

Rapport

Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding

Fase 2: Detailuitwerking maatregelen en effecten

Klant: Nedmag B.V.

Referentie: T&PBG2717R002F01

Status: Definitief/01

Datum: 8 januari 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Euvelgunnerweg 25A
9723 CV GRONINGEN
Netherlands
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding

Ondertitel:

Referentie: T&PBG2717R002F01

Status: 01/Definitief

Datum: 8 januari 2021

Projectnaam:

Projectnummer: BG2717

Auteur(s): Rens Holterman, Carolien Steinweg, Anne Strulik, Jan Jaap Pape, Siebren van der Linde, Remco Drewes

Opgesteld door: Rens Holterman

Gecontroleerd door: Martijn van Houten

Datum: 8 januari 2021 MvH

Goedgekeurd door: Martijn van Houten

Datum: 8 januari 2021 MvH

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Reeds uitgevoerde maatregelen	5
2	Verkenning aanpassing gebruiksfuncties	6
3	Effectbepaling grondwater	7
3.1	Inleiding	7
3.2	Modelbeschrijving	8
3.2.1	Bodemopbouw en modelschematisatie	9
3.2.2	Beoordeling betrouwbaarheid model (validatie)	10
3.2.3	Toepasbaarheid model	11
3.2.4	Verwerking bodemdalingsscenario's	11
3.3	Effectbepaling grondwaterstanden	12
3.3.1	Huidige situatie	13
3.3.2	65 cm bodemdaling	14
3.3.3	95 cm bodemdaling	15
3.3.4	80 cm bodemdaling	18
3.3.5	Effectbepaling omgeving	21
4	Detailonderzoek Tripscompagniesterdiep/Kieldiep	23
4.1	Aanpak	23
4.2	Analyse grond- en oppervlaktewaterstanden	25
4.3	Conclusie	27
5	Waterveiligheid	28
5.1	Inleiding	28
5.2	Relatieve daling bij bodemdaling van 65 naar 95 cm	30
5.3	Relatieve daling bij bodemdaling van 65 naar 80 cm	31
5.4	Relatieve daling bij totale bodemdaling van 95 cm	32
5.5	Conclusie	33
6	Riolering	34
6.1	Gemeentelijke riolering	34
6.2	Persleidingen waterschap	36
7	Effectbepaling kleinere peilvakken en piekbuien	37
7.1	Inleiding	37
7.2	Bepalen peilstijging	37
7.3	Conclusie	42

8	Waterkwaliteit (KRW en ecologisch)	43
8.1	Inleiding	43
8.2	KRW-waterlichamen	43
8.3	KRW-doelen	45
8.4	Effectbeoordeling	47
8.5	Conclusie	51
9	Stort Veendam	52
9.1	Inleiding	52
9.2	Watersysteem stort	52
9.3	Effecten bodemdaling op watersystemen stort	54
9.4	Conclusie	55
10	Uitwerking van de maatregelen	56
10.1	Dimensionering kunstwerken	59
11	Conclusie	61

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het voorliggende rapport beschrijft de uitwerking en nadere effectbepaling van de waterhuishoudkundige maatregelen die nodig zijn om de gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning te compenseren. Het rapport is een nadere uitwerking van de verkennende waterhuishoudkundige studie die deel uitmaakt van het Nedmag winningsplan 2018¹.

In de ambtelijke werkgroep bodemdaling Nedmag² hebben het Waterschap en de lokale overheden aangegeven het wenselijk te achten eerder dan het van kracht worden van het winningsplan een nadere analyse uit te laten voeren, zodat deze meegewogen kan worden in de adviezen op het winningsplan aan het ministerie van EZK. De onderzoeksopdracht voor deze nadere analyse is opgesteld in overleg met de ambtelijke werkgroep en heeft geresulteerd in de rapportage *Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding, nadere uitwerking per peilgebied* d.d. oktober 2019.

Vervolgens is in overleg met de werkgroep bodemdaling Nedmag en vervolgoverleg met Waterschap Hunze & Aa's d.d. 6 januari 2020 besloten om, op basis van de uitgebrachte adviezen op het winningsplan Nedmag 2019, de te verwachten effecten nader te kwantificeren en maatregelen te dimensioneren.

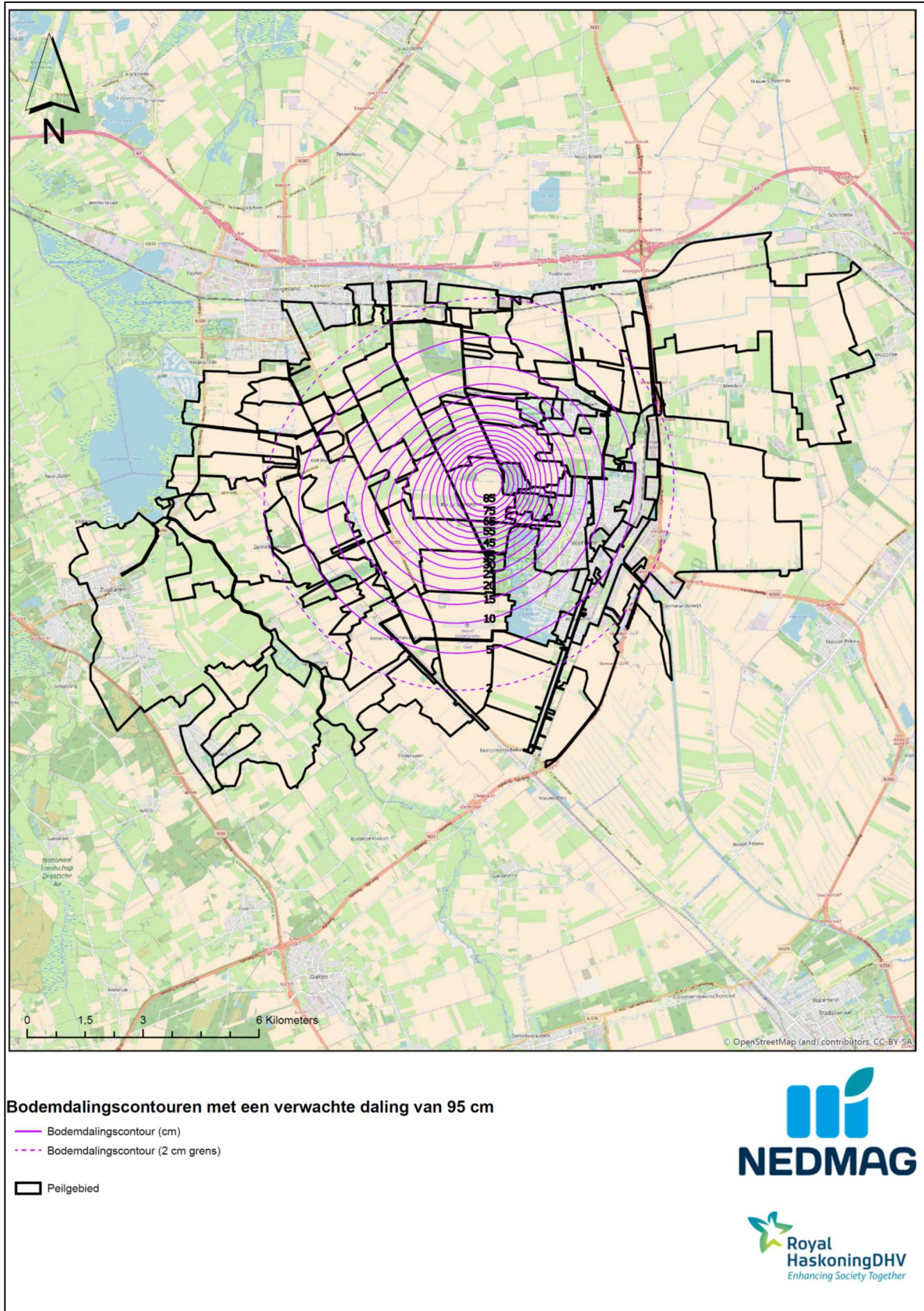
De voorliggende rapportage beschrijft de verdere kwantificering van de effecten en dimensionering van maatregelen die nodig zijn om de waterpeilen in het effectgebied van Nedmag aan te passen bij:

- Een bodemdaling van 95 cm (zie figuur 1.1). Dit is het conservatieve scenario uit het winningsplan, waarbij rekening wordt gehouden met een onzekerheidsmarge ten opzichte van de geprognoseerde bodemdaling van 88 cm;
- Een bodemdaling van 80 cm. Dit is de bodemdaling die zal ontstaan als alleen de reeds opgeloste pekkel uit het cavernecoluster Tripscompagnie wordt afgelaten.

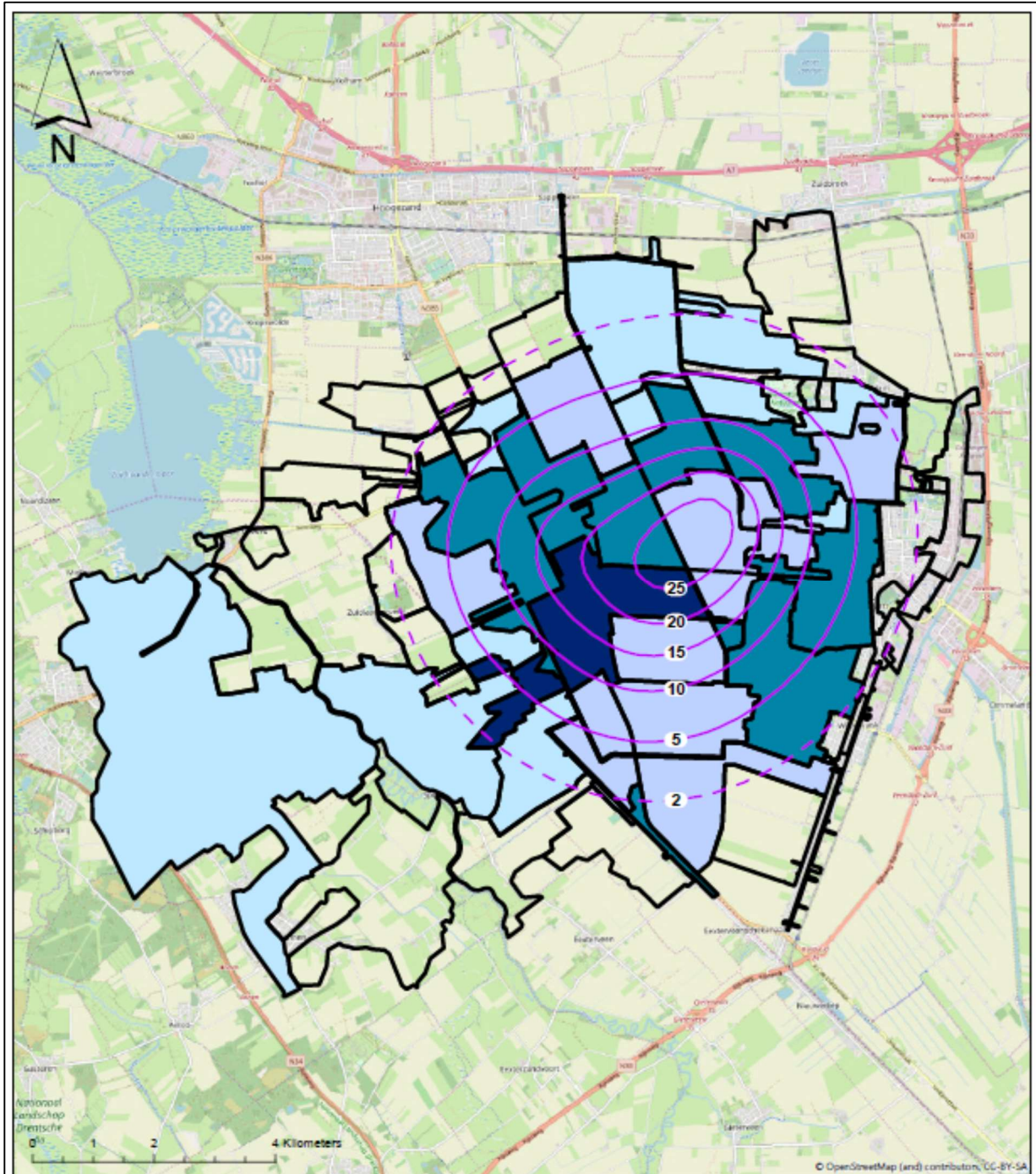
In figuur 1.2 en figuur 1.3 zijn de verschilcontouren tussen de 95 cm en de 80 cm bodemdaling ten opzichte van de referentiesituatie van 65 cm bodemdaling weergegeven.

¹ Referentie 23 bij Winningsplan 2018, *Gevolgen bodemdaling als gevolg van zoutwinning voor de waterhuishouding*

² Referentie 21 bij Winningsplan 2018, *Overeenkomst met lokale overheden betreffende kosten bodemdaling door zoutwinning*












figuur 1.1 - Bodemdalingcontour 95 cm (conservatieve benadering)



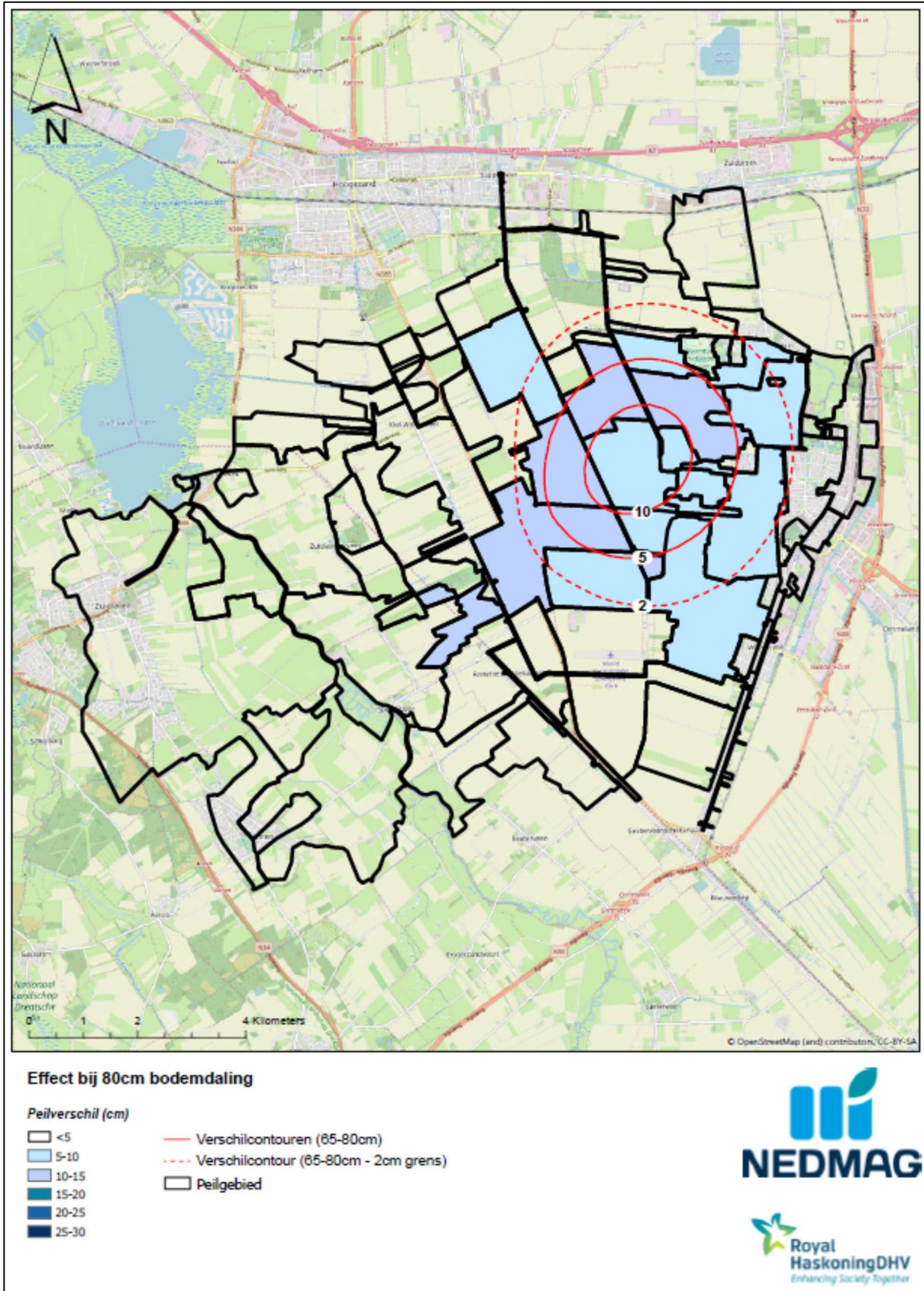
Effect bij 95cm bodemdaling

Peilverschil (cm)

- | | |
|---|---|
|  <5 |  Verschilcontouren (65-95cm) |
|  5-10 |  Verschilcontour (65-95cm - 2cm grens) |
|  10-15 |  Peilgebied |
|  15-20 | |
|  20-25 | |
|  25-30 | |



figuur 1.2 - Effect extra bodemdaling tot 95 cm (verschilcontour 65 - 95 cm)



figuur 1.3 - Effect extra bodemdaling tot 80 cm (verschilcontour 65 - 80 cm)

1.2 Reeds uitgevoerde maatregelen

In 2016 heeft Waterschap Hunze en Aa's een geïndexeerd peilbesluit vastgesteld na de herinrichting van de Veenkoloniën. Dit betekent dat de peilen in de tijd worden aangepast aan de voortschrijdende bodemdaling tot de maximale daling van 65 cm vanaf 1993. Het peilbesluit is gebaseerd op een in 2013 uitgevoerde maatregelenstudie (Witteveen + Bos; 2013). Op basis van deze studie heeft Waterschap Hunze en Aa's in 2017 nieuwe kunstwerken, zoals gemalen, stuwen en inlaten, gebouwd.

De in tabel 1.1 weergegeven maatregelen zijn reeds uitgevoerd; de gemalen Nieuweweg en Zwarteweg zijn in 2008 gerealiseerd en het gemaal Westerbrink in 2013. Naast de nieuwe kunstwerken zijn ook nieuwe duikers en stuwen gerealiseerd, is er onderhoud gepleegd aan de watergangen bij de Zwarteweg en is er een peilscheiding door middel van damwanden gerealiseerd bij de Ontspanningslaan.

tabel 1.1 - Overzicht reeds gerealiseerde kunstwerken in 2017

7 gemalen	6 stuwen	7 inlaten
Gemaal Nieuweweg	Stuw Nieuweweg	Inlaat Veerkamp Tripscompagnie
Gemaal Zwarteweg	Stuw Langeleegte	Inlaat Langeleegte
Gemaal Westerbrink	Stuw Westerbrink	Inlaat Flora (Borgerswold)
Gemaal Kalwijksterdiep	Stuw Kalkwijksterdiep	Inlaat Buitenwoel
Gemaal Sorghvliet	Stuw Albert Cuyplaan	Inlaat Fauna (Manege)
Gemaal Buitenwoel west	Stuw Golfbaan	Inlaat Schilderslaan zuid
Gemaal tussen de Venen		Inlaat Schilderslaan noord

De in 2017 genomen maatregelen inclusief de in het peilbesluit voorgestelde gefaseerde peilaanpassing, zijn toereikend om de effecten van de bodemdaling van 65 cm op de waterhuishouding te compenseren.

2 Verkenning aanpassing gebruiksfuncties

In fase 1 is uitgegaan van het bestaande grondgebruik en aanpassing van de peilen (peil volgt functie). In fase 2 stond een sessie gepland op 19 maart met medewerkers van Waterschap Hunze & Aa's, de Provincie Groningen, Gemeente(n), Nedmag en Royal HaskoningDHV, deze sessie heeft i.v.m. corona helaas niet plaatsgevonden en zal op een nader te bepalen moment opnieuw worden gepland. In de sessie wordt verkend of er ook andere haalbare alternatieven zijn bij doorgaande bodemdaling tot 95 cm. Hierbij kan worden gedacht aan alternatief grondgebruik met een bijbehorende robuustere inrichting van het watersysteem.

Mogelijke alternatieve gebruiksfuncties worden verkend op basis van de huidige situatie en kansen aan de hand van 4 thema's:

- Landbouw;
- Water, natuur en landschap;
- Wonen en recreatie;
- Klimaatadaptatie en energietransitie.

De resultaten van de sessie worden vastgelegd in een memo en eventuele vervolgacties (eventuele verdieping van kansrijkheid, MKBA) worden benoemd.

3 Effectbepaling grondwater

In dit hoofdstuk worden de grondwatereffecten van de waterhuishoudkundige maatregelen die nodig zijn om de gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning te compenseren beschreven. Het rapport betreft een nadere effectbepaling op basis van de uitgevoerde droogleggingsanalyse van oktober 2019.

3.1 Inleiding

Om bij 80 en 95 cm bodemdaling de drooglegging te borgen zijn in de rapportage van 23-10-2019 '*Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding*' aanvullende peilwijzigingen (in NAP) voorgesteld ten opzichte van het peilbesluit van 2016. De voorgestelde peilwijzigingen volgen de extra bodemdaling (ten opzichte van het scenario 65 cm bodemdaling). De peilen zakken ten opzichte van NAP met maximaal 30 cm (conservatief scenario) in het centrum van het bodemdalingsgebied. Zoals uit de rapportage blijkt blijft daarmee de drooglegging en de ontwateringsdiepte ongewijzigd.

Om de effecten van de peilwijzigingen op het diepe en ondiepe grondwater in beeld te brengen zijn grondwaterberekeningen met een grondwatermodel uitgevoerd. Met deze berekeningen zijn de veranderingen ten opzichte van de situatie van 65 cm bodemdaling in beeld gebracht. De volgende effecten zijn daarbij gekwantificeerd:

- Veranderingen grondwaterstanden en stijghoogten binnen het bodemdalingsgebied en het beïnvloedingsgebied daarbuiten;
De effecten op natuur, drinkwaterwinning, bebouwing en infrastructuur als gevolg van de veranderingen van de grondwaterstanden.

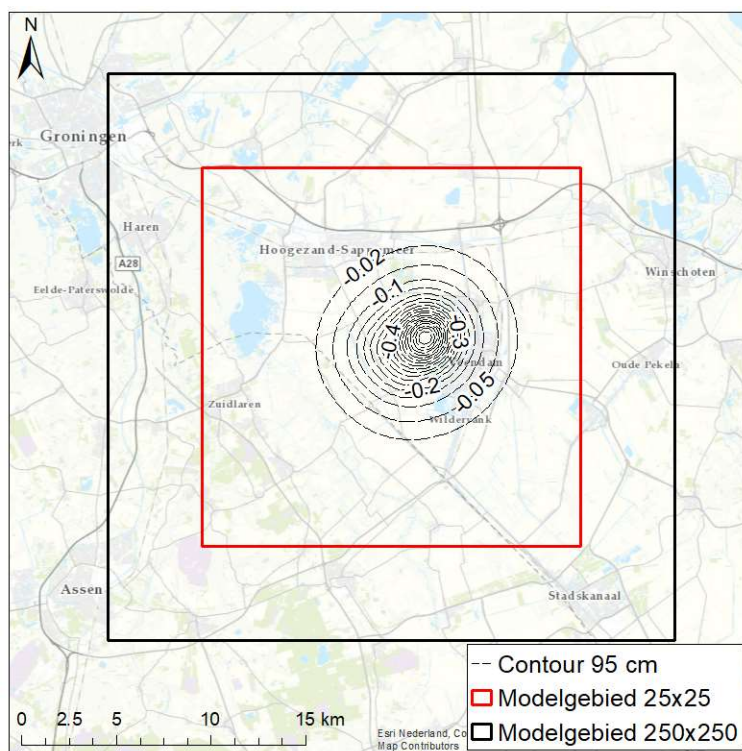
Leeswijzer

In paragraaf 3.2 wordt beschreven hoe de effecten zijn berekend met behulp van het grondwatermodel MIPWA. In paragraaf 3.3 worden de effecten op de grondwaterstand en de afgeleide effecten op de omgeving gepresenteerd. Paragraaf 3.4 beschrijft de conclusies.

