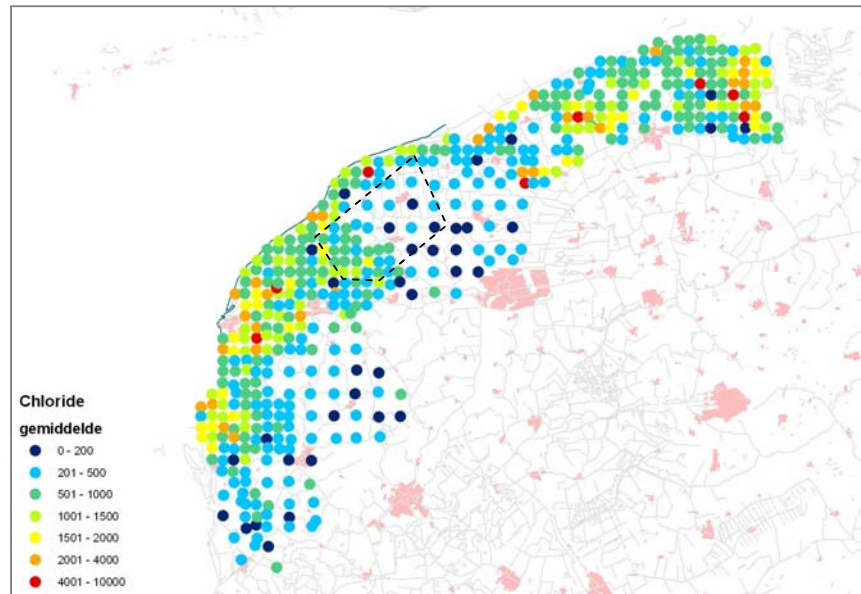
³ www.wetterskipfryslan.nl

OPPERVLAKTEWATER

In de deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050⁴ zijn gemiddelde chloridegehalten opgenomen voor de zomer van 1996. In deze zomerperiode is door een beperkte neerslagaanvulling de hoogste concentratie zout waargenomen. In Afbeelding 5.13 is het chloridegehalte van het oppervlaktewater weergegeven. De grens van het winningsgebied Oost is ter indicatie weergegeven.

Afbeelding 5.13

Chloridegehalte
oppervlaktewater in mg/l



Verhoogde gehalten chloride zijn vooral aan de orde in de lager gelegen delen nabij de Waddenzee, die zich tevens kenmerken als gebieden met een beperkte drooglegging. Het gaat dan vooral om de gebieden buitendijks van de Bildtdijkstervaart nabij gemaal de Zwarte Haan. Daarnaast zijn er lokaal poldergebieden waar verhoogde gehalten gemeten zijn. Het gaat hier om gebieden nabij winningslocatie A en in het bijzonder polderwater Bethaniëleane.

GRONDWATER RUIMTELIJK

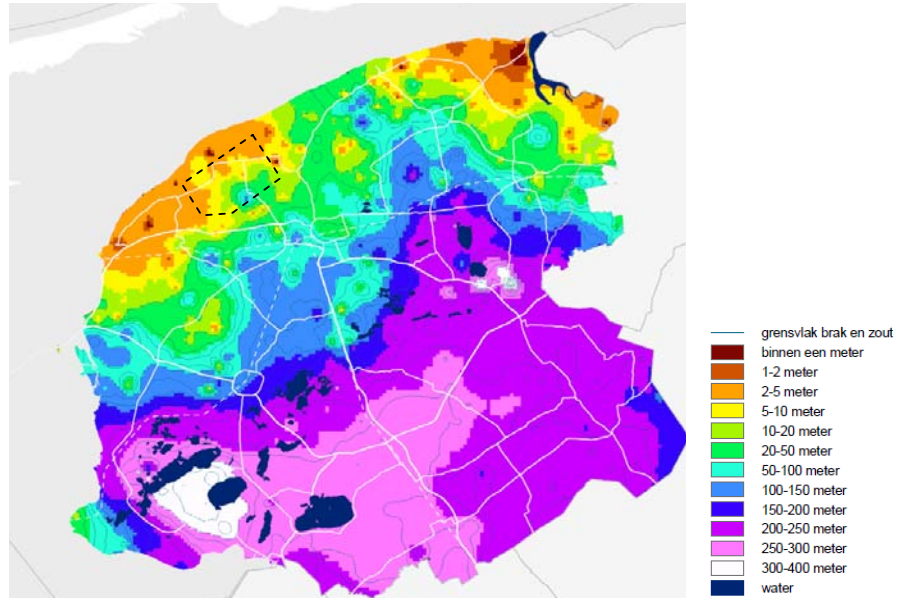
In Afbeelding 5.14 is de diepte van het zoet-zout grensvlak in het grondwater weergegeven. Deze is afkomstig uit deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050⁵. De grens van het winningsgebied Oost is ter indicatie weergegeven.

⁴ Provincie Fryslân, 2003, Deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050, 17 juni 2003.

⁵ Provincie Fryslân, 2003, Deelstroomgebiedsvisie Fryslân 2050, 17 juni 2003.

Afbeelding 5.14

Grensvlak zoet-zout



Binnen het plangebied in de zone bij de kust is de grens zoet-zout overwegend dieper dan 2 meter aanwezig. In de overige delen ligt het zoute water dieper dan 5 à 10 meter beneden maaiveld. Met deze gegevens kan geconcludeerd worden dat in de huidige situatie het grondwater in de wortelzone niet zout is.

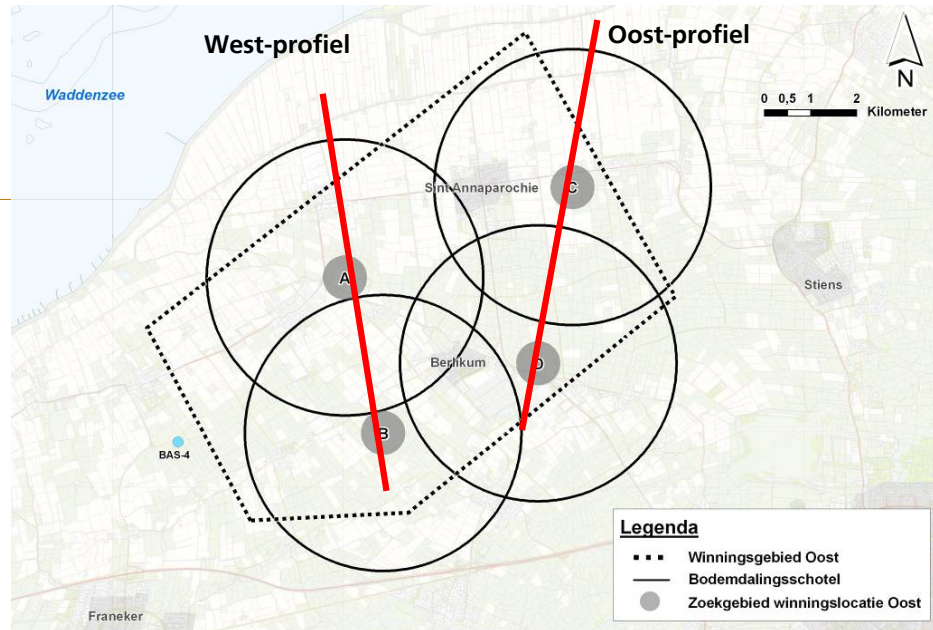
GRONDWATER IN TIJD

Een chlorideverdeling in de diepte is binnen het gebied lastig te bepalen, omdat het aantal metingen beperkt is. Zeker in vergelijking met de andere kustgebieden in Nederland. Dit hangt waarschijnlijk samen met het niet zoute grondwater en de daarmee samenhangende afwezige schade op de functies en geringe noodzaak om te meten. Ook de lage bemonsteringsdichtheid in het plangebied en gemeten concentraties in het oppervlaktewater wijzen in deze richting. Dit wordt bevestigd in eerder onderzoek.

De chlorideconcentratie in de diepte is geconstrueerd in een tweetal profielen. Afbeelding 5.15 geeft de ligging van de profielen weer.

