

5.4.3	Gebied vrij lozend op het Kielsterdiep (boezem).....	28
5.4.4	Bemalingsgebied Kielsterpomp	29
5.4.5	Bemalingsgebied Borgercompagnie	29
5.4.6	Bemalingsgebied Egypteneinde.....	29
5.4.7	Bemalingsgebied Nassastraat	29
5.4.8	Bemalingsgebieden Veendam	30
5.4.9	Bemalingsgebied Wildervank	30
5.4.10	Borgercompagniesterdiep	30
5.4.11	Oevers en kaden Eemskanaal- en Dollardboezem.....	31
5.4.12	Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling	31
5.4.13	Beschoeiingen in het stedelijke gebied	32
5.4.14	Vrijvervalriool in stedelijk gebied	32
6	Samenvatting.....	33
6.1	Algemeen	33
6.2	Investerings	34
6.3	Exploitatiekosten	35

Bijlagen

Maatregelen bodemdaling als gevolg van zoutwinning	blad 15	(bestaande situatie)
Maatregelen bodemdaling als gevolg van zoutwinning	blad 15A	(bestaande situatie)
Maatregelen bodemdaling als gevolg van zoutwinning	blad 15B	(bestaande situatie)
Maatregelen bodemdaling als gevolg van zoutwinning	blad 15C	(bestaande situatie)

1. Werkgroep
2. Prognose ligging dalingsgebied Geo-Delft
3. Referentie eenheidsprijzen aanpassen en vervangen beschoeiingen

1 Inleiding

Door Nedmag Industries BV wordt reeds geruime jaren nabij Veendam door middel van caverneconvergentie (squeeze-methode) uit de ondergrond magnesiumzouten gewonnen. Als gevolg van deze winning en de toegepaste mijnmethode vindt bodemdaling plaats. Inmiddels bedraagt de maximale bodemdaling circa 0,12 m. Naar de huidige verwachtingen zal de maximale bodemdaling, bij het thans goedgekeurde productievolume in het jaar 2010 circa 0,35 m bedragen.

Op 21 april 1999 heeft het waterschap Dollardzijvest¹, mede namens de gemeenten Veendam en Menterwolde en het waterschap Hunze en Aa aan Tauw opdracht gegeven de gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning op de waterhuishouding en de infrastructuur van Veendam, Muntendam en de directe omgeving van de kernen in beeld te brengen en voorstellen te doen voor te nemen maatregelen.

Eerder, in 1995 is, in opdracht van Nedmag Industries bv, een maatregelenplan opgesteld om de met de bodemdaling gepaard gaande financiële consequenties vast te stellen. Omdat nu andere inzichten bestaan over de ruimtelijke ontwikkelingen binnen de gemeente Veendam en de gemeente bezig is met zowel de voorbereiding van het gemeentelijk rioleringsplan, als de aanpassing van de waterhuishouding is het nodig de gevolgen van de bodemdaling wederom in beeld te brengen. Dit sluit aan bij de wens van Nedmag Industries om inzicht te krijgen in de gevolgen van meer zoutwinning. Het voorliggende onderzoek sluit, voor wat betreft de gekozen werkwijze, aan bij bovengenoemd onderzoek.

In een groot deel van het gebied is ook bodemdaling als gevolg van gaswinning te verwachten. Deze bodemdaling wordt in het voorliggende voorstel niet in beschouwing genomen.

Het onderzoek is begeleid door een werkgroep samengesteld uit vertegenwoordigers van de gemeente Veendam en Menterwolde, de waterschappen Dollardzijvest en Hunze en Aa, Nedmag Industries bv en de provincie Groningen. Voor de samenstelling van deze werkgroep wordt verwezen naar bijlage 1.

¹ Per 1 januari 2000 zijn de waterschappen Dollardzijvest, Hunze en Aa, Eemzijvest (gedeeltelijk) en delen van de Dienst Zuiveringsbeheer Provincie Groningen en het zuiveringsschap Drenthe samengegaan in het nieuwe waterschap Hunze en Aa's.

2 Omvang van de bodemdaling en begrenzing van het onderzoeksgebied

In het voorliggende onderzoek wordt voor wat betreft de omvang van de te verwachten maximale bodemdaling uitgegaan van drie scenario's met een maximale² bodemdaling van respectievelijk 35 cm (scenario A), 65 cm (scenario B) en 115 cm (scenario C).

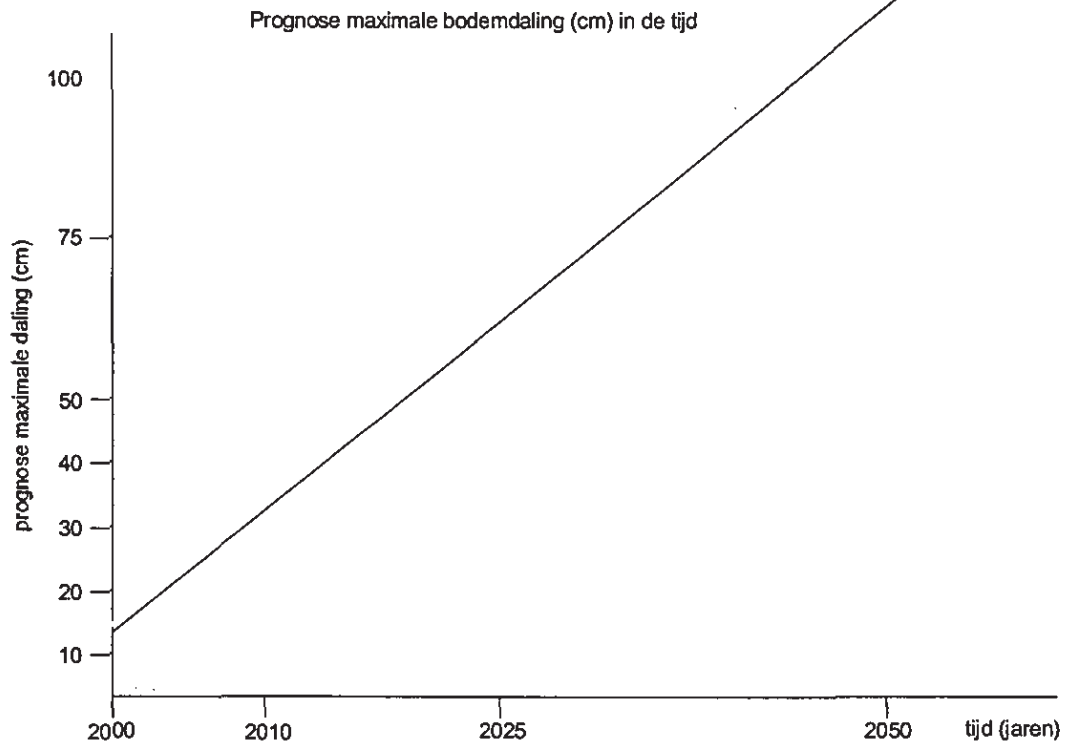
De scenario's zijn gebaseerd op de veronderstelling dat als gevolg van een regelmatige doorgaande zoutwinning (squeeze-methode) jaarlijks de bodem in het diepste punt 2 cm zal zakken. De huidige maximale daling bedraagt circa 10 -12 cm. Dit houdt in dat in het jaar 2010 rekening moet worden gehouden met een maximale daling van circa 35 cm en in 2025 met een maximale daling van circa 65 cm. Niet uitgesloten is dat op de nog langere termijn, in 2050 de maximale bodemdaling circa 115 cm kan bedragen. Tenslotte moet er rekening mee worden gehouden dat bij het stopzetten van de zoutwinning en het verlaten van het caverneveld nog een bodemdaling in de orde van 1 mm /per jaar gedurende vele jaren kan optreden.

Scenario A heeft betrekking op de bodemdaling die in het jaar 2010 wordt verwacht (zie tekening 15 a). De ligging van de dalingslijnen is gebaseerd op de prognoses zoals aangegeven in het rapport "Verkennd onderzoek naar de gevolgen van de bodemdaling ten gevolge van zoutwinning bij Veendam op basis van resultaten squeeze-test" van januari 1995 (squeeze productievolume 2 miljoen m³, tekening 60259-BD-22), naar rato vermeerderd tot een maximale bodemdaling van 35 cm.

Scenario B is gebaseerd op de bodemdaling die in het jaar 2025 wordt verwacht (zie tekening 15 b) en heeft betrekking op een squeeze-productievolume van circa 5 miljoen m³ magnesiumzout (tekening 60259-BD-25). Ook hier zijn de dalingslijnen naar rato vermeerderd, nu tot een maximale bodemdaling van 65 cm.

Scenario C geeft een doorkijk naar de gevolgen van de bodemdaling indien, bij het doorgaan van het Antheus-project langdurig meer magnesiumzout wordt gewonnen. De maximale bodemdaling van 115 cm wordt niet voor het jaar 2050 verwacht. Het scenario C is afgeleid (opgeschaald) van scenario B.

² De maximale daling is de daling zoals die in het centrum van het dalingsgebied wordt verwacht bij het opgegeven squeeze-productievolume. De bodemdaling als gevolg van gaswinning is niet in beschouwing genomen.



In afwijking van het projectvoorstel wordt de situatie voor bodemdaling ("nul-situatie") niet afzonderlijk beschreven en behandeld. Dit is ook niet noodzakelijk om de maatregelen en kosten vast te stellen omdat deze vooral gebaseerd zijn op de verwachte bodemdaling en niet op de verwachte maaiveldhoogte of waterpeilen (uitgedrukt in m t.o.v. NAP). Ook omdat de recente (digitale) hoogtekarten nog onvoldoende nauwkeurig zijn, is deze vertaalslag achterwege gebleven.

3 Uitgangspunten

Uitgangspunt voor dit onderzoek is dat alle directe negatieve gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning zo mogelijk door aanpassing van het peil (peilverlaging in combinatie met maatregelen) moet worden hersteld. In situaties waar dit niet mogelijk is, zoals bijvoorbeeld langs de boezemkaden) moeten aanvullende werken het effect van bodemdaling compenseren. Directe vergoeding van de schade vindt in eerste instantie niet plaats. Wel moet rekening worden gehouden met (een toename van) de exploitatiekosten van de polder- en rioolgemaal.

Het onderzoeksgebied wordt bij benadering begrensd door de 1 cm dalingslijn die behoort bij een volume van 2 miljoen m³, waarbij aansluiting is gezocht bij de bestaande indeling in peilgebieden. Deze begrenzing van het onderzoeksgebied betekent feitelijk dat, in tegenstelling met het in 1995 uitgebrachte rapport, er geen maatregelen zijn onderzocht voor het gebied ten oosten van het A.G. Wildervanckkanaal.

Bij het berekenen van de dalingslijnen is verondersteld dat de ligging van de 1 cm dalingslijn niet verandert bij toenemende bodemdaling. Om deze veronderstelling te toetsen is aan Geo-Delft gevraagd om, aan de hand van de huidige inzichten, een prognose te maken van de ligging van de dalingslijnen bij een maximale daling van 1.150 mm (zie bijlage 2). Deze berekening geeft aan dat de ligging van de 1 cm dalingslijn niet veel verandert bij toenemende bodemdaling en dat de prognose van de ligging van de dalingslijnen voor de scenario's A, B en C geoorloofd is.

Het belangrijkste uitgangspunt van de voorgenomen maatregelen is dat herstel van de oorspronkelijke drooglegging plaatsvindt. Alleen wanneer de huidige drooglegging sterk afwijkt van de optimale drooglegging kan hiervan worden afgeweken. Herstel van de oorspronkelijke drooglegging zal niet altijd kunnen plaatsvinden. Om tot praktische oplossingen te kunnen komen kunnen afwijkingen van de norm worden geaccepteerd.

In het onderzoek naar de "Waterhuishoudkundige Inrichting van Noordwest Groningen" (WING-studie) zijn voor de diverse ruimtelijke functies criteria en normen vastgelegd voor herstelmaatregelen. Deze criteria worden ook in dit onderzoek gehanteerd

Samengevat geldt dat voor gebieden met een agrarische functie een relatieve peilverandering van maximaal 5 cm wordt geaccepteerd³. Voor stedelijke gebieden wordt een relatieve peilverandering van maximaal 10 cm geaccepteerd. De kerende hoogte van de boezemkaden mag met maximaal 5 cm afnemen (geen verhoging piekwaterstand op boezem) en beschoeiingen worden vervangen bij een relatieve peilverandering van meer dan 5 cm⁴.

In dit rapport zijn, per scenario, de voorgestelde peilen gebaseerd op de huidige winterpeilen, vermeerderd met de bodemdaling.

-
- ³ Overleg met de waterschappen over de vraag of naast dit criterium, een beoordeling van de gewenste drooglegging aan de hand van grondgebruik en bodemsoort of een verruiming van de relatieve peilverlaging tot meer praktische oplossingen kan leiden heeft niet tot een aanpassing van dit criterium geleid, wel is bij een aantal maatregelen gekozen voor een "praktische" oplossing.
- ⁴ Bij een relatieve peilverlaging van meer dan 5 cm moet, naar het oordeel van de gemeente, rekening worden gehouden met een vermindering van de stabiliteit en visuele aantasting van de bestaande beschoeiing. Vervanging, aanpassing of versterking van de bestaande beschoeiing kan dan noodzakelijk zijn.

Een tweede belangrijk uitgangspunt is de wens van de gemeente Veendam om met name in het stedelijk gebied de watergangen in open verbinding (zonder peilverschillen) met elkaar te laten staan. Bij de beoordeling van de maatregelen is dit een belangrijk aspect; de handhaving van de drooglegging evenwel heeft, indien een keuze moet worden gemaakt, een hogere prioriteit.

Aan de hand van literatuuronderzoek⁵ is nagegaan of scheefstand van het maaiveld of funderingen tot vervormingen of schade aan gebouwen kan leiden. Schade aan gebouwen mag worden verwacht indien de scheefstand meer dan 1:300 gaat bedragen. Uit de analyse van de nu voorspelde dalingspatronen valt af te leiden dat deze norm, ook bij scenario C, niet wordt overschreden. Maatregelen aan gebouwen om scheefstand te voorkomen dan wel extra maatregelen voor het bouwrijp maken van nieuw aan te leggen woongebieden zijn derhalve niet in het onderzoek opgenomen. Een punt van aandacht is evenwel dat bebouwing langs met name het Trips- en Borgercompagnie bij peilverlaging te maken kan krijgen met inklinking van veenlagen.

Maatregelen om het functioneren van de riolering naar de huidige ontwerpmaatstaven te waarborgen (herleggen of retourleiding) worden voorgesteld voor die gebieden waar de helling van de riolering door bodemdaling afneemt tot minder dan 1:2.000. In gebieden waar de helling afneemt tot 1:1.500 wordt alleen rekening gehouden met extra onderhoudskosten.

Tabel 3.1 Criteria en bijbehorende normen (afgeleid van WING).

Nr.	Criterium	Norm/tolerantie
1	Drooglegging landbouwfunctie	Uitgangspunt geen vermindering van de drooglegging, in het kader van maatregelen. Maximaal 0,05 m relatieve peilverandering ¹
2	Stedelijk gebied algemeen	Relatieve peilverandering 10 cm, mits grondwaterstand dit toelaat
3	Funderingshoogte stedelijk gebied	Toelaatbare relatieve peilverlaging: Klei 0,2 m Veen met kleidek 0,1 m Zand 0,3 m
4	Gemaalcapaciteiten, poldergebieden	Toename opvoerhoogte, maximaal 0,1 m
5	Waterkering, kaden veiligheid	Maximaal 0,05 m relatieve verhoging piekwaterstand
6	Oeverconstructies, stranden	Maximaal 0,05 m peilverandering
7	Constructies, hoogteligging	Peilafwijking per constructie
8	Secundaire waterlopen boezem	Maximaal 0,05 m peilverandering
9	Kruising kabels en leidingen	P.M.
10	Kabels en leidingen langs waterlopen	P.M.
11	Diepte vaarwegen watersport	Maximaal 0,05 m afname diepte
12	Doorvaarthoogte watersport	1,0 m (kano's, roeisport)
13	Wateraanvoer	Herstel waterdiepte
14	Riolering	Maatregelen indien verhang < 1:1.500

1. In WING: maximaal 0,05 m relatieve peilverhoging toegestaan.

⁵ NEN 6740 Geotechniek TGB 1990 Basiseisen en belastingen (paragraaf 5.1 en 5.2).

Praktisch gesproken houden de bovenstaande criteria en normen in dat in het dalingsgebied de drooglegging wordt hersteld door peilverlaging (primair doel), een verandering van de drooglegging van ± 5 cm (landelijk gebied) respectievelijk ± 10 cm (stedelijk gebied) wordt geaccepteerd, aangevuld met maatregelen om met name in het stedelijk gebied oeverconstructies en stranden te herstellen.

4 Uitwerking waterhuishoudkundige situatie

4.1 Algemeen

Aan de hand van de in hoofdstuk 3 aangegeven criteria is voor elk bodemdalingsscenario een set van maatregelen uitgewerkt waarin de oorspronkelijke drooglegging door peilverlaging zo goed als mogelijk is hersteld.

Bij het ontwerp van de maatregelen speelt vervolgens een belangrijke rol dat maatregelen die voorgesteld worden voor scenario A, deel kunnen blijven uitmaken van het scenario B en scenario C. Evenzeer geldt dit voor maatregelen in scenario B enz.

De bestaande waterhuishoudkundige situatie en de voorgestelde waterhuishoudkundige situatie per scenario is weergegeven in de bijgevoegde tekeningen 15 tot en met 15C.

Vanuit het perspectief dat maatregelen moeten passen in opeenvolgende scenario's is gekozen voor een oplossingsrichting waarin het centrale deel van het dalingsgebied in elk scenario wordt bemalen op het Tripscompagniesterdiep. Bij toenemende bodemdaling zal de omvang van dit nieuwe bemalingsgebied, en daarmee de bemalingscapaciteit, toenemen. Inrichtingsmaatregelen kunnen worden genomen aan de hand van de voortschrijdende bodemdaling. Door te kiezen voor deze oplossingsrichting kunnen met name de infrastructurele maatregelen in Veendam worden beperkt; de bodemdaling en de omvang van het nieuw in te richten peilgebied lopen parallel. De aanpassing van de begrenzing van de peilgebieden kan vervolgens worden afgestemd op zowel de bodemdaling als het tempo waarmee, volgens de visie van de gemeente Veendam, nu geplande stedenbouwkundige uitbreidingen zijn voorzien.