3.2 Modelbeschrijving

Om de veranderingen van de grondwaterstanden te berekenen is gebruik gemaakt van het grondwatermodel MIPWA. MIPWA is een geohydrologisch instrumentarium dat is ontwikkeld in opdracht van een groot aantal waterpartners in Noord-Nederland (o.a. drinkwaterbedrijven, provincies en Waterschappen). MIPWA staat voor Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer. Het instrument kan bij verschillende studies worden ingezet, zoals planstudies, vergunningverlening en scenario-ontwikkeling voor bijvoorbeeld peilbesluiten of waterbeheerplannen. Het MIPWA-model beslaat een groot deel van Drenthe, Friesland en Groningen. De meest recente versie van het MIPWA-model is MIPWA v3.1. Deze versie is als basis genomen voor de grondwaterberekeningen.

Vanwege de benodigde reken capaciteit wordt het interessegebied in twee stappen doorgerekend. In de eerste stap wordt een ruime uitsnede van 30 bij 30 km uit het MIPWA-model doorgerekend op een resolutie van 250 bij 250 m. In de tweede stap wordt een gebied van 20 bij 20 km doorgerekend op een resolutie van 25 bij 25 m (zie figuur 3.1). Hierbij worden voor de modelgrenzen de resultaten uit het ruimere model gebruikt. De modelgrenzen zijn voldoende ruim genomen om de effecten van de bodemdaling te kunnen berekenen.



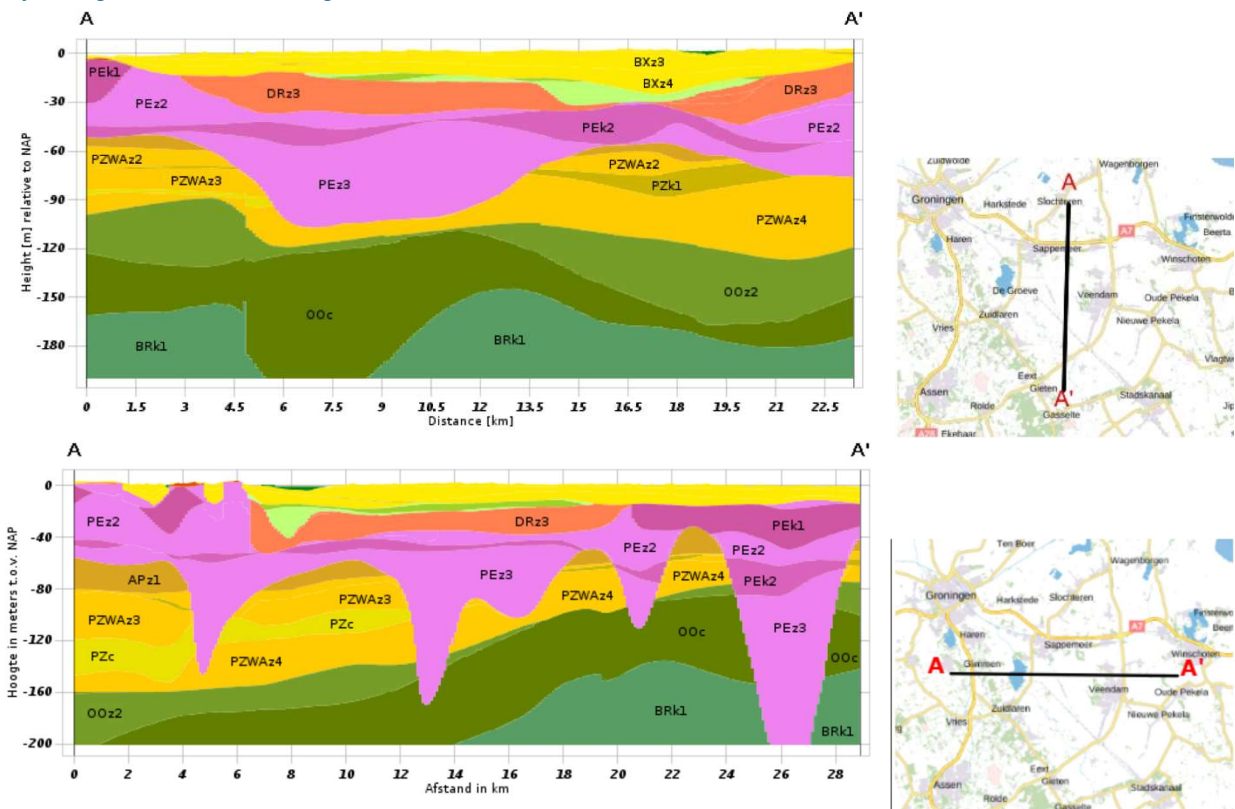
figuur 3.1 - Modelgrenzen ten opzichte van de 95 cm bodemdalingscontouren

Het model is doorgerekend voor een periode van minimaal 8 jaar plus een inlooperperiode van 2 jaar. Er is daarom gekozen om de meest recente periode van 10 aaneensluitende jaren door te rekenen die in MIPWA v3.1 beschikbaar is. Dit betreft een periode van 2005-01-01 tot 2014-12-31.

3.2.1 Bodemopbouw en modelschematisatie

De bodemopbouw in het grondwatermodel MIPWA is overgenomen uit REGIS II. REGIS II is ontwikkeld door de Geologische Dienst Nederland en bevat de diepteligging, dikte en doorlatendheid van de verschillende bodemlagen tot een diepte van circa 500 meter. Welke bodemlaag (formatie) aan welke modellaag is gekoppeld staat beschreven in de rapportage van MIPWA³.

Om een beeld te krijgen van de opbouw van de ondergrond is een doorsnede gemaakt door het modelgebied (zie figuur 3.2). Het maaiveld varieert van 0 m NAP in het noordoosten van het modelgebied tot een hoogte van circa 20 m NAP in het zuidwesten. In het modelgebied ligt overwegend het pakket van Boxtel met matig tot fijne zanden aan het maaiveld. Dit vormt het eerste watervoerende pakket. Er worden aan het maaiveld ook holocene afzettingen gevonden. In het zuidwesten van het modelgebied ligt het Drentse Plateau. Het Drentse Plateau wordt gekenmerkt door een zeer slecht doorlatende kleilaag die zich dicht onder het maaiveld bevindt: de keileemlaag van de formatie van Drenthe. Plaatselijk komt ook de formatie van Peelo aan maaiveld. Onder de Boxtel zanden ligt de Eemklei met daaronder een zandpakket van de Eem-formatie of de formatie van Drenthe. Op een diepte van circa -40 m NAP begint de formatie van Peelo met verscheidene kleilagen en zandlagen met fijn tot grove zanden. Kenmerkend voor de formatie van Peelo zijn de depressies die soms tot meer dan -200 m NAP diep reiken. De formatie van Peelo ligt bovenop de formatie van Appelscha. Vanaf circa -80 m NAP beginnen de zanden van Peize Waalre. De zanden van Peize Waalre dekken de zanden van de formatie van Oosterhout af. De hydrologische basis wordt gevormd door de klei van de formatie van Breda.

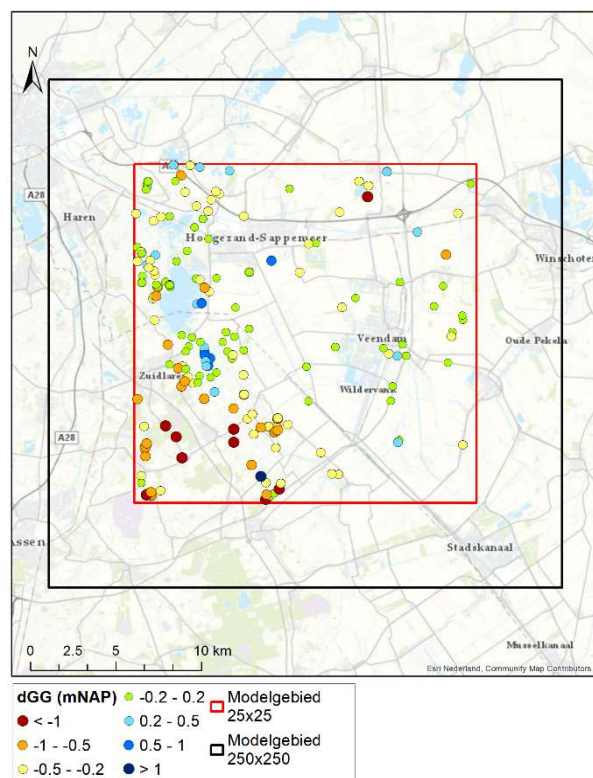


figuur 3.2 - Doorsnede regis II. Boven: noord-zuid, Onder: oost-west

³ Joachim Hunnink (Deltares), Wiebe Borren (Deltares) 2016, MIPWA 3.0 actualisatie fase 1 – Lagemodel

3.2.2 Beoordeling betrouwbaarheid model (validatie)

Om de geschiktheid van het model te beoordelen voor de uitvoering van de effectberekeningen heeft een validatie van het model plaatsgevonden. Hiertoe zijn gemeten en berekende grondwaterstanden in het model gebied met elkaar vergeleken (figuur 3.3). De gemeten grondwaterstanden zijn afgeleid uit het Dinoloket⁴. Het Dinoloket is een database van TNO, Geologische Dienst Nederland waarin gegevens van de ondergrond zoals grondwaterstanden kunnen worden geraadpleegd.



figuur 3.3 - Verschil in gemiddelde grondwaterstand (dGG) tussen de berekende en gemeten waarden

Als onderdeel van de validatie heeft een controle van de oppervlaktewaterpeilen in het model plaatsgevonden. Hierbij is gecontroleerd of de peilen van de watergangen overeenkomen met de peilen uit het peilbesluit. De peilen van de watergangen waren niet overall correct ingevoerd in het model en zijn vervolgens aangepast.

Uit de validatie volgt dat de berekende grondwaterstanden binnen het bodemdalingsgebied voornamelijk binnen een marge van 0.2 m van de gemeten waarden liggen (figuur 3.3). De afwijkingen zijn daarmee klein genoeg om met het grondwatermodel een betrouwbaar beeld te geven van de veranderingen van de grondwaterstanden en stijghoogtes als gevolg van bodemdaling en peilaanpassing.

⁴ TNO, www.dinoloket.nl (geraadpleegd op: 03-02-2020)

3.2.3 Toepasbaarheid model

Het model geeft een regionaal beeld van de effecten van bodemdaling. Op een vergelijkbare wijze worden effecten van drinkwaterwinningen en waterbeheerstudies uitgevoerd. Er wordt gerekend met een grid van 25x25 m, waarmee een betrouwbaar beeld kan worden gegeven van de te verwachten effecten binnen het gebied. De validatie van het model geeft eveneens aan dat de voorspelde effecten, dus de veranderingen van de grondwaterstanden betrouwbaar zijn.

Het model is daarmee geschikt om de effecten van de voorgestelde waterhuishoudkundige maatregelen op de ondiepe en diepe grondwaterstanden in de omgeving te berekenen. De omvang van het invloedsgebied dat met het model berekend wordt is betrouwbaar, gezien de betrouwbaarheid van de regionale modelparameters op basis van de verificatie. Dit betekent dat waar het model geen effect berekent er ook geen effecten te verwachten zijn (o.a. de natuurgebieden). Tevens geeft het model inzicht in de effectiviteit van maatregelen.

Het model is op basis van de verificatie en de regionale opzet niet geschikt om lokaal de exacte grondwaterstand ten opzichte van maaiveld te voorspellen. Hiervoor is het noodzakelijk om lokale gemeten grondwaterstanden te combineren met een berekend effect. Voor het behandelen van klachten en schademeldingen geeft het model daarmee richting. Het model is niet in te zetten als enige middel om opgetreden lokale schade te verklaren. Dan dienen de lokale omstandigheden ter plaatse te worden beschouwd, zoals bodemopbouw, aanwezigheid van sloten, actuele peilen, bouwwijze, fundering.

3.2.4 Verwerking bodemdalingsscenario's

In de rapportage "Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding"⁵ is beschreven wat de nieuwe streefpeilen zijn voor elk van de bodemdalingsscenario's. Dit betreft de streefpeilen (of peilvakpeilen) binnen het gebied met bodemdaling. Per bodemdalingsscenario zijn deze peilen in het oppervlaktewatersysteem ingevoerd. Daarnaast zijn per bodemdalingsscenario het maaiveld, de modellaagopbouw, de bodemhoogtes van de waterlopen en aanwezige drainage verlaagd conform de (nog op te treden) bodemdaling.

⁵ RHDHV, 2019, BG2717WATRP1910231600 *Gevolgen van de bodemdaling door zoutwinning voor de waterhuishouding*

3.3 Effectbepaling grondwaterstanden

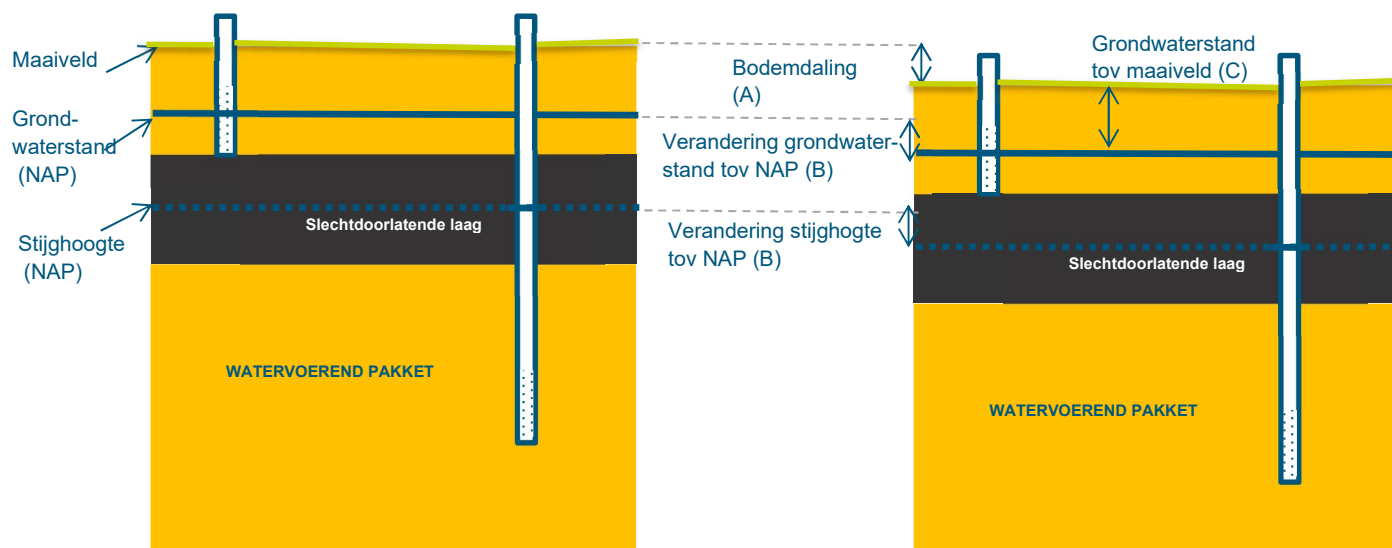
Dit hoofdstuk beschrijft de effecten op de grondwaterstanden en de stijghoogten ten gevolge van de peilaanpassingen. De peilaanpassingen betreffen aanvullende maatregelen ten opzichte van het peilbesluit 2016 waarin peilaanpassingen tot 65 cm zijn voorgesteld en afgewogen.

Grondwaterstand en stijghoogte in relatie tot bodemdaling

Grondwater is water dat zich in de bodem bevindt. De diepte van het grondwater ten opzichte van het maaiveld wordt onder meer beïnvloed door het peil van het oppervlaktewater en door de bodemsoort. Grondwater was ooit neerslag, dat in de grond is weggezakt (geïnfiltreerd). Bovenin de grond is er niet alleen water, maar ook lucht tussen de korrels aanwezig. Daar is de grond dus niet volledig verzadigd met grondwater (onverzadigde zone). Door de zwaartekracht stroomt het water omlaag en komt het in de verzadigde zone terecht, de zone waarin zich tussen de korrels alleen nog water bevindt. Het grensvlak tussen onverzadigde en verzadigde zone is de grondwaterspiegel. De hoogte van de grondwaterspiegel noemen we de grondwaterstand. De grondwaterstand kan worden gemeten door een gat in de grond te boren tot juist onder de grondwaterspiegel en even af te wachten tot er water in het gat is toegestroomd. De hoogte van de grondwaterstand wordt uitgedrukt in NAP of m ten opzichte van maaiveld.

Dieper in de ondergrond komen zandpakketten voor die aan de bovenzijde zijn afgesloten door slecht doorlatende lagen zoals klei, (kei)leem of veen. Zo'n zandpakket wordt watervoerend pakket genoemd. Het grondwater dat zich daarin bevindt, staat niet in direct contact met de atmosfeer, en wordt daarom aangeduid als afgesloten of gespannen grondwater. Als er een gat wordt geboord tot in die zandlaag, en er wordt een buis in geplaatst die aan de onderzijde gepeperforeerd is, dan stijgt de waterspiegel in die buis tot boven de bovenkant van het watervoerend pakket. De hoogte van de waterspiegel in de buis wordt de stijghoogte van het grondwater genoemd. Als de stijghoogte in deze watervoerende laag hoger is dan de ondiepe grondwaterstand, dan stroomt het grondwater door de klei- of veenlaag omhoog. We spreken dan van een kwelgebied. In een infiltratiegebied is de situatie andersom.

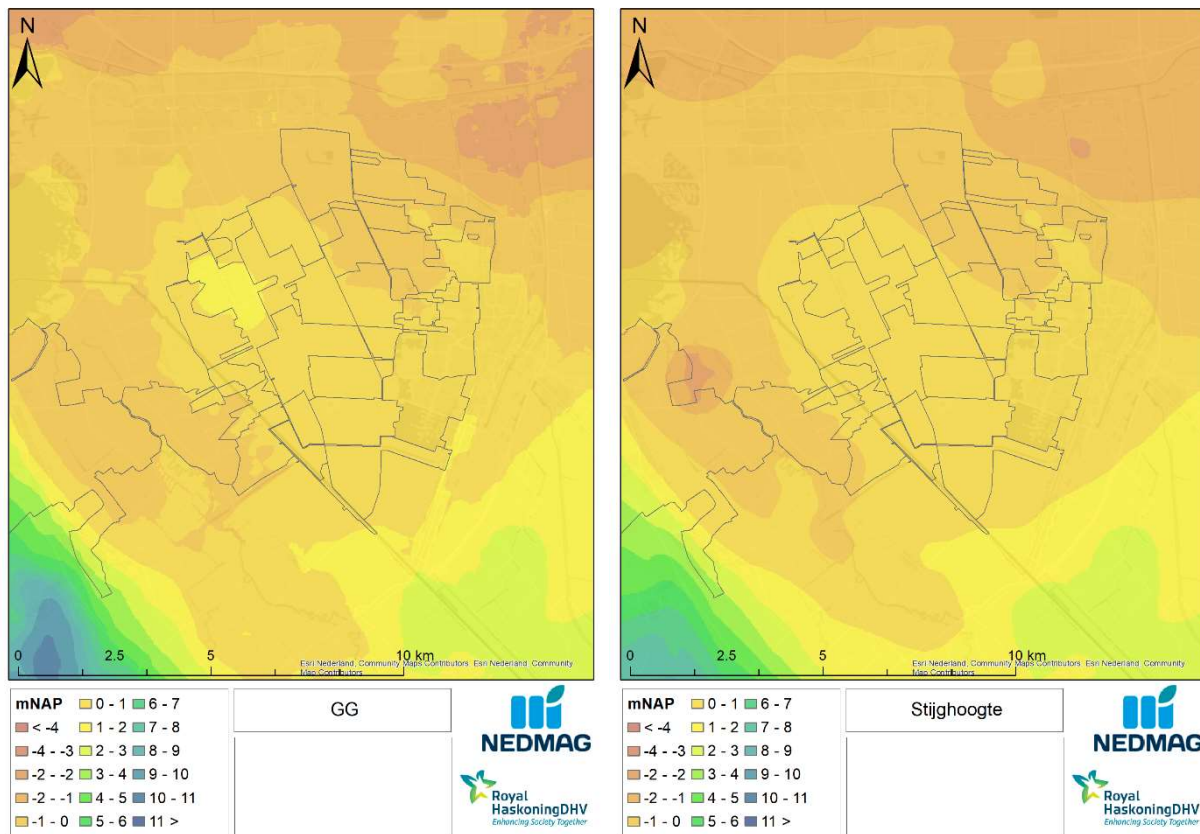
Onderstaande figuur illustreert de grondwaterstanden en stijghoogtes. De linker figuur geeft schematisch de grondwaterstanden en de stijghoogten weer en de principes die optreden bij bodemdaling. In de rechter figuur zakt het maaiveld (A), maar ook de diepere bodemlagen doordat de bodemdaling in de diepe ondergrond plaatsvindt. Door de maatregelen zakt ook de grondwaterstand mee met de bodemdaling. De grondwaterstand en stijghoogte verandert ten opzichte van NAP (B). Omdat het maaiveld en de grondwaterstand gelijkmatig zakken, blijft de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld (C) (vrijwel) gelijk in de situatie voor en na bodemdaling.



Illustratie. Schematische weergave grondwaterstand en stijghoogte

3.3.1 Huidige situatie

De berekende gemiddelde grondwaterstand en stijghoogte voor de huidige situatie met de vastgestelde peilen voor 2018 in het peilbesluit 2016 staan weergegeven figuur 3.4. Hieruit is zichtbaar dat de gemiddelde grondwaterstand zich binnen het projectgebied grotendeels rond 0 m NAP bevindt. Richting het noorden en westen liggen de grondwaterstanden en stijghoogtes lager. In het zuiden, richting het Drents Plateau zijn de grondwaterstanden significant hoger. De overheersende diepe grondwaterstroming is van zuid naar noord en volgt daarmee de topografie van het landschap. De stijghoogte laat een lokale verlaging zien in het westen van het modelgebied. Dit is het gevolg van drinkwaterwinning de Groeve.