Afbeelding 5.15

Ligging profielen



In Afbeelding 5.16 is de chlorideverdelingen voor de twee profielen weergegeven. Deze zijn verkregen door een aantal bewerkingen:

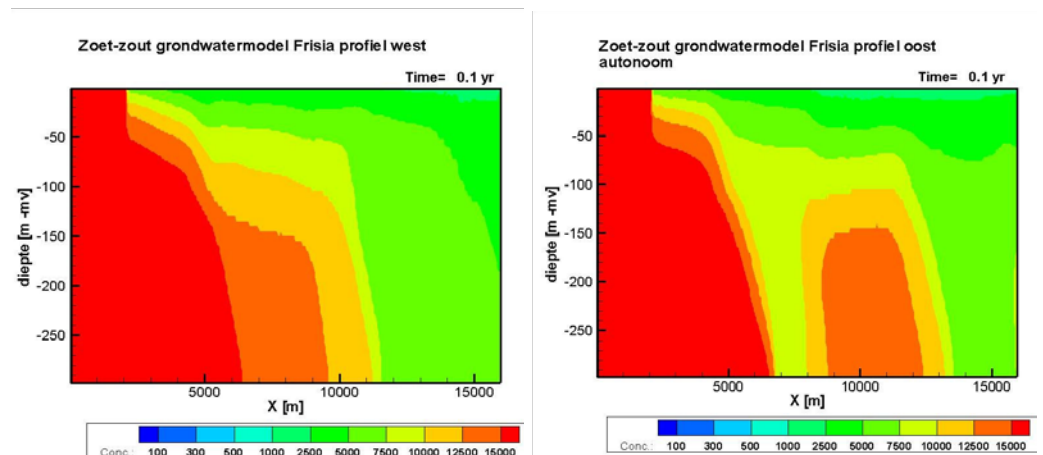
- ruimtelijke interpolatie van chloridemetingen (o.a. ‘verticale elektrische sonderingen’-metingen);
- het op basis van expert judgement aanbrengen van de chloridegradiënt van de zouttong in de diepte;
- het verwijderen van met de berekening samenhangende onnauwkeurigheden.

Vervolgens zijn de berekende verdelingen als uitgangsverdelingen gebruikt voor het bepalen van de concentraties in de diepte in het autonome scenario van zeespiegelstijging.

Zoals eerder aangegeven vindt door een na-ijl effect van de ontwaterende maatregelen in de huidige situatie een doorgaande verzilting plaats (interne verzilting). Voor deze autonome ontwikkeling zijn berekeningen uitgevoerd met een zoet-zout grondwaterberekening. De resultaten zijn als dwarsprofiel in Afbeelding 5.16 weergegeven.

Afbeelding 5.16

Chlorideconcentraties met de diepte zoals aangehouden in de modellering.



Zeespiegelstijging geeft een maximale kweltoename van circa 0,015 à 0,02 mm/dag, een maximale concentratie verhoging van circa 1500 mg/l in de diepte en een maximale zoutvracht toename van ~600 kg/ha/jr. Dit heeft een uitstraling tot circa 9 km vanuit de kust. Omdat de concentratietoename vooral in de diepte plaatsvindt en de kwel beperkt toeneemt, zijn de effecten op de huidige functies nihil.

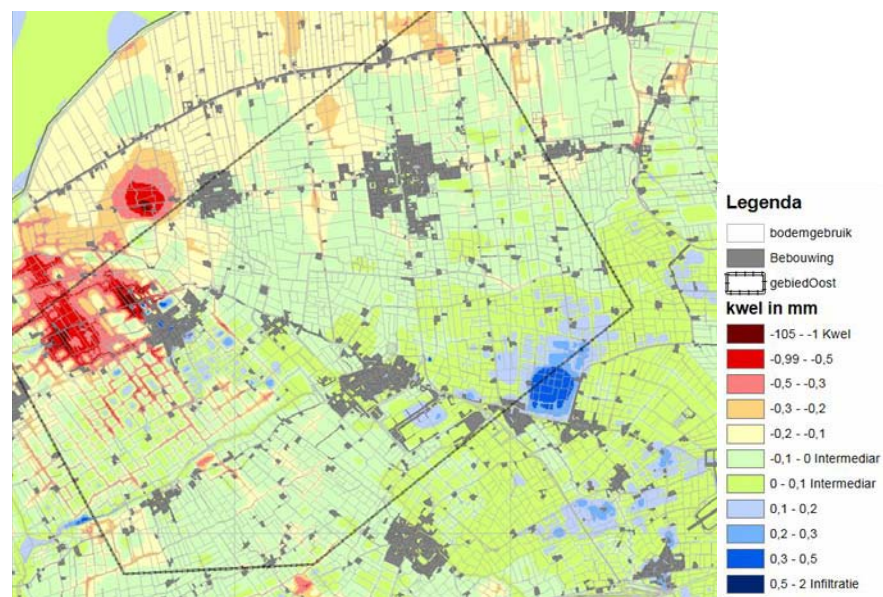
Autonome ontwikkeling

Rekening houdend met een zeespiegelstijging is de gevoeligheid van de deelgebieden voor verandering in kwel en infiltratie bepalend voor de verandering in chloridegehalten. De verticale stroming in de ondergrond is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van (verticaal) slecht doorlatende lagen, zoals de vaak aanwezige kleideklaag die in het Holocene is gevormd en dieper gelegen keileem lagen. Menselijke activiteiten hebben de weerstand van de slecht doorlatende lagen in de loop van de laatste eeuwen doen afnemen. Uit eerder door provincie Fryslân uitgevoerd onderzoek⁶ kwam naar voren dat deze verminderde weerstand bijvoorbeeld wordt aangetroffen waar de aanwezige deklaag wordt doorsneden door watergangen en waar de aanwezige deklaag geheel of gedeeltelijk is afgegraven.

In afbeelding 5.17 zijn de potentiële kwel en infiltratiegebieden weergegeven zoals naar voren komen uit het MIPWA-grondwatermodel. De kwelgebieden zijn potentieel gevoelig voor een toename van chloride vanuit de diepte. In deze gebieden ontstaat een toename in chloridegehalte van het oppervlaktewater. Of dat ook tot verzilting leidt, is afhankelijk van de optredende concentraties en de invloed hiervan wanneer het water aangewend wordt voor beregening en veedrenking.

Afbeelding 5.17

Kwel- en infiltratie

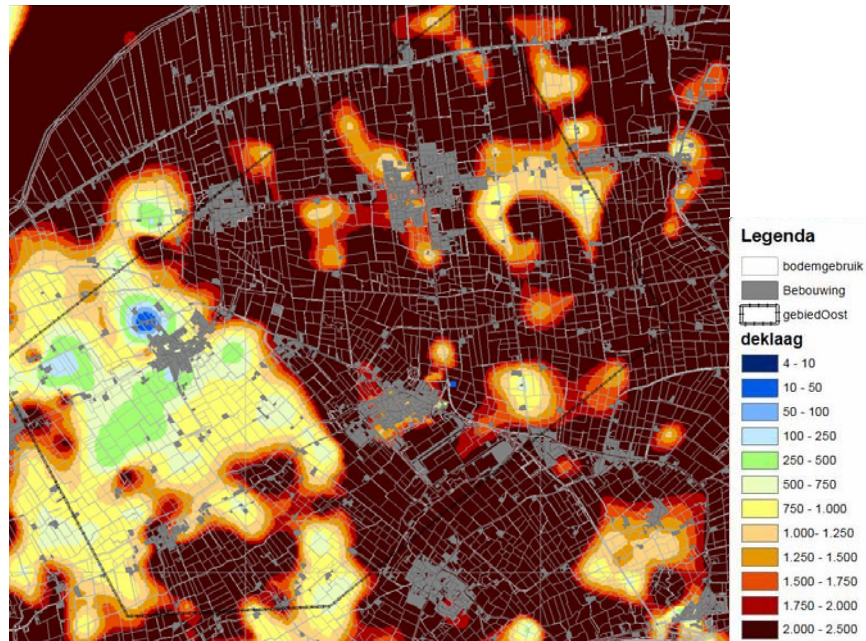


Een ruimtelijke zoet-zout modellering is vooralsnog door de afwezigheid van basisgegevens (chloride) en de gevoeligheid (dikte deklaag) weinig betrouwbaar of heeft weinig toegevoegde waarde.

⁶ Provincie Fryslân, Zout en verzilting; van (on)oplosbaar naar hanteerbaar verschijnsel, 1991.