4.2 Het stedelijk gebied van Veendam

Water speelt een belangrijke rol in met name de nieuwe wijken van Veendam. De wijken Buitenwoel, Golfiaan, Borgerswold en Langebosch zijn onderdeel van een langgerekt "groen en waterrijk" gebied aan de westzijde van Veendam. Woningbouw, stedenbouwkundige inrichting en recreatieve voorzieningen zijn sterk met het water verbonden.

In het kader van deze rapportage is de eenheid van het peilbeheer een belangrijk aandachtspunt. Hoewel niet alle waterpartijen met elkaar zijn verbonden heeft een groot deel van het stedelijk gebied van Veendam (Buitenwoel, Sorghvliet, Borgerswold en Langebosch) nu één peil. De wijken Borgerswold en Langebosch staan onderling ook in open-verbinding met elkaar en zijn toegankelijk voor waterrecreatie en spelevaart. Daarnaast zijn er ideeën en schetsen voor een doorgaande vaarverbinding tussen Borgerswold en de wijken Golfiaan en Buitenwoel.

De verwachte bodemdaling in het bestaande stedelijk gebied varieert van minder dan 5 cm in Langebosch tot 20 cm (scenario A) respectievelijk 35 cm (scenario B) in het noordelijk deel van Borgerswold.

In de wijken Golfiaan en Buitenwoel moet rekening worden gehouden met een maximale bodemdaling van 25 cm (scenario A) tot 60 cm (scenario B).

Omdat het herstel van de drooglegging alleen door peilverlaging kan plaats vinden is de eenheid van waterbeheer, in termen van één aaneengesloten peilgebied met open vaarverbindingen, met voortschrijdende bodemdaling, niet te handhaven. Peilscheidingen in de vorm van stuwen en sluizen zullen dan noodzakelijk zijn.

In scenario A kunnen, indien de bodemdaling minder dan 20 cm bedraagt, de wijken Golfiaan, Borgerswold en Langebosch nog in open verbinding met elkaar blijven. Het westelijk deel van het plan Buitenwoel en wellicht een klein deel van het plan Golfiaan zal dan al moeten worden aangesloten op het nieuwe bemalingsgebied dat wordt bemalen op het Tripscompagniesterdiep.

In scenario B, en vanzelfsprekend in scenario C, kunnen de open-vaarverbindingen niet meer in stand worden gehouden. De verschillen in bodemdaling zijn zo groot dat opsplitsing in peilgebieden noodzakelijk is om de afwijkingen in droogleggingen te beperken. De open verbinding tussen Langebosch en Borgerswold is, bij de eindprognose die behoort bij scenario's B en C, niet meer in stand te houden.

Parallel aan de peilverlaging zullen in het stedelijk gebied van Veendam aanvullende maatregelen genomen moeten worden. In het stedelijk gebied bevindt zich een grote lengte aan beschoeiingen, waarvan de drooglegging met meer dan 5 cm zal veranderen. Deze beschoeiingen, die vaak in particulier eigendom zijn, zullen dan vervangen of aangepast moeten worden. In deze rapportage is verondersteld dat, in het kader van het reguliere onderhoud een deel van de beschoeiing op hoogte kan worden gebracht. Ten behoeve van de kostenramingen is verondersteld dat 50% van de lengte van de beschoeiingen die een verandering in drooglegging van meer dan 5 cm ondervinden, in het kader van de bodemdaling op termijn zal moeten worden vervangen⁶.

Volgens opgave van de gemeente Veendam moet in de wijken Borgerswold en Langebosch er rekening mee worden gehouden dat van 14 bruggen de doorvaarthoogte moet worden aangepast als gevolg van de peilaanpassing. Kosten voor herstel van de doorvaarthoogte zijn in dit voorstel opgenomen.

Behalve in Veendam vindt ook bodemdaling plaats in Menterwolde. De omvang van de bodemdaling en de verschillen in bodemdaling zijn relatief klein. In alle scenario's kan met behulp van een eenvoudige peilverlaging de drooglegging worden hersteld.

Binnen de provinciale en gemeentelijke planvorming wordt gewerkt aan een vaarverbinding vanaf Veendam naar het Zuidlaardermeer. In verschillende notities wordt een tracé ter hoogte van het Zeilmeer in westelijke of zuidwestelijke richting aangegeven. Dit tracé loopt niet via bestaand stedelijk gebied of door gebieden die meer bodemdaling hebben dan het Zeilmeer. Inpassing van deze vaarverbinding zal dan ook niet of nauwelijks door de bodemdaling worden beïnvloed.

⁶ Bij de ambtelijke bespreking van dit rapport op 27 september 2000 is vastgesteld dat de kosten voor het aanpassen of vervangen van de beschoeiingen zo groot zijn, dat een aanvullend onderzoek gewenst is om beter inzicht te krijgen in de aard, omvang en het moment van de aanpassing.

4.3 Het landelijk gebied

De bodemdaling in het landelijk gebied wordt in de scenario's A en B gecompenseerd door peilverlaging in combinatie met beperkte waterhuishoudkundige maatregelen zoals het aanpassen van de grenzen van bemalingsgebieden, het plaatsen van stuwen en lokaal het aanleggen en dempen van watergangen.

In scenario C is het niet mogelijk om met beperkte maatregelen de drooglegging te herstellen. De bodemdaling in het centrale deel van het dalingsgebied is dan zo omvangrijk dat moet worden besloten tot een volledige herinrichting van het gebied (aanpassen waterhuishouding in combinatie met kavelaanvaardingswerken, ophogen van gronden, compensatiemaatregelen ten behoeve van bestaande bebouwing) dan wel tot **een herziening van de ruimtelijke functies** van het gebied waarbij inrichtingsmaatregelen niet meer gericht behoeven te zijn op het herstel van de landbouwkundige situatie.

Meer specifiek kunnen over de aanpassingen in het landelijk gebied de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Westelijk van Veendam wordt een peilgebied gevormd door het Borgercompagniesterdiep. Dit voormalig boezemwater is afgesloten van de huidige boezem maar heeft nog steeds een hoger peil dan de omliggende gebieden. Aangezien de bodemdaling aan de zuidzijde geringer is als aan de noordzijde dient er, afhankelijk van het gehanteerde scenario, een aantal stuwen te worden geplaatst. Daarnaast moet aan de noordzijde een afwatering gerealiseerd worden.

Evenals bij het Borgercompagniesterdiep zal het Tripcompagniesterdiep zuidelijk van het nieuw te bouwen gemaal, door stuwen in verschillende peilgebieden verdeeld worden. Afwatering van dit deel zal plaatsvinden aan de zuidzijde in het nieuwe bemalingsgebied.

Kades aan boezemwater die binnen de dalingslijn van 5 cm liggen dienen te worden verhoogd. Bij grote daling, zoals in scenario B, met een daling tot 35 cm langs het Tripcompagniesterdiep, zijn de te nemen maatregelen aanzienlijk. Naast het verhogen van de kering/kades is het nodig het secundair gebruik van de kering, zoals wegen en paden, aan te passen.

Het zuidoostelijk deel van bemalinggebied Kielsterpomp kan door de bodemdaling, en de daar uit voortkomende aanpassingen aan peilgebieden, niet meer vrij lozen naar het gemaal. Er is voor gekozen de huidige omvang van het bemalingsgebied te handhaven, daarvoor is het nodig om in een klein deel van het gebied de drooglegging via een opmaling te herstellen. In scenario C is deze opmaling niet meer nodig.

Het te bouwen gemaal in het centrum van het bodemdalingsgebied wordt geplaatst op een aan te leggen dam in het Tripcompagniesterdiep. Hierdoor kan een watertoevoer vanaf beide zijden van het Tripcompagniesterdiep gerealiseerd worden. Tevens dient er een voorziening te worden getroffen voor het inflaten van water in het zuidelijke deel van de voormalige boezem.

Door het civiele werk van het gemaal zodanig te ontwerpen dat uitbreiding van het gemaal door het plaatsen van extra pompen of nieuwe pompen mogelijk is, kan het gemaal meegroeien met de omvang van het nieuwe bemalingsgebied.

In het huidige Tripcompagniesterdiep zijn op circa 5 plaatsen dammen aangelegd, in deze dammen zijn relatief kleine duikers aangebracht. Deze duikers voldoen aan de huidige functie, echter voor het verwerken van water afkomstig uit het nieuwe gemaal dienen deze duikers aanzienlijk vergroot te worden.

4.4 Bodemdaling en riolering

Door de bodemdaling daalt zowel de riolering als het maaiveld. De daling in het westen van Veendam is echter groter dan in het oosten van Veendam. Dit geldt voor alle scenario's. De consequenties voor de riolering zijn in algemene zin de volgende:

1. minder verhang in het riool, waardoor de afstroming (met name in d.w.a.-situaties) negatief beïnvloed wordt;
2. verlaging van het drempelpeil van de overstorten aan de westzijde van Veendam, waardoor een lager drempelpeil kan ontstaan dan het peil van de laagste overstortdrempel in de huidige situatie (bergingsverlies);
3. verandering van het huidige peilverschil tussen de overstortdrempels aan de westzijde en oostzijde van Veendam, waardoor meer water via de overstorten aan de westzijde zal worden geloosd.

In onderstaande tabel zijn van de overstorten in Veendam, gelegen binnen het invloedsgebied van de bodemdaling, de drempelpeilen in de huidige situatie weergegeven en voor de situaties volgens scenario A, B en C.

Overstort	Drempelpeil huidige situatie	Drempelpeil scenario A	Drempelpeil scenario B	Drempelpeil scenario C
RO290	+ 0,72	+ 0,56	+ 0,47	+ 0,27
RO414	+ 0,80	+ 0,75	+ 0,71	+ 0,65
RO418	+ 0,80	+ 0,76	+ 0,72	+ 0,68
3500F	+ 1,22	+ 1,21	+ 1,18	+ 1,16
RO850	+ 1,22	+ 1,21	+ 1,18	+ 1,15
RO396	+ 0,70	+ 0,69	+ 0,68	+ 0,66
RO10100	+ 1,22	+ 1,21	+ 1,18	+ 1,16

Om de gevolgen van 1. te ondervangen dient het riool vaker gereinigd te worden (toename exploitatiekosten). In het uiterste geval moet een deel van het riool vervangen worden. De gevolgen van 2. kan worden ondervangen door het vergroten van riolen of (indien hydraulisch aanpassing niet noodzakelijk is) door het aanleggen van randvoorzieningen. Verhogen van de gedaalde overstortdrempels tot het huidige peil kan leiden tot een toename van water op straat, omdat het hoogteverschil tussen maaiveld en drempelpeil kleiner wordt. De gevolgen zijn pas te kwantificeren als hydraulische berekeningen van het rioolstelsel zijn gemaakt. Deze berekeningen vallen buiten het kader van de gegeven opdracht.

De gevolgen van 3. zijn eveneens pas in te schatten als hydraulische berekeningen van het rioolstelsel gemaakt zijn. Gedacht kan worden aan het bouwen van een bergbezinkbassin,

bijvoorbeeld doordat het ontvangende oppervlaktewater aan de westzijde van Veendam minder geschikt is voor de afvoer van overstortwater (N.B.: uit een nadere inventarisatie van het rioolstelsel in het kader van het Lokaal Waterplan is reeds gebleken dat het geprojecteerde bergbezinkbassin op de huidige locatie kan komen te vervallen).

5 Detailuitwerking en raming

De technische oplossingen, ten aanzien van de herinrichting van de waterhuishouding, die zijn beschreven zijn gerelateerd aan de grenzen van de bestaande peilgebieden. Hierdoor is de investering per bemalingsgebied inzichtelijk en vergelijkbaar. Overige kosten zijn per onderdeel benoemd.

5.1 Eenheidsprijzen

Voor de globale kostenraming per scenario is gebruik gemaakt van eenheidsprijzen (prijspeil 2000), afgeleid van het overzicht standaardeenheidsprijzen Dienst Landelijke Gebied en ervaringscijfers met maatregelen van het waterschap Hunze en Aa's en andere maatregelen in de provincie Groningen. Eventuele grondverwerving is niet in deze prijzen opgenomen. Tenslotte is verondersteld dat er geen kosten hoeven te worden gemaakt om vervuilde grond of bagger te verwerken. Alle prijzen zijn inclusief ontwerpkosten en BTW.

Aanpassing waterhuishouding

- | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Licht | het peil van een bestaand peilgebied wordt in zijn geheel verlaagd. Voor wat betreft de maatregelen is voorzien in lichte detailaanpassingen aan watergangen en kunstwerken. De eenheidsprijs bedraagt NLG 500 per ha. |
| Matig | het onderverdelen van een bestaand peilgebied in verschillende peilgebieden waarvan de oppervlakte groter is dan 50 ha. In deze situatie is voorzien in beperkte aanpassingen in watergangen en kunstwerken. De eenheidsprijs bedraagt NLG 1.500 per ha. |
| Zwaar | het onderverdelen van een bestaand peilgebied in verschillende peilgebieden waarvan de oppervlakte kleiner is dan 50 ha. Maatregelen hebben betrekking op het beperkt dempen en aanleggen van nieuwe watergangen, verwijderen en aanleggen van kunstwerken en de uitkering van schadevergoeding voor gewassen. De eenheidsprijs bedraagt NLG 2.500 per ha. |
| Zeer zwaar | het onderverdelen van een bestaand peilgebied in verschillende peilgebieden waarvan de oppervlakte kleiner is dan 25 ha. Nadat de bodemdaling heeft plaatsgevonden moet op een aantal plaatsen de hoogte van het maaiveld en de eventuele drainage worden aangepast en kavelaanvaardingswerken worden uitgevoerd om ook na bodemdaling bewerkbare percelen over te houden. De kosten van dit type zeer ingrijpende maatregelen worden geraamd op NLG 3.500 per ha. |

Aanpassing beschoeiing in stedelijk gebied

Met name in het stedelijk gebied, met een grote lengte aan beschoeiingen, zullen aanpassingen moeten plaatsvinden. De kosten voor het aanpassen van de beschoeiingen worden geraamd op NLG 650 per strekkende m. In deze eenheidsprijs is rekening gehouden met het feit dat een belangrijk deel van de beschoeiingen in Buitenwoel en Langebosch aan eigendommen van derden grenzen. Werkzaamheden aan deze beschoeiingen zullen vanaf het water moeten plaatsvinden. Ook in Borgerswold zal, in verband met de aanwezige dichte beplanting (recreatiegebied) het vervangen van de

beschoeiingen vanaf het water moeten plaatsvinden. Tenslotte is in de eenheidsprijs rekening gehouden met extra kosten in verband met het herstel van schade aan particuliere tuinen, sierbestrating, metselwerk enz.). In bijlage 3 is aangegeven hoe de eenheidsprijzen zijn samengesteld.

Omdat een deel van de beschoeiing de komende jaren in het kader van groot onderhoud zal worden vervangen is in dit rapport rekening gehouden dat 50% van de lengte aan beschoeiingen (lengte beschoeiing waar door bodemdaling de drooglegging met meer dan 5 cm veranderd) in het kader van de bodemdaling zal worden vervangen. In bijlage 3 (niet toegevoegd is een calculatie van de gemeente Veendam opgenomen die ten grondslag heeft gelegen aan de berekening van de eenheidsprijs.

Herstel boezemkades

Met name langs het Tripstercompagniesdiep zal door bodemdaling de kerende hoogte van de kaden en de standhoogte van de beschoeiingen afnemen. In dit rapport zijn de kosten voor het aanpassen van de kaden geraamd op NLG 850 per m, uitgaande van het plaatsen houten damwanden, het herstel van groene kaden, inclusief herstel verharding.

Herstel doorvaarthoogtebruggen

De kosten van het herstel/aanpassen van bestaande bruggen in het gebied Borgerwold, waar de vaarrecreatie hinder kan ondervinden van een verminderde doorvaarthoogte, worden door de gemeente Veendam geraamd op NLG 750.000. Omdat bij peilaanpassing niet bij alle bruggen doorvaarthoogte afneemt is de helft van deze kosten in de kostenraming opgenomen.

Poldergemalen/stuwen

De kosten voor de nieuwbouw van gemalen worden geraamd op NLG 20.000 per m³/min. De kosten voor de nieuwbouw van (eenvoudige) stuwen worden geraamd op NLG 10.000 per stuk.

Exploitatiekosten van de gemalen zijn als volgt opgebouwd:

- onderhoud, per jaar 1,5% van de stichtingskosten;
- personele kosten bedrijfsvoering, NLG 11.000 vast bedrag per jaar;
- energiekosten $(800 \times \text{debiet (m}^3/\text{s)} \times \text{opvoerhoogte (m)})/0,6 = \text{energieverbruik (kWh/j)}$
kWh inclusief vastrecht = NLG 0,40.

Bij de kostenramingen is geen rekening gehouden met een mogelijke verdeling van kosten tussen de veroorzaker van de bodemdaling enerzijds en de gemeenten en/of het waterschap anderzijds als gevolg van mogelijke gezamenlijke uitvoering aan werken.

5.2 Scenario A

De herinrichting van de peil- en bemalingsgebieden in scenario A is weergegeven op tekening 15a, de bestaande situatie is op tekening 15 weergegeven.

5.2.1 Bemalingsgebied De Waker

De situatie van het bemalingsgebied De Waker wordt vrijwel niet gewijzigd. Alleen het waterpeil in het zuidelijk deel van peilgebied 25 moet worden aangepast omdat een waterstandsverhoging van 5 cm en meer optreedt na bodemdaling. Afwatering van dit verlaagde gebied naar gemaal De Waker kan plaatsvinden door het plaatsen van een opmaling. Er is echter voor gekozen om het gebied te koppelen aan het nieuw te maken bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling, bij deze oplossing hoeft geen opmaling plaats te vinden.

Door deze aanpassing wordt het oppervlak van bemalingsgebied De Waker met circa 130 ha verkleind.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Een lichte herinrichting van de waterhuishoudkundige voorzieningen in peilgebied 25	269 ha	134.500

5.2.2 Bemalingsgebied De Leest

Geen aanpassingen.