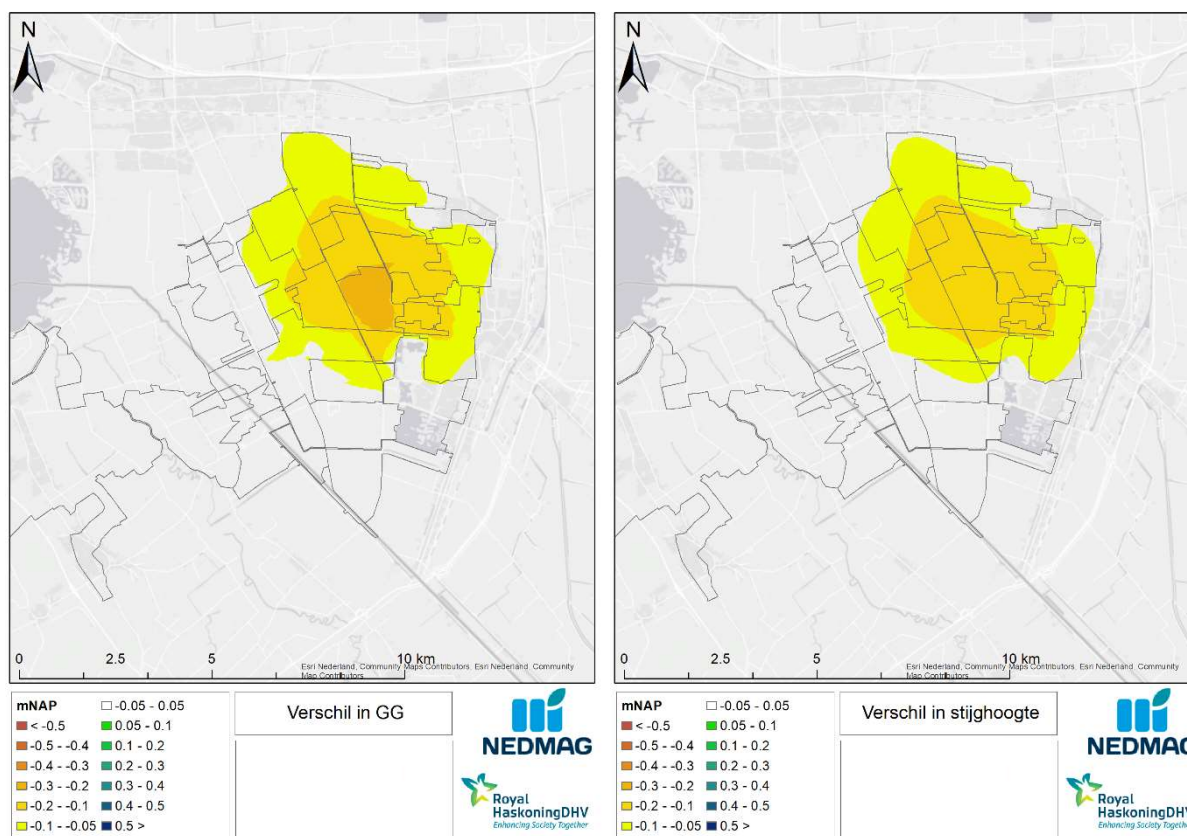


figuur 3.4 - Berekende gemiddelde grondwaterstand (links) en stijghoogte (rechts) (ten opzichte van NAP)

3.3.2 65 cm bodemdaling

Het peilbesluit dat in 2016 is opgesteld voorziet in een bodemdaling tot 65 cm. Dit betekent dat een gefaseerde peilaanpassing tot en met de situatie van bodemdaling van 65 cm is opgenomen. De effecten van de peilaanpassingen tot 65 cm bodemdaling ten opzichte van de peilen in de huidige situatie (2018) op de grondwaterstand en de stijghoogte staan gepresenteerd in figuur 3.5. Deze figuur toont de veranderingen ten opzichte van NAP.

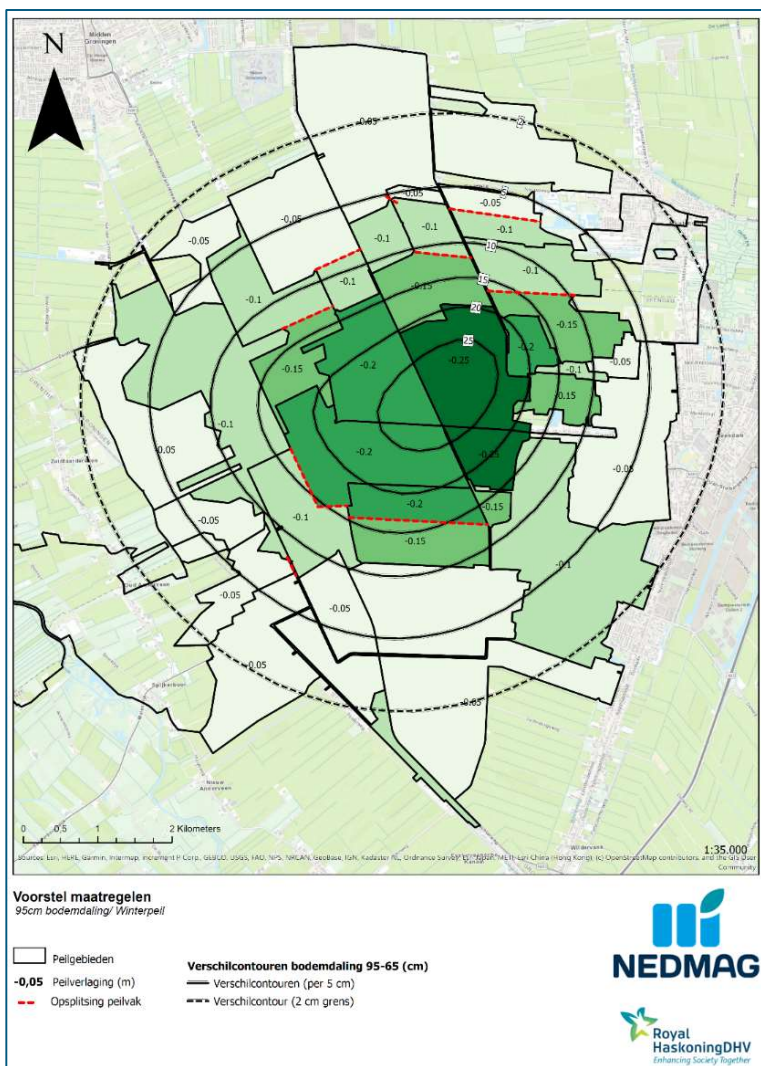
Uit de figuur kan worden afgeleid dat de veranderingen van de grondwaterstanden en de stijghoogte lokaal optreden binnen het gebied met de bodemdaling. De peilveranderingen leiden tot een verlaging van de grondwaterstand ten opzichte van NAP van maximaal circa 20 tot 30 cm in de kern van de bodemdaling. De grondwaterstanden dalen mee met de nog te verwachten bodemdaling, zodat de relatieve grondwaterstand in principe gelijk blijft. Doordat de grondwaterstanden ten opzichte van NAP zakken, zakt hier de stijghoogte van het diepere watervoerend pakket ook. Het effect op de stijghoogte is door de aanwezigheid van weerstandbiedende lagen in de ondergrond echter kleiner en verandert met maximaal 20 cm. Dit leidt lokaal binnen de bodemdalingscontouren tot een geringe verandering van kwel en infiltratie naar de diepe ondergrond. De overwegende regionale grondwaterstroming in noordelijke richting wijzigt niet als gevolg van de bodemdaling, hiermee zijn geen veranderingen van grondwaterstromingen te verwachten.



figuur 3.5 - Verandering grondwaterstand (links) en stijghoogte (rechts) als gevolg van 65 cm bodemdaling

3.3.3 95 cm bodemdaling

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde droogleggingsanalyse (oktober 2019) zijn compenserende maatregelen voorgesteld om het effect van bodemdaling tegen te gaan en ervoor te zorgen dat de drooglegging na maatregelen weer de referentiesituatie (65 cm bodemdaling) benadert. De maatregelen betreffen zowel het aanpassen van de peilen als het opknippen van een aantal peilvakken. figuur 3.6 geeft de maatregelen voor winterpeil bij 95 cm bodemdaling weer. Bij 95 cm bodemdaling wordt voor 26 peilvakken een peilaanpassing voorgesteld. De mate van peilverlaging ligt tussen de 5 en 25 cm.

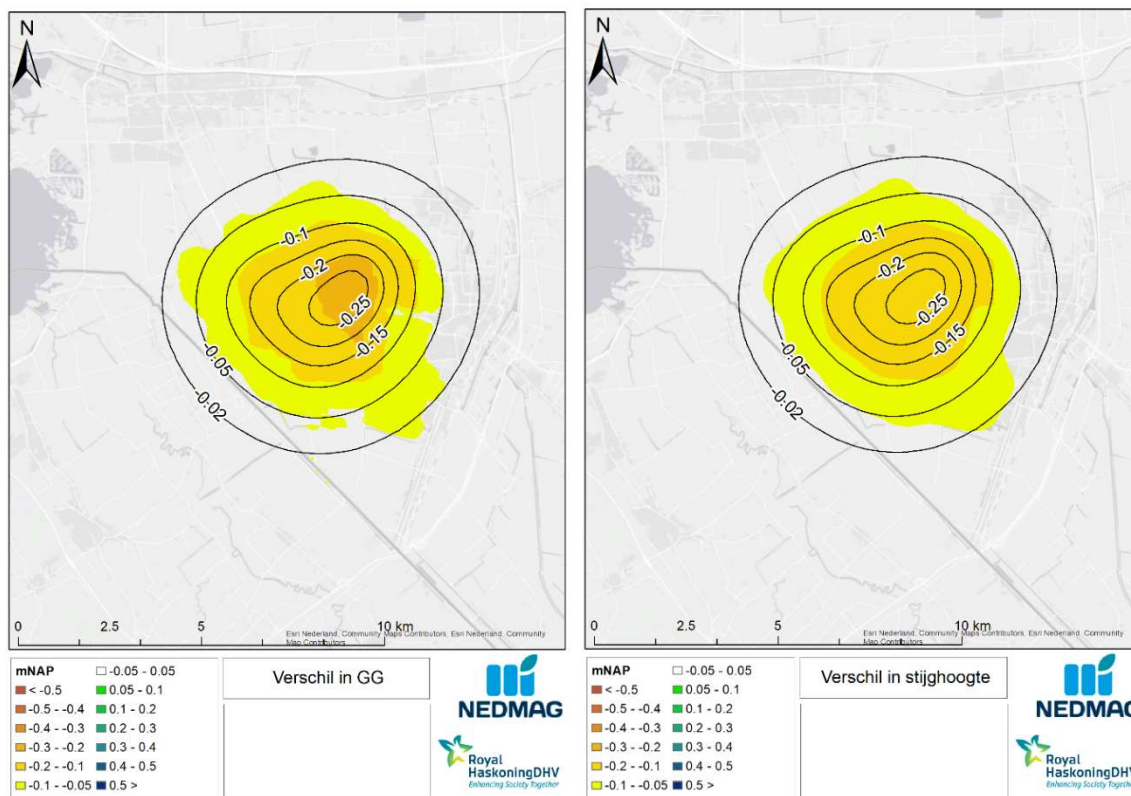


figuur 3.6 - Voorgestelde maatregelen, winterpeil, 95 cm bodemdaling

De veranderingen van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP van het scenario met 95 cm bodemdaling ten opzichte van 65 cm bodemdaling staan gepresenteerd in figuur 3.7. In de figuren is tevens de verandering van bodemdaling gepresenteerd.

De verandering van de grondwaterstand ten opzichte van NAP treedt op binnen de contouren van de bodemdaling en verandert met 5 tot circa 25 cm in de kern van het bodemdalingsgebied. De mate van grondwaterstandsverandering komt overeen met de peilaanpassing. De verandering van stijghoogte treedt lokaal op binnen de bodemdalingscontour en bedraagt maximaal 20 cm. Dit leidt lokaal binnen de bodemdalingscontouren tot een geringe verandering van kwel en infiltratie naar de diepe ondergrond. De

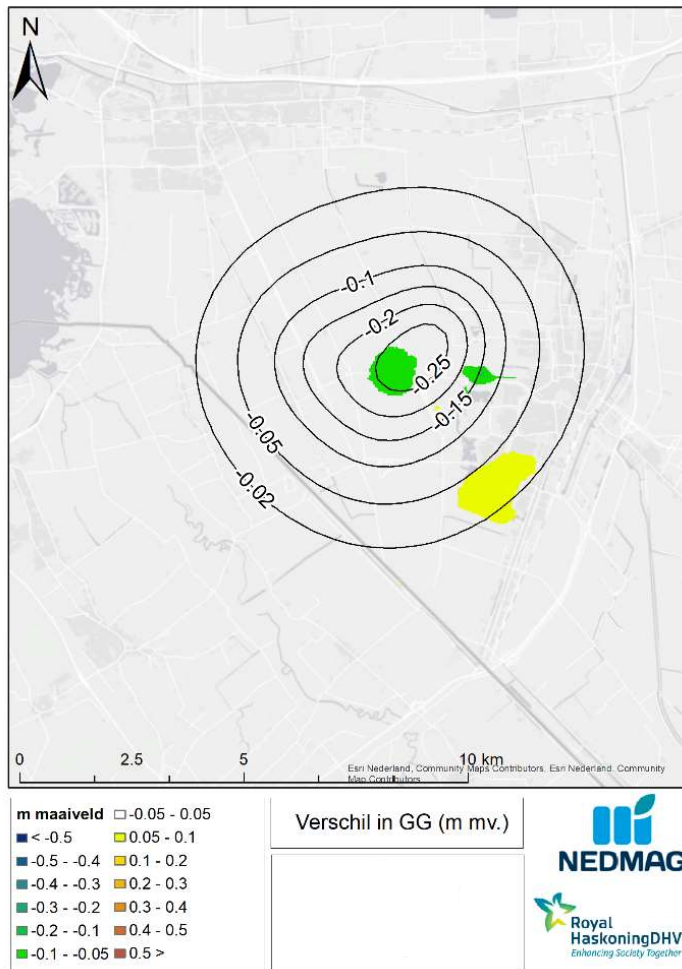
overwegende regionale grondwaterstroming in noordelijke richting wijzigt niet door deze lokale verlaging van de stijghoogte, hiermee zijn geen veranderingen van grondwaterstromingen te verwachten.



figuur 3.7 - Verandering grondwaterstand (links) en stijghoogte (rechts) als gevolg van 95 cm bodemdaling (ten opzichte van scenario met 65 cm bodemdaling). De bodemdalingscontouren geven het verschil in bodemdaling weer.

figuur 3.7 brengt het effect ten opzichte van NAP in beeld. De maatregelen hebben tot doel om ervoor te zorgen dat de grondwaterstanden gelijkmatig met de daling van het maaiveld zakken. Hierdoor treedt geen verdroging en/of vernatting op ten opzichte van de peilen die zijn vastgesteld in het peilbesluit van 2016. Dit is gecontroleerd door het verschil in de diepte van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld bij 65 en 95 cm te bepalen. In figuur 3.8 staat dit weergegeven. Uit deze figuur is op de maken dat de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld bij 95 cm vrijwel gelijk is als bij de situatie van 65 cm. Hieruit kan worden geconcludeerd dat voor het grootste deel van het gebied de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld niet wijzigt bij verdergaande bodemdaling en de voorgestelde maatregelen het beoogde effect hebben.

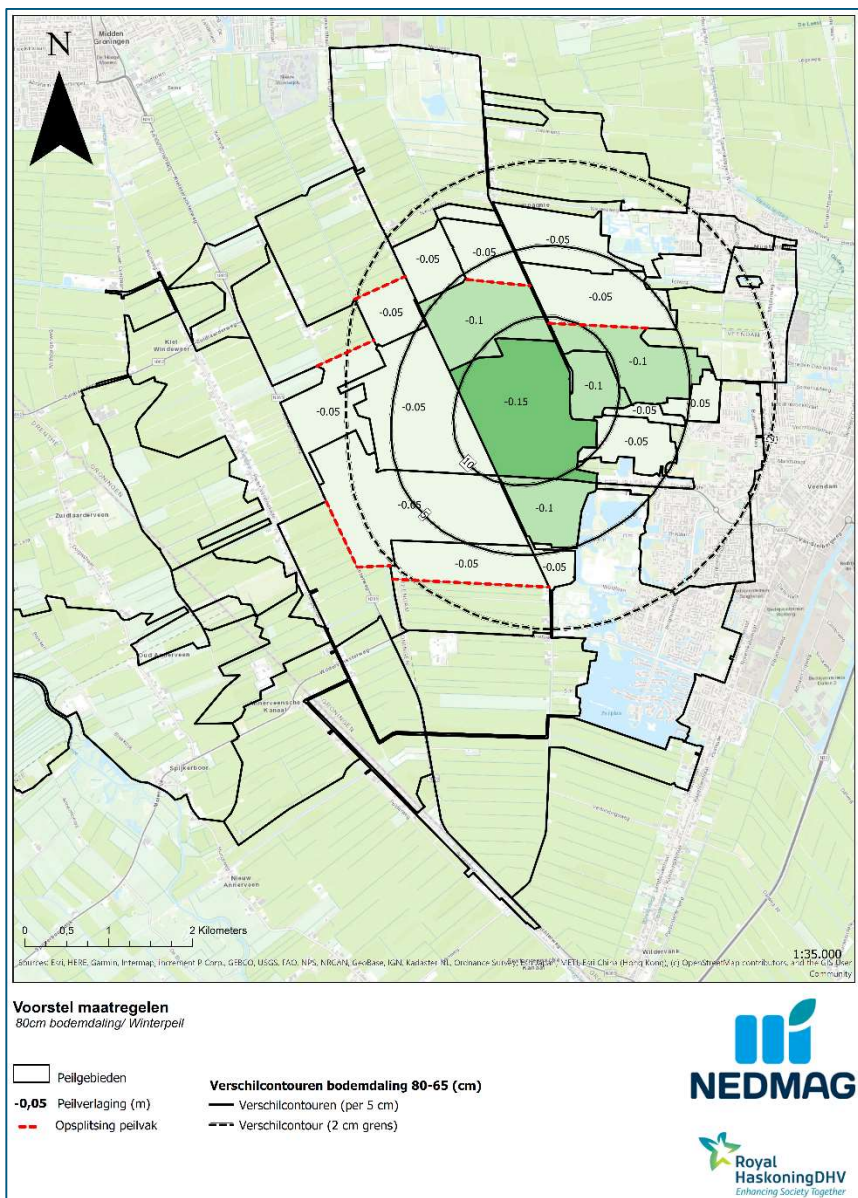
Op 3 locaties is te zien dat de grondwaterstand 5 tot 10 cm verandert ten opzichte van maaiveld. In het centrum van de bodemdaling treedt op 2 locaties circa 5-10 cm vernatting op, doordat de bodemdaling hier groter is dan de peilaanpassing. Overwogen zou kunnen worden om het voorgestelde peil hier 5 cm verder te verlagen. Aan de zuidoostelijke rand van het bodemdalingsgebied treedt circa 5-10 cm verdroging op. De peilaanpassing lijkt hier groter dan de bodemdaling. Overwogen zou kunnen worden om het voorgestelde peil hier 5 cm minder te verlagen.



figuur 3.8 - Verschil in gemiddelde grondwaterstand ten opzichte van maaiveld tussen het scenario met 95 cm bodemdaling en 65 cm bodemdaling. De contouren geven het verschil in bodemdaling (m) weer tussen het scenario 95 cm en 65 cm.

3.3.4 80 cm bodemdaling

De bodemdaling bij 80 cm leidt tot minder maatregelen dan bij 95 cm. Bij 80 cm bodemdaling wordt voor 16 peilvakken een peilaanpassing voorgesteld, dit betreffen peilverlagingen tussen de 5 en 15 cm. figuur 3.9 geeft de maatregelen voor winterpeil bij 80 cm drooglegging weer.

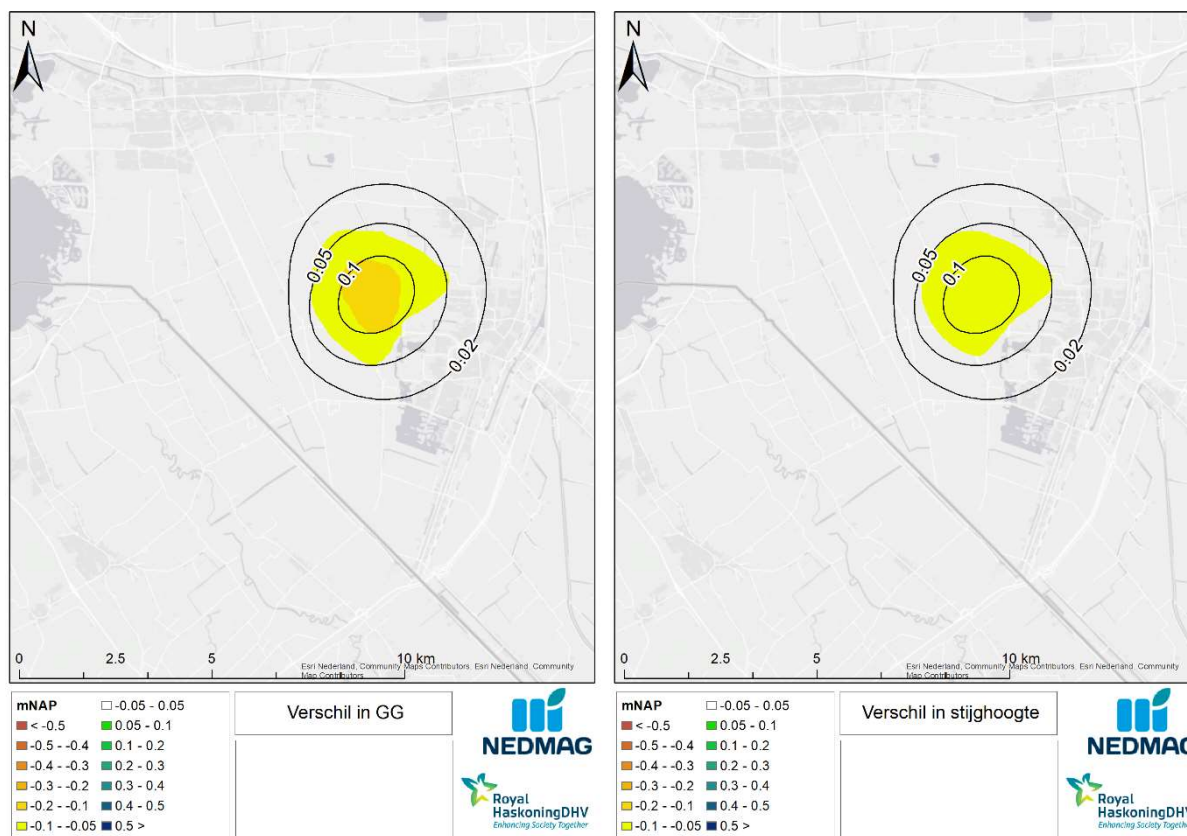


figuur 3.9 - Voorgestelde maatregelen, winterpeil, 80 cm bodemdaling

De effecten van het scenario met 80 cm bodemdaling ten opzichte van 65 cm bodemdaling worden gepresenteerd in figuur 3.10 (grondwaterstand en stijghoogte). De figuur geeft de verandering van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP weer.