Afbeelding 5.18

Weerstand deklaag in dagen



De weerstand van de deklaag is een bepalende factor voor de mate waarin kwel optreedt. In Afbeelding 5.18 is de variatie in weerstand weergegeven.

Conclusie

Wanneer de referentiesituatie vergeleken wordt met de eisen dan valt op:

- De hydrologische situatie op de percelen is voornamelijk intermediair tot infiltratie. Het zoet-zout grensvlak ligt overwegend dieper dan 5 m -mv. Het grondwater is daardoor als zoet aan te merken. Het voldoet daarmee aan de functie-eisen.
- Het oppervlaktewater voldoet vooral ten noorden van de Oudebildtdijk op enkele locaties niet aan de eisen (concentraties groter dan 4000 mg/l). Ook het gebied ten zuiden van de voormalige Middelzee kennen hogere concentraties chloride in het oppervlaktewater. Het gaat hier om waardes tussen 500 en 1500 mg/l.
- Het oppervlaktewater bevat vooral zoet water, dat wordt aangewend voor beregening en veedrenking. Verzilting heeft een verstoorde water- en zouthuishouding bij dieren met diarree en uitdroging als gevolg.

Diep grondwater heeft in dit gebied vanwege de hoge chloridegehalten geen functie van drink-, beregenings- of proceswater. Wanneer chloridegehalten in de diepte toenemen is daarmee geen sprake van verzilting. Het ondiepe grondwater heeft wel een functie ten behoeve van gewasgroei. Oppervlaktewater wordt gebruikt voor veedrenking en heeft lokaal een functie voor beregening. Vooral de veranderingen in ondiep grondwater en oppervlaktewater zijn daarmee bepalend voor de functies in dit gebied.

5.2.2

EFFECTEN EN VERGELIJKING VAN ALTERNATIEVEN

Door de peilaanpassing en bodemdaling treedt een verandering op in kwel en infiltratie. Of effecten door toename in chloride ook optreden, is afhankelijk van de verandering in chlorideconcentraties in het ondiepe grondwater (bepalend voor de vegetatie) en oppervlaktewater (bepalende voor veedrenking), beide gerelateerd aan de functie-eisen.

Uit de berekeningen met de dwarsprofielen, zoals weergegeven in Afbeelding 5.16, komt naar voren dat in het gebied waar bodemdaling optreedt en peilen verlaagd worden de chloridegehalten toenemen. In het grondwater dat door de watergangen gedraineerd wordt, neemt de concentratie toe met maximaal 300 mg/l. Dit leidt tot een toename van de behoefte aan doorspoeling. De huidige berekende maximale kwelhoeveelheid in dat gebied varieert van 0,5 tot 1,0 mm/dag. Met een maximale toename van 0,06 mm/dag omvat dit een lokale toename van kwel naar het oppervlaktewater met circa 5 à 10 procent. Ten opzichte van de benodigde aanvoer door open water verdamping, die ordegrootte mm's per dag is, blijft deze maximale toename beperkt.

Uit de berekeningen van de referentiesituatie blijkt dat het westelijk profiel (met name de meest zuidelijke winningslocatie B) minder gevoelig is voor de toename in chloridegehalten en de fluxen naar het oppervlaktewater. Dit valt waarschijnlijk te verklaren door de hogere deklaagweerstand in dit gebied. Ook blijkt dat het gebied rond voorgenomen winningslocatie A een relatief grote gevoeligheid voor toename in chloridegehalten kent.

Uit de berekeningen van de verandering in chloridegehalten valt te concluderen dat de bodemdaling (30 cm) en peilverlaging vooral effect hebben op de waterlopen waar peilverlaging is toegepast. Dit resulteert in een maximale kweltoename van ongeveer 0,06 mm/dag en een maximale chlorideconcentratie toename van ongeveer 300 mg/l. Dit maximum treedt op in de drainerende watergangen, gelegen in de slenk ten zuiden van de voormalige Middellzee.

EFFECTEN OP ONDIEP GRONDWATER

Op het ondiepe grondwater treden bij geen van de alternatieven negatieve effecten op. Er treedt geen verzilting op van de voor de functies benodigde zoetwatervoorraad grondwater.

EFFECTEN OP OPPERVLAKTEWATER

Bij alternatief Oost 4x30 vindt peilverlaging plaats rond winningslocatie A om de negatieve bodemdaling te compenseren. In het oppervlaktewater kunnen rond winninglocatie A de chloridegehalten toenemen wanneer er geen sprake is van doorspoeling. De toename in gehalten chloride is dankzij de beperkte toename in kwelflux beperkt. Er is echter wel sprake van een lokale toename in verzilting. Deze bestaat voor alternatief Oost 4x30 uit een fluxtoename van 0,06 mm/dag (toename 5 à 10 procent) met een gehalte van 300 mg/l.

Bij alternatief Oost 3x40 en bij de combinatiealternatieven vindt geen verlaging plaats in voor verzilting gevoelige gebieden. De verlaging omvat daarnaast een beperkter areaal. Hier treden geen effecten op.

Mitigerende en compenserende maatregelen.

Gelet op de score van alternatief Oost 4x30 zijn er mogelijk aanvullende mitigerende maatregelen nodig om de huidige doorstroming te waarborgen. Deze maatregelen dienen gezocht te worden in beheer en onderhoud van de watergangen.

Leemten in kennis en informatie.

De verzilting is vanuit verschillende invalshoeken beschouwd. Hieruit komt een eenduidig beeld naar voren. Er zijn geen kennisleemten geconstateerd die de oordeels- en besluitvorming belemmeren.

5.3 ONTWERINGSDIEPTE

In deze paragraaf zijn de referentiesituatie van en de effecten op ontwerpsdiepte beschreven. Dit is gedaan op basis van het grondwaterstandsverloop en de aanwezige ontwerpsmiddelen op de percelen.

5.3.1 REFERENTIESITUATIE

Er zijn verschillende bronnen van grondwatergegevens beschikbaar om een representatief grondwaterstandsverloop in zowel ruimte als tijd te bepalen:

- COLN Fryslân⁷;
- grondwatertrappenkaart (Stiboka)⁸;
- gegevens uit MIPWA⁹.

Deze gegevensbronnen hebben voordelen en kennen beperkingen. Hieronder worden deze toegelicht.

COLN Fryslân

In de periode 1952 tot en met 1956 zijn stijghoogten in peilbuizen gebieddekkend opgenomen. Sinds deze periode is het aandeel gedraineerde percelen toegenomen en zijn waterhuishoudkundige ingrepen uitgevoerd. Het beeld is daarom niet meer representatief. Wel zijn bepaalde karakteristieken van het gebied nog actueel.

De aanwezige kleigronden hebben de eigenschap om in de winter te nat te zijn en in de zomer te droog. Oorzaken van deze wisselvochtigheid zijn niveauverschillen in het grondwater en een profielopbouw met slechte doorlatendheid. De te natte akkerbouwpercelen in de kleigebieden waren vooral de bolle percelen. Door de grote verschillen in hoogteligging zijn hier natte perceelranden aanwezig. Daarnaast kunnen kleigebieden ook zeer droog zijn, dit door de geringe doorlatendheid (infiltratie) in combinatie met het indrogen, waardoor geen capillaire opstijging plaatsvindt. Dit gebeurt vooral bij de knipkleigronden die in dit gebied overwegend als grasland in gebruik zijn.

De begaanbaarheid van de percelen is sterk afhankelijk van de klei bovengrond. Vooral in de vrij afwaterende en de ongedraineerde percelen kan de draagkracht bij een goede drooglegging slecht zijn.

Deze gegevensbron leert ons dat de bodemsamenstelling zowel leidt tot te natte als te droge situaties. Een goede drooglegging is hierbij geen garantie voor goede begaanbaarheid. Een goede ontwatering is hiervoor belangrijk.

Grondwatertrappenkaart

Het grondwaterstandverloop is weergegeven in Afbeelding 5.19. De aangehouden maat voor het grondwaterstandsverloop is de grondwatertrap. De gebiedsindeling die op basis

⁷ Koolhaas, J.F. en B. Vrijhof, 1958, De landbouwwaterhuishouding in de provincie Friesland, Commissie onderzoek landbouwwaterhuishouding TNO, rapport 3.