5.2.3 Gebied vrij lozend op het Kielsterdiep (boezem)

Geen aanpassingen.

5.2.4 Bemalingsgebied Kielsterpomp

Het noordoostelijke deel van het bemalingsgebied Kielsterpomp kan na bodemdaling niet meer afstromen naar het gemaal. Daarom zal voor dit deel een opmaling gecreëerd moeten worden. Tevens zal voor de toevoer naar het gemaal een aantal watergangen gegraven moeten worden.

De omvang van het bemalingsgebied Kielsterpomp wordt niet gewijzigd.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Matige aanpassing van de waterhuishouding in de peilgebieden 45 en 52	880 ha	1.320.000
Realiseren prefab-gemaal	8 m ³ /min	160.000

Exploitatiekosten gemaal NLG 16.000 per jaar.

5.2.5 Bemalingsgebied Borgercompagnie

Het zuidelijke deel van het bemalingsgebied ligt in het centrum van de bodemdaling. Daarom moet er in dit gebied een peilverlaging van circa 30 cm gecreëerd worden. Lozing van het zuidelijke gebied op het gemaal Borgercompagnie is dan niet meer mogelijk. Hiervoor zal een nieuw gemaal in het centrum van de bodemdaling worden aangelegd. De toevoer voor dit nieuwe gemaal wordt gevormd uit een deel van het bestaande Tripcompagniesterdiep en een aantal te vergroten watergangen. Het bemalingsgebied Borgercompagnie wordt met 458 ha gereduceerd.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Matige aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 23, 35 en 47	892 ha	1.338.000
lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 28	113 ha	56.500

5.2.6 Bemalingsgebied Egypteneinde

Geen aanpassingen.

5.2.7 Bemalingsgebied Nassastraat

Geen aanpassingen.

5.2.8 Bemalingsgebieden Veendam

Het stedelijk gebied van Veendam, dat al in scenario 17 met bodemdaling te maken heeft bestaat uit 3 bemalingsgebieden te weten het bemalingsgebied Buitenwoel (wijk Golfiaan peilgebied 48) dat via het gemaal Buitenwoel op het Beneden Westerdiep loost, het bemalingsgebied Sorghvliet (peilgebied 56) dat loost via gemaal Sportvelden en het bemalingsgebied Borgerswold/Langebosch dat via gemaal Wildervank loost.

Het noord-oosten van het peilgebied 48 (Buitenwoel) krijgt een lager peil en zal gekoppeld worden aan het nieuwe gebied in het centrum van de bodemdaling. De grens van dit af te splitsen gebied is afgestemd op de inrichtingsplannen van de gemeente Veendam. Het bebouwde gebied blijft gekoppeld aan de waterhuishouding van Veendam en het als 'park' in te richten gebied wordt bemalen door het nieuw te bouwen gemaal in het centrum van de bodemdaling.

Door de relatieve peilverlaging zal de waterdiepte in het Zeilmeer met circa 10 cm afnemen, tevens zal de drempelhoogte ten opzichte van de waterstand van de sluis bij het gemaal Wildervank verkleind worden.

Het bemalingsgebied Wildervank-noord zal met 37 ha gereduceerd worden.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Matige aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 48	324 ha	486.000
Lichte aanpassing van de waterhuishouding in de peilgebieden 55 en 56	390 ha	195.000
Aanpassen vaardiepte Zeilmeer, drempel sluis	-	PM

5.2.9 Bemalingsgebied Wildervank

Geen aanpassingen.

5.2.10 Borgercompagniesterdiep

Het zuidelijk deel van het Borgercompagniesterdiep, met een lengte van circa 1,5 km heeft een peil dat ongeveer gelijk is aan het boezempeil.

In de huidige situatie is dit gebied aan de zuidzijde door middel van een opmaling en een overlaat gekoppeld aan het bemalingsgebied Veendam. Aangezien de noordzijde van het gebied door de bodemdaling lager komt te liggen zou aan de noordzijde een nieuwe overlaat worden aangelegd. Het waterpeil wordt stapsgewijs verlaagd door het plaatsen van een aantal stuwen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Overlaat	1	15.000
Stuwen in Borgercompagniesterdiep	2	20.000
Hoogwatervoorziening woningen	-	PM

5.2.11 Oevers en kaden Eemskanaal- en Dollardboezem

De dijken langs het Tripcompagniesterdiep moeten aan beide zijden over een lengte van circa 1.300 m. worden opgehoogd. De verhoging varieert van 0 tot 15 cm. De boezemfunctie kan niet worden opgeheven omdat deze zal gaan dienen als afvoer voor het te bouwen gemaal in het centrum van de bodemdaling.

Verhoging van de kades wordt gerealiseerd door het aan beide zijden aanbrengen van een houten damwand. Indien nodig zal de aangrenzende weg ook verhoogd worden.

Een deel van het Tripcompagniesterdiep zal aan de boezem worden onttrokken. Aangezien het peil in dit deel verlaagd wordt kan dit een invloed hebben op de nabij gelegen bebouwingen. Aangezien moeilijk is vast te stellen wat het huidige grondwaterstand bij de bebouwing is en op welke wijze de bebouwing is gefundeerd, is de eventuele schade in dit stadium niet te kwantificeren. Voorsnog wordt een bedrag van NLG 200.000 opgenomen voor compenserende maatregelen voor deze bebouwing.

In het Tripcompagniesterdiep moeten een vijftal duikers vervangen worden door duikers met een nat profiel van circa 3 m². Tevens moet in het zuidelijke deel van het

Tripcompagniesterdiep een voorziening worden aangelegd voor de waterafvoer van dit deel.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Compenserende maatregelen ten behoeve van bebouwing		200.000
Verhoging kades langs Tripcompagniesterdiep	2.600 m	2.210.000
Duikers in Tripcompagniesterdiep	5 st.	75.000
Zuidelijk deel Tripcompagniesterdiep, overlaat	1 x	15.000

5.2.12 Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling

Verschillende delen van de bemalingsgebieden rondom het centrum van de bodemdaling zullen afwateren naar een nieuw te bouwen gemaal in het centrum van de bodemdaling. Tevens zal voor dit gemaal een aantal hoofdwatgangen aangelegd moeten worden om een afdoende toevoer te realiseren. Voor de definitieve keuze van de locatie van het gemaal moet een afweging worden gemaakt tussen de lengte van de kade verhoging aan de noordzijde van het gemaal en reconstructie van de boezem aan de zuidzijde. Tevens moet bij het bepalen van de locatie van het gemaal rekening worden gehouden met verdere bodemdaling zoals weergegeven in de scenario's B en C. Vooralsnog het gemaal gesitueerd nabij de gemeentegrens van Veendam en Menterwolde.

Bij de bepaling van de omvang van het gemaal wordt gesteld dat deze relatief eenvoudig uitgebreid kan worden tot de voor scenario B benodigde capaciteit. Daarvoor moet de civiele constructie reeds hiervoor geschikt gemaakt worden. Uitbreiding van de pompcapaciteit is vervolgens eenvoudig te realiseren.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Nieuwbouw gemaal civiel	85 m ³ /min	1.062.500
Nieuwbouw gemaal werktuigbouwkundig/elektrotechnisch	48.4 m ³ /min	363.000
Aanpassen watergang naar gemaal	1 km	475.000
Aanpassen watergangen stedelijke infrastructuur (Buitenwoel)		PM

Exploitatiekosten gemaal NLG 22.000.

5.2.13 Beschoeiingen in stedelijk gebied

In de stedelijke omgeving van Veendam waar de peilverandering meer is dan 5 cm zal de beschoeiing worden aangepast.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Aanpassen beschoeiing	35 km	11.375.000

5.2.14 Vrijvervalriool in stedelijk gebied

- isoleren van de onderbemaling Langeleegte van de rest van het stelsel (indien niet reeds het geval), waardoor de gevolgen van bodemdaling in Langeleegte geen consequenties hebben voor de rest van het stelsel; in Langeleegte hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden;
- in het overige deel van het stelsel geen maatregelen, naar verwachting zal de geloosde hoeveelheid overstortwater via RO414 en RO418 iets toenemen, omdat het peilverschil ten opzichte van RO10100 afgenomen is van 10 cm naar 6 à 7 cm.

Het einde van de bodemdaling volgens scenario A wordt verwacht in 2010. Het proces van bodemdaling is echter reeds in gang. Het isoleren van Langeleegte moet zo spoedig mogelijk plaatsvinden.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Isoleren van de onderbemaling Langeleegte	1 x	2.500

5.3 Scenario B

De herindeling van de peil- en bemalingsgebieden van scenario B zijn aangegeven op tekening 15b.

5.3.1 Bemalingsgebied De Waker

De situatie van het bemalingsgebied De Waker wordt vrijwel niet gewijzigd. Alleen het waterpeil in het zuidelijk deel van peilgebied 25 moet worden aangepast omdat hier een bodemdaling van maximaal 25 cm wordt verwacht. Er is gekozen om het gebied te koppelen aan het nieuw te maken bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling, bij deze oplossing hoeft geen opmaling plaats te vinden.

Door deze aanpassing wordt het oppervlak van bemalingsgebied De Waker met circa 130 ha verkleind.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Een lichte herinrichting van de waterhuishoudkundige voorzieningen in peilgebied 25	269 ha	134.500

5.3.2 Bemalingsgebied "De Leest"

In de zuid-oostelijke punt van het gebied worden de peilen van bemalingsgebied 24 en 30 verlaagd. Afvoer van deze gebieden naar gemaal 'De Leest' kan gehandhaafd blijven. De omvang van het peilgebied blijft ongewijzigd

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in gebieden 24 en 30	81 ha	40.500

5.3.3 Gebied vrij lozend op het Kielsterdiep (boezem)

Het peilgebied 44 ten westen van het Kielsterdiep, kan in dit scenario niet meer vrij lozen op de boezem. Het zal daarom worden afgepend van de boezem. Lozing zal plaatsvinden naar peilgebied 52 van bemalingsgebied 'Kielsterpomp'.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 44	152 ha	76.000

5.3.4 Bemalingsgebied Kielsterpomp

Het noordoostelijke deel van het bemalingsgebied Kielsterpomp kan niet meer afstromen naar het gemaal. Daarom zal voor dit deel een opmaling gecreëerd moeten worden. Tevens zal voor de toevoer naar het gemaal een aantal watergangen gegraven moeten worden. Door toevoeging van peilgebied 44 wordt het bemalingsgebied Kielsterpomp met 152 ha vergroot. Naar verwachting heeft het gemaal voldoende capaciteit om deze uitbreiding zonder aanpassing te bemalen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Matige aanpassing van de waterhuishouding in de peilgebieden 45 en 52	880 ha	1.320.000
Aanbrengen prefab-gemaal	14 m ³ /min	280.000

Exploitatiekosten gemaal NLG 16.000 per jaar.

5.3.5 Bemalingsgebied Borgercompagnie

Het grootste deel van dit bemalingsgebied ligt in het centrum van de bodemverlaging, daarom moet vrijwel voor het gehele gebied een peilverlaging worden gecreëerd. Een groot deel van het gebied zal gaan afwateren op het nieuwe gemaal in het centrum. Het bemalingsgebied Borgercompagnie wordt met circa 665 ha gereduceerd.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassing aan de waterhuishouding in de peilgebieden 14 en 19	497 ha	248.500
Matige aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 47 en 28	427 ha	640.500
Zware aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 23 en 35	578 ha	1.445.000

5.3.6 Bemalingsgebied Egypteneinde

Geen aanpassingen.

5.3.7 Bemalingsgebied Nassaustraat

Geen aanpassingen.

5.3.8 Bemalingsgebieden Veendam

Het noord-oosten van het bemalingsgebied Buitenwoel (peilgebied 48) wordt gekoppeld aan het nieuwe bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling.

Om de drooglegging in het bemalingsgebied Borgerswold/Langenbosch te herstellen is het noodzakelijk een peilscheiding/sluis te realiseren. De verschillen in bodemdaling zijn te groot om één peilgebied te kunnen handhaven. Voorgesteld wordt het noord-westelijk deel van het gebied Borgerswold te verbinden met de nieuwe bemaling in het centrum van het bodemdalingsgebied.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Pandscheiding/sluis Borgerswold/Golflaan en Borgerswold/Langebosch	2	3.000.000
Matige aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 48	324 ha	485.000
Lichte aanpassing van de waterhuishouding in de peilgebieden 55 en 56	670 ha	1.005.000

5.3.9 Bemalingsgebied Wildervank

Geen aanpassingen.

5.3.10 Borgercompagniesterdiep

In de huidige situatie is dit gebied aan de zuidzijde door middel van een opmaling en een overlaat gekoppeld aan het bemalinggebied Veendam. Aangezien de noordzijde van het gebied door de bodemdaling lager komt te liggen moet aan de noordzijde een nieuwe overlaat worden aangelegd. Het waterpeil wordt stapsgewijs verlaagd door het plaatsen van een aantal stuwen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Overlaat	1	15.000
Stuwen in Borgercompagniesterdiep	3	30.000

5.3.11 Oevers en kaden Eemskanaal- en Dollardboezem

De kades langs het Tripcompagniesterdiep moeten aan beide zijden over een lengte van circa 1.900 m worden opgehoogd. de verhoging varieert tussen de 0 en 35 cm.

Daarnaast moet de kades van het Beneden Westerdiep over een lengte van 1.300 m worden verhoogd.

Een deel van het Tripcompagniesterdiep zal aan de boezem worden onttrokken. Aangezien het peil in dit deel verlaagd kan dit een invloed hebben op de nabij gelegen bebouwingen. Aangezien moeilijk is vast te stellen wat het huidige waterpeil bij de bebouwing is en op welke wijze de bebouwing is gefundeerd, is de eventuele schade in dit stadium niet te

kwantificeren. Daarom wordt een bedrag van NLG 200.000 opgenomen voor compenserende maatregelen voor deze bebouwing.

In het Tripcompagniesterdiep moeten een vijftal duikers vervangen worden door duikers met een nat profiel van circa 3 m². Tevens moet in het zuidelijke deel van het Tripcompagniesterdiep een voorziening worden aangelegd voor de waterafvoer van dit deel.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Compenserende maatregelen ten behoeve van bebouwing aan Tripcompagniesterdiep		200.000
Duikers in Tripcompagniesterdiep	5 x	75.000
Verhogen kades Westerdiep	2.600 m	1.040.000
Verhogen kades Tripcompagniesterdiep	3.800 m	3.040.000
Zuidelijk deel Tripcompagniesterdiep, overlaat	1 x	15.000
Zuidelijk deel Tripcompagniesterdiep, dammen	2 x	20.000

5.3.12 Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling

Verschillende delen van de bemalingsgebieden rondom het centrum van de bodemdaling worden afgewaterd door een nieuw te bouwen gemaal in het centrum van de bodemdaling. Tevens zal voor dit gemaal een aantal hoofdwatertangen aangelegd moeten worden om een afdoende toevoer te realiseren.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Nieuwbouw gemaal civiel	85 m ³ /min	1.062.500
Nieuwbouw gemaal werktuigbouwkundig/elektrotechnisch	85 m ³ /min	637.500
Aanpassen watertang	1 km	500.000
Aanpassen watertang stedelijke infrastructuur		PM

Exploitatiekosten gemaal NLG 36.500.

5.3.13 Beschoeiingen in stedelijk gebied

In de stedelijke omgeving van Veendam waar de peilverhoging groter is dan 5 cm moet de beschoeiing worden aangepast.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Aanpassen beschoeiing	35 km	11.375.000

De berekende lengte beschoeiing die aangepast moet worden indien direct scenario B wordt gerealiseerd bedraagt 31,5 km. Omdat de lengte aan beschoeiingen in scenario A 35 km bedraagt is in de kostenraming de lengte van scenario A aangehouden.

5.3.14 Vrijvervalriool in stedelijk gebied

Te nemen maatregelen bij bodemdaling volgens scenario B:

- 1 maal per jaar reinigen van de riolering in de onderbemaling Lange Leegte;
- isoleren van de onderbemaling Lange Leegte van de rest van het stelsel (indien niet reeds het geval), waardoor de gevolgen van bodemdaling in Lange Leegte geen consequenties hebben voor de rest van het stelsel; in Lange Leegte hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden;
- naar verwachting zal de geloosde hoeveelheid overstortwater via RO414 en RO418 toenemen, omdat het peilverschil ten opzichte van RO10100 afgenomen is van 10 cm naar 3 à 4 cm; een goede inschatting van te nemen maatregelen is pas te maken als hydraulische berekeningen zijn uitgevoerd.

Het einde van de bodemdaling volgens scenario B wordt verwacht in 2025. Het proces van bodemdaling is echter reeds in gang. Het isoleren van Lange Leegte moet zo spoedig mogelijk plaatsvinden. Met het frequenter reinigen moet op basis van praktijkervaringen van de vervuiling van het rioolstelsel gestart worden.

Geadviseerd wordt de hydraulisch berekeningen zo spoedig mogelijk uit te voeren om de gevolgen van de wijzigingen van de drempelpeilen zo spoedig mogelijk in beeld te krijgen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Hydraulische berekeningen	1 x	50.000
Isoleren van de onderbemaling Langeleegte	1 x	2.500

Exploitatiekosten reinigen riool de Langeleegte NLG 5.000.

5.4 Scenario C

5.4.1 Bemalingsgebied De Waker

In de zuidoostelijk punt van het bemalingsgebied moeten een aantal wijzigingen plaatsvinden van de waterpeilen. een deel van peilgebied 25 wordt losgekoppeld van bemalingsgebied de Waker en zal worden aangesloten op het nieuwe gemaal in het centrum van de bodemdaling.