De verandering van de grondwaterstand ten opzichte van NAP treedt op binnen de contouren van de bodemdaling en verandert met 5 tot circa 15 cm in de kern van het bodemdalingsgebied. De mate van grondwaterstandsverandering komt overeen met de peilaanpassing. De verandering van stijghoogte treedt

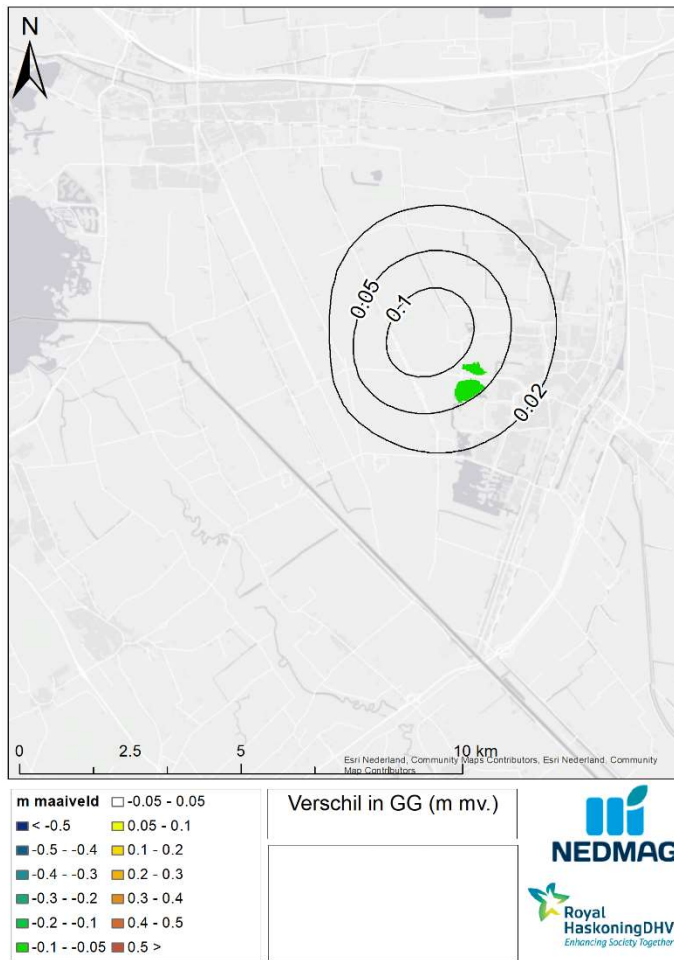
lokaal op binnen de bodemdalingscontour en bedraagt maximaal 10 cm. De overwegende regionale grondwaterstroming in noordelijke richting wijzigt niet door deze lokale verlaging van de stijghoogte.



figuur 3.10 - Verandering grondwaterstand (links) en stijghoogte (rechts) als gevolg van 80 cm bodemdaling (ten opzichte van scenario met 65 cm bodemdaling). De bodemdalingscontouren geven het verschil in bodemdaling weer.

figuur 3.10 brengt het effect ten opzichte van NAP in beeld. De maatregelen hebben tot doel om ervoor te zorgen dat de grondwaterstanden gelijkmatig met de daling van het maaiveld zakken. Hierdoor treedt geen verdroging en/of vernatting op ten opzichte van de peilen die zijn vastgesteld in het peilbesluit van 2016. Dit is gecontroleerd door het verschil in de diepte van de grondwaterstand *ten opzichte van maaiveld* bij 65 en 80 cm te bepalen. In figuur 3.11 staat dit weergegeven. Uit deze figuur is op te maken dat de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld bij 80 cm vrijwel gelijk is als bij de situatie van 65 cm. Hieruit kan worden geconcludeerd dat voor het grootste deel van het gebied de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld niet wijzigt bij verdergaande bodemdaling en de voorgestelde maatregelen het beoogde effect hebben.

In de omgeving van de vuilstort Veendam treedt op 2 locaties circa 5-10 cm vernatting op, doordat de bodemdaling hier groter is dan de peilaanpassing. Overwogen zou kunnen worden om het voorgestelde peil bij 80 cm bodemdaling hier 5 cm verder te verlagen.



figuur 3.11 - Vershil in gemiddelde grondwaterstand ten opzichte van maaiveld tussen het scenario met 80 cm bodemdaling en 65 cm bodemdaling. De contouren geven het vershil in bodemdaling (m) weer tussen het scenario 80 cm en 65 cm.

3.3.5 Effectbepaling omgeving

Bebouwd gebied, kabels en leidingen, infrastructuur

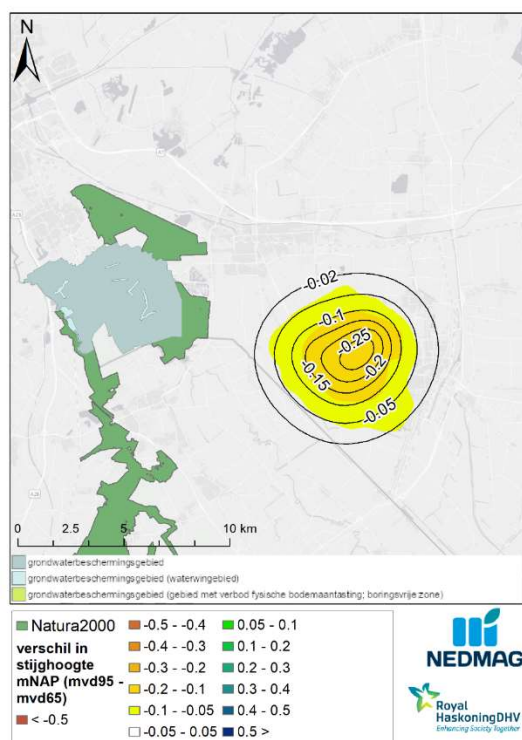
Zettingen treden op, op het moment dat er sprake is van een relatieve verandering van de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld in combinatie met de aanwezigheid van zettingsgevoelige lagen in de ondergrond. De commissie bodemdaling hanteert daarvoor een maximaal toelaatbare toename van de ontwateringsdiepte (grondwaterstand ten opzichte van maaiveld) bij bebouwing van 24 cm bij zandgronden, 10 cm bij kleigronden en 7 cm bij kleigronden met een veendek.

De berekeningen (bij 95 cm bodemdaling) laten in het stedelijk gebied zien dat ten opzichte van de peilen van het peilbesluit geen toename van de ontwateringsdiepte optreedt. Daarmee zijn er in principe geen zettingseffecten te verwachten in het bebouwd gebied. Uitzondering hierop vormt peilvak GPG-V-13889 in het zuidelijk deel van Veendam, waar bij de voorgestelde maatregelen een toename van de ontwateringsdiepte van 5-10 cm optreedt. Dit betekent dat het peil hier iets meer zakt dan de bodemdaling. Als uitgangspunt is gehanteerd dat hier sprake is van kleigronden met een veendek (7 cm verdroging toelaatbaar). Hier wordt voorgesteld om het peil hier niet met 10 cm te verlagen, maar met maximaal 5 cm of het peilvak op te knippen.

Voor de infrastructuur, kabels en leidingen geldt dat de ligging ten opzichte van de grondwaterstanden ongewijzigd blijft, waarmee geen effecten te verwachten zijn.

Natuur

Ter plaatse van de grondwatergevoelige gebieden (grondwaterbeschermingsgebied Onnen, Natura 2000-gebied Zuidlaardermeer en natuurgebied het Hunzedal) treden geen veranderingen van de stijghoogte en grondwaterstanden op als gevolg van de voorgestelde maatregelen, zowel niet ten opzichte van NAP als ten opzichte van maaiveld. Uit de berekeningen volgt dat de veranderingen van de grondwaterstanden en de stijghoogte lokaal optreden binnen de contouren van de bodemdaling (zie figuur 3.12).



figuur 3.12 - Verandering van de stijghoogte (scenario 95 t.o.v. 65 cm bodemdaling) en de ligging van Natura 2000 gebieden. De contouren geven het verschil in bodemdaling (m) weer tussen het scenario 95 cm en 65 cm.

Drinkwaterwinning

Drinkwaterwinning vindt plaats in het diepe watervoerend pakket. De berekeningen tonen aan dat de stijghoogte zeer lokaal verandert en zich bovendien niet uitstrekt tot het grondwaterbeschermingsgebied (zie ook figuur 3.12). Effecten op de drinkwaterwinning worden daarmee niet verwacht.

Landbouw

De peilen voor het landbouwgebied zijn voorgesteld conform de methodiek van Waterschap Hunze & Aa's. Als uitgangspunt is gehanteerd dat de drooglegging en daarmee verdeling tussen oppervlak nat, optimaal en droog niet wijzigt binnen een peilvak. De maatregelen zijn daarmee gericht op een gelijkblijvende drooglegging en daarvan afgeleid grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. In figuur 3.8 is te zien dat de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld bij de voorgestelde maatregelen nauwelijks verandert. Enkel in het centrum van de bodemdaling ter plaatse van peilvak GPG-H-10482 vindt een lichte vernatting (5- 10 cm) ten opzichte van maaiveld plaats. Overwogen kan worden om de peilen hier 5 cm verder te verlagen.

Conclusie

Om bij 80 en 95 cm bodemdaling de drooglegging te borgen zijn peilwijzigingen (in NAP) voorgesteld ten opzichte van het peilbesluit van 2016. De voorgestelde peilwijzigingen volgen de extra bodemdaling (ten opzichte van het scenario 65 cm bodemdaling). De peilen zakken ten opzichte van NAP met maximaal 30 cm (conservatief scenario) in het centrum van het bodemdalingsgebied.

Uit de berekening volgt dat de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van NAP optreedt binnen de contouren van de bodemdaling en met 5 tot circa 25 cm in de kern van het bodemdalingsgebied verlaagt. De mate van grondwaterstandsverandering komt overeen met de peilaanpassing. De verandering van de stijghoogte treedt lokaal op binnen de bodemdalingscontour en bedraagt maximaal 20 cm. Dit leidt lokaal binnen de bodemdalingscontouren tot een geringe verandering van kwel en infiltratie naar de diepe ondergrond. De overwegende regionale grondwaterstroming in noordelijke richting wijzigt niet door deze lokale verlaging van de stijghoogte, hiermee zijn geen veranderingen van grondwaterstromingen te verwachten.

De verandering van de grondwaterstanden en stijghoogte strekt zich niet uit tot de natuurgebieden Zuidlaardermeer, het Hunzedal en het grondwaterbeschermingsgebied Onnen. Hiermee zijn geen (negatieve) effecten te verwachten op de natuurgebieden de drinkwaterwinning.

De berekeningen laten in het stedelijk gebied zien dat ten opzichte van de peilen van het peilbesluit geen toename van de ontwateringsdiepte (grondwaterstand ten opzichte van maaiveld) optreedt. Uitzondering hierop vormt het peilvak GPG-V-13889 in het zuidelijk deel van Veendam. Daarmee zijn er in principe geen zettingseffecten te verwachten in het bebouwd gebied. Voor de zekerheid wordt voorgesteld om het peil hier niet met 10 cm te verlagen, maar met maximaal 5 cm of het peilvak op te knippen.

Voor de infrastructuur, kabels en leidingen geldt dat de ligging ten opzichte van de grondwaterstanden ongewijzigd blijft, waarmee geen effecten te verwachten zijn.

De peilen voor het landbouwgebied zijn voorgesteld conform de methodiek van Waterschap Hunze & Aa's. Als uitgangspunt is gehanteerd dat de drooglegging en daarmee verdeling tussen oppervlak nat, optimaal en droog niet wijzigt binnen een peilvak. Enkel in het centrum van de bodemdaling vindt een lichte vernatting (5-10 cm) ten opzichte van maaiveld plaats ter plaatse van peilvak GPG-H-10482. Overwogen kan worden om de peilen hier 5 cm verder te verlagen.

4 Detailonderzoek Tripscompagniesterdiep/Kieldiep

De bodemdaling heeft langs het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep tot gevolg dat de aanliggende bebouwing geleidelijk zakt, waardoor het verschil tussen bebouwing en het kanaalpeil afneemt. In de praktijk wordt het (grond)waterpeil ter plaatse van deze bebouwing zowel beïnvloed door het kanaalpeil als door het peil in de sloten van het peilgebied dat direct naast het kanaal ligt. Indien de grondwaterstand vooral wordt beïnvloed door de sloten in de omgeving van de bebouwing, dan kan worden volstaan met de peilaanpassing van de peilgebieden of het toepassen van lokale drainage.

Om een oplossingsrichting aan te kunnen geven voor deze specifieke peilgebieden wordt een nadere analyse noodzakelijk op basis van de uitgevoerde grond- en oppervlaktewatermetingen uitgevoerd. Daarbij wordt opgemerkt dat de maximale bodemdaling pas op lange termijn (na tientallen jaren) wordt bereikt nadat alle vrije pekkel is afgelaten. Het is daarom van belang deze situatie goed te monitoren, de ontwikkeling van de bodemdaling te volgen en periodiek de ontwikkelingen te evalueren.

4.1 Aanpak

Langs het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep is het bestaande meetnet van peilbuizen uitgebreid met peilbuizen en oppervlaktewater meetpunten, zodat de relatie tussen grond- en oppervlaktewater bepaald kan worden. Met behulp van het softwarepakket Menyanthes (versie 3x.b.y., april 2019) is de relatie tussen de grondwaterstanden en de oppervlaktewaterstanden geanalyseerd. Met deze software kunnen tijdreeksmodellen worden opgesteld en vergeleken. Het opstellen van tijdreeksmodellen gebeurt op basis van zogenaamde verklarende factoren, waarbij een statistische relatie wordt gelegd tussen optredende grondwaterstanden en factoren die invloed hebben op de grondwaterstand zoals neerslag, verdamping en oppervlaktewaterpeil.

Voor de tijdreeksanalyse is gebruik gemaakt van de neerslaggegevens van station Veendam, en de verdampingsgegevens van station Eelde uit de database van KNMI. Een overzicht en de locatie van de onderzochte grondwater- en oppervlaktewatermeetpunten is te zien in tabel 4.1 **Error! Reference source not found.**, in **Error! Reference source not found.**figuur 4.1 en figuur 4.2.

tabel 4.1 - Overzicht onderzochte meetpunten

Locatie	Meetpunten grondwater	Meetpunten oppervlaktewater
Kieldiep	PB KD-1 PB KD-2	OM3 OM2
Tripscompagniesterdiep	PB 10 PB 10-2	OM1

De volgende reeksen zijn getest of deze verklarend zijn voor de grondwaterstand:

1. Neerslag (Prec), en verdamping (evapotranspiratie (ET));
2. Neerslag (Prec), en verdamping (evapotranspiratie (ET)), en oppervlaktewaterstand (OW).



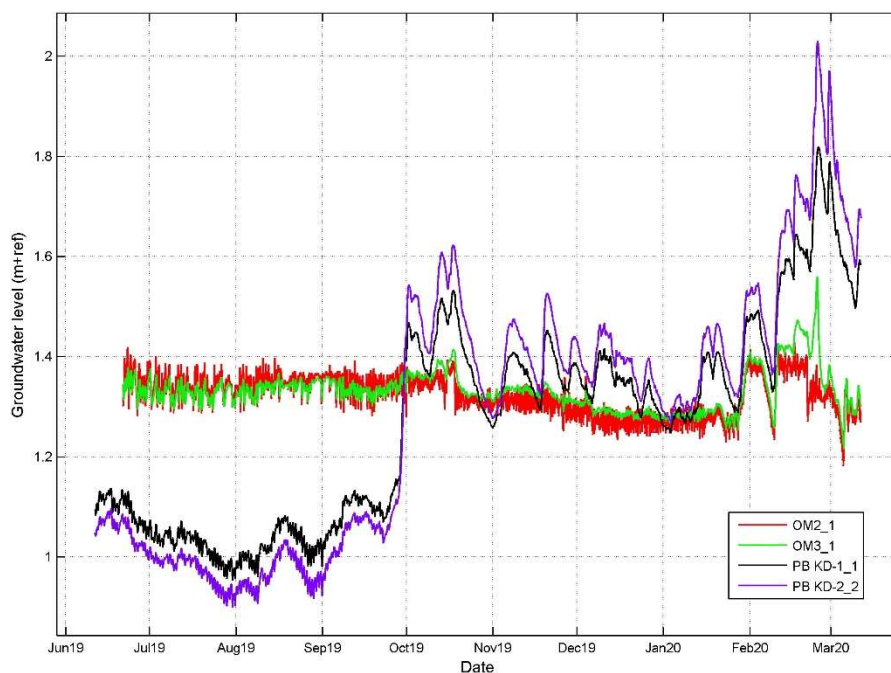
figuur 4.1 - Locatie meetpunten Kieldiep



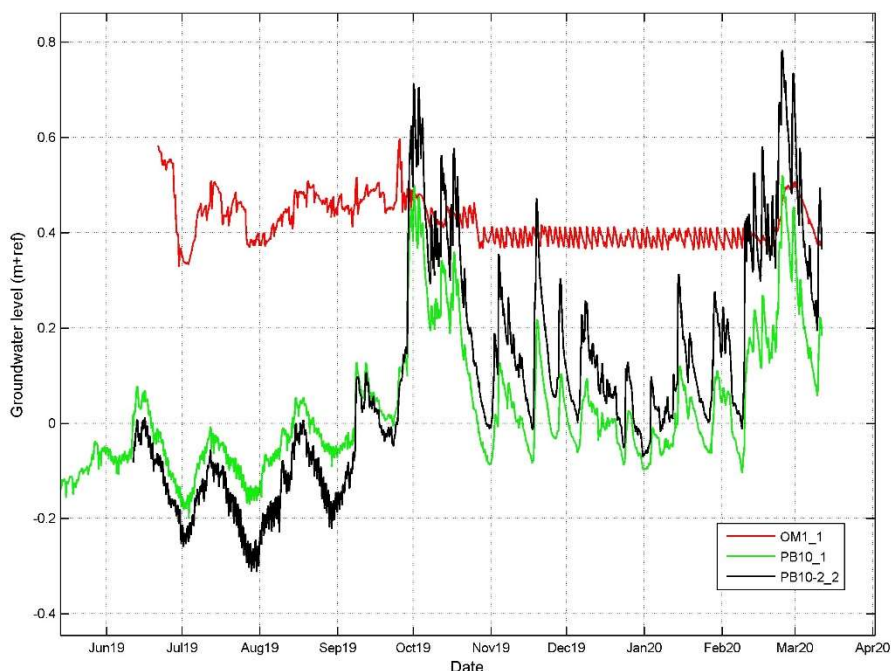
figuur 4.2 - Locatie meetpunten Tripscompagniesterdiep

4.2 Analyse grond- en oppervlaktewaterstanden

De tijdreeksen van de grond- en oppervlaktewaterstanden voor het Kieldiep staan in figuur 4.3 en voor het Tripscompagniesterdiep in figuur 4.4 weergegeven. In de figuur is te zien dat de grondwaterstand sterk fluctueert en zich zowel onder als boven het peil van het Kieldiep bevindt. Ter plaatse van het Tripscompagniesterdiep valt op dat de grondwaterstanden zich, met uitzondering van een aantal pieken, lager bevinden dan het oppervlaktewaterpeil van het Tripscompagniesterdiep.



figuur 4.3 - Tijdreeks grondwater- en oppervlaktewater Kieldiep (m NAP)



figuur 4.4 - Tijdreeks grondwater- en oppervlaktewater Tripscompagniesterdiep (m NAP)

tabel 4.2 geeft de resultaten van de Menyanthes analyse weer. Hierbij is de relatie gelegd tussen de grondwaterstanden, neerslag en verdamping. Vervolgens is de relatie gelegd tussen grondwaterstand, neerslag, verdamping en oppervlaktewaterpeil. De verklaarde variantie (EVP) drukt uit in welke mate het verloop van de grondwaterstand wordt beïnvloed door de vergeleken variabelen.

Uit de tabel is af te leiden dat het verloop van de grondwaterstanden (PB-KD1, PB-KD2) ter plaatse van het Kieldiep vooral wordt bepaald door neerslag en verdamping. De verklaarde variantie (EVP) is hier circa 93% en daarmee ruim boven de 70%, waarmee een sterke relatie tussen neerslag, verdamping en grondwaterstand wordt bevestigd. Op het moment dat ook de oppervlaktewatermeetreeks wordt toegevoegd aan de analyse neemt de EVP toe tot circa 96%. Hiermee wordt aangetoond dat de grondwaterstand weliswaar wordt beïnvloed door het peil van het Kieldiep, echter in zeer beperkte mate.

tabel 4.2 - Overzicht resultaten EVP

Peilbuis	Perc/ET	Perc/ET/OW combinatie	Perc/ET/OW
	EVP (%)		EVP (%)
PB KD-1	93,28	PB KD-1/ OM2	96,64
PB KD-2	93,14	PB KD-2/ OM3	96,87
PB 10-2	86,69	PB 10-2/ OM1	91,10
PB 10	90,00	PB 10/ OM1	91,22

Uit de tabel is af te leiden dat het verloop van de grondwaterstanden (PB10, PB10-2) ter hoogte van het Tripscompagniesterdiep vooral wordt bepaald door neerslag en verdamping. De verklaarde variantie (EVP) is hier circa 87-90% en daarmee ruim boven de 70%, waarmee een sterke relatie tussen neerslag, verdamping en grondwaterstand wordt bevestigd. Op het moment dat ook de oppervlaktewatermeetreeks wordt toegevoegd aan de analyse neemt de EVP toe tot circa 91%. Hiermee wordt aangetoond dat de grondwaterstand weliswaar wordt beïnvloed door het peil van het Tripscompagniesterdiep, echter in zeer beperkte mate.

Op basis van bovenstaande analyse kan worden geconcludeerd dat de relatie tussen de grondwaterstand en het oppervlaktewaterpeil van de kanalen ter plaatse van de bebouwing beperkt is. Indien de grondwaterstand vooral wordt beïnvloed door de sloten in de omgeving van de bebouwing dan kan bodemdaling worden opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land en/of het toepassen van lokale drainage.

Aangezien het achterliggend land ter plaatse van het Kieldiep op eenzelfde peil staat als het Kieldiep wordt met de voorgestelde peilaanpassing van 10 cm de bodemdaling goed opgevangen. De bebouwing ter plaatse van het Tripscompagniesterdiep wordt in beperkte mate beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil van het Tripscompagniesterdiep. Bodemdaling wordt hier opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land (GPG-H-10815, GPG-H-18700, GPG-H-18800, GPG-H-18810, GPG-H-20810 en GPG-H-31010) en/of het toepassen van lokale drainage/ontwatering rondom de woningen.