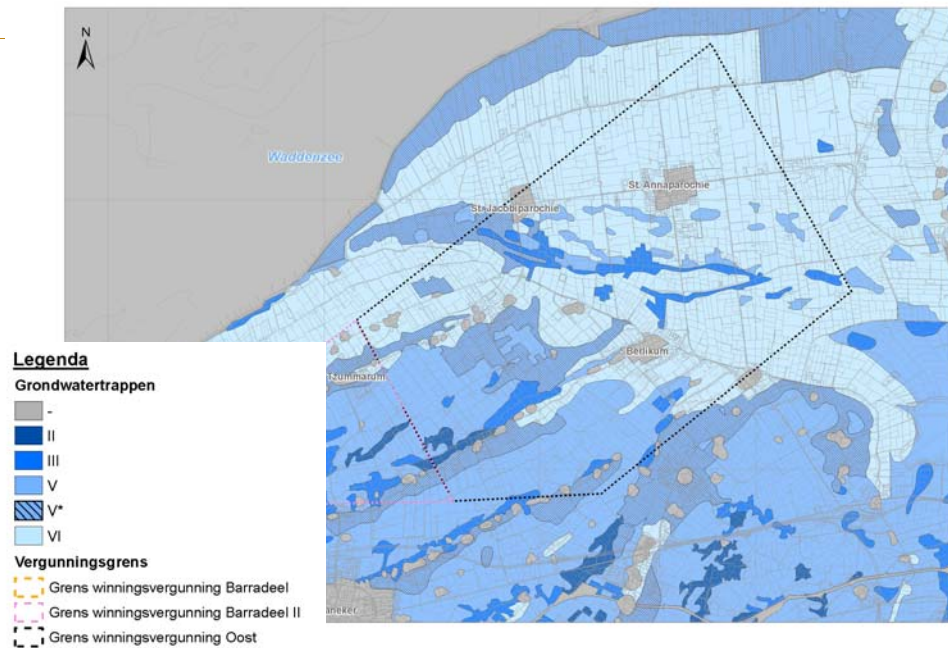
⁸ Alterra, Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, met veenkartering, versie 2006.

⁹ TNO Bouw en Ondergrond, Methodiekontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer' 2008.

van de bodemeenheden te maken is, wordt ook aangetroffen in het grondwaterstandsverloop. In het gebied van de voormalige Middelzee wordt een grondwatertrap VI aangetroffen. Hier hoort een GHG bij tussen de 40 en 80 cm -mv., de GLG is dieper dan 120 cm -mv. In de delen ten zuiden daarvan bevindt zich een grondwatertrap V en daar waar drainage aanwezig is V*. Hier hoort een GHG bij die kleiner is dan 40 cm -mv., de GLG is dieper dan 120 cm -mv. V* geeft aan dat dit een droger deel is, de GHG is hier dieper van 25 cm -mv.

Afbeelding 5.19

Grondwatertrappen in het studiegebied.



De grondwatertrappen uit de bodemkaart is een gedateerde bron van gegevens, maar wel goed te gebruiken als indicatie. Vooral omdat deze is gebaseerd op veldwaarnemingen en gebiedsdekkend is gemaakt, ook op basis van de bodemgegevens.

MIPWA

Met het instrumentarium is een benadering beschikbaar, waardoor modelmatig de waarnemingen zijn doorvertaald naar een vlakdekkende GHG en GLG. Gekozen is voor het MIPWA-model. Deze is gebaseerd op de meest actuele gegevens, ruimtelijk het meest gedifferentieerd en zal in de toekomst ook het best geaccepteerd zijn wanneer het instrumentarium zich verder ontwikkelt.

MIPWA

MIPWA staat voor Methodieontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer. Het is een gebiedsdekkend grondwatermodel voor Noord-Nederland. Het doel van dit MIPWA-model is in eerste instantie het ondersteunen van de vaststelling van het Gewenste Grond- en Oppervlaktewater Regime (GGOR). De provincies moeten dit GGOR uitvoeren in samenwerking met de waterschappen en in samenspraak met alle belanghebbende waterpartners.

In het MIPWA-model zit een geactualiseerd bestand van grondwaterstanden en een berekend grondwaterstandsverloop. Dit biedt een meer gedetailleerd gebiedsdekkend beeld van het grondwaterstandsverloop.

Voor de analyse van ontwatering is gebiedsdekkende informatie nodig. Het beeld zoals naar voren komt uit de grondwatertrappen in de bodemkaart en de gegevens uit MIPWA komen overeen. Doordat de gegevens uit MIPWA de meest recente bron van gebiedsdekkende gegevens is, gebruiken we deze grondwatergegevens als referentiesituatie.

Drainage

Drainage is een middel om de ontwateringsdiepte op percelen te vergroten. In een groot deel van het gebied is drainage aanwezig. 85 tot 90 procent van de akkerbouwpercelen is gedraineerd op 1,2 tot 1,5 m -mv. Hoge graslanddelen zijn wel gedraineerd op 0,9 tot 1,5 m -mv., lage delen niet. Op termijn neemt het aandeel gedraineerde percelen toe en zal ook de intensiteit toenemen.¹⁰

In de gebiedsbijeenkomsten die in het kader van de m.e.r.-procedure hebben plaatsgevonden, is door vertegenwoordigers van de agrariërs naar voren gebracht dat in dit gebied 100 procent van de percelen gedraineerd zijn. Voor een analyse van de verandering in verhang van de drainage dient bekend te zijn waar deze aanwezig is, wat de huidige hoogteligging is en wat de uitstroomrichting is. Deze informatie is niet beschikbaar. Wel is bekend dat drainage overwegend onder een verhang van vlak tot 10 cm per 100 meter wordt aangelegd.

Voor een goede borging van de gewenste ontwatering op de percelen zijn drooglegging en ontwatering maatgevend. De drooglegging bepaalt in hoeverre het water afgevoerd gaat worden en bepaalt tevens de opbolling tussen de watergangen. Drainage is een manier om de gewenste ontwatering met een grotere intensiteit te borgen dan alleen met de watergangen. Omdat de drainage relatief diep ligt, zal tot relatief diep ontwaterd worden.

De aanwezigheid van gedraineerde percelen is alleen indicatief bekend. Gegevens hiervan worden niet bijgehouden. In de analyses gaan wij er vanuit dat alle percelen akkerbouw en grasland gedraineerd zijn.

5.3.2

EFFECTBESCHRIJVING

Voor de effectbepaling op diverse functies is de verandering in ontwateringsdiepte bepalend. De verandering in ontwateringsdiepte is afhankelijk van de bodemdaling en de verandering in grondwaterstand die het gevolg is van de maatregelen in het watersysteem (peilverlaging).

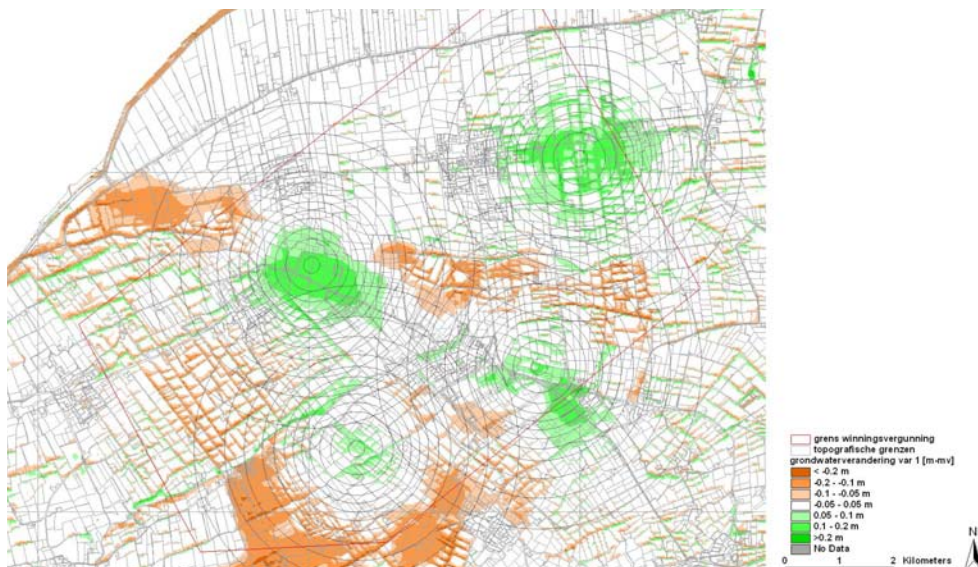
In navolgende figuren is de verandering in ontwateringsdiepte voor de vier alternatieven weergegeven. De positieve waarden (in groentinten) duiden op stijging van grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld en daarmee een afname in

¹⁰ Vos, S.F., S.A. Kroes en K. Kooistra, Drainage in Fryslân, inventarisatie van de drainagesituatie in Friesland van nu en in de toekomst, Oranjewoud, projectnummer 0152953, april 2005.

ontwateringsdiepte. Negatieve waarden (de bruintinten) op daling van de grondwaterstand en daarmee een toename in ontwateringsdiepte.