De omvang van het bemalingsgebied De Waker wordt met 203 ha gereduceerd tot 1.057 ha.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Een matige herinrichting van de waterhuishouding in peilgebied 25	269 ha	403.500
Een lichte herinrichting van de waterhuishouding in peilgebied 37	134 ha	67.000

5.4.2 Bemalingsgebied 'De Leest'

In de zuid-oostelijke punt van het gebied worden de peilen van bemalingsgebieden 24 en 30 verlaagd. Afvoer van deze gebieden naar gemaal 'De Leest' kan gehandhaafd blijven. De omvang van het bemalingsgebied blijft ongewijzigd.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 20, 24 en 30	199 ha	99.500

5.4.3 Gebied vrij lozend op het Kielsterdiep (boezem)

Het peilgebied 44 ten westen van het Kielsterdiep, kan in dit scenario niet meer vrij lozen op de boezem. Het zal daarom worden afgepend van de boezem. Lozing zal plaatsvinden naar peilgebied 52 van bemalingsgebied 'Kielsterpomp'.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 44	152 ha	76.000

5.4.4 Bemalingsgebied Kielsterpomp

De waterhuishouding in een aantal peilgebieden moet opnieuw ingericht worden. Lozing van een deel van peilgebied 52 en het gehele gebied 45 zal plaatsvinden op het nieuwe bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling. De omvang van bemalingsgebied Kielsterpomp wordt verkleind van 1.240 ha. tot 971 ha.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Zeer zware aanpassing aan de waterhuishouding in peilgebied 45	213 ha	745.500
Zware aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 52	687 ha	1.717.500

5.4.5 Bemalingsgebied Borgercompagnie

Het grootste deel van dit bemalingsgebied ligt in het centrum van de bodemverlaging, en zal worden aangesloten op het nieuwe bemalingsgebied. De peilgebieden 23 en 27 en het grootste deel van de gebieden 28 en 35 worden bemaald door het nieuw te bouwen gemaal in het centrum van de bodemdaling. Het peilgebied 40 en delen van de peilgebieden 28 en 35 worden aangesloten op het nieuw te bouwen gemaal Buitenwoel. Dit gemaal is inmiddels in voorbereiding. Er is dan ook (nog) geen relatie tussen de noodzaak van dit gemaal en de bodemdaling door zoutwinning. Het bemalingsgebied Borgercompagnie wordt met 873 ha gereduceerd tot 662 ha. Dit is meer dan een halvering van de huidige capaciteit.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Matige aanpassing aan de waterhuishouding in de peilgebieden 14 en 19	497 ha	745.500
Zeer zware aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 23, 28, 35 en 47	1.005 ha	3.517.500
Peilverlaging van het gehele gebied 40 (matig)	15 ha	22.500

5.4.6 Bemalingsgebied Egypteneinde

In peilgebied 34 moet de waterspiegel in zij geheel verlaagd worden

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassing aan de waterhuishouding in peilgebied 34	116 ha	58.000

5.4.7 Bemalingsgebied Nassastraat

Geen aanpassingen.

5.4.8 Bemalingsgebieden Veendam

Het handhaven van de bevaarbaarheid in Borgerswold en Langebosch en de open verbinding met het Zeilmeer is ook scenario C niet haalbaar. Pandscheidingen/sluizen zijn voorzien tussen Borgerswold/Langenbosch en Borgerswold/Golflaan. Daarnaast moet nog steeds een groot deel van de beschoeiingen aangepast worden.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Pandscheiding/sluis Borgerswold/Golflaan en Borgerswold/Langebosch	2	3.000.000
Matige aanpassingen aan de waterhuishouding in de peilgebieden 55 en 56	671 ha	1.006.500
Zware aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 48	324 ha	810.000

5.4.9 Bemalingsgebied Wildervank

Door een geringe peilverlaging in het gehele peilgebied 61 wordt de waterhuishoudkundige situatie gecompenseerd. De ontsluiting blijft ongewijzigd evenals de bemalingen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Lichte aanpassingen aan de waterhuishouding in peilgebied 61	668 ha	334.000

5.4.10 Borgercompagniesterdiep

Westelijk van Veendam wordt een bemalinggebied gevormd door 1,5 km watergang met een peil dat ongeveer gelijk is aan het boezempeil. Dit gebied is echter niet direct gekoppeld aan de boezem.

In de huidige situatie wordt is dit gebied aan de zuidzijde door middel van een opmaling en een overlaat gekoppeld aan het bemalinggebied Veendam. Aangezien de noordzijde van het gebied door de bodemdaling lager komt te liggen moet aan de noordzijde een nieuwe overlaat worden aangelegd. Het waterpeil wordt stapsgewijs verlaagd door het plaatsen van een aantal stuwen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Overlaat	1	15.000
Stuwen in Borgercompagniesterdiep	5	50.000

5.4.11 Oevers en kaden Eemskanaal- en Dollardboezem

De kades langs het Tripcompagniesterdiep moeten aan beide zijden over een lengte van circa 2.500 m worden opgehoogd. De verhoging varieert van 0 tot 59 cm.

Langs het Kielsterdiep moeten tevens de kades worden verhoogd over een lengte van 3.000 m.

Noordelijk van Veendam moeten de kades langs boezem water over een lengte van 4.600 m verhoogd worden

Een deel van het Tripcompagniesterdiep zal aan de boezem worden onttrokken. Aangezien het peil in dit deel verlaagd wordt met circa 1,8 m kan dit een invloed hebben op de nabij gelegen bebouwingen. Aangezien moeilijk is vast te stellen wat het huidige waterpeil bij de bebouwing is en op welke wijze de bebouwing is gefundeerd, is de eventuele schade in dit stadium niet te kwantificeren. Daarom wordt een bedrag van NLG 200.000 opgenomen voor compenserende maatregelen voor deze bebouwing.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Compenserende maatregelen ten behoeve van bebouwing aan Tripcompagniesterdiep		200.000
Verhogen kades langs Kielsterdiep (lichte verhangings á NLG 200 p/m)	6.000 m	1.200.000
Verhogen kades noordelijk van Veendam	9.200 m	7.360.000
Verhoging kades langs Tripcompagniesterdiep	5.000 m	4.000.000

5.4.12 Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling

Verschillende delen van de bemalingsgebieden rondom het centrum van de bodemdaling worden afgewaterd door een nieuw te bouwen gemaal nabij het centrum van de bodemdaling. Tevens zal voor dit gemaal een aantal hoofdwatergangen aangelegd moeten worden om afdoende toevoer te realiseren.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Aanbrengen gemaal civiel	215 m ³ /min	2.687.500
Aanbrengen gemaal werktuigbouwkundig	215 m ³ /min	1.612.500
Aanpassen watergang	1 km	500.000
Aanpassen watergang stedelijk gebied		PM

Exploitatiekosten gemaal NLG 60.500.

5.4.13 Beschoeiingen in het stedelijke gebied

In de stedelijke omgeving van Veendam waar de peilverhoging groter is dan 5 cm moet de beschoeiing worden aangepast.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Ophogen strand	15.000 m ³	225.000
Aanpassen beschoeiing	35 km	11.375.000

De berekende lengte beschoeiing die aangepast moet worden indien direct scenario B wordt gerealiseerd bedraagt 31,5 km. Omdat de lengte aan beschoeiingen in scenario A 35 km bedraagt is in de kostenraming de lengte van scenario A aangehouden.

5.4.14 Vrijvervalriool in stedelijk gebied

Te nemen maatregelen bij bodemdaling volgens scenario C:

- 1 maal per jaar reinigen van de riolering in de onderbemaling Langeleegte;
- isoleren van de onderbemaling Langeleegte van de rest van het stelsel (indien niet reeds het geval), waardoor de gevolgen van bodemdaling in Langeleegte geen consequenties hebben voor de rest van het stelsel; in Langeleegte hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden;
- naar verwachting zal de geloosde hoeveelheid overstortwater via RO414 en RO418 toenemen, omdat het peilverschil ten opzichte van RO10100 afgenomen is van 10 cm naar -1 à 2 cm; een goede inschatting van te nemen maatregelen is pas te maken als hydraulische berekeningen zijn uitgevoerd.

Het einde van de bodemdaling volgens scenario C wordt verwacht in 2050. Het proces van bodemdaling is echter reeds in gang. Het isoleren van Langeleegte moet zo spoedig mogelijk plaatsvinden. Met het frequenter reinigen moet op basis van praktijkervaringen van de vervuiling van het rioolstelsel gestart worden.

Geadviseerd wordt de hydraulisch berekeningen zo spoedig mogelijk uit te voeren om de gevolgen van de wijzigingen van de drempelpeilen zo spoedig mogelijk in beeld te krijgen.

Omschrijving aanpassing	Hoeveelheid	Raming
Jaarlijks reinigen riool á NLG 5,00/m ¹ , gedurende 20 jaar	1.000 m	100.000
Hydraulische berekeningen	1 x	50.000
Isoleren van de onderbemaling Langeleegte	1 x	2.500

Exploitatiekosten reinigen riool de Langeleegte NLG 5.000.

6 Samenvatting

6.1 Algemeen

Als gevolg van zoutwinning treedt in het stedelijk gebied van Veendam en het omliggende landelijk gebied bodemdaling op. In dit rapport zijn de gevolgen van de bodemdaling onderzocht voor een drietal scenario's.

Scenario A heeft betrekking op de bodemdaling die in het jaar 2010 wordt verwacht. In dit scenario moet rekening worden gehouden met een maximale bodemdaling van 0,35 m. Scenario B beschrijft de situatie die verwacht wordt in het jaar 2025. Bij gelijkmatig doorgaande zoutwinning moet dan rekening worden gehouden met een maximale daling van 0,65 m.

Scenario C, het derde scenario geeft een doorkijk naar de gevolgen van bodemdaling indien, bij het doorgaan van het Antheus-project, langdurig meer magnesiumzout wordt gewonnen. De maximale bodemdaling bij dit scenario bedraagt 1,15 m. Deze bodemdaling wordt niet voor het jaar 2050 verwacht.

Om de nadelige gevolgen van de bodemdaling op het stedelijk gebied en het landelijk gebied te ondervangen moet de drooglegging worden hersteld door peilverlaging. Hiervoor moeten de peilen in de diverse bemalingsgebieden/peilgebieden worden verlaagd.

Richtlijnen en normen voor de aanpassingen zijn ontleend aan de studie

Waterhuishoudkundige Inrichting Noordwest Groningen.

Samengevat houden deze richtlijnen in dat herstel van de oorspronkelijke drooglegging het uitgangspunt is maar dat een relatieve peilverandering (verandering in drooglegging) van 0,05 m (landelijk gebied) en 0,10 m (stedelijk gebied) wordt geaccepteerd. Vooral in het stedelijk gebied moet rekening worden gehouden met aanvullende maatregelen zoals het aanpassen van de beschoeiingen, het herstel van de waterdiepte enz.

Twee grote groepen van maatregelen staan centraal in dit rapport.

In alle scenario's wordt uitgegaan van een nieuw in te richten bemalingsgebied, gesitueerd rondom de diepste daling, dat loost op het Tripscompagniesterdiep. De omvang van dit bemalingsgebied kan worden aangepast aan de omvang van de bodemdaling. Dit nieuwe bemalingsgebied vormt de basis voor het herstel van de drooglegging in het **landelijk gebied**. Aanpassing van de waterhuishouding in de diverse bemalingsgebieden is hier op afgestemd.

In het stedelijk gebied van Veendam staat centraal de wens van de gemeente om de open waterverbindingen in de plannen Borgerswold en Langebosch zo lang mogelijk in stand te houden. Ook bestaat bij de gemeente Veendam de wens de open waterverbindingen door te zetten in de wijken Golfiaan en Buitenwoel. De open vaarverbindingen (waterrecreatie- en spelevaart) spelen een belangrijke rol in het stedenbouwkundig concept van deze wijken. Gelet op de omvang van de bodemdaling zal dit niet mogelijk zijn. In **scenario A** is de open vaarverbinding te handhaven; omdat de verandering in drooglegging meer dan 0,05 m bedraagt zijn maatregelen nodig om (vaak particuliere) beschoeiingen aan te passen en de doorvaarthoogte bij bruggen te herstellen.

Bij verdergaande bodemdaling (scenario B en C) zullen in het stedelijk gebied peilscheidingen (sluizen) moeten worden aangebracht om de verandering in drooglegging te beperken en doorvaart mogelijk te (blijven) houden.

6.2 Investeringsen

De te verwachten investeringskosten, gerekend naar het prijspeil 2000 zijn, per scenario en voor de diverse bemalingsgebieden, weergegeven in de onderstaande tabel. De investeringsbedragen zijn globale ramingen, afgeleid van kentallen. De geraamde bedragen hebben een nauwkeurigheid van $\pm 20\%$.

Bij de raming van de investeringskosten is verondersteld dat in eerste instantie wordt gekozen voor uitvoering van alle maatregelen volgens scenario A en vervolgens voor uitvoering van scenario B enz. Indien van meet af aan gekozen wordt voor scenario B mag worden verwacht dat met name de kosten voor het aanpassen van de beschoeiingen in het stedelijk gebied lager uitvallen omdat, vanwege de peilscheiding in het stedelijk gebied volgens scenario B, de relatieve peilveranderingen beperkt kunnen worden.

Onderstaand een resumé van de in hoofdstuk 5 weergegeven investeringskosten (bedragen in NLG * 1.000, afgerond).

Omschrijving	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Bemalingsgebied De Waker	135	135	471
Bemalingsgebied De Leest	0	41	100
Gebied vrij lozend op het Kielsterdiep	0	76	76
Bemalingsgebied Kielsterpomp	1.480	1.600	2.463
Bemalingsgebied Borgercompagnie	1.395	2.334	4.286
Bemalingsgebied Egypteneinde	0	0	58
Bemalingsgebied Nassaustraat	0	0	PM
Bemalingsgebieden Veendam	681	4.490	4.008
Bemalingsgebied Wildervank	0	0	334
Borgercompagniesterdiep	35	45	65
Oevers en kaden	2.500	4.390	12.760
Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling	1.900	2.200	4.800
Vrijverval riool in stedelijk gebied	3	53	53
Subtotaal	8.129	15.364	29.474
Grondverwerving	PM	PM	PM
Beschoeiingen in stedelijk gebied	11.375	11.375	11.375
Totaal, afgerond	NLG 19.500	26.700	40.900

Bij de ambtelijke bespreking van dit rapport op 27 september 2000 is vastgesteld dat de kosten voor het aanpassen of vervangen van de beschoeiingen zo groot zijn, dat een

aanvullend onderzoek gewenst is om beter inzicht te krijgen in de aard, omvang en het moment van de aanpassing.

Alle weergegeven investeringen in scenario A moeten de komende jaren worden gedaan. Indien de zoutwinning wordt voortgezet tot scenario B dienen de meerkosten die dit met zich meebrengt in 2015 geïnvesteerd te worden.

6.3 Exploitatiekosten

De verhoging van exploitatiekosten bestaat uit twee onderdelen namelijk: de kosten voor het extra reinigen van rioleringen en de onderhouds- en bedrijfsvoeringskosten van de gemalen.

In onderstaande tabel zijn de geraamde extra exploitatiekosten per jaar weergegeven

Omschrijving	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Bemalingsgebied Kielsterpomp	16.000	16.000	0
Nieuw bemalingsgebied in het centrum van de bodemdaling	22.000	36.500	60.500
Vrijverval riool in stedelijk gebied	0	5.000	5.000
Totaal	38.000	57.500	65.500

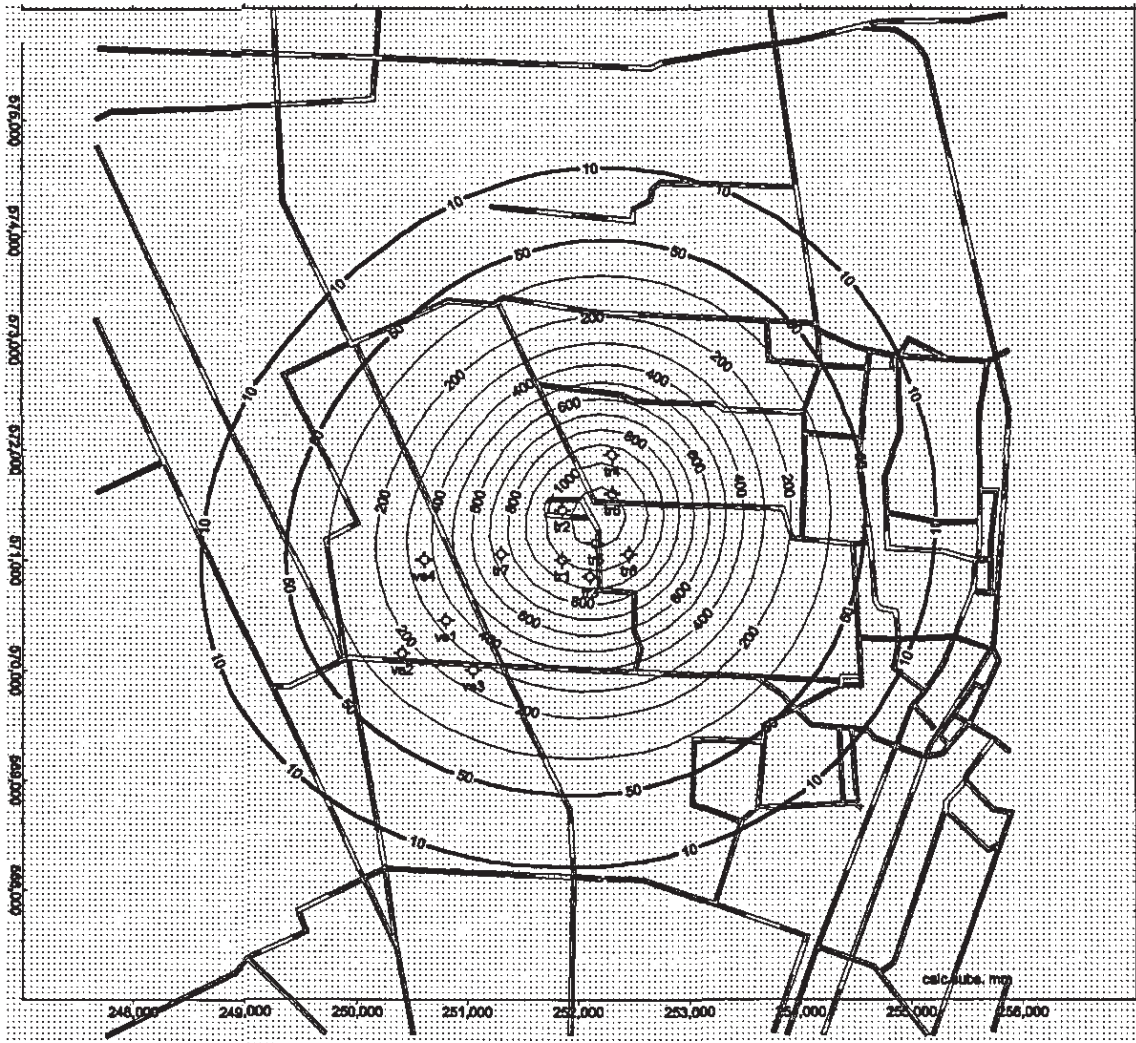
Bijlage 1

Werkgroep

waterschap Hunze en Aa's
waterschap Hunze en Aa's
gemeente Menterwolde
gemeente Veendam
gemeente Veendam
gemeente Veendam
Commissie Bodemdaling
Provincie Groningen
Nedmag
Tauw
Tauw

Bijlage 2

Prognose ligging dalingsgebied Geo-Delft



Prognose ligging dalingsgebied Geo-Delft bij een maximale bodemdaling van 115 cm.