Voorgesteld wordt om het peil van het Tripscompagniesterdiep bij 80 cm bodemdaling met 10 cm te verlagen en bij 95 cm bodemdaling met 20 cm te verlagen in combinatie met het baggeren van de watergang op de locaties waar de bodemdaling minder is dan de peilverlaging.

4.3 Conclusie

Het verloop van de grondwaterstanden ter plaatse van het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep wordt vooral beïnvloed door neerslag en verdamping. De grondwaterstand wordt weliswaar beïnvloed door het peil van het Kieldiep en het Tripscompagniesterdiep, echter in zeer beperkte mate. Bodemdaling kan worden opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land en/of het toepassen van lokale drainage/ontwatering rondom de woningen.

Aangezien het achterliggende land ter plaatse van het Kieldiep op eenzelfde peil staat als het Kieldiep wordt met de voorgestelde peilaanpassing van 10 cm de bodemdaling goed opgevangen. De bebouwing ter plaatse van het Tripscompagniesterdiep wordt in beperkte mate beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil van het Tripscompagniesterdiep. Bodemdaling wordt hier opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land (GPG-H-10815, GPG-H-18700, GPG-H-18800, GPG-H-18810, GPG-H-20810 en GPG-H-31010) en/of het toepassen van lokale drainage/ontwatering rondom de woningen. Voorgesteld wordt om het peil van het Tripscompagniesterdiep bij 80 cm bodemdaling met 10 cm te verlagen en bij 95 cm bodemdaling met 20 cm te verlagen.

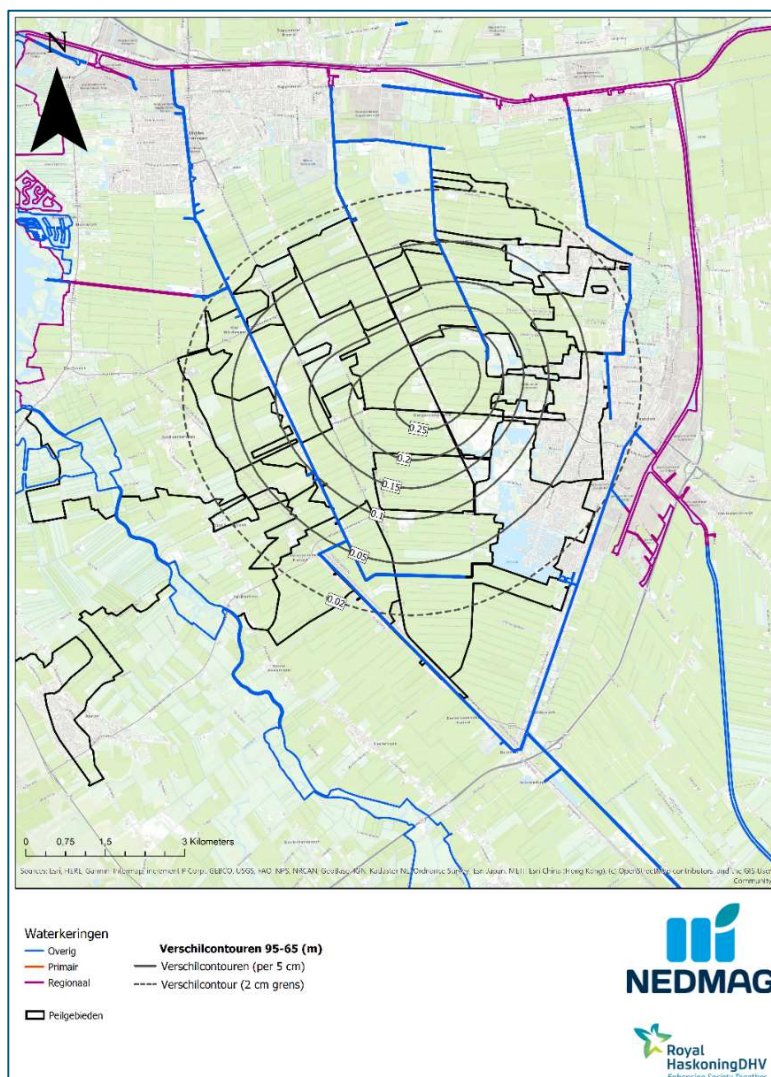
De uitgevoerde analyse ter plaatse van Tripscompagniesterdiep/Kieldiep is niet bedoeld en beschreven als onderbouwing of er wel of geen schade zou optreden ter plaatse van woningen. Deze analyse is uitgevoerd om te beoordelen welke type maatregel zou moeten worden getroffen om het effect van bodemdaling ter plaatse van de kanalen op te vangen. Voor eventuele schadeclaims zal lokaal onderzoek noodzakelijk zijn.

5 Waterveiligheid

5.1 Inleiding

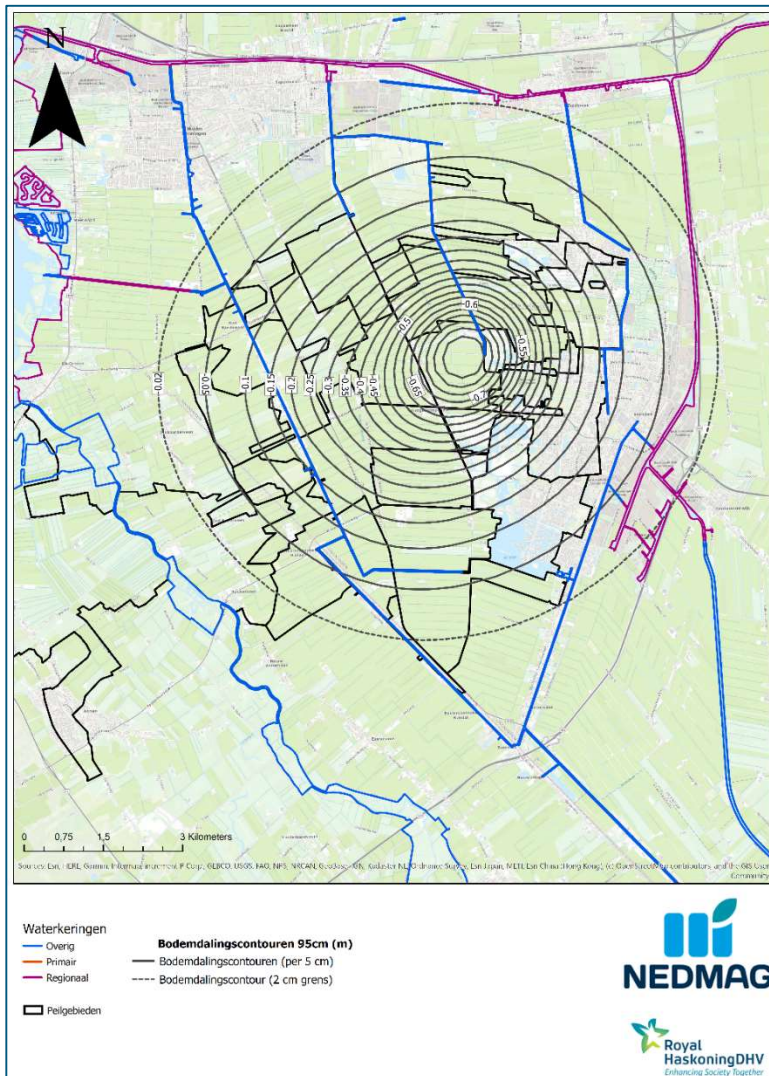
Binnen het bodemdalingsgebied liggen meerdere keringen die het achterliggende land beschermen bij hoge waterstanden. Doordat bodemdaling optreedt zakken ook de keringen. Daarbij is het afhankelijk van wat er met de waterpeilen gebeurt of de waterveiligheid ook vermindert. Indien de peilen gelijkmatig zakken met de bodemdaling en daarmee de keringen, heeft dit geen effect op de waterveiligheid. Uitgangspunt is dat de relatieve hoogte van de kering ten opzichte van het waterpeil niet mag verminderen als gevolg van de bodemdaling, waar dat wel gebeurt worden compenserende maatregelen voorgesteld.

In dit hoofdstuk wordt het effect van de bodemdaling op de waterveiligheid beschreven. Waterschap Hunze & Aa's maakt in het beheergebied onderscheid in zeekeringen (primaire keringen), boezemkaden (regionale keringen) en lokale keringen (overige keringen). In figuur 5.1 is weergegeven welk type keringen worden beïnvloed binnen het bodemdalingsgebied bij een bodemdalingsverschil van 65 cm en 95 cm.



figuur 5.1 - Keringen in het bodemdalingsgebied (met verschilcontour 65 – 95 cm bodemdaling)

In Figuur 5.2 is weergegeven welke type keringen zich in het bodemdalingsgebied van de totale daling van 95 cm bevinden.

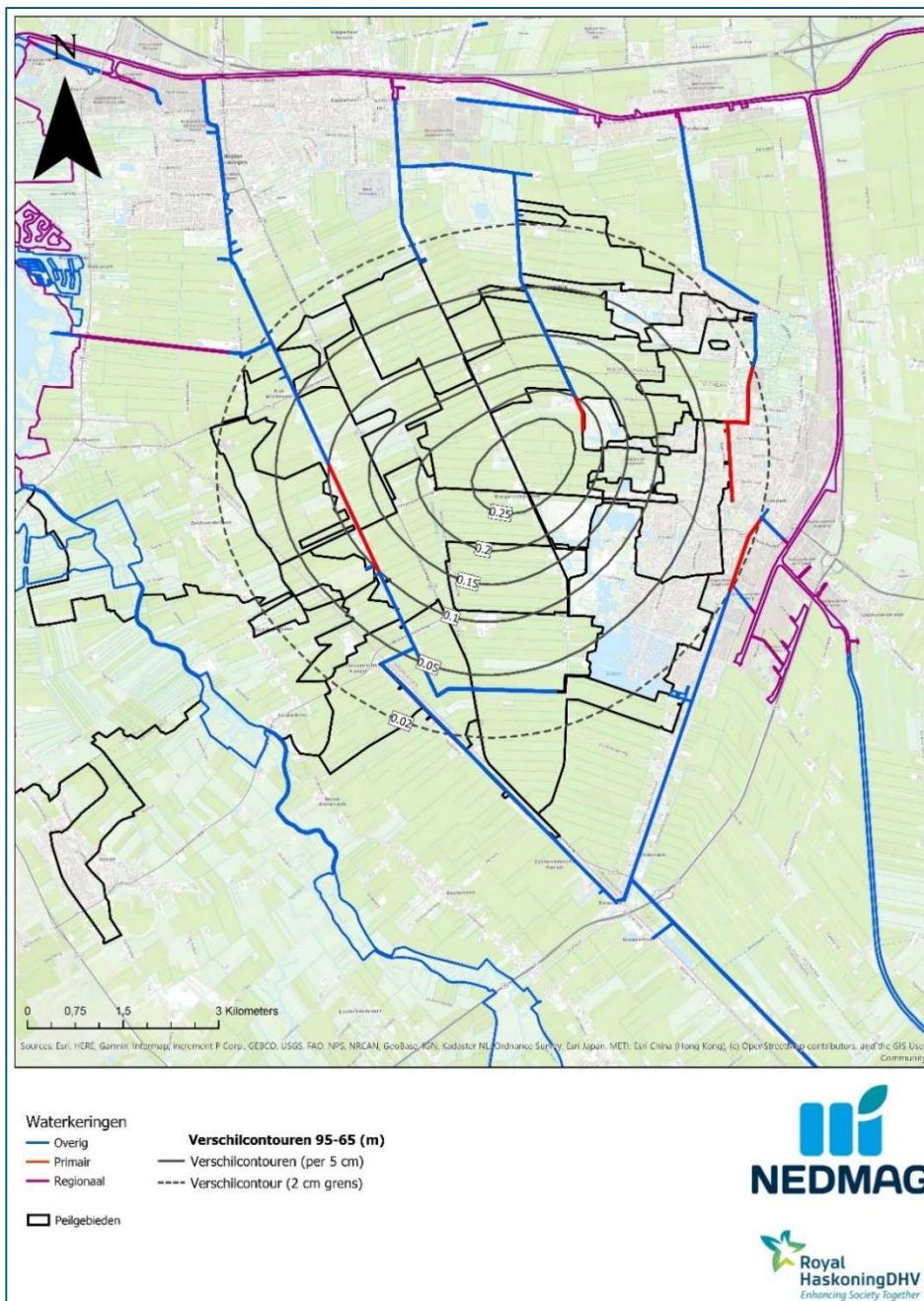


Figuur 5.2 - Keringen in het bodemdalingsgebied (met bodemdalingscontour 95 cm)

5.2 Relatieve daling bij bodemdaling van 65 naar 95 cm

In Figuur 5.3 is te zien waar in het bodemdalingsgebied een relatieve daling van de kering optreedt bij bodemdaling van 65 cm naar 95 cm. Hierbij is gekeken naar de opgetreden bodemdaling en de voorgestelde peilaanpassingen, zoals verwoord in de rapportage d.d. oktober 2019. Op de locaties waar de bodemdaling groter is dan de peilaanpassing treedt relatieve daling van de kering op.

Er treedt relatieve daling op bij delen van het Kieldiep (ca. 1-2 cm), het Tripscompagniesterdiep (ca. 1-3 cm), het Westerdiep (ca. 2-4 cm) en het Oosterdiep (ca. 2-3 cm). Voorstel is om het verlies aan overhoogte bij een eerstvolgende maatregel aan de kade mee te nemen.



Figuur 5.3 - Relatieve daling (rood) van de keringen bij bodemdaling van 65 cm naar 95 cm

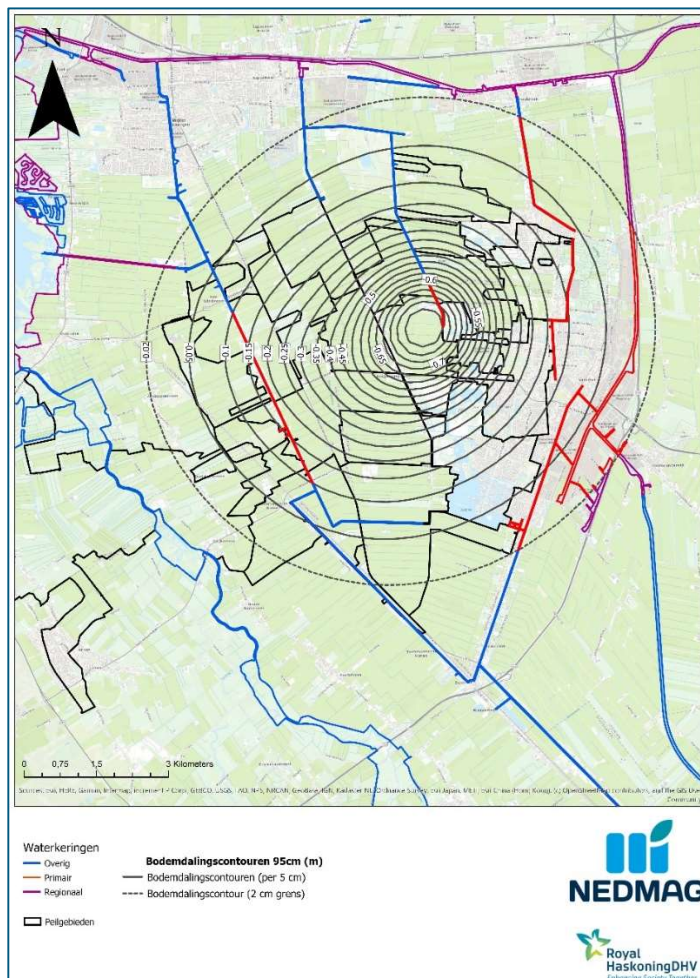
5.4 Relatieve daling bij totale bodemdaling van 95 cm

In Figuur 5.5 is te zien waar in het bodemdalingsgebied een relatieve daling van de kering optreedt bij de totale bodemdaling van 95 cm. Hierbij is gekeken naar de opgetreden bodemdaling, de voorgestelde peilaanpassingen en eventueel in het verleden doorgevoerde peilaanpassingen. Op de locaties waar de bodemdaling groter is dan de peilaanpassing treedt relatieve daling van de kering op.

In het peilbesluit Veendam/Muntendam 2016 is te vinden dat voor het Kieldiep sinds 1993 nog geen peilaanpassing is doorgevoerd. Voor het Tripscompagniesterdiep is het peil eerder al verlaagd van 0,62 + NAP (1993) naar 0,20 + NAP (voorgesteld peil 2025).

Van het Westerdiep, Meedenerdiep, Oosterdiep en het A.G. Wildervanckkanaal is geen informatie gevonden dat uitsluitsel kan geven over eventuele in het verleden doorgevoerde peilaanpassingen, omdat hier geen oude peilbesluiten van te vinden zijn. Bij onderstaande genoemde relatieve dalingen is ervan uitgegaan dat er geen eerdere peilaanpassingen zijn doorgevoerd.

Er treedt relatieve daling op bij delen van het Kieldiep (ca. 1-7 cm), het Tripscompagniesterdiep (ca. 1-25 cm), het Westerdiep (ca. 6-15 cm), het Meedenerdiep (ca. 2-7 cm), het Oosterdiep (ca. 2-7 cm) en op het A.G. Wildervanckkanaal (ca. 2-5 cm). Voorstel is om het verlies aan overhoogte bij een eerstvolgende maatregel aan de kade mee te nemen.



Figuur 5.5 - Relatieve daling (rood) van de keringen bij totale bodemdaling van 95 cm

5.5 Conclusie

Bij een bodemdaling van 65 naar 95 cm treedt op een aantal locaties relatieve daling van de keringen op. In de huidige situatie is er voldoende overhoogte aanwezig om ook zonder verdere peilverlagingen de waterveiligheid te kunnen blijven borgen bij verdergaande bodemdaling, maar de lange termijn waterveiligheid gaat wel achteruit door het verlies aan relatieve hoogte. Voorstel is om op de locaties waar relatieve daling optreedt het verlies aan overhoogte van de kade te compenseren door dit mee te nemen bij een eerstvolgende maatregel aan de betreffende kade.

6 Riolering

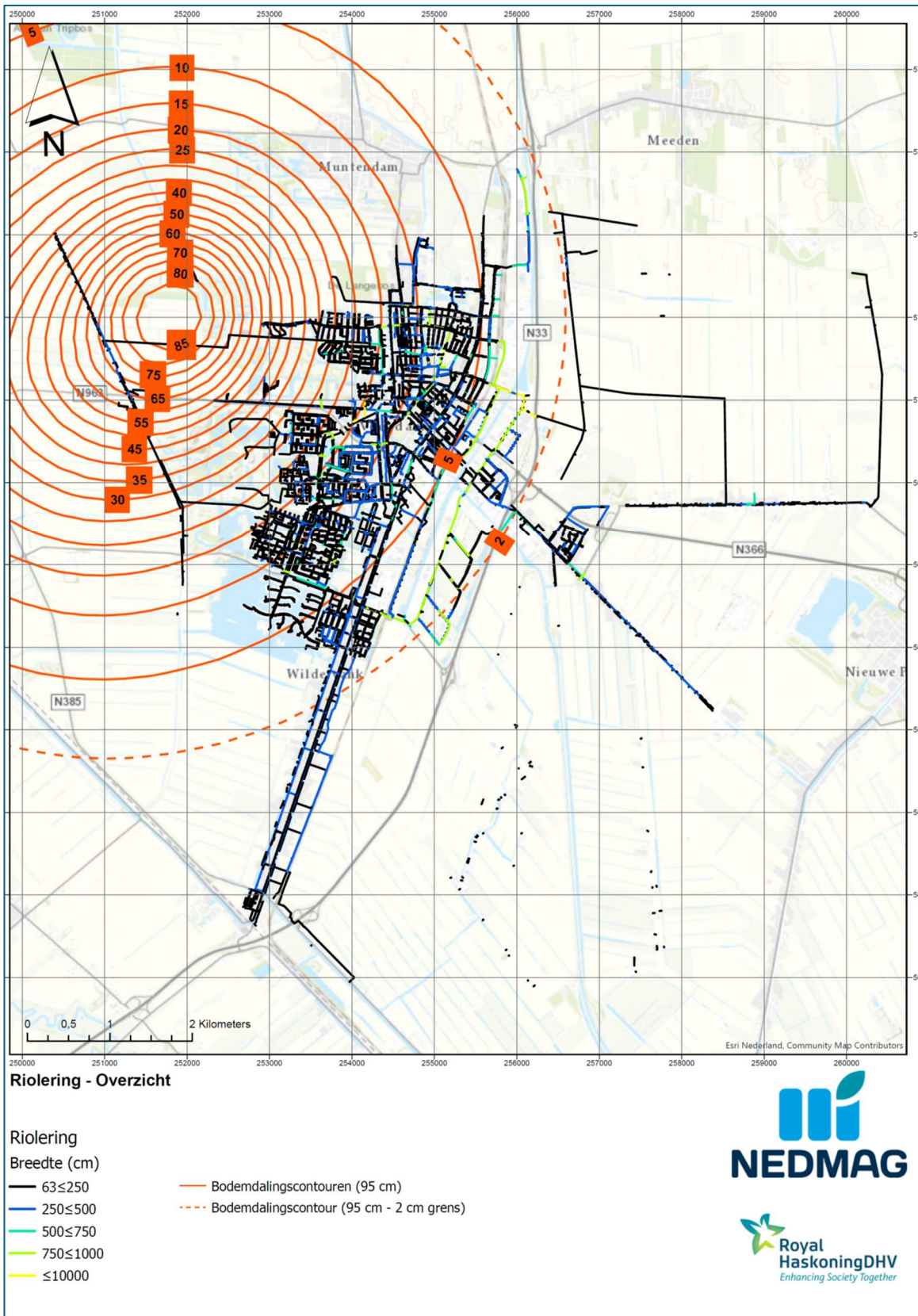
Bodemdaling kan ertoe leiden dat het verhang waaronder de riolering is aangelegd toe- of afneemt. In het geval dat het verhang afneemt, neemt ook de kans op het optreden van wateroverlast toe. Daarnaast kan verandering van waterpeilen invloed hebben op de overstorthoogte. Indien het waterpeil de bodemdaling volgt ter plaatse van de overstorten, zal hier naar verwachting geen negatief effect optreden.

6.1 Gemeentelijke riolering

In figuur 6.1 is inzichtelijk gemaakt hoe de worstcase bodemdalingscontour met een maximale bodemdaling van 95 cm zich verhoudt tot de ligging van de riolering. Uit de figuur is af te leiden dat in het westelijk deel van Veendam circa 35 cm bodemdaling optreedt aflopend naar het centrum waar circa 5 cm bodemdaling optreedt. De bodemdaling leidt hier tot een afname of toename van het verhang van circa 30 cm per 3000 m (0,01%). Ter plaatse van Borgercompagnie is er sprake van komvorming, waarbij het verhang in de riolering in zuidoostelijke richting afneemt en in noordwestelijke richting toeneemt met circa 60 cm per 2000 m (0,03%). In samenspraak met de gemeente(n) zullen deze effecten op de riolering nader worden beoordeeld.