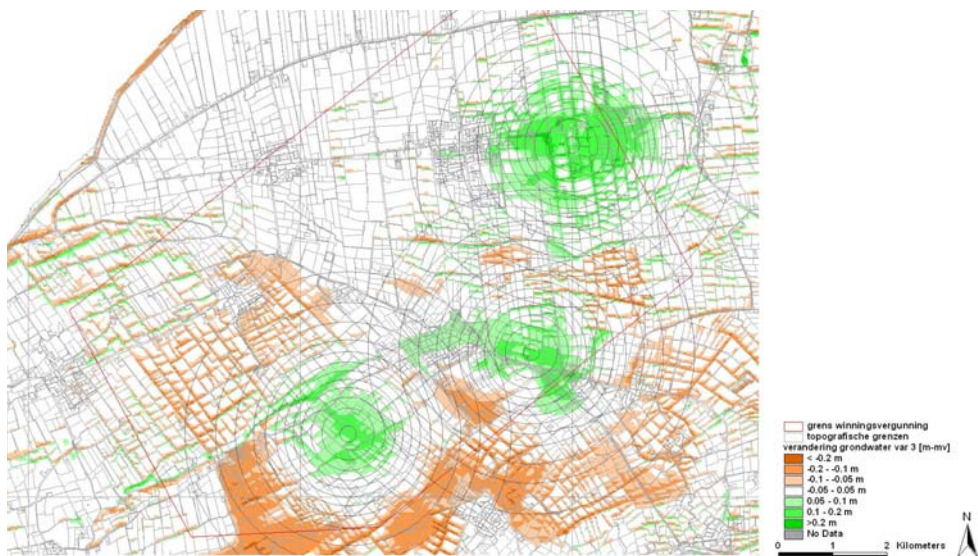
Afbeelding 5.20

Verandering ontwatering
alternatief oost 4x30



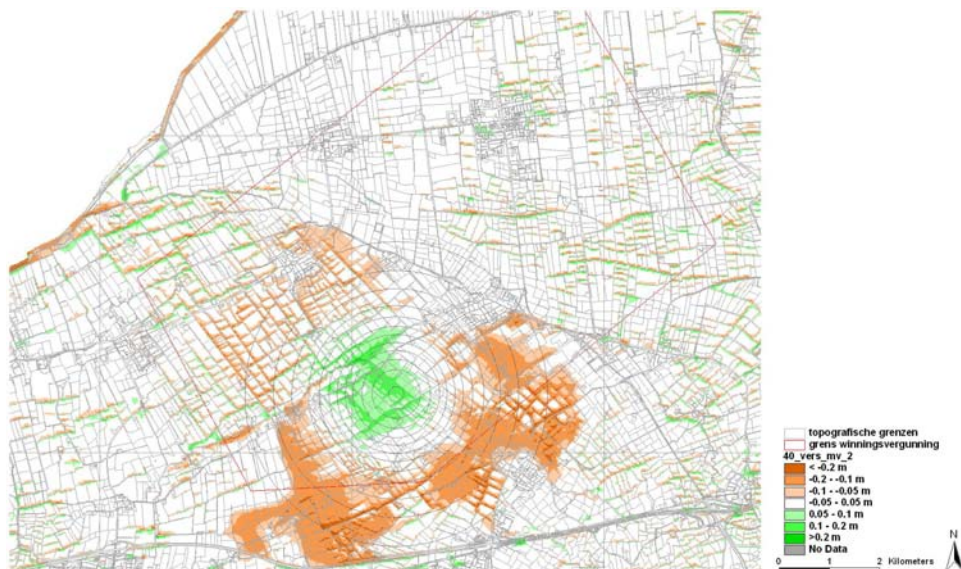
Afbeelding 5.21

Verandering ontwatering
alternatief oost 3x40



Afbeelding 5.22

Verandering ontwatering
combinatiealternatief 67/33



Afbeelding 5.23

Verandering ontwatering
combinatiealternatief 50/50



Uit de analyse van de verandering in ontwateringsdiepte per alternatief is zichtbaar dat er door de schotelvormige bodemdaling en de peilaanpassing het volgende plaatsvindt:

- In de nabije omgeving van de winningslocatie vindt overwegend een afname in ontwatering plaats.
- Daar waar de bodemdaling beperkt is, maar waar het oppervlaktewater verlaagd is, zal een toename in ontwatering optreden.

De mate waarin de ontwateringsdiepte verandert per alternatief verschilt van 0,1 tot 0,2 meter. In hoeverre deze verandering in ontwatering leidt tot effecten wordt in de deelonderzoeken per thema beschreven.

5.4

WATERHUISHOUDING

Voor het vaststellen van de referentiesituatie en het bepalen van de effecten voor waterhuishouding is het waterbeleid van het waterschap en de provincie van belang. Het wettelijke kader voor de waterhuishouding is zeer divers. Ten aanzien van waterhuishouding zijn zowel het functioneren van oppervlaktewater als het grondwater van belang.

Een duurzaam en robuust watersysteem heeft volgens Wetterskip Fryslân de volgende kenmerken:

- afwatering vindt zoveel mogelijk onder vrij verval plaats;
- streven naar grote peileenheden, voldoende berging- en afvoercapaciteit (Vasthouden-Bergen-Afvoeren principe), conform het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW).

In deze paragraaf worden achtereenvolgens de referentiesituatie en de effecten beschreven voor de aspecten drooglegging, afwatering, waterberging, doorspoeling en doorvaart.

5.4.1

REFERENTIESITUATIE

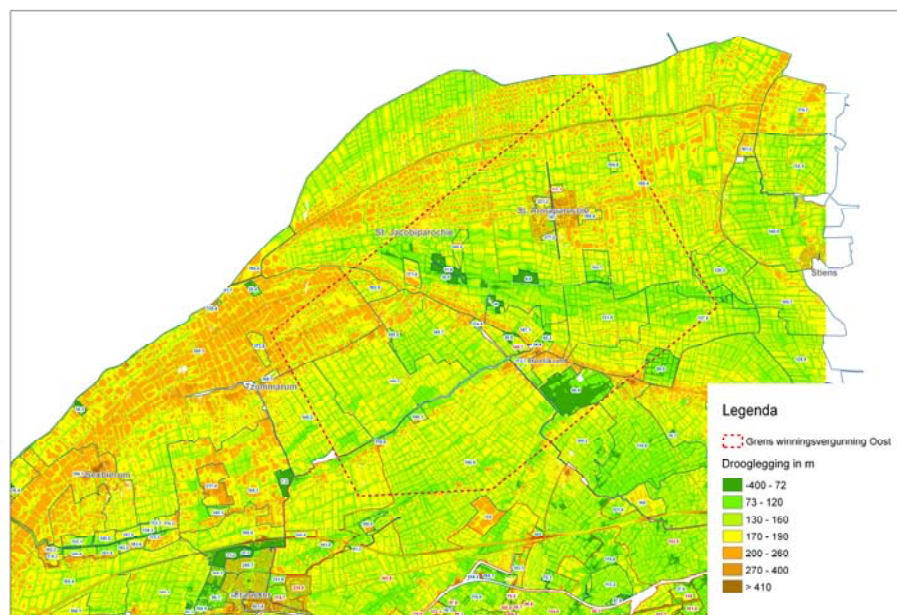
Drooglegging

Drooglegging is de hoogte van het oppervlaktewater ten opzichte van het maaiveld. De drooglegging is een maat voor de bergingsruimte in het oppervlaktewater en de bodem en heeft een relatie met de ontwatering op de percelen. Hoe groter de drooglegging, hoe kleiner de kans op wateroverlast.