Bijlage 3

Referentie eenheidsprijzen aanpassen en vervangen beschoeiingen

(Opgave gemeente Veendam september 2000)

zand prijs per m3

	Langebosch	Borgerswold	
zand depot Oude Pekela	fl 8,00	fl 8,00	op voertuig
transport	fl 6,00	fl 6,00	11 ritten/dag
transport in situ	fl 5,00	fl 2,00	
afwerken boven water talud	fl 1,00	fl 1,00	
afwerken onderwater talud	fl 0,50	fl 0,50	
onvoorzien	fl 20,50	fl 17,50	
	10,00% fl 2,05	fl 1,75	
	fl 22,55	fl 19,25	
voorb. & toezicht	fl 2,26	fl 1,93	
	fl 24,81	fl 21,18	
b.t.w.	fl 4,34	fl 3,71	
	fl 29,15	fl 24,88	
afgerond	fl 30,00	fl 25,00	
gemiddelde kosten	fl 27,50		

aanbrengen azobe damplank van af de wal

lengte eenheid	3,5	3	2,5	verankering
percentage	33,33%	33,33%	33,33%	100,00%
verwijderen en afvoeren	fl 25,00	fl 25,00	fl 25,00	fl 25,00
plaatsen aannemersprijs 1999	fl 374,00	fl 273,00	fl 216,41	fl 90,00
uitvoering & winst & risico	10,00% fl 37,40	fl 27,30	fl 21,64	fl 9,00
aanvullen e.d.	fl 45,00	fl 45,00	fl 45,00	
	<u>fl 481,40</u>	<u>fl 370,30</u>	<u>fl 308,05</u>	<u>fl 124,00</u>
onvoorziën	10,00% fl 48,14	fl 37,03	fl 30,81	fl 12,40
	<u>fl 529,54</u>	<u>fl 407,33</u>	<u>fl 338,86</u>	<u>fl 136,40</u>
voorb. & toezicht	15,00% fl 79,43	fl 61,10	fl 50,83	fl 20,46
	<u>fl 608,97</u>	<u>fl 468,43</u>	<u>fl 389,68</u>	<u>fl 156,86</u>
b.t.w.	17,50% fl 106,57	fl 81,98	fl 68,19	fl 27,45
	<u>fl 715,54</u>	<u>fl 550,40</u>	<u>fl 457,88</u>	<u>fl 184,31</u>
afgerond	fl 720,00	fl 555,00	fl 460,00	fl 185,00
gemiddelde kosten	fl 578,33			
	fl 185,00			
	<u>fl 763,33</u>			
	fl 765,00			

aanbrengen azobe damplank van af het water

	3,5	3	2,5	verankering
lengte eenheid	33,33%	33,33%	33,33%	100,00%
percentage				
verwijderen en afvoeren				fl 25,00
plaatsen aannemersprijs zie bijlage	fl 705,00	fl 555,00	fl 405,00	fl 90,00
uitvoering & winst & risico	10,00% fl 70,50	fl 55,50	fl 40,50	fl 9,00
aanvullen e.d.				
	fl 775,50	fl 610,50	fl 445,50	fl 124,00
onvoorziën	10,00% fl 77,55	fl 61,05	fl 44,55	fl 12,40
	fl 853,05	fl 671,55	fl 490,05	fl 136,40
voorb. & toezicht	15,00% fl 127,96	fl 100,73	fl 73,51	fl 20,46
	fl 981,01	fl 772,28	fl 563,56	fl 156,86
b.t.w.	17,50% fl 171,68	fl 135,15	fl 98,62	fl 27,45
	fl 1.152,68	fl 907,43	fl 662,18	fl 184,31
afgerond	fl 1.150,00	fl 910,00	fl 665,00	fl 185,00
gemiddelde kosten	fl 908,33			
	fl 185,00			
	fl 1.093,33			
	fl 1.100,00			

aanbrengen azobe schotten

verwijderen en afvoeren	fl	25,00	aannemersprijs 1986	fl	100,00
plaatsen aannemersprijs	fl	113,00	inflatie 3%		
uitvoering & winst & risico	10,00% fl	11,30	factor	1,13 fl	113,00
aanvullen e.d.	fl	45,00		fl	113,00
	fl	<u>194,30</u>			
onvoorzien	10,00% fl	19,43			
	fl	<u>213,73</u>			
voorb. & toezicht	15,00% fl	32,06			
	fl	<u>245,79</u>			
b.t.w.	17,50% fl	43,01			
	fl	<u>288,80</u>			
schotten van af de wal	afgerond fl	290,00			
schotten van af het water	1,44 fl	420,00			

aanbrengen perkoenpalen lengte 1.80

verwijderen en afvoeren	fl	25,00	gwwkosten 1990	fl	120,00
plaatsen aanmemersprijs	fl	160,80	inflatie 3%		
uitvoering & winst & risico	10,00%	fl 16,08	factor	1,34	
aanvullen e.d.	fl	45,00		fl	160,80
	fl	<u>246,88</u>			
onvoorzien	10,00%	fl 24,69			
	fl	<u>271,57</u>			
voorb. & toezicht	15,00%	fl 40,74			
	fl	<u>312,30</u>			
b.t.w.	17,50%	fl 54,65			
	fl	<u>366,96</u>			
perkoenpalen van af de wal	afgerond	fl 370,00			
perkoenpalen vanaf het water	1,44	fl 535,00			



Onderzoek waterhuishoudkundige maatregelen naar aanleiding van bodemdaling NEDMAG

Hoofdrapport



water
 infrastructuur
 milieu
 bouw

Waterschap Hunze en Aa's

Onderzoek waterhuishoudkundige maatregelen naar aanleiding van bodemdaling NEDMAG

Hoofdrapport

onze referentie	projectcode	status
VDM20-1/panh/015	VDM20-1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
		14 januari 2004

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd		

Witteveen+Bos
 van Twickelostraat 2
 postbus 233
 7400 AE Deventer
 telefoon 0570 69 79 11
 telefax 0570 69 73 44



Het kwaliteit management systeem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001 : 2000

© Witteveen+Bos
 Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doelstelling van het onderzoek	2
1.3. Leeswijzer	2
2. PROCES	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Stappenplan voor het onderzoek	3
2.3. Korte toelichting per fase	4
3. UITGANGSPUNTEN	6
3.1. Algemeen	6
3.2. Zoutwinning Nedmag	6
3.3. Aardgaswinning NAM	6
3.4. Toetsingscriteria	6
3.5. Algemene werkwijze modellering	7
4. RESULTATEN	8
4.1. Algemeen	8
4.2. Geconstateerde knelpunten bij autonome ontwikkeling	8
4.3. Beschrijving voorontwerp	9
4.4. Controle op de ontwerpeisen	10
4.5. Kosten	11
5. REALISATIE, MONITORING EN VERVOLGONDERZOEKEN	12
5.1. Realisatie	12
5.2. Monitoring en vervolgonderzoeken	13
6. AANBEVELINGEN	14
7. CONCLUSIES	15
 laatste bladzijde	 15
 bijlagen	 aantal bladzijden
I Kaart huidige waterhuishoudkundige situatie	1
II Dimensies ontwerp	7

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Door Nedmag Industries B.V. wordt al sinds 1981 ten westen van Veendam, nabij Trips- en Borgercompagnie, magnesiumzout gewonnen uit de ondergrond. Deze zoutwinning veroorzaakt bodemdaling. Met de aanvankelijk toegepaste mijnmethode was de bodemdaling gering, maar sinds 1995 is om onder andere economische redenen gekozen voor een mijnmethode die forsere bodemdaling veroorzaakt. Wetenschappelijke prognoses hebben uitgewezen dat de bodemdaling komvormig is, geleidelijk en voorspelbaar.

De snelheid van de bodemdaling op het diepste punt, gelegen nabij de productielocatie Tripscompagnie, is ongeveer 2 cm per jaar, uitgaande van de huidige productiesnelheid. Jaarlijks onafhankelijk monitoringsonderzoek (waterpasmetingen) bevestigen de wetenschappelijke prognoses. Inmiddels worden elke twee jaar waterpasmetingen gedaan. De bodemdaling op het diepste punt bedroeg begin 2002 ongeveer 14 cm ten opzichte van 1993. Buiten een straal van ongeveer 3 km vanuit het diepste punt is de bodemdaling vrijwel nihil.



Nedmag heeft een ontginningsvergunning die afloopt als bepaalde criteria zijn bereikt. Eén van die criteria is een maximale bodemdaling op het diepste punt van 65 cm. Met de huidige productiesnelheid wordt verwacht dat deze bodemdaling omstreeks 2025 zal worden bereikt. In afbeelding 1.1. wordt de verwachte bodemdaling in 2025 ten opzichte van 1993 weergegeven. De afstand vanaf het centrum tot de 5 cm zone bedraagt circa 2,5 km.

Afbeelding 1.1. Verwachte bodemdaling in 2025 in cm



consequenties bodemdaling voor de waterhuishouding

De bodemdaling heeft consequenties voor de waterhuishouding. Door de geleidelijke komvormige daling van het maaiveld neemt de drooglegging af indien open waterpeilen gelijk zouden blijven. De drooglegging is gedefinieerd als het verschil tussen maaiveldhoogte en open waterstand. Naast dit rechtstreekse effect op de drooglegging zorgt de bodemdaling ook voor een daling van watergangen, kunstwerken (duikers, stuwen) en gemalen binnen het invloedsgebied.

Hierdoor veranderen het verhang in de watergangen, stroomsnelheden en afvoerdebieten. Om de effecten van de bodemdaling te compenseren dienen waterhuishoudkundige maatregelen te worden getroffen. Deze maatregelen hebben effect op de waterhuishouding en de drooglegging.

In 1999/2000 is in opdracht van waterschap Hunze en Aa's een verkennend onderzoek uitgevoerd naar te nemen waterhuishoudkundige maatregelen om onder andere een indruk te krijgen van toekomstige kosten. De inschattingen zijn daarbij gedaan op basis van grove criteria en met "peilen in rust". Als vervolg op dit verkennende onderzoek is in 2002 het onderliggende onderzoek gestart. Het onderzoek is gefinancierd door Nedmag Industries B.V.



1.2. Doelstelling van het onderzoek

Doelstelling van dit onderzoek is het op voorontwerpniveau dimensioneren van duurzame waterhuishoudkundige maatregelen tot 35 cm bodemdaling ten opzichte van 1993 (circa 2012¹), die nodig zijn om negatieve effecten van bodemdaling op de waterhuishouding op te lossen. De maatregelen tot 2012 mogen geen "spijt"-maatregelen zijn, zodat in het onderzoek een doorkijk naar 2025 wordt gemaakt. Bij het bepalen van de maatregelen is uitgegaan van gangbare technische methoden en door waterschappen algemeen gebruikte criteria, en is gestreefd naar een maximaal intern en extern draagvlak.

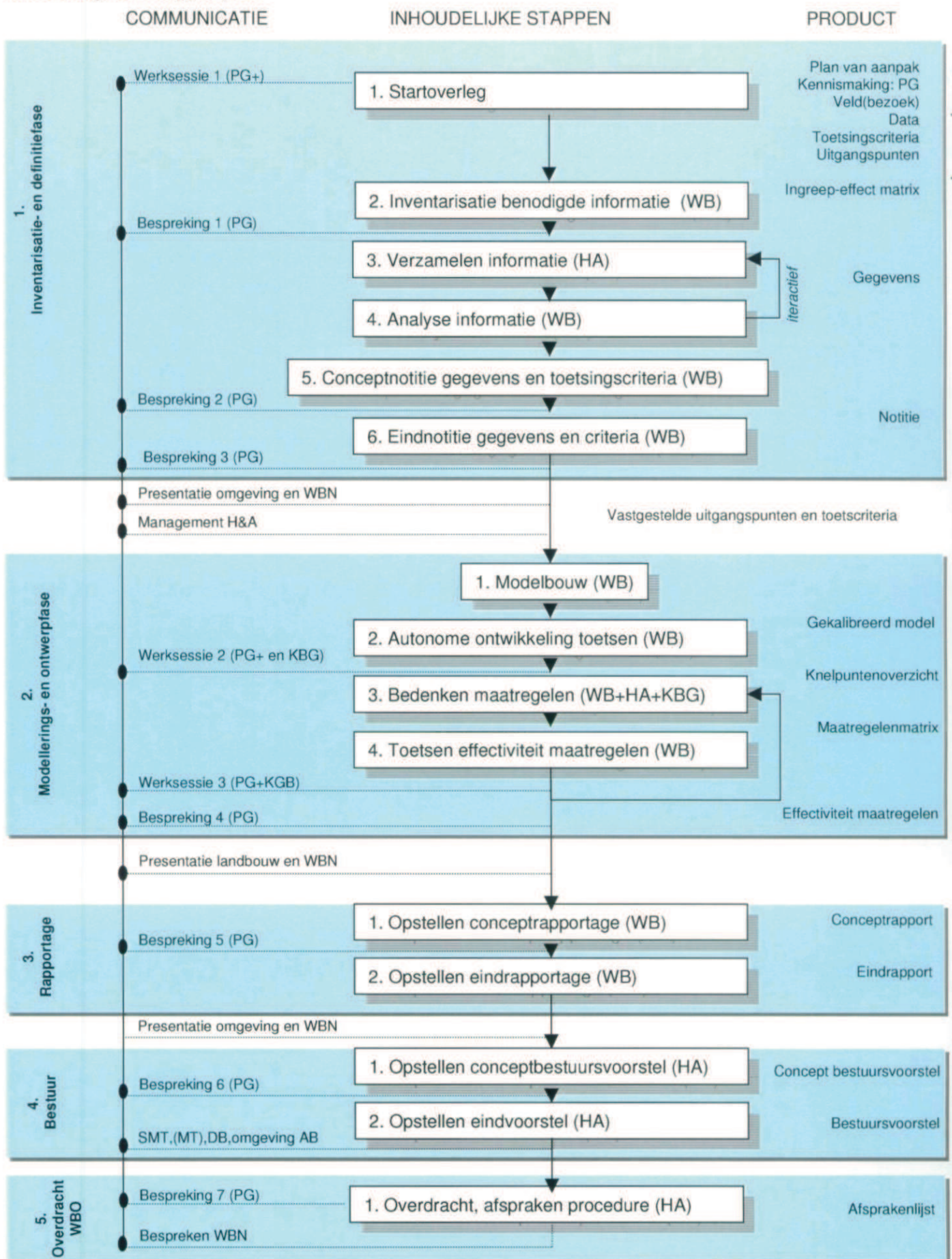
1.3. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het gevolgde proces voor het onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 behandelt de uitgangspunten zoals die in het begin van het onderzoek zijn vastgesteld. Hoofdstuk 4 gaat vervolgens in op de resultaten van het onderzoek, en bevat de beschrijving van het voorontwerp voor de waterhuishoudkundige inrichting in 2012. In hoofdstuk 5 wordt vooruit gekeken naar termijnen voor realisatie van het ontwerp en wordt ingegaan op monitoring en vervolgonderzoeken. In de hoofdstukken 7 en 8 ten slotte worden de aanbevelingen en conclusies beschreven.

Voor de beschrijving van de technische aspecten van het onderzoek, zoals de bouw van de hydraulische computermodellen en de droogleggingsanalyses, alsmede de beschouwde alternatieven, wordt verwezen naar het technisch achtergrondrapport behorend bij deze studie.

¹ Uitwerking in detail voor maatregelen na 35 cm bodemdaling wordt niet verstandig geacht in verband met mogelijke veranderingen in productievolumes vanwege economische (expansie, Anteus), politieke (Ruimtelijke Ordening, chloortransport), of technische (productie, reactie watersysteem) redenen.

Afbeelding 2.1. Stappenplan



2. PROCES

2.1. Algemeen

Voorafgaand aan het onderzoek is een stappenplan opgesteld, waarin naast de inhoudelijke werkzaamheden tevens het communicatiespoor is uitgewerkt. De maatschappelijke omgeving is daarbij op diverse manieren bij het onderzoek betrokken. Dit stappenplan komt hierna aan de orde.

2.2. Stappenplan voor het onderzoek

In afbeelding 2.1. is het stappenplan weergegeven. Daarbij zijn tevens de overlegmomenten aangegeven met de voor het onderzoek ingestelde projectgroep, projectgroep+ en klankbordgroep. Nedmag Industries B.V. was als belanghebbende partij niet vertegenwoordigd in de projectgroep, maar alleen betrokken via de Werkgroep Bodemdaling Nedmag.