Met de gemeenten Veendam en Midden-Groningen heeft op 22 mei 2019 afstemming plaatsgevonden over de effecten van de bodemdaling op riolering. Daarbij is het volgende afgesproken:

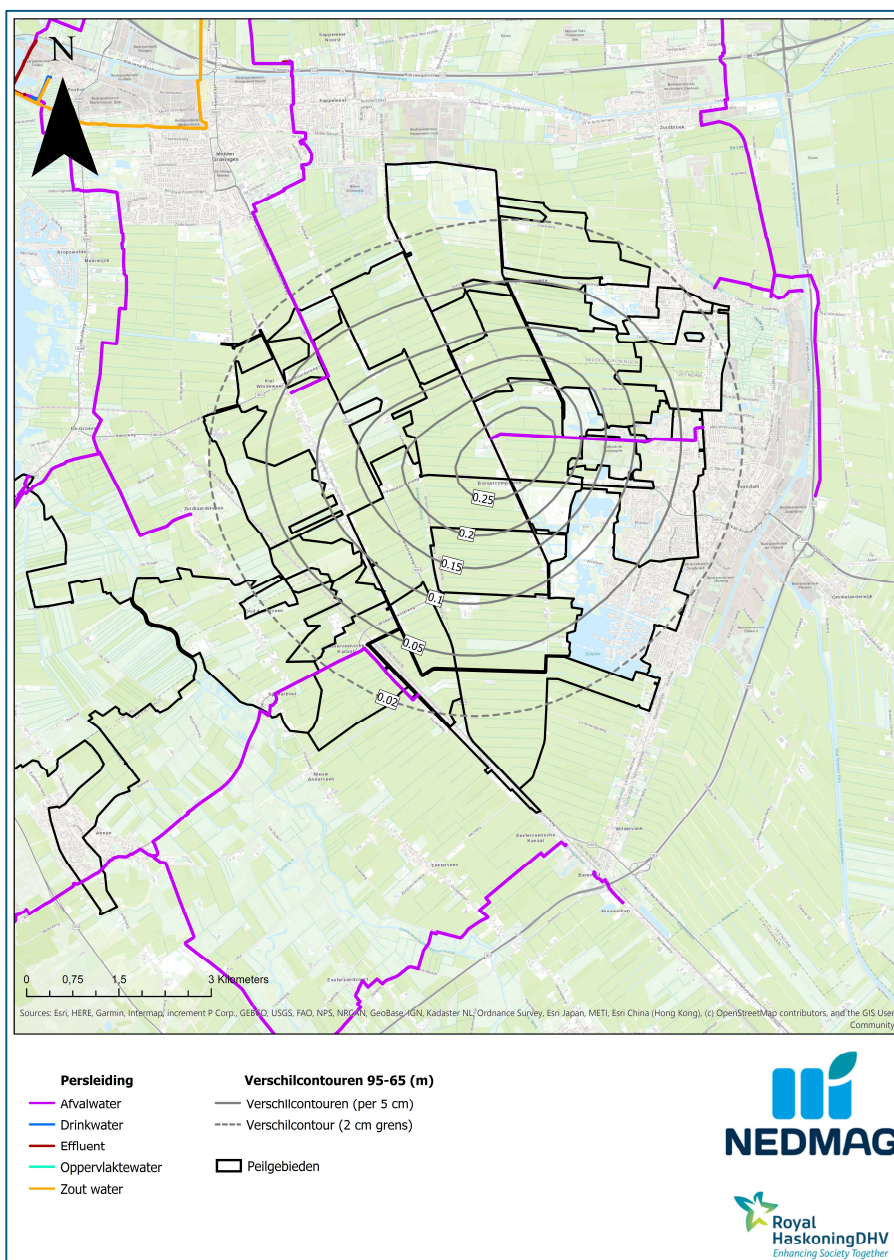
- 1) RHDHV en de gemeenten beoordelen gezamenlijk de kritische strengen waar extra reiniging van de riolering is voorgesteld in de studie van Witteveen en Bos. Beoordeeld wordt of met de huidige kennis dit nog steeds de kritieke strengen zijn en/of aanvullende strengen onderzocht dienen te worden.
- 2) De effecten van bodemdaling op het hydraulisch functioneren worden doorgerekend met de rioleringsmodellen van de gemeenten, waarbij de interactie met het oppervlaktewatersysteem wordt beschouwd. De gemeenten laten op dit moment een verbeterd rioleringsmodel opstellen door JenL datamanagement. Gezien de kennis van het model en systeem zou het de voorkeur hebben dat JenL datamanagement de berekeningen uitvoert.
 - a. De gemeenten gaan na of en wanneer JenL datamanagement deze berekeningen uit kan voeren en geven extra kosten hiervoor door aan Nedmag (actie Gemeenten).
 - b. Uitvoering van de berekeningen rekening houdende met nog optredende bodemdaling, berekeningswijze en scenario's vindt in samenspraak met RHDHV plaats (actie RHDHV). De aanpak van het uitvoeren van de berekeningen wordt door RHDHV vastgelegd in een memo.
 - c. RHDHV rapporteert de resultaten en voorgestelde maatregelen.



figuur 6.1 - Contour bodemdaling 95 cm en ligging riolering

6.2 Persleidingen waterschap

Het belang en zorgplicht van de riolering ligt bij de gemeente(n). Het waterschap heeft de zorg voor de persleidingen die het aangevoerde vuilwater transporteren naar de zuivering Veendam. In onderstaande figuur zijn de persleidingen in het gebied inzichtelijk gemaakt, de grootste verandering in verhang treedt op bij de leiding van het centrum van Veendam richting Borgercompagnie. De bodemdaling leidt hier tot een afname of toename van het verhang van circa 30 cm per 3000 meter (0,01%). De verwachting is dat dit niet tot problemen leidt, dit wordt nog nader afgestemd met het waterschap.



Figuur 6.2 - persleidingen in het bodemdalingsgebied

7 Effectbepaling kleinere peilvakken en piekbuien

7.1 Inleiding

Door de bodemdaling komt het maaiveld lager te liggen ten opzichte van NAP. De waterpeilen in het gebied zijn per deelgebied (peilvak) vastgesteld als een peil ten opzichte van NAP. Om te voorkomen dat door de bodemdaling het gebied natter wordt, worden de peilen in het gebied verlaagd ten opzichte van NAP. Doordat de bodemdaling niet overal in het gebied even groot is, kan het zo zijn dat aan de ene kant van het peilvak de bodem meer daalt dan aan de andere kant, waardoor verdroging of vernatting optreedt. In dat geval is voorgesteld om een aantal peilvakken op te splitsen.

Het opknippen van de peilvakken heeft mogelijk effect op de capaciteit van het systeem om extreme buien op te vangen. Bij extreme buien stroomt de neerslag die binnen de peilvakken valt af richting de watergangen en zal het peil stijgen. De mate van peilstijging is vooral afhankelijk van de verhouding van het oppervlak aan open water ten opzichte van het totale oppervlak van het peilvak. Het opknippen van peilvakken heeft hier mogelijk effect op. De effecten van het splitsen van de peilvakken op de berging in het peilvak worden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt.

7.2 Bepalen peilstijging

Om het effect van het opknippen van de peilvakken te bepalen wordt beoordeeld welke peilstijging optreedt voordat een peilvak wordt opgeknipt en hoe deze peilstijging zich verhoudt tot de peilstijging in het ongesplitste peilvak. Waterschap Hunze & Aa's heeft geen instrumentarium voor het gebied beschikbaar waarmee het gebied kan worden getoetst aan extremen. Er is daarom gekozen voor een (vereenvoudigde) aanpak waarbij de relatieve peilstijgingen worden bepaald op basis van het open water en een standaardbui, voor een bui die 1x per 10 jaar voorkomt en een bui die 1x per 25 jaar voorkomt.

figuur 7.1 geeft de ligging van de op te knippen peilvakken weer. In totaal zijn 8 originele gebieden opgedeeld in 17 kleinere gebieden (figuur 7.2).



figuur 7.1 – Onderzochte peilgebieden in het gebied van de zoutwinning vlakbij de Veendam (voor en na opknippen)



figuur 7.2 – Opgesplitste peilvakken

Tabel 7.1 geeft een overzicht van de origineel en hun opgesplitst peilvakken.

Tabel 7.1 - Overzicht onderzochte origineel en opgesplitst peilvakken

Origineel peilvak	Gesplitste peilvakken
GPG-H-18820	GPG-H-18800_Noord GPG-H-18800_Zuid
GPG-H-18800	GPG-H-18820_Noord GPG-H-18820_Zuid
GPG-H-18810	GPG-H-18810_Noord GPG-H-18810_Zuid
GPG-H-20440	GPG-H-20440_Noord GPG-H-20440_Zuid
GPG-H-20640	GPG-H-20640_West GPG-H-20640_Oost GPG-H-20640_Midden
GPG-H-18700	GPG-H-18700_Noord GPG-H-18700_Zuid
GPG-H-38130	GPG-H-38130_Zuid GPG-H-38130_Noord
GPG-H-20810	GPG-H-20810_Noord GPG-H-20810_Zuid

De peilstijging als gevolg van een extreme bui per peilvak is afhankelijk van de hoeveelheid open water. Dit is bepaald op basis van alle vlakvormige (Top10 NL watervlakken) en alle lijnvormige (Top10 NL waterlijnen) wateren in een peilvak. Om een oppervlakte te berekenen van een waterlijn is een gemiddelde breedte aangenomen voor de in het gebied voorkomende waterlopen. De breedte die gebruikt is voor het berekenen van het oppervlak open water staat in tabel 7.2.

tabel 7.2 - Aanname gemiddelde breedte waterlijn Top10 NL

Omschrijving	Breedteklasse (m)	Gemiddelde breedte (m)
Greppel, droge sloot	< 0,5	0,25
Waterloop	0,5 - 3	1,25
Waterloop	3 - 6	4,50

De effecten worden onderzocht op basis van een bui met een herhalingsdij van 10 (T10) en 25 jaar (T25). De gebruikte buien zijn gebaseerd op de neerslagreeksen 1906-2003. (STOWA, 2004). In de onderstaande tabel staan de neerslaghoeveelheden van deze twee buien.

tabel 7.3 - Neerslaghoeveelheden (mm) gebaseerd op de neerslagreeksen 1906-2003

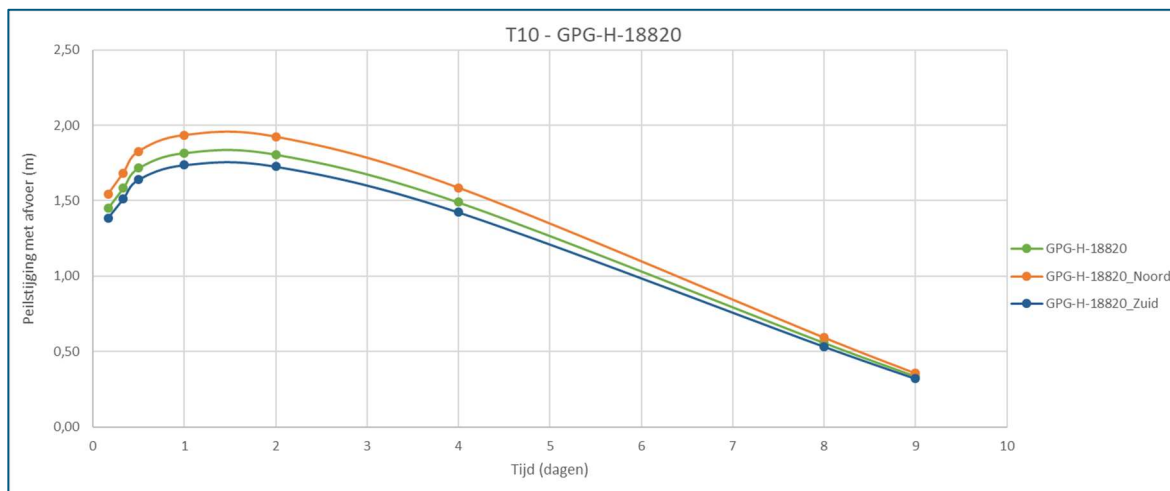
Tijd [dagen]	T10	T25
0.167 (4 uur)	36	43
0.333 (8 uur)	41	49
0.5 (12 uur)	46	54
1	54	63
2	65	75
4	80	91
8	103	115
9	109	121

Bij het berekenen van de peilstijging is aangenomen dat het totale volume water dat valt volledig geborgen wordt op het oppervlak open water. Berging op maaiveld en een mogelijk inundatie zijn niet meegenomen in de berekening, waardoor een overschatting van de berekende peilstijging ontstaat. Bij het berekenen van de peilstijging is uitgegaan van een afvoer van 1,3 l/s/ha.

Resultaten

Voor alle peilvakken is de absolute peilstijging berekend en vertaald naar relatieve peilstijgingen in de gesplitste peilvakken ten opzichte van de peilstijging in het originele peilvak. Een overzicht van de resultaten staat getoond in tabel 7.4.

Uit de tabel is af te leiden dat het opknippen van het peilvak leidt tot een verandering van de verhouding van het open water. In het ene deel wordt de verhouding groter en in het andere deel neemt dit af. Dit betekent dat ten opzichte van de huidige situatie de peilstijging zowel toe- als afneemt. Dit effect is ter illustratie voor peilgebied GPG-H-18820 in figuur 7.3 opgenomen.



figuur 7.3 – Verandering van de peilstijging voor en na het opsplitsen van peilvak GPG-H-18820

Uit de tabel is af te leiden dat de peilstijging in de peilvakken met relatief veel open (>2%) water met circa 5 tot 10% toe- en afneemt. In twee peilvakken waar het aandeel open water kleiner is dan 2% is het effect groter en bedraagt de toename van de peilstijging 20-40%. Overigens kan het bij deze toe- en afnames nog steeds mogelijk zijn dat het watersysteem voldoet aan de normen voor het opvangen van piekbuien. Een afname in peilstijging heeft een positief effect op het opvangen van extreme buien. Om ook de toename van de peilstijging op te kunnen vangen is extra berging gewenst. Dit kan door het realiseren van open water en of de aanleg van natuurvriendelijke oevers. In tabel 7.4 en tabel 7.5 is weergegeven hoeveel extra open water gecreëerd moet worden in peilvakken bij 80 en 95 cm bodemdaling waar een relatieve peilstijging optreedt. In totaal zou circa 1,5 ha open water aan moeten worden gelegd bij 95 cm bodemdaling, bij 80 cm is dit 1,25 ha. Hiermee wordt de robuustheid van het systeem verder vergroot.

tabel 7.4 - Resultaten onderzoek peilstijging 95 cm

GPGIDENT	Oppervlak peilgebied (ha)	Oppervlak open water (ha)	Open water (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T10 (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T25 (%)	Extra oppervlak open water (ha)
GPG-H-18800	160,55	1,39	0,86	100%	100%	
GPG-H-18800_Noord	52,17	0,48	0,92	94%	94%	
GPG-H-18800_Zuid	108,38	0,91	0,84	103%	103%	0,029
GPG-H-18820	190,90	4,49	2,35	100%	100%	
GPG-H-18820_Noord	82,90	1,83	2,21	106%	106%	0,117
GPG-H-18820_Zuid	108,00	2,66	2,46	96%	96%	
GPG-H-18810	60,82	0,68	1,12	100%	100%	
GPG-H-18810_Noord	12,36	0,14	1,15	97%	97%	
GPG-H-18810_Zuid	48,46	0,54	1,11	101%	101%	0,004
GPG-H-20440	208,13	4,19	2,01	100%	100%	
GPG-H-20440_Zuid	87,22	2,23	2,56	79%	79%	
GPG-H-20440_Noord	120,91	1,96	1,62	124%	124%	0,477
GPG-H-20640	450,46	10,77	2,39	100%	100%	
GPG-H-20640_West	102,98	2,33	2,27	106%	106%	0,129

GPGIDENT	Oppervlak peilgebied (ha)	Oppervlak open water (ha)	Open water (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T10 (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T25 (%)	Extra oppervlak open water (ha)
GPG-H-20640_Oost	223,20	5,00	2,24	107%	107%	0,342
GPG-H-20640_Midden	124,27	3,44	2,77	86%	86%	
GPG-H-18700	83,87	2,94	3,51	100%	100%	
GPG-H-18700_Noord	40,34	1,53	3,80	92%	92%	
GPG-H-18700_Zuid	43,53	1,41	3,24	108%	108%	0,12
GPG-H-38130	230,36	2,89	1,25	100%	100%	
GPG-H-38130_Zuid	41,95	0,37	0,87	143%	143%	0,159
GPG-H-38130_Noord	188,42	2,52	1,34	94%	94%	
GPG-H-20810	197,74	7,23	3,66	100%	100%	
GPG-H-20810_Noord	102,75	3,88	3,78	97%	97%	
GPG-H-20810_Zuid	94,99	3,35	3,52	104%	104%	0,127
					Totaal opp.	1,5 ha

tabel 7.5 - Resultaten onderzoek peilstijging 80 cm

GPGIDENT	Oppervlak peilgebied (ha)	Oppervlak open water (ha)	Open water (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T10 (%)	Relatieve peilstijging max met afvoer bij T25 (%)	Extra oppervlak open water (ha)
GPG-H-18800	160,55	1,39	0,86	100%	100%	
GPG-H-18800_Noord	52,17	0,48	0,92	94%	94%	
GPG-H-18800_Zuid	108,38	0,91	0,84	103%	103%	0,029
GPG-H-18820	190,90	4,49	2,35	100%	100%	
GPG-H-18820_Noord	82,90	1,83	2,21	106%	106%	0,117
GPG-H-18820_Zuid	108,00	2,66	2,46	96%	96%	
GPG-H-20440	208,13	4,19	2,01	100%	100%	
GPG-H-20440_Zuid	87,22	2,23	2,56	79%	79%	
GPG-H-20440_Noord	120,91	1,96	1,62	124%	124%	0,477
GPG-H-20640	450,46	10,77	2,39	100%	100%	
GPG-H-20640_Oost	223,20	5,00	2,24	107%	107%	0,342
GPG-H-20640_West	227,25	35,77	5,04	95%	95%	
GPG-H-38130	230,36	2,89	1,25	100%	100%	
GPG-H-38130_Zuid	41,95	0,37	0,87	143%	143%	0,159
GPG-H-38130_Noord	188,42	2,52	1,34	94%	94%	
GPG-H-20810	197,74	7,23	3,66	100%	100%	
GPG-H-20810_Noord	102,75	3,88	3,78	97%	97%	
GPG-H-20810_Zuid	94,99	3,35	3,52	104%	104%	0,127
					Totaal opp.	1,25 ha

Met het opsplitsen van peilvakken treedt zonder maatregelen deels een grotere peilstijging op bij extreme buien. Voordeel van kleinere peilvakken is dat er gerichter gestuurd kan worden bij droogte en gerichter water kan worden vastgehouden.

7.3 Conclusie

Het opknippen van peilvakken leidt tot een verandering van de verhouding van het open water ten opzichte van het totale peilvak. In het ene deel wordt de verhouding groter en in het andere deel neemt dit af. Dit betekent dat de peilstijging zowel toe- als afneemt ten opzichte van de huidige situatie.

Een afname in peilstijging heeft een positief effect op het opvangen van extreme buien. Om ook de toename van de peilstijging op te kunnen vangen is extra berging gewenst. Dit kan door het realiseren van open water en of de aanleg van natuurvriendelijke oevers. De benodigde extra berging is in beeld gebracht met een vereenvoudigde analyse, waarbij is uitgegaan van gemiddelde breedtes. In totaal zou bij 95 cm bodemdaling circa 1,5 ha open water aan moeten worden gelegd, bij 80 cm bodemdaling is dit 1,25 ha. Hiermee wordt de robuustheid van het systeem verder vergroot ten opzichte van de huidige situatie. Deze waarden zijn indicatief en dienen bij verdere uitwerking van de maatregelen nader te worden beschouwd.

8 Waterkwaliteit (KRW en ecologisch)

8.1 Inleiding

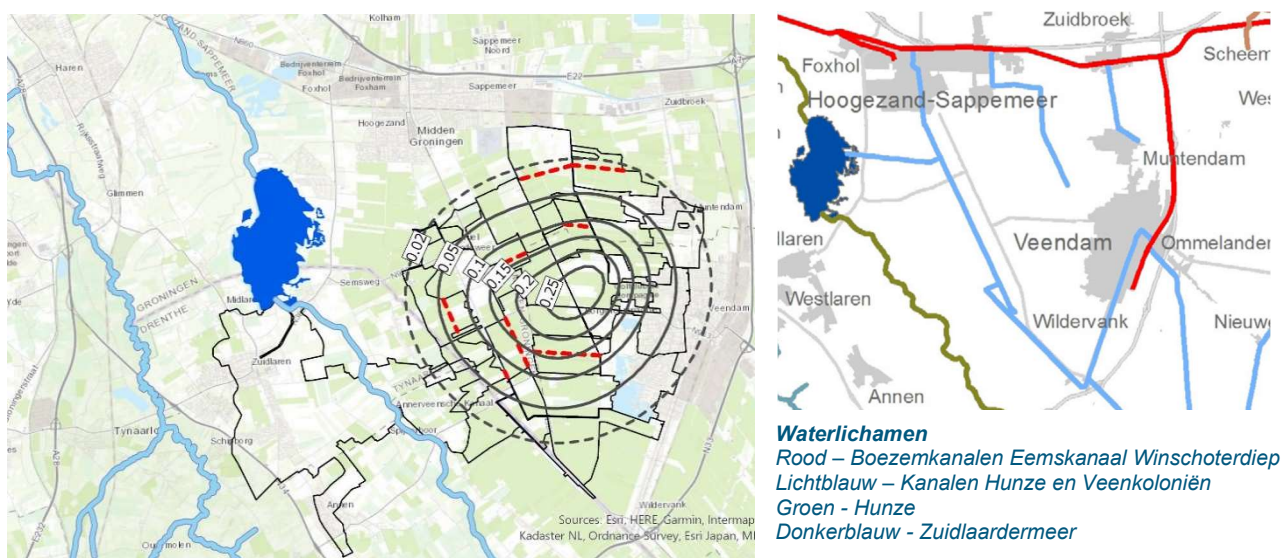
De voorgestelde maatregelen hebben mogelijk gevolgen voor de onder de Kaderrichtlijn Water (hierna: KRW) aangewezen waterlichamen en de overige wateren binnen het bodemdalingsgebied. Dit hoofdstuk brengt deze effecten in beeld en beschrijft om mogelijk mitigerende effecten op te heffen of te verminderen, aanvullend op de reeds voorgestelde maatregelen uit de eerdere fase.

De uitgevoerde droogleggingsanalyse laat zien dat er maatregelen met betrekking tot de waterhuishouding in het gebied nodig zijn als gevolg van een toegenomen bodemdaling van 65 cm naar respectievelijk 80 en 95 cm. Zo moeten er bijvoorbeeld een aantal peilvakken opgesplitst worden en waterpeilen in het gebied aangepast worden. Gevolgen van een gewijzigd peilbesluit kunnen de bouw van nieuwe kunstwerken, zoals gemalen, stuwen en inlaten zijn. Het peilregime blijft door de voorgestelde maatregelen ongewijzigd. Het peilbeheer is zowel in de huidige als toekomstige situatie erop gericht om voorafgaand aan droge perioden zoveel mogelijk gebiedseigen water vast te houden en in droge periodes zo nodig water aan te voeren om de grond- en oppervlaktewaterstanden op peil te houden (Waterschap Hunze en Aa's, 2016).