Maatgevend is de afvoerende wintersituatie. Dan zijn echter de oppervlaktewaterpeilen lager dan zomerpeil. Voor de toetsing aan de normen en verandering in drooglegging van de peilvakken gaan we uit van het winterpeil (de afvoersituatie). In de zomersituatie is de drooglegging kleiner. In afbeelding 5.24 is de huidige situatie met betrekking tot drooglegging weergegeven voor de wintersituatie.

Afbeelding 5.24

Drooglegging

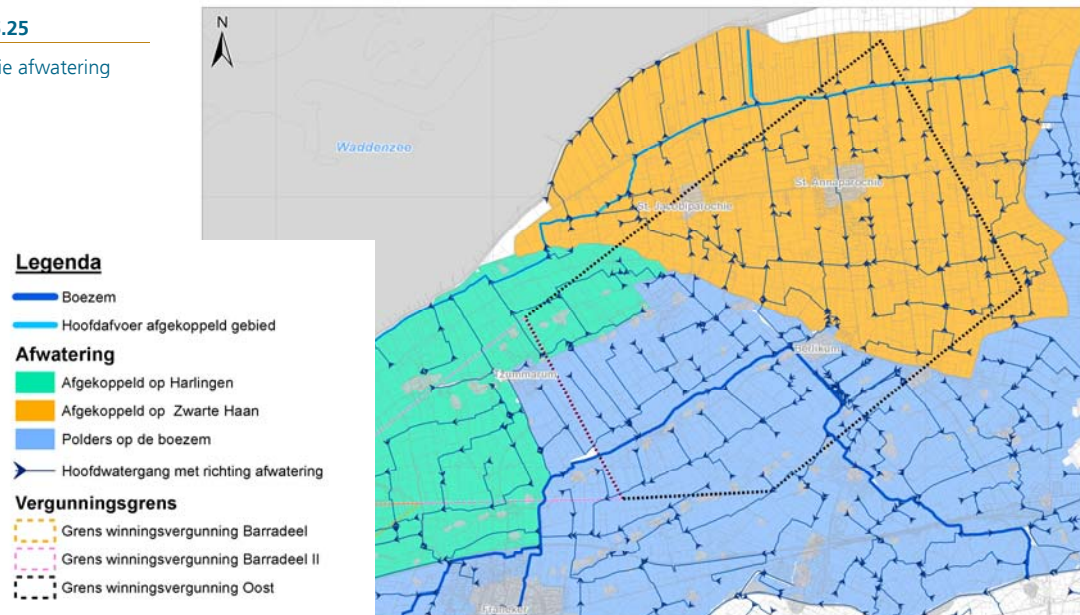


Of de drooglegging voldoet, is afhankelijk van de wensen van de functie, de aanwezige bodemopbouw en ontwateringsmiddelen. Deze laatste twee factoren bepalen hoe de oppervlaktewaterpeilen doorwerken naar de grondwaterstanden. De drooglegging varieert binnen het gebied van 0,6 m in de voormalige slenken tot groter dan 2 m op de ruggen (kwelderwallen). Hierbij dient opgemerkt te worden dat in het verleden de drooglegging in het gebied overgedimensioneerd is om natschade te voorkomen. De recentere aangehouden normen houden rekening met het in balans brengen van nat- en droogteschade om te komen tot een optimale opbrengst. De eisen en wensen komen uit het cultuurtechnisch vademecum.

Afwatering

Afbeelding 5.25

Huidige situatie afwatering



Globaal is onderscheid te maken naar een afgekoopeld watersysteem en een op de boezem afwaterend systeem. De polders binnen het afgekoopelde watersysteem zijn aangesloten op het gemaal Ropta ten noorden van Harlingen en gemaal H.G. Miedema nabij Zwarte Haan. De peilvakken rond de boezem wateren in vrij verval af naar daar aanwezige gemalen voordat het op de boezem komt. De boezem wordt vervolgens gespuid via het Van Harinxmakanaal. Deze boezem heeft naast een waterafvoerfunctie ook een scheepvaartfunctie.

Waterberging

Waterberging wordt nagestreefd om een bijdrage te leveren aan het voorkomen van wateroverlast. Hierbij worden de problemen niet afgewenteld, maar opgelost binnen het stroomgebied. Berging wordt gecreëerd door verbeding van watergangen, combineren van functies of verandering van functie.

Het waterschap gaat het in het Streekplan vastgestelde extra bergend vermogen van de boezem en de waterbergingsgebieden realiseren. De exacte uitwerking is niet aangegeven. Waterberging in het systeem wordt bepaald door de grondwaterstanden en de mate van drooglegging die aanwezig is.

Doorspoeling

Om het moment van noodzakelijke doorspoeling vast te stellen, worden door het Wetterskip de chloridgehalten in het oppervlaktewater bemonsterd. Het doorspoelen start doorgaans wanneer de concentratie chloride in het oppervlaktewater hoger komt te liggen dan 600 mg/l. Met het doorspoelen wordt gestreefd naar een chloridenconcentratie tussen de 600 en 800 mg/l. In laaggelegen polders waar veel zoute kwel naar boven komt, zijn deze waarden niet haalbaar.

De zwak brakke wateren (300-3000mg/Cl) in de afwateringsgebieden van de Ropta en Zwarte Haan worden doorgespoeld met zoet boezemwater.

Specifiek binnen dit plangebied bevinden zich geen gebieden waar actief doorspoeling plaatsvindt, omdat de chloridegehalten in het oppervlaktewater te hoog zijn. Wel zijn er aan de rand buitendijks van de Bildtdijkstervaart, nabij gemaal de Zwarte Haan, gebieden die periodiek behoefte hebben aan doorspoeling. Deze gebieden zijn afhankelijk van water uit het studiegebied.

In het overwegend vrij afwaterende gebied kan te weinig water vastgehouden worden. Water zal hier uitzakken en er blijft te weinig water over voor beregening of doorspoeling om verzilting te bestrijden. Hierdoor dient aanvoer vanuit de boezem plaats te vinden, wanneer voldoende IJsselmeerwater beschikbaar is.

Doorvaart

De doorvaarhoogte van de aanwezige bruggen wordt bepaald door de boezempeilen en de brughoogtes. De minimale hoogte van de bruggen op de vaar- en schaatsroutes is door het waterschap vastgelegd.

5.4.2

EFFECTEN EN VERGELIJKING VAN ALTERNATIEVEN

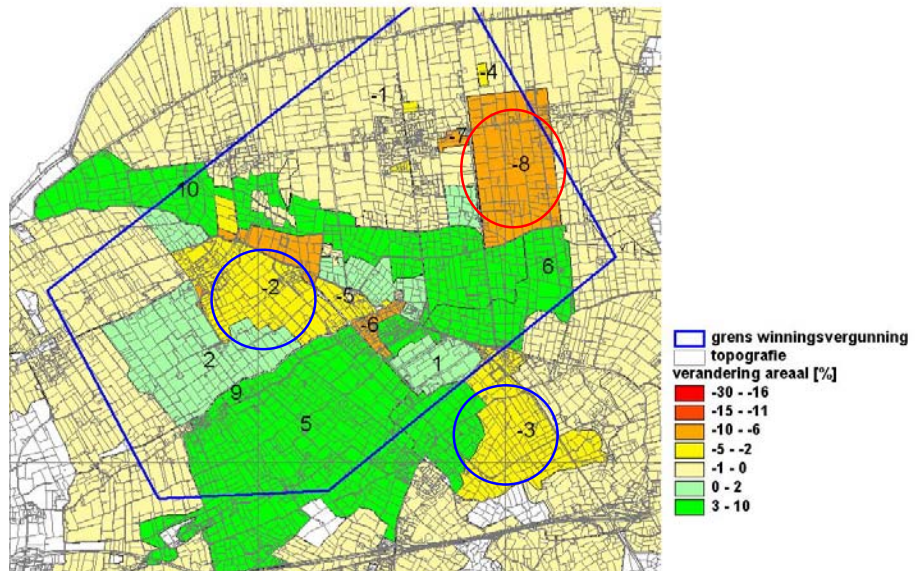
Drooglegging

De peilaanpassing is gericht op een optimale drooglegging die aansluit op de functiewensen. Niet voor alle peilvakken is compensatie ten opzichte van de referentiesituatie nagestreefd. Wanneer de nieuw voorgestelde peilen met bodemdaling getoetst worden aan de huidige drooglegging dan is per peilvak of voor te stellen peilvak een verbetering aan te geven.