De projectgroep bestond uit:

naam	functie	afdeling/district
	planoloog	zuidoost
	districtshydroloog	zuidwest
	medewerker peilbesluiten	beleid & onderzoek
	projectleider waterbeheer	beleid & onderzoek

De projectgroep+ bestond uit:

naam	functie	afdeling/district
leden PG	-	-
	planoloog	zuidwest
	hydroloog	beleid & onderzoek
	districtshydroloog	zuidoost
	planoloog (i.v.m. Buitenwoel)	zuidoost
	projectleider civiele- en cultuurtechniek	project & advies (WBO)
	projectleider Ruimte & EC ontwikkeling	gemeente Veendam
	districtshoofd zuidoost	zuidoost/management

De klankbordgroep voor het onderzoek bestond uit:

naam	organisatie
	Landbouw vereniging Borgercompagnie
	Landbouw vereniging Borgercompagnie
	Dorpsvereniging "Nooitgedacht" (Tripscompagnie)
	Dorpsvereniging Borgercompagnie
	Dorpsvereniging Borgercompagnie
	Bewonersoverleg Veendam
	Bewonersoverleg Veendam
	Gemeente Veendam
	DLG
	Beheerteam Buitenwoel
	Golfbaan De Compagnie

De Werkgroep Bodemdaling Nedmag (WBN) bestaat uit:

naam	organisatie
	Nedmag B.V.
	Nedmag B.V.
	Provincie Groningen
	Provincie Groningen, commissie Bodemdaling door Aardgaswinning
	Provincie Groningen
	Gemeente Muntendam
	Gemeente Veendam
	Staatstoezicht op de Mijnen (EZ)
	Waterschap Hunze en Aa's
	Waterschap Hunze en Aa's

verklaring afkortingen

In het stappenplan in afbeelding 2.1. worden een aantal afkortingen gebruikt, die hierna kort worden toegelicht:

- PG = projectgroep
- PG+ = projectgroep+
- WB = Witteveen+Bos
- HA = waterschap Hunze en Aa's
- KBG = klankbordgroep (omgeving/betrokkenen)
- WBN = Werkgroep Bodemdaling Nedmag (betrokken overheden en Nedmag)
- DB = dagelijks bestuur waterschap Hunze en Aa's
- AB = algemeen bestuur waterschap Hunze en Aa's
- WBO = sector Waterzuivering, Beheer en Onderhoud van waterschap Hunze en Aa's

2.3. Korte toelichting per fase

In deze paragraaf wordt per fase een korte toelichting op de uitgevoerde stappen gegeven.

fase 1

In de inventarisatie- en definitiefase (fase 1 in het stappenplan) is in beeld gebracht welke informatie benodigd is voor het onderzoek, en in hoeverre deze informatie beschikbaar is. Tevens zijn de toetsingscriteria voor het beoordelen van het effect van maatregelenpakketten uitgewerkt. Fase 1 is afgesloten met een uitgangspuntennotitie, die in de projectgroep is besproken. Vervolgens is over de concept notitie door Witteveen+Bos een informatieve presentatie verzorgd voor de Werkgroep Bodemdaling Nedmag (WBN) en genodigden uit de omgeving. Tijdens deze bijeenkomst is een oproep gedaan tot deelname aan de klankbordgroep. De geformeerde klankbordgroep heeft vervolgens de gelegenheid gekregen schriftelijk te reageren op de concept uitgangspuntennotitie. De notitie is daarna door de projectgroep vastgesteld.

fase 2

In fase 2 is een hydraulisch model in Sobek gebouwd voor de situatie 2002. Door toepassing van de prognoses van de bodemdaling van Nedmag Industries B.V. en van de NAM is het model van 2002 vervolgens vertaald naar hydraulische modellen voor 2012 en 2025. Daarnaast zijn met een droogleggingsmodule van het waterschap diverse droogleggingsanalyses uitgevoerd.

Op basis van de knelpunten die uit de modelberekeningen en de droogleggingsanalyses naar voren kwamen zijn in een eerste werksessie met de projectgroep+ en de klankbordgroep 5 maatregelenpakketten uitgewerkt. Deze maatregelenpakketten zijn door Witteveen+Bos doorgerekend en beoordeeld aan de hand van de vastgestelde toetsingscriteria en een globale beschrijving van de kosten. In een tweede werksessie met projectgroep+ en klankbordgroep is vervolgens een voorkeur uitgesproken voor pakket 1.

Na de tweede werksessie is pakket 1 door Witteveen+Bos verder doorgerekend en uitgewerkt tot voorontwerp. Tevens is een concept rapportage opgesteld van de resultaten van fasen 1 en 2. Naar aanleiding van de tweede werksessie met de klankbordgroep is een extra informatieavond voor de landbouwsector ingelast. Ook de leden van de Werkgroep Bodemdaling Nedmag waren hierbij aanwezig.

fase 3

In fase 3 is door Witteveen+Bos het eindrapport van het onderzoek opgesteld en besproken met de projectgroep. Na afronding van het eindrapport is hierover een presentatie aan de omgeving en de Werkgroep Bodemdaling Nedmag gegeven.

fase 4

In fase 4 wordt door de projectgroep een bestuursvoorstel voor het bestuur van het waterschap opgesteld. Vervolgens wordt dit voorstel conform de 'Inspraakverordening Hunze en Aa's 2000' door het bestuur behandeld, waarmee omgeving en betrokkenen nog een formele inspraakmogelijkheid hebben.

fase 5

Na bestuurlijke behandeling en vaststelling wordt het voorontwerp overgedragen aan de sector WBO van het waterschap voor verdere uitwerking tot een besteksgereed plan en uitvoering van de maatregelen. Verdere aangenomen aanbevelingen, zoals eventueel nader onderzoek, monitoring, ijking etc. zullen in de organisatie van het waterschap worden geborgd.

3. UITGANGSPUNTEN

3.1. Algemeen

Fase 1 van het onderzoek is afgesloten met een uitgangspuntennotitie. In dit hoofdstuk komen enkele hoofdlijnen uit deze notitie aan de orde die van belang zijn voor het onderzoek in het algemeen. Voor een technische beschrijving van de uitgangspunten die uit de hoofdlijnen voortvloeien wordt verwezen naar de uitgangspuntennotitie die als bijlage is opgenomen in de technische achtergrondrapportage.



3.2. Zoutwinning Nedmag

De zoutwinning door Nedmag veroorzaakt zowel een komvormige daling van het maaiveld als een komvormige daling van watergangen, kunstwerken en gemalen. Algemeen uitgangspunt is dat met beide aspecten in dit onderzoek rekening wordt gehouden. De daling in het centrum van de zoutwinning bedraagt circa 2 cm/jaar.

3.3. Aardgaswinning NAM

De aardgaswinning ten noorden van het projectgebied veroorzaakt eveneens een daling van het maaiveld en een daling van watergangen, kunstwerken en gemalen. Deze daling is geringer van omvang (circa 1 á 2 mm/jaar) en gelijkmatiger (niet komvormig) verdeeld over het projectgebied. De door de aardgaswinning veroorzaakte bodemdaling wordt in dit onderzoek als autonome ontwikkeling meegenomen. Dit betekent dat het effect van de aardgaswinning is meeberekend in de huidige en toekomstige maaiveldhoogten en in de huidige en toekomstige hoogteligging van watergangen, kunstwerken en gemalen.

3.4. Toetsingscriteria

Om de negatieve effecten van de bodemdaling te compenseren dienen waterhuishoudkundige maatregelen te worden genomen. Voor een objectieve beoordeling van de noodzaak en de effectiviteit van waterhuishoudkundige maatregelen zijn voorafgaand aan de modellerings- en ontwerpfasen toetsingscriteria vastgesteld. Om de toetsing van de effectiviteit van maatregelen werkbaar te houden is daarbij onderscheid gemaakt in primaire en secundaire toetsingscriteria. Het verschil tussen primaire en secundaire toetsingscriteria wordt beschreven in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Verschil tussen primaire en secundaire toetsingscriteria

primaire toetsingscriterium	secundaire toetsingscriterium
is leidend voor het waterhuishoudkundig ontwerp	is in meer of mindere mate afgeleid van een primaire toetsingscriterium
wordt als eerste criterium gebruikt om het effect van maatregelen te beoordelen	dient als extra check op mogelijke negatieve effecten van maatregelen (fine-tuning)

Het onderscheid tussen primaire en secundaire criteria is gemaakt om de volgorde van gebruik aan te geven. Dus niet omdat primaire criteria belangrijker zijn dan de secundaire. Het is wel van belang om te realiseren dat de secundaire toetsingscriteria in het algemeen niet los staan van de primaire toetsingscriteria, maar daarvan zijn afgeleid.

In tabel 3.2. worden de gehanteerde primaire en secundaire toetsingscriteria samengevat.

Tabel 3.2. Samenvatting primaire en secundaire toetsingscriteria

primaire toetsingscriteria	secundaire toetsingscriteria
droogleggingseisen	gevoeligheid bebouwing
maximale stroomsnelheden in watergangen en kunstwerken	beschoeiingen te droog of te nat
	kadehoogten Tripscompagniesterdiep
	doorvaartmogelijkheden recreatievaart
	relaties met stedelijk waterplan Veendam
	wateraanvoersituatie
	effecten op waterkwaliteit
	effecten op grondwaterstroming
	effecten op drainage
	draagvlak en haalbaarheid van de maatregelen

Voor de uitwerking van de toetsingscriteria wordt verwezen naar het technisch achtergrondrapport.

3.5. Algemene werkwijze modellering

In januari 2002 zijn de dwarsprofielen van alle watergangen in het onderzoeksgebied ingemeten. Deze dwarsprofielen zijn ingebracht in een waterhuishoudkundig model van het gebied. Het doorrekenen van de situatie 2002 met dit model geeft hierdoor een nauwkeurig beeld van alle waterhuishoudkundige aandachtspunten in het bodemdalingsgebied.

Het doorrekenen van hetzelfde model (geen maatregelen) maar nu met de voorspelde bodemdaling in 2012 en 2025 (aardgas en zoutwinning) geeft een beeld van de knelpunten die zullen ontstaan als er geen maatregelen zouden worden getroffen. De droogleggingseisen zijn getoetst met behulp van een droogleggingsmodule van het waterschap. Aan de hand van de dan duidelijk geworden knelpunten zijn maatregelpakketten bedacht. Het gekozen maatregelpakket is vervolgens in het rekenmodel aangebracht om te bepalen of nu wel de gewenste situatie (volgens toetsingscriteria) wordt behaald.

4. RESULTATEN

4.1. Algemeen

In dit hoofdstuk wordt eerst een samenvatting gegeven van de te verwachten waterhuishoudkundige knelpunten in het bodemdalingsgebied, als gevolg van zoutwinning. Vervolgens wordt het voorontwerp voor de waterhuishoudkundige inrichting in 2012 beschreven, waarmee deze knelpunten worden opgelost. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de fasering van de te realiseren maatregelen in de periode 2002-2012.



Om verwarring met betrekking tot begrippen rond peilen te voorkomen worden in tabel 4.1. enkele begrippen toegelicht.

Tabel 4.1. Toelichting benaming peilen

begrip in rapport	in beheersgebied ook wel aangeduid met
wenspeil zomer	hsp (hoogste streefpeil)
wenspeil winter	lsp (laagste streefpeil)
praktijkpeil winter	lsp (laagste streefpeil)
praktijkpeil zomer	zp (zomerpeil)

4.2. Geconstateerde knelpunten bij autonome ontwikkeling

In bijlage I is een kaart van de huidige waterhuishoudkundige situatie opgenomen. Onderzocht is welke problemen ontstaan indien niets wordt gewijzigd aan deze huidige inrichting. Op basis van de hoogtebestanden voor 2002, 2012 en 2025 zijn droogleggingsanalyses uitgevoerd voor de autonome ontwikkeling zonder maatregelen, bij peilen in rust en in afvoersituaties. De resultaten daarvan zijn op kaart en in tabelvorm weergegeven in het technisch achtergrondrapport. Om in de toekomst aan de droogleggingseisen bij peilen in rust te kunnen blijven voldoen, zijn voor met name 4 direct rondom het centrum van de zoutwinning gelegen peilgebieden peilverlagingen noodzakelijk. Op basis van de droogleggingscriteria bij peilen in rust zijn voor deze peilgebieden wenspeilen berekend voor de huidige situatie, 2012 en 2025. Deze wenspeilen zijn beschreven in tabel 4.2.

Tabel 4.2. Wenspeilen in huidige situatie, 2012 en 2025 voor 4 huidige peilgebieden indien geen maatregelen zouden worden genomen (autonome ontwikkeling)

	huidige wenspeilen		wenspeilen 2012		wenspeilen 2025	
	winterpeil	zomerpeil	winterpeil	zomerpeil	winterpeil	zomerpeil
peilgebied	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP	m Nap
stuw Oude Tolweg	-0.20	0.50	-0.35	0,35	-0.55	0.15
stuw Nieuwe Weg	-0.40	0.30	-0.45	0.25	-0.55	0.15
stuw Ludolphi	-0.30	0.40	-0.45	0.30	-0.60	0.10
stuw Weijer	0.05	0.75	-0.10	0.60	-0.35	0.35

dagelijks waterbeheer

Het waterschap hanteert voor het actuele waterbeheer als richtlijnen de vastgestelde zomer- en winterpeilen, maar zal afhankelijk van de klimatologische situatie en de vorderingen van het groeiseizoen in de tijd de in te stellen waterpeilen baseren op de actuele bodemvochtsituatie. Zo is het goed mogelijk dat in natte afvoerperioden de winterpeilen soms lager worden ingesteld dan de theoretisch vastgestelde peilen.

In een nat jaar (groeiseizoen) is het verder goed mogelijk dat de maximum zomerpeilen niet gehaald worden. De stuwen worden echter constructief zodanig gebouwd dat de stuwkleppen in extreme (droge) situaties nog maximaal 20 cm hoger kunnen stuwen dan het normale zomerpeil. Het dagelijks peilbeheer wordt de laatste jaren meer afgestemd op de actuele bodemvocht voorraadsituatie, die wordt bepaald door het gemeten grondwaterpeil in het gebied.

In gebieden waar dat mogelijk is worden daarbij bandbreedtes voor het gewenste grondwaterpeil vastgesteld waarbinnen wordt getracht het grondwaterpeil te sturen met behulp van de kunstwerken in het oppervlaktewaterstelsel.

In tabel 4.3. zijn de huidige praktijkpeilen en geschatte praktijkpeilen in 2012 en 2025 weergegeven.

Tabel 4.3. Huidige praktijkpeilen en geschatte praktijkpeilen in 2012 en 2025

peilgebied	huidige praktijkpeilen		geschatte praktijkpeilen 2012		geschatte praktijkpeilen 2025	
	winterpeil m NAP	zomerpeil m NAP	winterpeil m NAP	zomerpeil m NAP	winterpeil m NAP	zomerpeil m Nap
stuw Oude Tolweg	-0.10	0.30	-0.35	0,15	-0.55	-0.05
stuw Nieuwe Weg	-0.25	0.15	-0.45	0.05	-0.55	-0.05
stuw Ludolphi	-0.30	0.20	-0.45	0.10	-0.60	-0.10
stuw Weijer	0.05	0.45	-0.10	0.40	-0.35	0.15

De vier genoemde peilgebieden wateren allen af naar gemaal Borgercompagnie. Door de richting van de bodemdaling nemen de peilverschillen tussen de peilvakken in stroomafwaartse richting af. Dit is vooral van belang voor de afvoersituatie (=wintersituatie), omdat dan door de afnemende peilverschillen de opstuwingen in bovenstrooms gelegen peilgebieden toe kan nemen. In tabel 4.4. zijn de afnemende peilverschillen weergegeven.

Tabel 4.4. Afnemende peilverschillen tussen peilgebieden in de wintersituatie

bovenstrooms	benedenstrooms	peilverschil in m		
		2002	2012	2025
stuw Oude Tolweg	stuw Nieuwe Weg	0,15	0,10	0,00
stuw Nieuwe Weg	gemaal Borgercompagnie	0,35	0,15	0,10
stuw Weijer	stuw Ludolphi	0,35	0,35	0,25
stuw Ludolphi	gemaal Borgercompagnie	0,30	0,15	0,05

In het technisch achtergrondrapport zijn de berekende opstuwingen en waterstanden in 2012 en 2025 weergegeven, met de stuwen ingesteld op de praktijkwinterpeilen. Hieruit blijkt dat in 2012 niet meer aan de droogleggingseisen tijdens afvoersituaties kan worden voldaan. Op grond van de berekeningen is in overleg met de projectgroep geconcludeerd dat circa vanaf 2006/2007 maatregelen, zoals aanvullende bemaling, nodig zijn voor de genoemde 4 peilgebieden.

4.3. Beschrijving voorontwerp

Om ook in 2012 aan de droogleggingseisen van het waterschap te voldoen is een voorontwerp voor een aangepaste waterhuishoudkundige inrichting opgesteld. Dit voorontwerp is gebaseerd op de droogleggingseisen en de ontwerpeisen van het waterschap voor watergangen en kunstwerken. Hiervoor zijn diverse waterhuishoudkundige maatregelen doorgevoerd die vervolgens zijn getoetst aan de eisen. Ten eerste is een nieuwe peilgebiedsindeling opgesteld, omdat voor de delen van de betreffende peilgebieden dichtbij het centrum van de bodemdaling een veel grotere neerwaartse peilaanpassing gewenst is, dan voor de verderaf gelegen delen. Op basis van droogleggingsanalyses zijn de wenspeilen voor de nieuwe peilgebiedsindeling berekend. De nieuwe peilgebiedsindeling, inclusief wenspeilen en geschatte praktijkpeilen voor 2012, is weergegeven in tabel 4.5. en op kaart in afbeelding 4.1.

Tabel 4.5. Peilgebiedsindeling voorontwerp

peilgebied	wenspeilen 2012		geschatte praktijkpeilen 2012	
	winterpeil [m NAP]	zomerpeil [m NAP]	winterpeil [m NAP]	zomerpeil [m NAP]
stuw Oude Tolweg Hoog	-0.25	0.50	-0.25	0.30
stuw Oude Tolweg Laag	-0.45	0.25	-0.45	0.05
stuw Nieuwe Weg Hoog	-0.20	0.50	-0.20	0.30
stuw Nieuwe Weg Laag	-0.50	0.20	-0.50	0.00
stuw Ludolphi Hoog	-0.20	0.50	-0.20	0.30
stuw Ludolphi Laag	-0.50	0.20	-0.50	0.00
stuw Weijer	-0.10	0.60	-0.10	0.40

De grenzen tussen het hoge en lage deel van de nieuwe peilgebieden zijn bepaald op basis van de verwachte maaiveldhoogteligging in 2025. Het voorontwerp bevat daarmee een doorkijk naar 2025, in die zin dat de peilgebiedsgrenzen ook in 2025 nog logisch gelegen zijn. Wel zullen bij voortgaande bodemdaling in de periode 2012-2025 de peilen geleidelijk verder verlaagd moeten worden.