In dit hoofdstuk worden de mogelijke effecten op KRW-waterlichamen en overige wateren in het bodemdalingsgebied met behulp van de Ecologische Sleutfactoren (ESF) opgesteld door STOWA in beeld gebracht en worden eventuele mitigerende maatregelen benoemd.

8.2 KRW-waterlichamen

In figuur 8.1 staat het invloedsgebied van de bodemdaling weergegeven, is aangegeven in welk gebied de maatregelen worden genomen en zijn de KRW-waterlichamen in en rondom het invloedsgebied weergegeven.



figuur 8.1 - Invloedsgebied bodemdaling (links) (rode stippellijn - opknippen peilvak) en KRW-waterlichamen (rechts)

Hieronder worden de KRW-waterlichamen in en rondom het invloedsgebied kort beschreven.

Kanalen Hunze en Veenkoloniën

Type: M6a – Kanaaltype

Status: kunstmatig

De Kanalen Hunze en Veenkoloniën zijn in de tijd van de veenwinning gegraven kanalen op plekken waar voorheen geen watergangen aanwezig waren. Derhalve hebben de kanalen ook een rechthoekig of trapeziumvormig profiel met abrupte overgangen van land naar water (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a). Het waterlichaam is een systeem van kanalen, bedoeld voor de aan- en afvoer van water voor het omliggende landbouwgebied. De belasting wat betreft stoffen is vooral afkomstig uit de landbouw (veeteelt, akkerbouw en glastuinbouw). De niet-natuurvriendelijke inrichting van de oever en de niet-natuurlijke peilen zijn belemmerend voor de biologie. Door bebouwing en wegen langs de kanalen is er geen of weinig ruimte voor aanpassingen in het bestaande profiel van de kanalen. Verder zijn de niet-natuurvriendelijke inrichting van de oever en de niet-natuurlijke peilen belemmerend voor de biologie. Er zijn stukken van de kanalen waar de waterkwaliteit beter is en waar waterplanten kunnen groeien langs flauwe oevers (Waterschap Hunze en Aa's, 2019b).

Een aantal van de kanalen en watergangen (Tripscompagniesterdiep, Kieldiep, Annerveenschekanaal, Leinewijk en Oosterdiep) die onderdeel uitmaken van dit waterlichaam doorkruisen of grenzen aan het beïnvloede gebied en de peilvakken, zoals in figuur 8.1 is te zien.

Boezemkanalen Eemskanaal Winschoterdiep

Type: M7b - Kanaaltype

Status: kunstmatig

Ten oosten van Veendam ligt het A.G. Wildervanckkanaal die overgaat in het Winschoterdiep. Deze kanalen vormen samen met het Eemskanaal het KRW-waterlichaam Boezemkanalen Eemskanaal Winschoterdiep. Het waterlichaam bestaat uit afwateringskanalen in laagveen- of zeekleigebied met een boezemfunctie. Het water wordt gevoed door regen, grondwater en/of uitgeslagen polderwater. In tijden van watertekort wordt via deze kanalen water uit het IJsselmeer ingelaten (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a). De kanalen hebben een belangrijke scheepvaartfunctie. Het profiel van de kanalen is rechthoekig of trapeziumvormig met abrupte overgangen van land naar water.

Voor het Eemskanaal en Winschoterdiep zijn de biologische doelen al lager gesteld dan de andere kanalen binnen het beheergebied van Waterschap Hunze en Aa's vanwege de scheepvaartfunctie, het aan- en afvoerregime, de diepte en de harde oevers. De barrières voor vis zijn in de kanalen reeds opgeheven.

Het A.G. Wildervanckkanaal, dat onderdeel uitmaakt van het KRW-lichaam, ligt ten oosten van het invloedsgebied bodemdaling (zie figuur 8.1).

Hunze

Type: R5 - Langzaam stromende middenloop/ benedenloop op zand

Status: sterk veranderd

Dit waterlichaam bestaat uit een langzaam stromende meanderende laaglandbeek die sterk genormaliseerd is. In deelgebieden van de beek worden de meanders hersteld. Gevoed wordt de beek hoofdzakelijk door regenwater, verder is er enige aanvoer door kwel (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a). De Hunze is in landbouwgebied gelegen en heeft daardoor aan de oevers alleen een smalle natuurstrook naast landbouwgebied. Verder bestaat een nauwe relatie met het waterlichaam Zuidlaardermeer omdat de Hunze door het meer stroomt.

KRW-lichaam de Hunze raakt het invloedsgebied waar extra bodemdaling optreedt. Aan weerszijden van de Hunze ligt één groot peilgebied (GPG-H-18600/00046), waarvan het meest oostelijk deel binnen het invloedsgebied van de bodemdaling ligt (zie figuur 8.1) (2 tot 5 cm). Uit de droogleggingsanalyse blijkt dat er door de bodemdaling geen vernatting optreedt in dit gebied. Er zijn geen compenserende maatregelen ten aanzien van de waterkwantiteit nodig in dit peilgebied. Het peilvak staat ook niet in verbinding met de Hunze. Het waterlichaam de Hunze wordt daarom niet verder beschouwd in de analyse naar effecten op de waterkwaliteit.

Zuidlaardermeer

Type: M14- Ondiepe gebufferde plassen

Status: sterk veranderd

Het Zuidlaardermeer is een middelgroot, gebufferd zoet meer in laagveengebied. Het meer wordt gevoed door regen, grondwater en/of instromend oppervlaktewater via de Hunze vanaf het Drents Plateau. Het meer is onderdeel van de boezem van het Eemskanaal waarop geringe peilfluctuaties kunnen plaatsvinden. Het meer heeft een hoger waterpeil dan de omliggende polders. Het meer maakt onderdeel uit van het Natura 2000 gebied Zuidlaardermeergebied. Dit gebied is aangewezen als Vogelrichtlijngebied.

KRW-lichaam Zuidlaardermeer ligt buiten het invloedsgebied waar extra bodemdaling optreedt. Het Zuidlaardermeer grenst aan peilgebied (GPG-H-18600/00046), waarvan het meest oostelijk deel binnen het invloedsgebied van de bodemdaling ligt (zie figuur 8.1) (2 tot 5 cm). Uit de droogleggingsanalyse blijkt dat er door de bodemdaling geen vernatting optreedt in dit gebied. Er zijn dus ook geen compenserende maatregelen ten aanzien van de waterkwantiteit nodig in dit peilgebied. Het peilvak staat ook niet in verbinding met het Zuidlaardermeer. Vanwege deze argumenten wordt het waterlichaam Zuidlaardermeer niet meer verder beschouwd in de analyse naar effecten op de waterkwaliteit.

Overige wateren

Vanuit de EU is er geen rapportageverplichting van doelen voor de overige wateren (oppervlaktewater buiten de KRW-waterlichamen). Volgens de KRW geldt echter voor alle wateren een zorgplicht ten aanzien van een goede ecologische waterkwaliteit; er mag geen achteruitgang van de waterkwaliteit plaatsvinden. In 2018 is door het bestuur van de Unie van Waterschappen aan alle Waterschappen gevraagd om doelen formeel vast te leggen voor de overige wateren. Het gaat hierbij vooral om doelen voor nutriënten in het kader van de analyse van het mestbeleid. In het beheergebied van Hunze en Aa's zijn nog geen concrete nutriëntennormen voor overige wateren vastgesteld. Binnen het Waterschap Hunze en Aa's is voorlopig afgesproken dat voor overige wateren de nutriëntennormen gelden van het KRW-waterlichaam waarop het afwatert (Waterschap Hunze en Aa's, 2019b). Er is nog te weinig informatie beschikbaar om biologische doelen af te leiden.

8.3 KRW-doelen

Alle KRW-waterlichamen in het invloedsgebied zijn geclassificeerd als kunstmatig of sterk veranderd. Derhalve wordt voor deze waterlichamen gestreefd naar een goed ecologisch potentieel (GEP) en een goede chemische toestand.

Het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) is gebaseerd op in de KRW vastgelegde biologische en fysisch-chemische parameters (zie tabel 8.1). Deze parameters worden gemeten en ingedeeld op een Ecologische Kwaliteitsratioschaal (EKR) van 0 tot 1. Omdat 1 op deze schaal voor sterk veranderde/kunstmatige waterlichamen niet haalbaar is, wordt bij deze wateren vanaf een score van 0,60 gesproken van een goede toestand voor natuurlijke wateren. Voor sommige dusdanig beïnvloed of aangepaste

waterlichamen zijn scores voor dier- en plantengroepen bijgesteld naar haalbare scores lager dan 0,60 (Stowa, 2018).

tabel 8.1 - Fysisch-chemische en gekwantificeerde ecologische doelen per waterlichaam

Waterlichaam	Stikstof (mg/l)	Fosfaat (mg/l)	Zuurstof (%)	Chlorofyl-a (ug/l)	Door-zicht (cm)	Chloride (mg/l)	Vis	Macro-fyten	Macro-fauna	Algen
Kanalen Hunze / Veenkoloniën	<3,0	<0,15	60-120	<50	>40	<100	0.60	0.51	0.60	0.60
Hunze	<2,5	<0,10	70-120	<30	>40	<30	0.25	0.59	0.60	Nvt
Boezemkanalen Eemskanaal Winschoterdiep	<4,0	<0,20	60-120	<100	>40	<400	0.39	0.16	0.34	0.57
Zuidlaardermeer	<2,2	<0,10	60-120	<50	>60	<40	0.40	0.50	0.60	0.60

Binnen de ecologische toestand vallen ook 140 specifiek verontreinigende stoffen en de bijbehorende normen zijn opgenomen in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009.

De goede chemische toestand wordt gemeten met behulp van 45 prioritaire stoffen (Europese lijst) en is landelijk aangevuld met 140 specifiek verontreinigende stoffen, deze stoffen zijn opgenomen in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009.

De toestand van de waterlichamen in 2019 is in Tabel 8.2 te zien (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a). Vooral de ecologische toestand voldoet nog niet aan de doelstellingen. Door het strenge one-out, all-out principe van de KRW, kan dit echter ook aan één kwaliteitselement of stof liggen.

- Tabel 8.2 - Toestand van de waterlichamen in en in de omgeving van invloedsgebied bodemdaling in 2019 (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a). Ecologie: blauw = zeer goed, groen = goed, geel = matig, oranje = ontoereikend, rood = slecht. Voor de chemische toestand wordt alleen onderscheid gemaakt tussen voldoet wel aan normen (groen) of voldoet niet (rood).

Waterlichaam	Ecologie	Chemie
Kanalen Hunze		
Hunze		
Boezemkanalen		
Zuidlaardermeer		

8.4 Effectbeoordeling

Om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit en de ecologie van oppervlaktewateren heeft de STOWA een methodiek opgesteld. Een toelichting op de gebruikte methodiek is te vinden in de door STOWA uitgegeven brochure 'Ecologische sleutelfactoren in het kort' (STOWA, 2015). Op basis van de KRW-typologie wordt de Hunze als stromend water getypeerd en de andere mogelijk beïnvloedende wateren in het invloedsgebied in de categorie stilstaande en langzaam stromende oppervlaktewateren ingedeeld (Waterschap Hunze en Aa's, 2019a; Compendium voor de Leefomgeving, 2009). Aan de hand van acht ecologische sleutelfactoren (ESF) en één niet ecologische factor is het mogelijk om de ecologische toestand van oppervlaktewateren te beoordelen. De volgende factoren zijn opgenomen in de ESF-methodiek voor stilstaande en langzaam stromende oppervlaktewateren:

- Productiviteit water;
- Lichtklimaat;
- Productiviteit bodem;
- Habitatgeschiktheid;
- Verspreiding;
- Verwijdering;
- Organische belasting;
- Toxiciteit;
- Context.

Elk van de sleutelfactoren vormt een voorwaarde voor een goed functionerend watersysteem. Het is echter niet zo dat alle factoren altijd even belangrijk zijn. Deze ESF-methodiek kan ook gebruikt worden om effecten van mogelijke veranderingen in een gebied in kaart te brengen. Als duidelijk is welke factoren door genomen maatregelen beïnvloed worden, kunnen op voorhand mitigerende maatregelen toegepast worden.

De voorgestelde maatregelen bij een toename van bodemdaling van 65 naar 95 cm, zijn:

- Het verlagen van het waterpeil (zowel zomer- als winterpeil) in totaal 26 peilvakken, waarvan 19 in landelijk gebied en 7 in bebouwd gebied;
- Als gevolg hiervan dienen 8 peilvakken te worden opgesplitst. Hiervoor moeten nieuwe gemalen en stuwen aangelegd worden.

Aan de hand van de bovengenoemde ecologische sleutelfactoren worden in de volgende paragraaf de mogelijke maatregelen, als gevolg van een bodemdaling van 95 cm door zoutwinning, beoordeeld. Hiervoor zijn concrete sturende variabelen per sleutelfactor benoemd waarop het potentiële effect is beoordeeld. Deze stuurvariabelen zijn afkomstig uit analyses die Royal HaskoningDHV in Brabant, Gelderland, Limburg, Friesland en Zuid-Holland heeft uitgevoerd (Royal HaskoningDHV, 2018). Wanneer een stuurvariabele wordt beïnvloed dan heeft dit effect op de ecologische kwaliteit voor de KRW.

In Tabel 8.3 is per parameter behorend bij de ecologische sleutelfactoren aangegeven of de maatregelen (mogelijk) invloed hebben.

Tabel 8.3 - Parameters en toetscriteria ecologische sleutelfactoren voor stilstaande en langzaam stromende oppervlaktewateren (STOWA, 2014; Royal HaskoningDHV, 2018). Door middel van kleurcodering is aangegeven of de maatregelen (mogelijk) invloed hebben op de ve (vervuilingseenheid)

Ecologische Sleutelfactor	Parameter	Toetscriterium
1: Productiviteit water	Fosfor totaal	Zomergemiddelde Fosfor totaal
	Stikstof totaal	Zomergemiddelde Stikstof totaal
2: Lichtklimaat	Diepte	Zomergemiddelde Diepte
	Doorzicht	Zomergemiddelde Doorzicht
4: Habitatgeschiktheid	Profieltype	Beschoeiing %
	Peilregime (onnatuurlijk peil)	Gehanteerd peilregime
	Profieltype	Percentage oeverlengte ingericht als natuurvriendelijk oever
5: Verspreiding	Verstuwing	Vispasseerbaar (incl. werking)
6: Verwijdering	Beheer en onderhoud	Percentage van het natte profiel gemaaid per maaiperiode
7: Organische belasting	Ammonium	Hoogste Ammonium
	Zuurstofverzadiging	Laagste Zuurstofverzadiging
	Ammonium	Zomergemiddelde Ammonium
	Biologische zuurstofverbruik (BZV)	Zomergemiddelde BZV
	Zuurstofverzadiging	Zomergemiddelde Zuurstofverzadiging
8: Toxiciteit	Toxiciteit	Hoogste msPAF percentage ⁶
Overige parameters	Biologische zuurstofverbruik	Hoogste BZV
	Temperatuur	Hoogste Temperatuur
	Chloride	Zomergemiddelde Chloride
	Zuurgraad	Zomergemiddelde Zuurgraad

Categorie	Kleurcode
Geen effect	-
Mogelijk effect door maatregel bodemdaling	x

De beïnvloede parameters zijn hieronder nader toegelicht:

⁶ Met de meer stoffen Potentieel Aangetaste Fractie (msPAF) wordt het percentage soorten organismes aangeduid, waarop de verontreinigingen een negatief effect hebben.

4. Habitatgeschiktheid - Gehanteerd peilregime

Om vernatting binnen de peilvakken te voorkomen, wordt het peil in een groot aantal peilvakken aangepast. Het peil verlaagt ten opzichte van NAP maar het peilregime blijft bij de voorgestelde maatregelen ongewijzigd. De peilvakken in het gebied zijn grotendeels in landbouwgebied gelegen. Voor deze gebieden is het peilbeheer er zowel in de huidige als toekomstige situatie op gericht dat voorafgaand aan droge perioden zoveel mogelijk gebiedseigen water wordt vastgehouden (optimale conservering) (Waterschap Hunze en Aa's, 2016). Verder kan water worden aangevoerd om in droge perioden de grond- en oppervlaktewaterstanden op peil te houden. Dit betekent dat de maatregel geen effect heeft op de habitatgeschiktheid.

Bij de voorgestelde maatregelen zal de aanvoerroute van het water niet veranderen en zal de verblijftijd niet langer worden. De verblijftijd is in wateren met hoge nutriëntconcentratie (veroorzaakt door o.a. influx uit landbouwgebieden) een belangrijke parameter in relatie tot de groei van algen en snelgroeiende planten, waaronder blauwalgen en kroos (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, 2020). Door de maatregelen is een kortere verblijftijd van water in het gebied eerder waarschijnlijk. Dit kan een positief effect op de waterkwaliteit hebben, want bij een verblijftijd korter dan circa dertig dagen is er minder kans op explosieve groei van blauwalgen (Verspagen et al., 2005).

4. Habitatgeschiktheid - Percentage oeverlengte ingericht als natuurvriendelijk oever

In kleinere wateren en op lokale schaal kunnen begroeide, natuurvriendelijke oevers een duidelijk positief effect hebben op de waterkwaliteit. Er komt meer ruimte voor verschillende planten en de leefomstandigheden voor vissen en andere waterdieren verbeteren. In kanalen zijn natuurvriendelijke oevers noodzakelijk om de doelen voor de planten, de macrofauna en de visstand te behalen (Waterschap Hunze en Aa's, 2016).

De kanalen Hunze en Veenkoloniën zijn door het Waterschap opgenomen als zoekgebied voor natuurvriendelijke oevers (uitvoering 2016-2027). De andere waterlichamen liggen buiten het invloedsgebied en buiten het gebied waar maatregelen worden genomen. De voorgestelde maatregelen betreffen vooral peilaanpassingen en het aanleggen van nieuwe kunstwerken in de overige wateren. Dit leidt niet tot een kleiner percentage natuurvriendelijke oevers.

De aanleg van mogelijke nieuwe kunstwerken in de overige wateren biedt wel een kans om dit te combineren met de aanleg van natuurvriendelijke oevers in dit gebied. Hiermee wordt ook de robuustheid van het systeem vergroot.

5. Verspreiding - Vispasseerbaar (incl. werking)

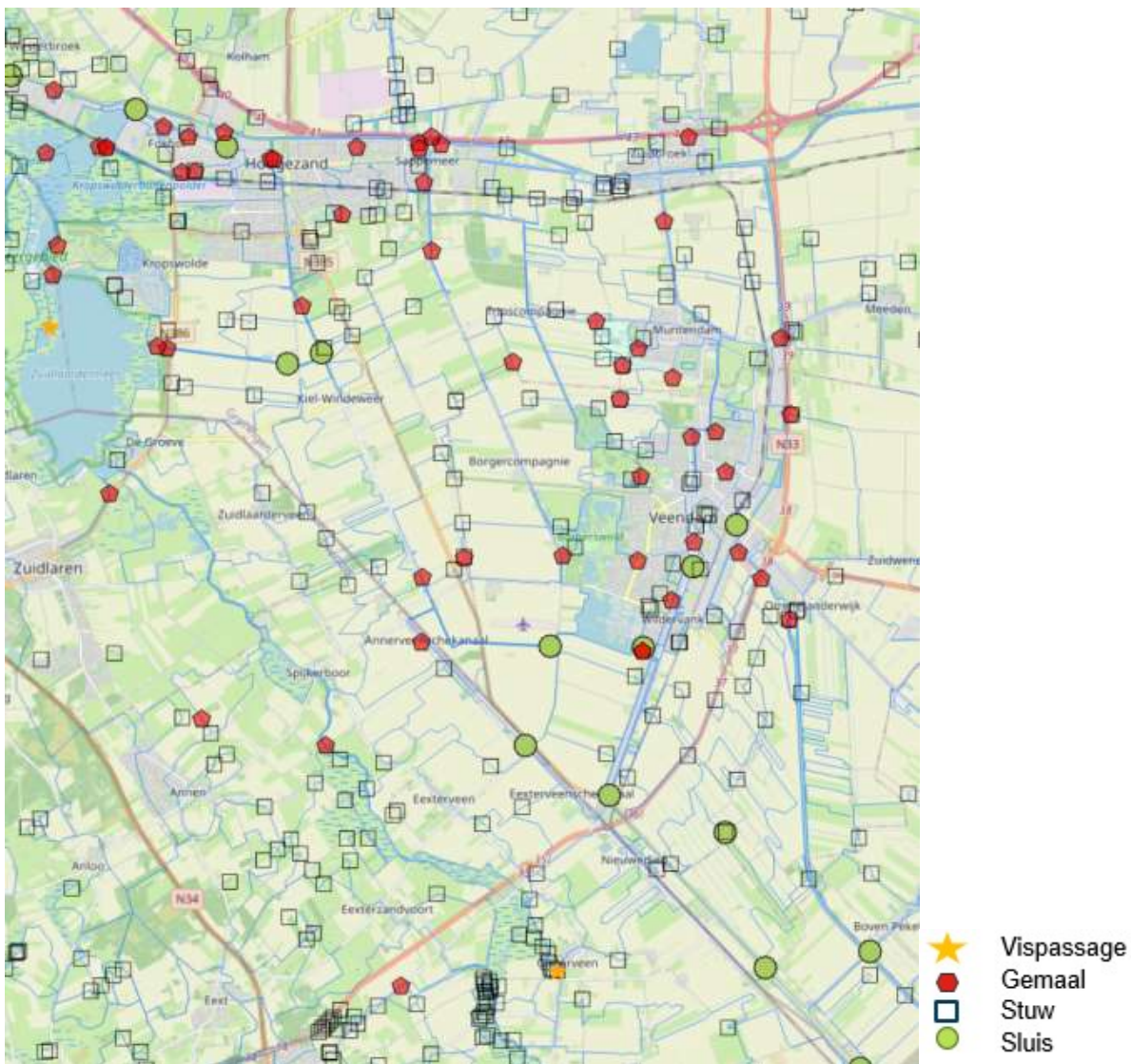
In veel watersystemen is nog geen gezonde visstand aanwezig. Een aantal barrières, zoals stuwen, gemalen en sluizen, staat de gewenste ontwikkeling in de weg. Vaak kunnen migrerende soorten hun paaien opgroeigebieden niet bereiken, waardoor populaties sterk in aantal en kwaliteit achteruitgaan. In 2005 is de visie vismigratie "Van Wad tot Aa" vastgesteld, waarin is aangegeven dat vismigratieknelpunten opgeheven moeten worden om de verbindingen tussen het Wad en de bovenlopen weer te herstellen.