In afbeelding 5.26 t/m afbeelding 5.29 is weergegeven wat de procentuele verandering tussen de referentiesituatie en bodemdaling met maatregelen is van het areaal dat niet voldoet aan de droogleggingwens. Een positieve waarde is een toename in areaal dat voldoet aan de droogleggingwens van de functies. Bij negatieve waarden is een aanpassing niet aan de orde of leidt een aanpassing tot negatieve effecten op een goede afwatering. De gebieden waar geen verbetering mogelijk is zonder een onderbemaling zijn rood omcirkeld. Aan de blauw omcirkelde gebieden is geen of een beperkte peilverlaging vanuit het oogpunt van afwatering toegekend.

Afbeelding 5.26

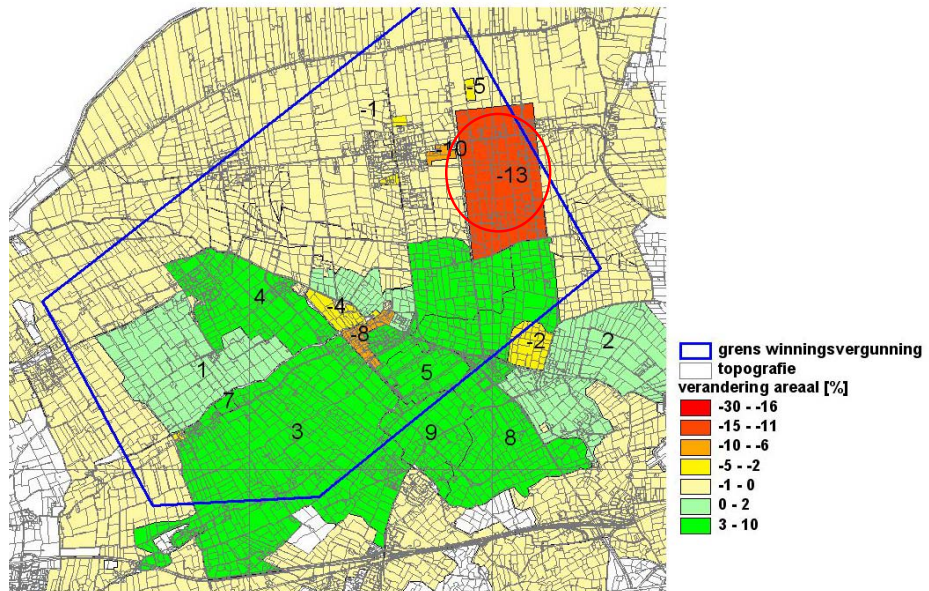
Verandering areaal dat voldoet aan droogleggingwens
Alternatief Oost 4x30



Bij het alternatief Oost 4x30 zijn een vijftal peilvakken (in blauw omcirkeld). Hier neemt het areaal waar de drooglegging voldoet aan de functiewens af. Een grotere peilverlaging om aan de droogleggingswens te voldoen, zal leiden tot een afname in de gewenste afwatering. Het areaal waar niet aan de droogleggingeis wordt voldaan, is echter beperkt.

Afbeelding 5.27

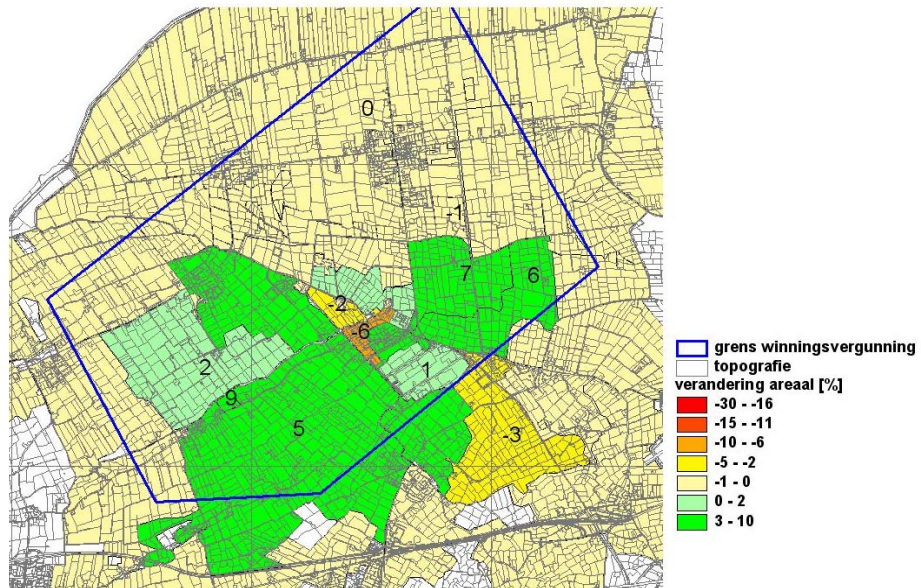
Verandering areaal dat voldoet aan droogleggingwens
alternatief Oost 3x40



Bij alternatief Oost 3x40 vindt er binnen het rood omcirkelde gebied een afname plaats van 13% in het areaal dat voldoet aan de droogleggingswens. In de overige peilvakken vindt overwegend een verbetering plaats.

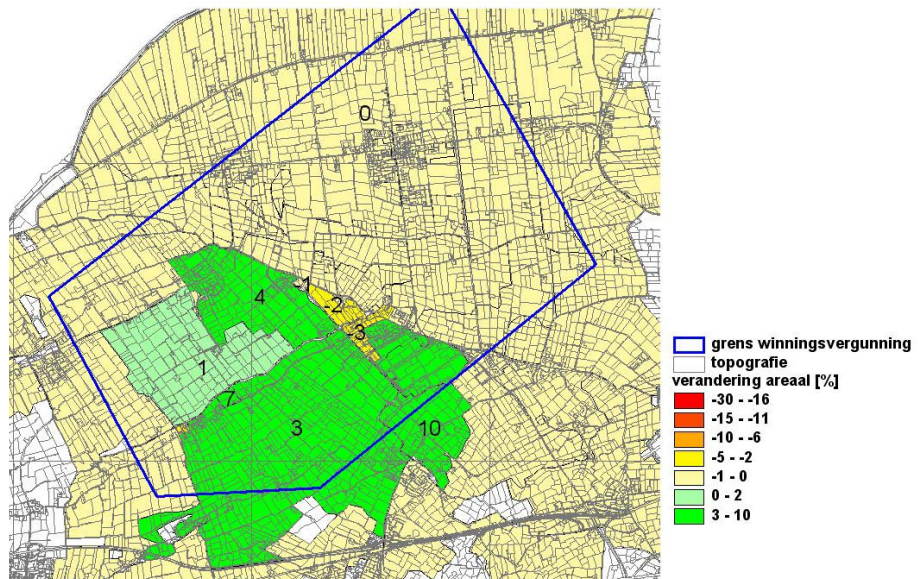
Afbeelding 5.28

Verandering areaal dat voldoet aan droogleggingwens combinatiealternatief 50/50



Afbeelding 5.29

Verandering areaal dat voldoet aan droogleggingwens combinatiealternatief 67/33



Bij combinatiealternatieven 50/50 en 67/33 vindt er bij enkele peilvakken enige verslechtering plaats. De peilvakken met een toename in areaal dat voldoet aan de droogleggingswens overheersen.

Afwatering

Voor het beoordelen van de effecten op afwatering zijn de gevolgen van de peilaanpassingen geanalyseerd. Met behulp van de aanwezige gegevens is het niet mogelijk om een kwantitatieve analyse uit te voeren en aanwezige knelpunten te berekenen. De verandering in afvoercapaciteit van het watersysteem is daarom kwalitatief bepaald door het peilverschil tussen de peilgebieden vast te stellen. Dit verschil is berekend voor de vier alternatieven op de locaties van stuwen. Uitgangspunt is dat de stuwen veelal beperkend zijn voor de afvoercapaciteit. Bij de voorgestelde aanpassing van peilgebieden neemt het

peilverschil tussen de peilgebieden af, verdrinken de aanwezige stuwen eerder en daalt de afvoercapaciteit. Dit beperkt de mogelijkheid water aan te voeren naar de gemalen zonder sterke peilstijgingen.