Kernpunt van het voorontwerp voor 2012 vormt de aanleg van een nieuw combigemaal, op een nieuwe dam in het Tripscompagniesterdiep (=boezemwater). Het gemaal bevat twee pompen, waarvan één pomp de peilgebieden ten westen van het Tripscompagniesterdiep bemaalt, en de andere pomp de peilgebieden ten oosten van het Tripscompagniesterdiep. Het gemaal slaat het water uit op het Tripscompagniesterdiep ten noorden van de nieuwe dam. Deze noordelijke tak blijft ook in de toekomst in open verbinding met de boezem. In het deel van het Tripscompagniesterdiep gelegen ten zuiden van de nieuwe dam, kan na aanleg van de dam een eigen peil worden ingesteld. De wateraanvoervoorziening naar de peilgebieden via deze zuidelijke tak blijft daarbij wel gewaarborgd, door middel van een nieuwe inlaatvoorziening bij het nieuwe combigemaal.



Voor zowel de toekomstige zuidelijke als de noordelijke tak van het Tripscompagniesterdiep worden in beginsel de huidige peilen gehandhaafd. Het peil van de noordelijke tak volgt het boezempeil. Het peil van de boezem is in 2000 verlaagd van 0,62 m NAP naar 0,57 m NAP. In 2005 wordt het boezempeil (in verband met ontwikkelingen in het gehele boezemgebied) verder verlaagd, van 0,57 m NAP naar 0,52 m NAP. Ook de zuidelijke tak zal deze verlaging naar 0,52 m NAP volgen in 2005. Mogelijk kan het peil in de zuidelijke tak iets verder worden verlaagd, om de bodemdaling als gevolg van de zoutwinning te volgen. De bodemdaling ter plaatse bedraagt gemiddeld 10 tot 15 cm in de periode 2002-2012. Voordeel hiervan is dat eventuele toename van kwel vanuit dit deel van het Tripscompagniesterdiep naar de aanliggende landbouwgronden in de toekomst kan worden beperkt.

Het voorontwerp voor 2012 is op kaart weergegeven in afbeelding 4.1. De nummers van de maatregelen in afbeelding 4.1. verwijzen naar de in tabel 4.6. beschreven maatregelen. Doordat tijdens het proces maatregelen zijn afgefallen en anderen zijn toegevoegd, is de nummering niet doorlopend. De dimensies van de maatregelen en de raming van benodigd grondverzet en grondaankoop zijn beschreven in bijlage II.

4.4. Controle op de ontwerpeisen

Het voorontwerp is doorgerekend met het Sobek-model en getoetst op de toetsingscriteria. Het voorontwerp, zoals beschreven in de vorige paragraaf, voldoet aan de ontwerpeisen (primaire criteria). Ook uit toetsing van het voorontwerp aan de secundaire criteria kwamen geen wezenlijke knelpunten naar voren. Om op onderdelen verder uitsluitel te krijgen zijn in hoofdstuk 5 enkele vervolgonderzoeken aangegeven. Voor gedetailleerde weergave van de controleberekeningen en toetsing op toetsingscriteria wordt verwezen naar het technisch achtergrondrapport.

Tabel 4.6. Maatregelen voorontwerp
Aan te passen of aan te leggen waterstaatswerken:

nr.	wat	aantal	opmerking
1			bestaande hoofdwatgang aan oostkant betonpad komt op peil van peilgebied Stuw Oude Tolweg Laag
3	stuw	1	afwatering van peilgebied Oude Tolweg Hoog op Oude Tolweg Laag
4			nieuw afwateringssysteem Buitenwoel fase 2; handhaving huidige maatgevende afvoer is randvoorwaarde
5	kunstwerk	1	afwatering van peilgebied 'Buitenwoel fase 2' op Oude Tolweg laag; nader onderzocht wordt of dit onder vrij verval kan, bijvoorbeeld middels een stuw, of dat er gebruik moet worden gemaakt van een pomp, of een combinatie van beiden
6	dam	2	scheiding tussen de peilgebieden Nieuwe Weg Hoog en Laag
7	watgang	1	om de wijken bij de scheiding tussen het peilgebied Nieuwe Weg hoog en laag met elkaar te verbinden
8	stuw	1	afwatering van peilgebied Nieuwe Weg Hoog op Nieuwe Weg Laag
9			stuw Nieuwe Weg als peilscheiding laten fungeren
10			afwateringsrichting van de hoofdwatgang bovenstreams van de stuw Nieuwe Weg wordt omgedraaid
11	watgang	1	toevoerleiding naar het te stichten combigemaal verbreden en verdiepen; afwateringsrichting om-draaien
12	duiker	2	2 duikers verruimen
13	maalkom	2	aan weerszijden van het nieuw te stichten combigemaal
14	dam	1	in het Tripscompagniesterdiep op de locatie van het combigemaal
15	combigemaal	1	op de hierboven genoemde dam in het Tripscompagniesterdiep
16	watgang	1	opwaarderen huidige watgang in peilgebied Ludolphi hoog tot hoofdwatgang
19	dam	1	hoofdwatgang afdammen; er zit op deze locatie nu een duiker, die kan worden afgesloten of verwijderd
20	bestaande duiker afsluiten	ca. 10	duikers onder de weg door afdammen t.b.v. peilscheiding tussen toekomstige peilgebieden Ludolphi Laag en Ludolphi Hoog
21	duiker	ca. 15	handhaven bestaande dammen om de toegankelijkheid van de aanliggende landerijen te handhaven. Verbeteren/aanleggen duikers in deze dammen t.b.v. aan- en afvoerfunctie watgang (zie maatr. 16)
23	watgang	1	nieuwe hoofdwatgang naar gemaal in peilgebied Ludolphi laag
39	inlaatwerk	1	om in een wateraanvoersituatie water van peilgebied stuw Weijer (geschat zomerpraktijkpeil 0,40 NAP) naar peilgebied stuw Ludolphi hoog (geschat zomerpraktijkpeil 0,30 NAP) te kunnen aanvoeren
41	duiker	1	om de nieuwe hoofdwatgang in het peilgebied stuw Ludolphi hoog (zie maatregel 16) met de hoofdwatgang aan de andere kant van de Nieuweweg te verbinden
42	inlaatwerk bij combigemaal	1	om de van de boezem af te sluiten zuidelijke tak van het Tripscompagniesterdiep vanuit de boezem van water te kunnen voorzien
43	inlaatwerk	1	ten behoeve van de toekomstige peilgebieden Stuw Oude Tolweg Hoog en Stuw Nieuwe Weg Hoog
44	watgang	1	nieuwe aanvoerwatgang om water vanuit de boezem naar de toekomstige peilgebieden Stuw Oude Tolweg Hoog en Stuw Nieuwe Weg Hoog aan te kunnen voeren
45	inlaatwerk	1	ten behoeve van toekomstig peilgebied Stuw Nieuwe Weg Hoog

4.5. Kosten

De kostenraming van het voorontwerp is vertrouwelijk in verband met de aanbestedingsprocedure.

5. REALISATIE, MONITORING EN VERVOLGONDERZOEKEN

5.1. Realisatie

Het opgestelde voorontwerp is gericht op de situatie in 2012. In de periode 2002-2012 gaat de bodemdaling echter ook door, en is het gewenst om de stuwpeilen geleidelijk neerwaarts aan te passen om droogleggingsvermindering te voorkomen. Uitgaande van de huidige waterhuishoudkundige inrichting is met behulp van berekeningen met het Sobek-model globaal bepaald op welk moment niet meer aan de droogleggingseisen in afvoersituaties kan worden voldaan. De huidige automatische stuwen zijn daarbij volledig gestreken. De betreffende berekeningen zijn opgenomen in het technisch achtergrondrapport.



Geconcludeerd kan worden dat het gehele ontwerp circa in 2006/2007 gerealiseerd dient te zijn, om aan de droogleggingseisen in afvoersituaties te kunnen blijven voldoen. In 2006/2007 dienen hogere wenspeilen ingesteld te worden dan de wenspeilen voor 2012. Voor de in te stellen praktijkpeilen wordt zo veel mogelijk uitgegaan van geleidelijk in de tijd door te voeren neerwaartse peilaanpassingen. Gedacht wordt aan aanpassing van de praktijkpeilen om de twee jaar, telkens volgend op de resultaten van de tweejaarlijkse waterpassingen (detail hoogtemetingen) door Nedmag Industries B.V.

De wenspeilen voor een bepaald jaar kunnen worden bepaald door lineaire interpolatie tussen de bepaalde wenspeilen voor 2002 en 2012. Het is daarbij aan te bevelen om de wenspeilen regelmatig te ijken aan de hand van de meest recente maaiveldhoogtemetingen. Opgemerkt wordt dat uit de droogleggingsanalyses volgt dat het voor de huidige peilgebieden Stuw Nieuwe Weg en Stuw Oude Tolweg gewenst is om reeds vanaf 2002 lagere wenspeilen te hanteren dan de praktijkpeilen. In tabel 5.1. wordt het verloop van de wenspeilen op hoofdlijnen weergegeven.

Tabel 5.1. Realisatie wenspeilen (afgerond op 5 cm)

peilgebied	wenspeil 2002		wenspeil 2004		wenspeil ca. 2007*		wenspeil 2012	
	winter m NAP	zomer m NAP	winter m NAP	zomer m NAP	winter m NAP	zomer m NAP	winter m NAP	zomer m NAP
stuw Oude Tolweg Hoog	-0.20	0.50	-0.25	0.45	-0.20	0.50	-0.25	0.50
stuw Oude Tolweg Laag					-0.35	0.35	-0.45	0.25
stuw Nieuwe Weg Hoog	-0.40	0.30	-0.40	0.30	-0.20	0.50	-0.20	0.50
stuw Nieuwe Weg Laag					-0.45	0.25	-0.50	0.20
stuw Ludolphi Hoog	-0.30	0.40	-0.35	0.35	-0.20	0.50	-0.20	0.50
stuw Ludolphi Laag					-0.45	0.25	-0.50	0.20
stuw Weijer	0.05	0.75	0.00	0.70	-0.05	0.65	-0.10	0.60

* In 2006/2007 uitvoering ontwerp (nieuw gemaal, watergangen, etc.)

De stappen in de tijd zijn dus als volgt:

1. In de periode 2003-2007 de huidige stuwpeilen verlagen.
2. In 2006/2007 uitvoering gehele ontwerp gereed, realiseren wenspeilen 2007.
3. In de periode 2007-2012 peilen geleidelijk verder verlagen tot wenspeilen in 2012.

De in 2006/2007 aan te leggen peilregulerende kunstwerken (combigemaal en stuwen) dienen de mogelijkheid te bieden om bij voortgaande bodemdaling ook na 2012 geleidelijk lagere peilen te kunnen instellen.

5.2. Monitoring en vervolgonderzoeken

monitoring

De monitoring van de bodemdaling wordt uitgevoerd door Nedmag Industries B.V., door middel van tweejaarlijkse waterpassingen. De waterhuishoudkundige situatie wordt door het waterschap gemonitord door middel van waterstandsmetingen in het kader van het dagelijks peilbeheer. De peilschalen dienen minimaal tweejaarlijks te worden geïjkt, bij voorkeur gelijktijdig met de tweejaarlijkse waterpassingen door Nedmag. De kwel vanuit het Tripscompagniesterdiep wordt door het waterschap gemonitord middels enkele recent geplaatste peilbuizen.

vervolgonderzoeken

Bij het proces voor de totstandkoming van het ontwerp is de behoefte naar voren gekomen voor het uitvoeren van lengteprofielmetingen van het Tripscompagniesterdiep, omdat dit boezemwater een nieuwe afvoerfunctie krijgt na plaatsing van het combigemaal. Om de aanwezigheid van beschoeiingen binnen de peilgebieden met droogleggingswijzigingen na te gaan is een veldonderzoek nodig. Tevens is een onderzoek naar kwel vanuit het Tripscompagniesterdiep naar de aanliggende landbouwgronden gewenst.

Bovengenoemde vervolgonderzoeken zijn gestart of worden binnenkort uitgevoerd.

Rondom 2010 dient een nieuw onderzoek te worden uitgevoerd, om na te gaan welke (aanvullende) waterhuishoudkundige maatregelen nodig zijn voor de periode na 2012.

6. AANBEVELINGEN

Bij het opstellen van het definitief ontwerp wordt aanbevolen rekening te houden met de volgende aandachtspunten:

- Het effect van de huidige lange duiker bij Hoogezand op de opstuwung in het Tripscompagniesterdiep tijdens afvoersituaties.
- In het bodemdalingsgebied liggen een vijftal grote aardgasleidingen (42", 46", 67 bar) en een grote waterleiding (diameter 700 mm.). Uit overleg met de eigenaars (Gasunie en waterleidingbedrijf Groningen) kwam naar voren dat de leidingen geen belemmering vormen voor onderhavig voorontwerp. Wel moet bij het maken van de bestekken zorgvuldig worden overlegd met de leidingeigenaars en de betrokken hydrologen van het waterschap, om te komen tot een geschikt detailontwerp op de plaatsen waar leidingen de te verdiepen of nieuw te graven waterlopen kruisen (zie voor meer informatie technische achtergrondrapportage paragraaf 5.4.1.).
- De effecten op de waterhuishouding als gevolg van de uitbreiding van stedelijk gebied in de zone tussen Muntendam en Veendam. In Muntendam Zuid is op termijn uitbreiding gepland. Voor het bestemmingsplangebied Buitenwoel fase 2 wordt uitgegaan van aanleg van een golfbaan en een nieuwbouwwijk. Bij deze uitbreidingsplannen dient rekening te worden gehouden met het voorontwerp zoals beschreven in onderhavig rapport.
- In vervolg op het voorgaande aandachtspunt kan ook het peil en de afwatering van het bestaande golfbaanterrein in het huidige peilgebied Buitenwoel nader worden gezien. Voor dit terrein is in 2002 ontheffing verleend voor het inrichten van een onderbemaling. Volgens deze ontheffing dient de waterhuishouding eind 2004 opnieuw te worden beoordeeld. Het inmiddels geplaatste gemaaltje voor de onderbemaling loost het water nog steeds richting gemaal Buitenwoel. Bij een verdere doorkijk in de toekomst is wellicht ook afwatering naar het ten noorden gelegen bestemmingsplangebied Buitenwoel fase 2, en vervolgens naar het nieuwe combigemaal aan het Tripscompagniesterdiep mogelijk.

7. CONCLUSIES

In dit rapport wordt een voorontwerp beschreven voor een aangepaste waterhuishoudkundige inrichting in 2012, voor 4 peilgebieden direct gelegen rondom het centrum van de bodemdaling als gevolg van zoutwinning door Nedmag Industries B.V. Het voorontwerp is doorgerekend en voldoet aan de droogleggingseisen en ontwerpeisen van het waterschap.

Voor de 4 (huidige) peilgebieden is een nieuwe peilgebiedsindeling opgesteld. De grenzen tussen het hoge en lage deel van de nieuwe peilgebieden zijn bepaald op basis van de verwachte maaiveldhoogteligging in 2025. Het voorontwerp bevat daarmee een doorkijk naar 2025, in die zin dat de peilgebiedsgrenzen ook in 2025 nog logisch gelegen zijn. Wel zullen bij voortgaande bodemdaling ook in de periode 2012-2025 de peilen geleidelijk verder verlaagd moeten worden. In 2010-2012 wordt dan ook een vervolgonderzoek gestart om de verdere consequenties van de bodemdaling te onderzoeken.



Kernpunt van het voorontwerp voor 2012 vormt de aanleg van een nieuw combigemaal, op een nieuwe dam in het Tripscompagniesterdiep (=boezemwater). Het gemaal bevat twee pompen, waarvan één pomp de peilgebieden ten westen van het Tripscompagniesterdiep bemaalt, en de andere pomp de peilgebieden ten oosten van het Tripscompagniesterdiep. Door de dam in het Tripscompagniesterdiep kan in de zuidelijke tak van dit boezemwater een lager peil worden ingesteld, waardoor eventuele kwel vanuit deze tak naar de aanliggende gronden wordt beperkt, en verhoging van de boezemkaden niet nodig is. De wateraanvoervoorziening via deze zuidelijke tak blijft daarbij wel gewaarborgd.

Het opgestelde voorontwerp is gericht op de situatie in 2012. In de periode 2002-2012 gaat de bodemdaling echter ook door, en is het gewenst om de stuwpeilen geleidelijk neerwaarts aan te passen om droogleggingsvermindering te voorkomen. Uitgaande van de huidige waterhuishoudkundige inrichting is met behulp van modelberekeningen globaal bepaald op welk moment niet meer aan de droogleggingseisen in afvoersituaties kan worden voldaan. De huidige automatische stuwten zijn daarbij volledig gestreken. Geconcludeerd is dat het ontwerp circa in 2006/2007 gerealiseerd dient te zijn, om aan de droogleggingseisen in afvoersituaties te kunnen blijven voldoen.

BIJLAGE I Kaart huidige waterhuishoudkundige situatie

BIJLAGE II Dimensies ontwerp

Dimensies ontwerp

Er is bij de dimensionering uitgegaan van de maaiveldhoogte en het geschatte praktijkpeil in 2012, conform tabel 4.5. in het hoofdrapport.