De aanpassing van de peilgebieden heeft gevolgen voor de afvoercapaciteit. Voor de stuwen (scheidingen van een peilgebied) in het onderzoeksgebied is de verandering in afvoercapaciteit als gevolg van de peilaanpassingen bepaald. Onderstaande vier afbeeldingen laten deze verandering zien per alternatief.

Afbeelding 5.30

Knelpunten afwatering
alternatief Oost 4x30



Afbeelding 5.31

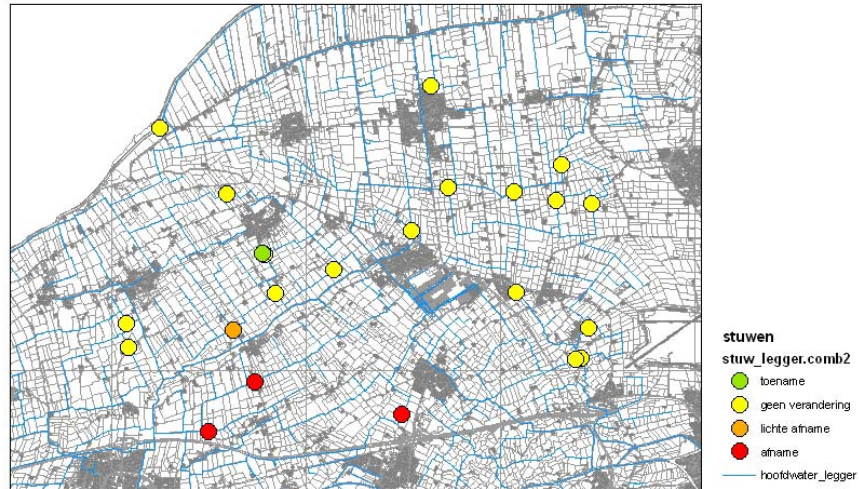
Knelpunten afwatering
alternatief Oost 3x40



Bij alternatieven Oost 4x30 en Oost 3x40 is de verandering in afwatering vergelijkbaar. Bij twee peilgebieden rond Sint Annaparochie treedt een afname van de afwatering op. De stuwen van deze peilgebieden zijn in Afbeelding 5.30 en Afbeelding 5.31 in rood aangegeven.

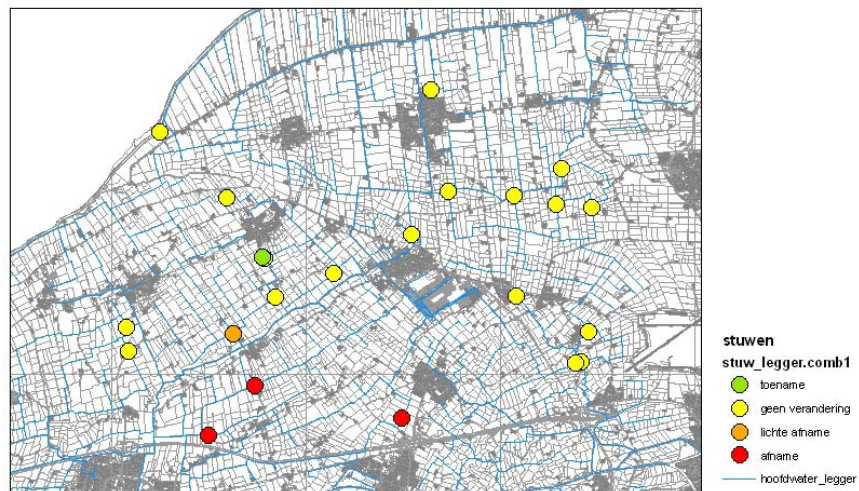
Afbeelding 5.32

Knelpunten afwatering
combinatiealternatief 67/33



Afbeelding 5.33

Knelpunten afwatering
combinatiealternatief 50/50



Bij combinatiealternatieven 67/33 en 50/50 is de verandering in afwatering vergelijkbaar. Het enige knelpunt is de afwatering in de meest zuidelijke peilvakken.

Bij alle alternatieven dient opgemerkt te worden dat de afname in afvoercapaciteit van de stuwen in het meest zuidelijke peilvak als knelpunt is aangegeven. Hierbij is echter geen rekening gehouden met de peilaanpassingen die nog volgen in het bodemdalingsgebied Barradeel II. Het is vooralsnog niet bekend wat deze daling exact inhoudt, maar deze zal in ieder geval voldoende ruimte voor afwatering opleveren.

Waterberging

Met de voorgestelde maatregelen wordt de berging van water in de bodem op enkele locaties iets kleiner. Compensatie van deze ruimtes zal in het inrichtingsplan verder uitgewerkt moeten worden. Dit kan bijvoorbeeld door het verbreden van enkele waterlopen, waardoor de afwatering verbeterd kan worden.

Doorspoeling

Naast de afvoer van water zal in droge perioden aanvoer van water nodig zijn om de oppervlaktewaterhuishouding te doorspoelen. Aanvoer vindt plaats vanaf de boezem. Binnen het peilgebied nabij gemaal Zwarte Haan, waar verzilting als probleem wordt ervaren en waar actief doorspoeling plaatsvindt, treden geen veranderingen op.

Het peilverschil met de boezem blijft ook gelijk of wordt groter. In het gebied rond winningslocatie A volgt uit de berekeningen een potentiële toename in chlorideconcentraties naar het oppervlaktewater. Aangezien deze gebieden direct grenzen aan de boezem en het peilverschil niet verandert, blijft doorspoeling gewaarborgd. Door de directe ligging naast de boezem is er voldoende kwaliteit en kwantiteit voorhanden. In geval van watertekort binnen het gehele gebied veranderen de inlaatmogelijkheden niet. De peilverschillen tussen de peilvakken blijven vergelijkbaar, stromingsrichtingen keren niet om en ook het peil op de boezem blijft hoger dan de peilen in de omliggende gebieden. Het perspectief voor doorspoeling wordt niet aangetast.

Doorvaart

Wanneer de bodem daalt en de boezempeilen gelijk blijven, zal de brughoogte afnemen ten opzichte van het waterpeil. Dit leidt tot een afname in hoogte en dat kan leiden tot een knelpunt voor boten en schaatseren die de brug willen passeren. Op de route binnen het plangebied bevinden zich bij alternatief Oost 4x30 circa 10 bruggen. Het herstellen van de hoogte van bruggen is onderdeel van het voornemen van Frisia.

Mitigerende en compenserende maatregelen.

Gelet op de effecten zijn geen (aanvullende) mitigerende maatregelen nodig. Bij de verdere detailuitwerking in het maatregelenplan kunnen alle lokale knelpunten in afwatering opgelost worden.

Leemten in kennis en informatie.

Er zijn geen kennisleemten geconstateerd die de oordeels- en besluitvorming belemmeren.

HOOFDSTUK

6 Conclusies

De belangrijkste conclusie is dat zoutwinning met bijbehorende bodemdaling en peilaanpassing inpasbaar is in het watersysteem in winningsgebied Oost. Als gevolg van de combinatie van vaste peilvakken en variabele bodemhoogtes treden lokaal verbeteringen op, maar kunnen lokaal ook verslechtingen optreden. Met behulp van mitigerende maatregelen kunnen deze verslechtingen voorkomen worden. In de uitwerking van het winningsplan en in de periode van zoutwinning zal Frisia in overleg treden met het waterschap en andere belanghebbenden over de precieze invulling van deze maatregelen.

Veranderingen in het watersysteem werken door op thema's als landbouw en natuur. De effecten op deze thema's zijn in de [achtergrondrapporten](#) van de betreffende thema's beschreven.

COLOFON

ACHTERGRONDRAAPPORT THEMA WATERSYSTEEM OOST DEEL B MER ZOUTWINNING

OPDRACHTGEVER:

FRISIA ZOUT B.V.

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

B. de Jong

GECONTROLEERD DOOR:

N. de Boer

VRIJGEGEVEN DOOR:

J. Boer

5 juli 2010

074904642:0.1

ARCADIS NEDERLAND BV
Zendmastweg 19
Postbus 63
9400 AB Assen
Tel 0592 392 111
Fax 0592 353 112
www.arcadis.nl
Handelsregister
9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.