De maatregelen zijn genummerd en de nummers zijn op de kaart in afbeelding 4.1. in het rapport terug te vinden. Elke maatregel van de verschillende maatregelenpakketten heeft een unieke code. Sommige bedachte maatregelen zijn in de loop van het proces afgevallen, vandaar dat niet alle nummers bestaan.

maatregel 1 bestaande hoofdwatgang

De bestaande hoofdwatgang tussen de Westerbrink en de Tolweg, aan de oostkant van het betonpad, zal deel gaan uitmaken van het toekomstige peilgebied Stuw Oude Tolweg Laag. Het peil van de stuw Tolweg wordt daartoe aangepast. De perceelsloten aan de oostkant van de bestaande hoofdwatgang zijn in de huidige situatie circa halverwege de percelen gedempt. In overleg met de eigenaren van de betreffende landbouwpercelen is overeen gekomen dat de aansluitingen van de perceelsloten op de bestaande hoofdwatgang in het ontwerp voor 2012 gelijk blijven aan de huidige situatie.

maatregel 3 een nieuwe stuw

automatische stuw

breedte 1,00 m

geschatte praktijkpeil -0,25 m NAP

minimum kruinhoogte -1,20 m NAP (bodemhoogte +0,10 m)

maximum kruinhoogte 0,25 m, NAP (afhankelijk van het zomerpeil dat hier wordt gehandhaafd)

maatregel 4 een nieuw afwateringssysteem voor de wijk Buitenwoel

Het afwateringssysteem voor Buitenwoel fase 2 dient te worden afgestemd op het in onderliggend rapport beschreven voorontwerp voor de waterhuishouding in het bodemdalingsgebied Nedmag.

maatregel 5 een kunstwerk

In dit onderzoek niet gedimensioneerd, zie toelichting bij maatregel 4.

maatregel 6 afdammen van twee watergangen

Plaatsen van twee dammen in perceelsloten, om peilgrens tussen peilgebied Stuw Nieuwe Weg Hoog en peilgebied Stuw Nieuwe Weg Laag te realiseren.

maatregel 7 een nieuwe hoofdwatgang

afwaterend gebied is maximaal ongeveer 87 ha

lengte 180 m

gemiddelde hoogte maaiveld 1,20 m NAP

geschatte praktijkpeil -0,20 m NAP

waterdiepte 0,40 m

bodemhoogte -0,60 m NAP

totale diepte van de watgang: $1,20 + 0,60 = 1,80$ m

talud 1 op 2

breedte op waterbodem 1,20 m

breedte op waterspiegel 2,80 m

breedte aan maaiveld: $2 * (1,80 * 2) + 1,20 = 8,40$ m

oppervlak aan maaiveld $180 * 8,40 = 1512$ m²

totale aan te kopen oppervlak met éénzijdig maaipad $1512 + 5 * 180 = 2412$ m²

oppervlak van het dwarsprofiel: $(1,80 * 2 + 1,20) * 1,80 = 8,64$ m²

totale hoeveelheid te ontgraven grond $180 * 8,64 = 1555,2$ m³

maatregel 8 een nieuwe stuw

automatische stuw

breedte 2,50 m

geschatte praktijkpeil -0,20 m NAP

minimum kruinhoogte -0,80 m NAP (bodemhoogte +0,10 m)

maximum kruinhoogte 0,30 m, NAP (afhankelijk van het zomerpeil dat hier wordt gehandhaafd)

maatregel 9 huidige stuw aanpassen

Automatische stuw als peilscheiding laten functioneren; zo hoog mogelijk optrekken, eventueel vervangen door een dam met afsluitbare duiker, maar liever niet, omdat als het combigemaal dienst weigert, de afvoer voor een deel ook nog met het gemaal Borgercompagnie kan plaatsvinden.

maatregel 10 afwateringsrichting omkeren

Dit is eigenlijk geen maatregel, maar meer een gevolg van de maatregelen.

maatregel 11 nieuwe hoofdwatgang of een bestaande wijk aanpassen

Dit wordt de aanvoerleiding naar het combigemaal. Er ligt nu een bestaande wijk.

lengte 1035 m

gemiddelde hoogte maaiveld begin van de waterloop 1,18 m NAP

gemiddelde hoogte maaiveld eind van de waterloop 1,08 m NAP

geschatte praktijkpeil -0,50 m NAP

waterdiepte begin 0,85 m

waterdiepte eind 0,85 m

bodemhoogte begin -1,35 m NAP

bodemhoogte eind -1,35 m NAP

talud 1 op 2

breedte op waterbodem begin 2,40 m

breedte op waterspiegel begin 5,80 m

breedte op waterbodem eind 2,40 m

breedte op waterspiegel eind 5,80 m

totale diepte van de watergang begin: $1,35 + 1,18 = 2,53$ m

breedte aan maaiveld begin : $2 * (2,53 * 2) + 2,40 = 12,52$ m

totale diepte van de watergang eind: $1,35 + 1,08 = 2,43$ m

breedte aan maaiveld eind : $2 * (2,43 * 2) + 2,40 = 12,12$ m

oppervlak aan maaiveld $1035 * (12,52 + 12,12) / 2 = 12751,2$ m²

totale oppervlak met tweezijdig maaipad $12751,2 + 6 * 1035 = 18961,2$ m²

Opgemerkt dient te worden dat een gedeelte van dit oppervlak wordt ingenomen door de wijk die reeds op deze plaats ligt.

oppervlak van het dwarsprofiel begin: $(2,53 * 2 + 2,40) * 2,53 = 18,874$ m²

oppervlak van het dwarsprofiel eind: $(2,43 * 2 + 2,40) * 2,43 = 17,642$ m²

De inhoud van deze leiding is $1035 * (18,874 + 17,642) / 2 = 18897$ m³

De daadwerkelijk af te graven hoeveelheid grond is minder, omdat de inhoud van de wijk die er reeds ligt niet hoeft te worden weggehaald.

maatregel 12 twee duikers verruimen

De beide duikers zijn rechthoekig met een hoogte en breedte van respectievelijk 0,60 en 2,00 meter. De lengte van de te vervangen duikers zijn onbekend. In het model is hiervoor een waarde van 12 meter aangenomen. De bodemhoogte van de oostelijke duiker is -0,90 m NAP, de bodemhoogte van de westelijk duiker is -1,00 m NAP

maatregel 13 twee maalkommen

Voor de beide pompen van het combigemaal dient er een maalkom te komen.

lengte 100 m

oostelijke maalkom:

gemiddelde hoogte maaiveld begin van de waterloop 1,08 m NAP

gemiddelde hoogte maaiveld eind van de waterloop 1,39 m NAP

geschatte praktijkpeil -0,50 m NAP

waterdiepte begin 1,20 m

waterdiepte eind 1,20 m

bodemhoogte begin -1,70 m NAP

bodemhoogte eind -1,70 m NAP

talud 1 op 2

breedte op waterbodem begin 1,20 m

breedte op waterspiegel begin 6,00 m

breedte op waterbodem eind 1,20 m

breedte op waterspiegel eind 6,00 m

totale diepte van de watergang begin: $1,70 + 1,08 = 2,78$ m

breedte aan maaiveld begin : $2 * (2,78 * 2) + 1,20 = 12,32$ m

totale diepte van de watergang eind: $1,70 + 1,39 = 3,09$ m

breedte aan maaiveld eind : $2 * (3,09 * 2) + 1,20 = 13,56$ m

oppervlak aan maaiveld $100 * (12,32+13,56)/2 = 1294$ m²

totale oppervlak met tweezijdig maaipad $1294 + 6 * 100 = 1894$ m²

Opgemerkt dient te worden dat een gedeelte van dit oppervlak wordt ingenomen door de wijk die reeds op deze plaats ligt. Het meest westelijke deel van deze wijk is gedempt.

oppervlak van het dwarsprofiel begin: $(2,78 * 2 + 1,20) * 2,78 = 18,793$ m²

oppervlak van het dwarsprofiel eind: $(3,09 * 2 + 1,20) * 3,09 = 22,804$ m²

De inhoud van deze aanvoerleiding is $100 * (18,793+22,804)/2 = 2080$ m³

De daadwerkelijk af te graven hoeveelheid grond is misschien minder, omdat de inhoud van de mogelijke wijk die er reeds ligt niet hoeft te worden weggehaald.

westelijke maalkom:

gemiddelde hoogte maaiveld begin van de waterloop 1,00 m NAP

gemiddelde hoogte maaiveld eind van de waterloop 0,95 m NAP

geschatte praktijkpeil -0,55 m NAP

waterdiepte begin 1,20 m

waterdiepte eind 1,20 m

bodemhoogte begin -1,75 m NAP

bodemhoogte eind -1,75 m NAP

talud 1 op 2

breedte op waterbodembegin 1,20 m
 breedte op waterspiegelbegin 6,00 m
 breedte op waterbodembind 1,20 m
 breedte op waterspiegelbind 6,00 m

totale diepte van de watergang begin: $1,75 + 1,00 = 2,75$ m
 breedte aan maaiveld begin: $2 * (2,75 * 2) + 1,20 = 12,20$ m
 totale diepte van de watergang bind: $1,75 + 0,95 = 2,70$ m
 breedte aan maaiveld bind: $2 * (2,70 * 2) + 1,20 = 12,00$ m

oppervlak aan maaiveld $100 * (12,20 + 12,00) / 2 = 1210$ m²
 totale oppervlak met tweezijdig maaipad $1210 + 6 * 100 = 1810$ m²

Opgemerkt dient te worden dat een gedeelte van dit oppervlak wordt ingenomen door de wijk die reeds op deze plaats ligt.

oppervlak van het dwarsprofiel begin: $(2,75 * 2 + 1,20) * 2,75 = 18,425$ m²
 oppervlak van het dwarsprofiel bind: $(2,70 * 2 + 1,20) * 2,07 = 13,662$ m²

De inhoud van deze aanvoerleiding is $100 * (18,425 + 13,662) / 2 = 1604$ m³

De daadwerkelijk af te graven hoeveelheid grond is minder, omdat de inhoud van de wijk die er reeds ligt niet hoeft te worden weggehaald.

maatregel 14 afdammen van het Tripscompagniesterdiep

Door het plaatsen van een dam wordt het zuidelijke deel van het Tripscompagniesterdiep afgesloten van het noordelijke deel. De dam vormt tevens de locatie voor het plaatsen van een combigemaal (maatregel 15) en een inlaatwerk voor het zuidelijk deel van het Tripscompagniesterdiep (maatregel 42).

maatregel 15 combigemaal, bestaande uit twee pompen

De capaciteit van de beide gemalen wordt 1,1 maal de maatgevende afvoer (Q).

Voor het oostelijke gemaal in het peilgebied Stuw Nieuwe Weg betekent dat een capaciteit van 0,957 m³ s⁻¹. Voor het aanslagpeil van dit gemaal is -0,47 m NAP gekozen, voor het uitslagpeil -0,62 m NAP.

Voor het westelijke gemaal in het peilgebied Stuw Ludolphi laag betekent dat een capaciteit van 0,385 m³ s⁻¹. Het aanslagpeil van dit gemaal is -0,52 m NAP en het uitslagpeil -0,67 m NAP.

Voor beide gemalen dient bij het definitief ontwerp rekening te worden gehouden met de mogelijkheid tot het instellen van lagere in- en uitslagpeilen, om te kunnen anticiperen op mogelijke voortgaande bodemdaling in de periode 20012-2050. In het centrum van de bodemdaling bedraagt de verwachte daling 1,15 m in 2050, ten opzichte van 1993. Dit komt overeen met een daling van 0,80 m ten opzichte van 2012. Er van uitgaande dat de vereiste peilaanpassingen om de droogleggingseisen te handhaven minder groot zijn dan de daling in het centrum, en daarnaast het combigemaal zelf meezakt met de bodemdaling, kan worden gedacht aan een "speelruimte" van circa 50 cm voor toekomstige lagere in- en uitslagpeilen.

maatregel 16 wijk verruimen tot hoofdwatgang

Deze bestaande wijk dient geschikt te worden gemaakt om het gebied in het peilvak Stuw Ludolphi hoog ten westen van deze wijk af te wateren. Dit gebied wordt nu door de hoofdwatgang ten oosten van de genoemde wijk, aan de andere kant van de weg, afgewaterd. Zie ook maatregel 20.

afwaterend gebied is minimaal ruim 200 ha

lengte 1750 m

gemiddelde hoogte maaiveld is ongeveer 1,20 m NAP (grove schatting)

geschatte praktijkpeil $-0,25$ m NAP
 waterdiepte $0,50$ m
 bodemhoogte $-0,75$ m NAP
 totale diepte van de watergang: $1,20 + 0,75 = 1,95$ m

talud 1 op 2

breedte op waterbodem $1,50$ m
 breedte op waterspiegel $3,50$ m
 breedte aan maaiveld: $2 * (1,95 * 2) + 1,50 = 9,30$ m
 oppervlak aan maaiveld $1750 * 9,30 = 16275$ m²
 totale aan te kopen oppervlak met éézijdig maaipad $16275 + 5 * 1750 = 25025$ m²

Opgemerkt dient te worden dat een gedeelte van dit oppervlak wordt ingenomen door de wijk die reeds op deze plaats ligt.

oppervlak van het dwarsprofiel: $(1,95 * 2 + 1,50) * 1,95 = 10,53$ m²
 totale hoeveelheid te ontgraven grond $1750 * 10,53 = 18428$ m³

De daadwerkelijk af te graven hoeveelheid grond is minder, omdat de inhoud van de wijk die er reeds ligt niet hoeft te worden weggehaald.

maatregel 19 hoofdwatgang afdammen

In het model is hier een sectie gesplitst, zodat er geen verbinding meer is tussen het peilgebied Stuw Ludolphi laag en het peilgebied gemaal Borgercompagnie.

maatregel 20 een aantal duikers afsluiten

De duikers onder de weg waarmee de nieuwe peilgebieden Stuw Ludolphi hoog en laag met elkaar in verbinding staan dienen te worden afgesloten. Het is onbekend om hoeveel duikers het gaat. Geadviseerd wordt om dit in het veld te inventariseren.

maatregel 21 een aantal duikers aanleggen

Om de toegankelijkheid van de landerijen in het peilgebied Stuw Ludolphi hoog te handhaven dienen mogelijke een aantal duikers te worden aangelegd. Het is onbekend om hoeveel duikers het gaat. Geadviseerd wordt om dit in het veld te inventariseren. In het model zijn vijftien duikers ingevoerd, elk met een lengte van 15 meter en een diameter van 800 mm. Alle duikers zijn in het model op een hoogte van $-0,85$ m NAP geplaatst.

maatregel 23 wijk verruimen tot hoofdwatgang

Deze bestaande wijk dient te worden verruimd tot hoofdwatgang om als toevoerleiding te kunnen dienen voor het combigemaal in het peilgebied Stuw Ludolphi laag.

lengte 780 m

gemiddelde hoogte maaiveld begin van de waterloop $1,30$ m NAP
 gemiddelde hoogte maaiveld eind van de waterloop $1,10$ m NAP

geschatte praktijkpeil $-0,55$ m NAP

waterdiepte begin $0,60$ m
 waterdiepte eind $0,60$ m

bodemhoogte begin -1,15 m NAP
 bodemhoogte eind -1,15 m NAP

talud 1 op 2

breedte op waterbodem begin 1,80 m
 breedte op waterspiegel begin 4,20 m
 breedte op waterbodem eind 1,80 m
 breedte op waterspiegel eind 4,20 m

totale diepte van de watergang begin: $1,30 + 1,15 = 2,45$ m
 breedte aan maaiveld begin: $2 * (2,45 * 2) + 1,80 = 11,60$ m
 totale diepte van de watergang eind: $1,10 + 1,15 = 2,25$ m
 breedte aan maaiveld eind: $2 * (2,25 * 2) + 1,80 = 10,80$ m

oppervlak aan maaiveld $780 * (11,60 + 10,80) / 2 = 8736$ m²
 totale oppervlak met tweezijdig maaipad $8736 + 6 * 780 = 13416$ m²

Opgemerkt dient te worden dat een gedeelte van dit oppervlak wordt ingenomen door de wijk die reeds op deze plaats ligt.

oppervlak van het dwarsprofiel begin: $(2,45 * 2 + 1,80) * 2,45 = 16,415$ m²
 oppervlak van het dwarsprofiel eind: $(2,25 * 2 + 1,80) * 2,25 = 14,175$ m²

De inhoud van deze aanvoerleiding is $780 * (16,415 + 14,175) / 2 = 11930$ m³

De daadwerkelijk af te graven hoeveelheid grond is minder, omdat de inhoud van de wijk die er reeds ligt niet hoeft te worden weggehaald.

maatregel 39 een nieuw inlaatwerk

Om in een wateraanvoersituatie water van peilgebied Stuw Weijer (geschatte praktijkpeil 0,40 m NAP) naar peilgebied Stuw Ludolphi hoog (geschatte praktijkpeil 0,30 m NAP) te kunnen aanvoeren. Dit kunstwerk is verder niet in het model opgenomen.

maatregel 41 mogelijk een nieuwe duiker

De nieuwe hoofdwatgang waarop het bovenstroomse gedeelte van het peilgebied Stuw Ludolphi hoog afwatert, zie maatregel 16, dient te worden aangesloten op de bestaande hoofdwatgang in het benedenstrooms gedeelte van dit peilgebied. Het is onbekend of zich hier al een duiker bevindt. Zie maatregel 21 voor de mogelijke dimensies van deze duiker.

maatregel 42 inlaatwerk bij nieuwe combigemaal

Om de van de boezem af te sluiten zuidelijke tak van het Tripscompagniesterdiep ook in de toekomst vanuit de boezem (noordelijk deel Tripscompagniesterdiep) van water te kunnen voorzien.

maatregel 43 inlaatwerk

Ten behoeve van de wateraanvoer naar de toekomstige peilgebieden Stuw Oude Tolweg Hoog en Stuw Nieuwe Weg Hoog.

maatregel 44 aanvoerwatergang

nieuwe aanvoerwatergang om water vanuit de boezem (Westerdiep) naar de toekomstige peilgebieden Stuw Oude Tolweg Hoog en Stuw Nieuwe Weg Hoog aan te kunnen voeren. Circa 6 dammen met duikers nodig als toegang naar de percelen.

Oppervlakte van het aanvoergebied is ongeveer 291 ha
 Maatgevende aanvoerhoeveelheid 0,30 l/s/ha, derhalve 87,3 l/s. De vereiste afmetingen zijn globaal berekend, uitgaande van een verhanglijn van 0,15 m/km.

lengte 1100 m

gemiddelde hoogte maaiveld 1,50 m NAP

geschatte praktijkpeil zomer 0,30 m NAP

waterdiepte 0,40 m

bodemhoogte -0,10 m NAP

totale diepte van de watergang: $1,50 + 0,10 = 1,60$ m

talud 1 op 1,5

breedte op waterbodem 0,80 m

breedte op waterspiegel 2,00 m

breedte aan maaiveld: $2 * (1,60 * 1,5) + 0,80 = 5,60$ m

oppervlak aan maaiveld $1100 * 5,60 = 6160$ m²

totale aan te kopen oppervlak met éézijdig maaipad $6160 + 5 * 1100 = 11.660$ m²

oppervlak van het dwarsprofiel: $(1,60 * 1,5 + 0,80) * 1,60 = 5,10$ m²

totale hoeveelheid te ontgraven grond $1100 * 5,10 = 5610$ m³

maatregel 45 inlaatwerk

Ten behoeve van de wateraanvoer naar het toekomstige peilgebied Stuw Nieuwe Weg Hoog.