In de Visie Vismigratie "Van Wad tot Aa" zijn in het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's een aantal prioritaire wateren vastgesteld waar actief aan een verbetering van de migratieroutes van vissen gewerkt wordt. In niet prioritaire wateren wordt een algemeen spoor toegepast. Dit betekent dat aan een stand-still beginsel vastgehouden wordt, waarbij de huidige toestand niet verder verslechterd mag worden. De waterlopen in het invloedsgebied van de bodemdaling betreffen niet prioritaire wateren en grenzen veelal aan landbouwgebied. In deze wateren wordt het peil actief beheerd en zijn een groot aantal kunstwerken aanwezig. De aanwezige kunstwerken zijn in de huidige situatie niet passeerbaar en vormen zodoende een belemmering voor vismigratie (zie figuur 8.2). Hieruit resulteert dat er alleen soorten voor kunnen komen,

welk in (geïsoleerde) sloten kunnen leven en voor hun levenscyclus niet afhankelijk zijn van vrije migratie naar boven- of benedenstroomse gebieden. Waarschijnlijk komen in de huidige situatie soorten voor van stagnant water waarvan één of meer levensstadia gebonden zijn aan waterplanten (limnofiele soorten) en algemene soorten die in alle levensstadia in vrijwel alle watertypen aangetroffen worden. Dit zijn soorten zoals blankvoorn, brasem en kolblei. Door de relatief geringe eisen aan het leefgebied van deze algemene soorten heeft het verder opsplitsen van peilvakken naar verwachting geen invloed.

Verder zullen nieuwe kunstwerken op een visvriendelijke manier gebouwd worden, waarmee het lokale effect van barrièrewerking wordt opgeheven. Het is technisch mogelijk ook kleinere kunstwerken op locaties met lage waterstanden visvriendelijk in te richten. De maatregelen, mits visvriendelijk uitgevoerd, vormen geen verslechtering van de situatie en het stand-still principe wordt daarmee gerespecteerd.

De meeste poldersloten worden door agrariërs onderhouden. Dit houdt in dat bij het beheer van de sloten en oevers waterstaatkundige en agrarische doelstellingen leidinggevend zijn. Ecologische motieven spelen bij het beheer slechts een gering rol.



Figur 8.2 - Overzicht van bestaande barrières in het invloedgebied (gebaseerd op open data van Waterschap Hunze en Aa's)

Specifieke locaties

Op specifieke locaties, zoals ter plaatse van het Adriaan Tripbos en bij eerdere maatregelen, vragen de planten- en natuurwaarden om zeer specifieke en vaak erg lokale omstandigheden. Om hier meer over te kunnen zeggen is nader specialistisch en lokaal onderzoek nodig. Bij de verdere uitwerking van de maatregelen dient de aanwezigheid van lokale natuurwaarden nader te worden beoordeeld.

8.5 Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat de maatregelen met betrekking tot de waterhuishouding invloed kunnen hebben op de KRW-doelstellingen van de aangewezen waterlichamen en de overige wateren binnen het bodemdalingsgebied, maar niet leiden tot negatieve gevolgen. Door de maatregelen aangepast uit te voeren (bijv. vispasseerbaar maken) wordt het effect van de maatregel gecompenseerd.

De beoordeling van mogelijke effecten op de KRW-waterlichamen laat zien dat de ecologische sleutelfactoren 'Habitatgeschiktheid' en 'Verspreiding' door de maatregelen als gevolg van bodemdaling beïnvloed kunnen worden.

Het mogelijk plaatsen van nieuwe kunstwerken heeft een negatief effect op de sleutelfactor 'Verspreiding'. Door het plaatsen van kunstwerken kunnen vissen minder goed naar andere gebieden zwemmen en wordt het gebied minder vispasseerbaar. Het is echter ook zo dat de wateren in het invloedsgebied van de bodemdaling niet als prioritaire waterlopen voor vismigratie aangewezen zijn. Verder zijn de vissoorten in het gebied in minder sterke mate afhankelijk van migratie naar andere gebieden. Het is mogelijk om de nieuw te realiseren kunstwerken met behulp van vismigratievoorzieningen voor vissen passeerbaar te maken. Hiermee wordt het lokale effect opgeheven.

Voor de sleutelfactor 'Habitatgeschiktheid' bieden de voorgestelde maatregelen mogelijk kansen voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers gecombineerd met de aanleg van kunstwerken. De aanleg van natuurvriendelijke oevers heeft mogelijk een positief effect op de waterkwaliteit.

Op specifieke locaties bij de verdere uitwerking van de maatregelen dient de aanwezigheid van lokale natuurwaarden nader te worden beoordeeld.

9 Stort Veendam

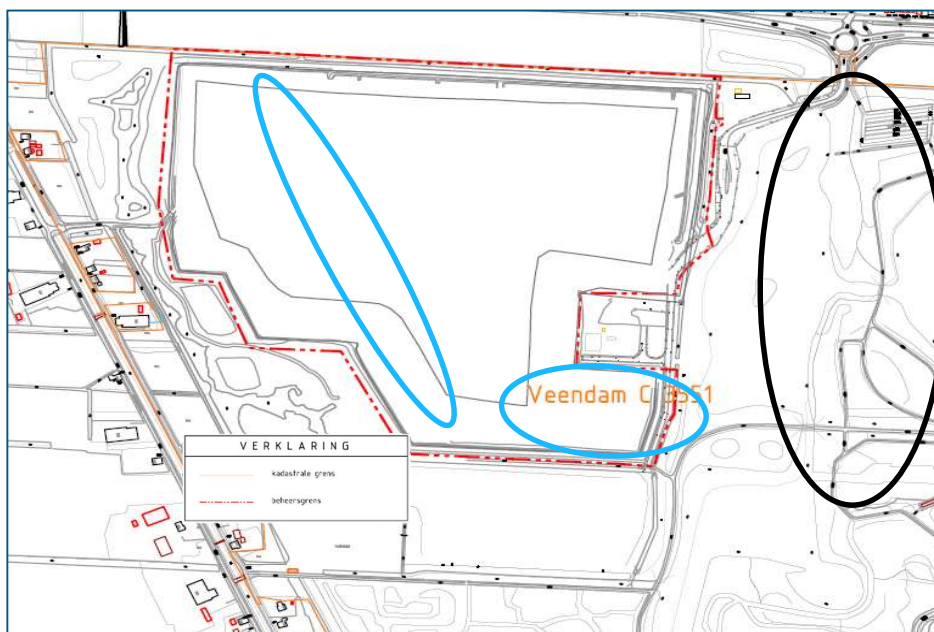
9.1 Inleiding

Bodemdaling heeft mogelijk effect op het peilbeheer rondom de stort Veendam. Voor de vuilstort is reeds in 2016 een plan uitgewerkt, waarbij de bestaande stuw zou moeten worden vervangen door een gemaal. Deze maatregel is echter nog niet uitgevoerd omdat deze nog niet noodzakelijk was. De peilaanpassingen hebben mogelijk een relatie met de kwaliteit van het grondwater ter plaatse van het stort. Met de provincie Groningen is nader afgestemd over de voorgestelde maatregelen uit 2016 en beoordeeld of verdere aanpassing noodzakelijk is bij verdergaande bodemdaling.

Op 6 maart 2020 heeft overleg met mevr. H. van der Leij en mevr. D. Renkema van de provincie Groningen (bevoegd gezag nazorg stortplaatsen) plaatsgevonden. Een toelichting over het project is gegeven, uitwisseling van kennis over de locatie heeft plaatsgevonden en het nazorgplan Stortplaats Afvalverwerking Veendam⁷ is ter beschikking gesteld.

9.2 Watersysteem stort

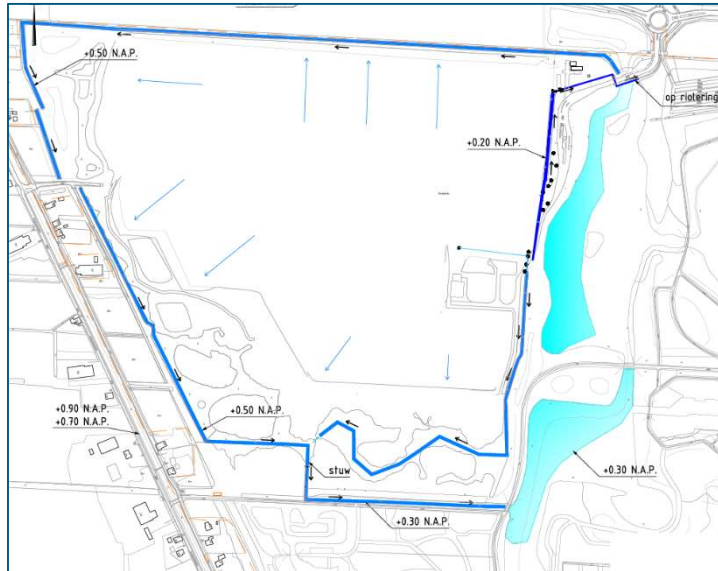
De stort ligt op een terrein van 65 hectare en heeft een hoogte van circa 16 m hoog (22 m + NAP). De beheergrens van het terrein (rood) is weergegeven in figuur 9.1. Aan de west- en zuidzijde van de stort is een natuurzone met vijvers ingericht (licht blauw). Aan de oostzijde ligt het park Borgerswold (zwart).



figuur 9.1 - Situatieschets terrein vuilstort

In en rond de voormalige stortplaats liggen verschillende systemen voor de afvoer van water. Het schone water stroomt via ringsloten en de vijvers, naar het oppervlaktewatersysteem Borgerswold (zie figuur 9.2). Het vervuilde water en percolaat uit de stort wordt verzameld en wordt geloosd op de gemeentelijke riolering. Hieronder zijn de systemen op hoofdlijnen toegelicht.

⁷ Opgesteld door Afvalverwerking Stainkoeln BV met kenmerk ST/014.615.adb d.d. 12 februari 2015



figuur 9.2 - Oppervlaktewatersysteem vuilstort

Schoon water

1. Ringsloten noord-, west en zuidoostzijde (lichtblauw, figuur 9.2): langs de ringsloten aan de noordelijke (ca. 800 m¹) en zuidoostelijke zijde (ca. 200 m¹) van de stort stroomt schoon run-off water richting de westelijk gelegen vijvers in de natuurzone. Via de stuw aan de zuidzijde van de stort stroomt het water naar Borgerswold. In de natuurzone wordt een waterpeil van 0,50 m +NAP aangehouden en in de Borgerswold +0,30 m NAP.
2. Hemelwater: in de afdeklaag van de stortplaats is een drainagesysteem aangebracht waarin neerslag wordt opgevangen. Het schone water stroomt onder vrij verval naar de noord- danwel zuidoostzijde ringsloot.
3. Drainagesysteem onder afdichting: onder het gedeelte van de stortplaats met afdichting, ligt een drainagesysteem. Hiermee kan de werking van de onder afdichting gecontroleerd worden. Het drainagewater is in principe schoon (periodieke bemonstering) en loost via een verzamelput op de zuidoostelijk gelegen ringsloot.

Afvalwater

4. Ringsloten noordoostzijde (donkerblauw figuur 9.2): in de noordoostelijk gelegen ringsloot (145 m¹) die deels is verlengd met een drain (125 m¹) wordt vuil oppervlaktewater verzameld (AWII). Aan deze zijde beschikt de stortplaats niet over een onder afdichting. Door het bemalen van deze sloot wordt de drainerende werking van de sloot versterkt (0,20 m +NAP) waardoor toestroming vanuit de stort plaats zal vinden. Vanuit de verzamelput (AWII, afm. 1500x1500 mm) wordt het vuile water verpompt naar de debiet/monstername-put vanwaar met bemaling op de gemeentelijke riolering wordt geloosd. Gemiddeld wordt circa 15.000 m³/jaar afgevoerd via dit systeem.
5. Drainagesysteem boven afdichting: boven de afdichting is een drainagesysteem aanwezig waarin percolaat afkomstig uit het stortmateriaal wordt opgevangen. Een deel van het percolaat wordt middels verzamelputten/pompen afgevoerd en een hoger gelegen gedeelte stroomt onder vrij verval naar de verzamelputten/pompen. Vanuit de centrale verzamelput (AWIII) wordt het percolaat middels een pomp via de debiet/monstername-put naar de gemeentelijke riolering afgevoerd. Door de aangebrachte bovenafdichting vindt geen infiltratie van neerslag meer in de stort plaats. De hoeveelheid percolaat zal hierdoor afnemen van circa 1.720 m³/j in 2020 naar 575 m³/j in 2024. Vervolgens wordt jaarlijks deze hoeveelheid verwacht.

Op het vrijkomende afvalwater vindt monitoring plaats. Zowel de vrijkomende hoeveelheid (kwantiteit) als de milieuhygiënische kwaliteit wordt bepaald (i.v.m. bepalen zuiveringsheffing). Het schone water wordt ter controle bemonsterd om de milieuhygiënische kwaliteit te bepalen en de vrijkomende hoeveelheid wordt niet gemeten. tabel 9.1 geeft een overzicht van monitoring en indien bekend vrijkomende hoeveelheden.

tabel 9.1 - Overzicht systemen en vrijkomende hoeveelheden

Afvoersysteem	Monitoring	Hoeveelheid (m ³ /j)
Schoon water		
1. Ringsloten noord- en zuidoostzijde stort (AWI)	kwaliteit: 2x per jaar kwantiteit: niet	onbekend
2). Hemelwater	zie ringsloten	onbekend
3). Drainagesysteem onder afdichting	kwaliteit: 1x per jaar kwantiteit: niet	onbekend
Via stuw ten zuiden van stortplaats stroomt schone oppervlaktewater af naar Borgerswold	Zie separate systemen	onbekend
Afvalwater		
4. Ringsloot noordoostzijde stort (AWII)	kwaliteit/kwantiteit: 8x per jaar	ca. 15.300
5. Drainagesysteem boven afdichting (AWIII)	kwaliteit/kwantiteit: 8x per jaar	ca. 575 -1.700

9.3 Effecten bodemdaling op watersystemen stort

In figuur 9.3 is de bodemdaling gevisualiseerd en de extra bodemdaling ten opzichte van het winningsplan weergegeven. Hieruit blijkt dat de bodemdaling ter plaatse van de stortplaats ongelijkmatig over het gebied plaatsvindt, namelijk circa 25 cm in de noordwesthoek en circa 15 cm in de zuidoosthoek. Onderstaand zijn de effecten van de bodemdaling op het afvoersysteem voor het schone water en voor het afvalwater beschreven.



figuur 9.3 - Totale bodemdaling en rechts de extra bodemdaling t.o.v. winningsplan

Effecten op afvoersystemen schoon water

De ongelijkmatige bodemdaling heeft effect op het verhang van de watergangen en leidt mogelijk tot meer kwel.

Verandering van het verhang in ringsloten

In de noordelijke sloot neemt het verhang in westelijke richting met maximaal 10 cm toe. Dit past bij de stromingsrichting en leidt niet tot negatieve effecten. Het water wordt vervolgens in zuidelijke richting afgevoerd via de westelijke ringsloot. Deze sloot ondervindt een tegengesteld verhang ten opzichte van de stromingsrichting van circa 10 cm en wordt ook het peilverschil met het systeem Borgerswold mogelijk te klein om onder vrij verval af te voeren. Om dit effect op te heffen is reeds in 2016 een gemaal voorgesteld ter plaatse van de huidige stuw. Deze maatregel is echter uitgesteld. Met de nu voorziene extra bodemdaling wordt voorgesteld om dit gemaal alsnog te realiseren op het moment dat 95 cm bodemdaling optreedt.

De ringsloten aan de zuidoostelijke zijde van de stort liggen evenwijdig aan de bodemdalingscontouren waardoor gelijkmatige daling voor het gehele slootsysteem plaatsvindt. Hier wordt geen effect op het verhang van de watergangen verwacht.

Toename van kwel

De bodemdaling leidt tot een toename van kwelstroom van grondwater richting watergangen en drainagesystemen. Uit uitgevoerde modelberekeningen blijkt dat deze hoeveelheden in de ordergrootte van enkele tientallen kuubs per jaar liggen. Een verandering die de aanwezige sloten en vijvers kunnen verwerken en zal niet leiden tot knelpunten.

Effecten op afvoersystemen afvalwater

De afvalwaterstroom bestaat uit percolaat uit de stort en de bemaling van oppervlaktewater in de noordoostelijk gelegen sloot. Bodemdaling heeft geen invloed op de hoeveelheid percolaat uit het stort, waardoor ook geen maatregelen hiervoor worden voorgesteld.

Door de bodemdaling neemt de kwel naar de noordoostelijk watergang toe. Deze toename bedraagt ordegrrootte enkele kuubs per jaar en kan worden opgevangen binnen de huidige capaciteit van het systeem. Het huidige systeem voert gemiddeld circa 15.000 m³/jaar af waarbij de hoeveelheden in de periode 2014 – 2019 varieerden van min. 17.750 tot max. 30.000 m³/jaar. Dit betekent dat de toename van enkele kuubs per jaar verwaarloosbaar is ten opzichte van de afgevoerde hoeveelheden.

9.4 Conclusie

Als gevolg van de zoutwinning treedt er ter plaatse van de stort bij de situatie van 95 cm een ongelijkmatige bodemdaling op. De bodemdaling heeft effect op de afvoer van schoon water in zuidelijke richting. Hiervoor wordt conform het reeds opgestelde uitvoeringsplan een gemaal voorgesteld ter plaatse van de huidige stuw richting Borgerswold. Daarnaast treedt extra kwel op naar de watergangen en drainagesystemen. Zowel de schoonwater- als afvalwatersystemen hebben voldoende capaciteit om dit op te vangen.

10 Uitwerking van de maatregelen

In het rapport “BG2717WATRP1910231600 - Uitwerking maatregelen waterhuishouding” d.d. 23 oktober 2019 worden maatregelen voorgesteld om de verdere bodemdaling te compenseren.

De volgende maatregelen worden genomen bij 95 cm bodemdaling:

- Aanpassen van de peilen om vernatting binnen het peilvak tegen te gaan:
 - In 26 peilvakken is een peilverlaging noodzakelijk bij zowel zomer- als winterpeil.
- Vanwege lokale verdroging na peilaanpassing dient 1 peilvak te worden opgesplitst in drie peilvakken.
- Vanwege lokale verdroging na peilaanpassing dienen 7 peilvakken te worden opgesplitst in twee peilvakken.

Bij 80 cm bodemdaling kan worden volstaan met de volgende maatregelen:

- Aanpassen van de peilen om vernatting binnen het peilvak tegen te gaan:
 - In 16 peilvakken is een peilverlaging noodzakelijk bij zowel zomer- als winterpeil.
- Vanwege lokale verdroging na peilaanpassing dienen 6 peilvakken te worden opgesplitst in twee peilvakken.

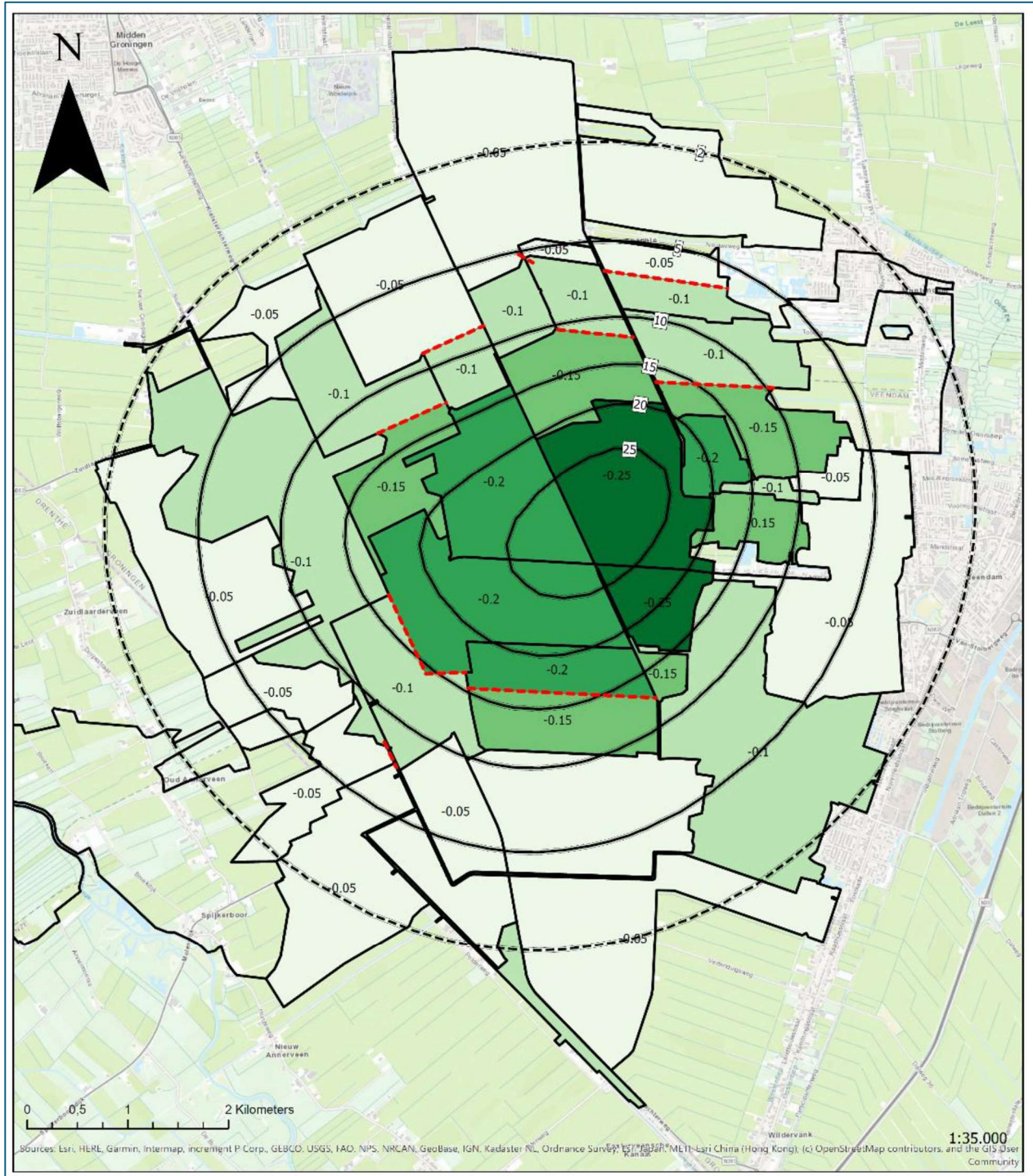
Onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht van alle voorgestelde maatregelen.

Maatregel	80 cm WP	80 cm ZP	95 cm WP	95 cm ZP
Peilverlaging landelijk gebied	11 peilvakken	11 peilvakken	19 peilvakken	19 peilvakken
Peilverlaging bebouwd gebied	5 peilvakken	5 peilvakken	7 peilvakken	7 peilvakken
Opsplitsen peilvak in twee peilvakken	6 peilvakken		7 peilvakken	
Opsplitsing peilvak in drie peilvakken			1 peilvak	

De maatregelen bij 95 cm bodemdaling zijn in figuur 10.1 weergegeven.

Hieronder wordt een korte samenvatting gegeven van de voorgestelde maatregelen genoemd in deze rapportage:

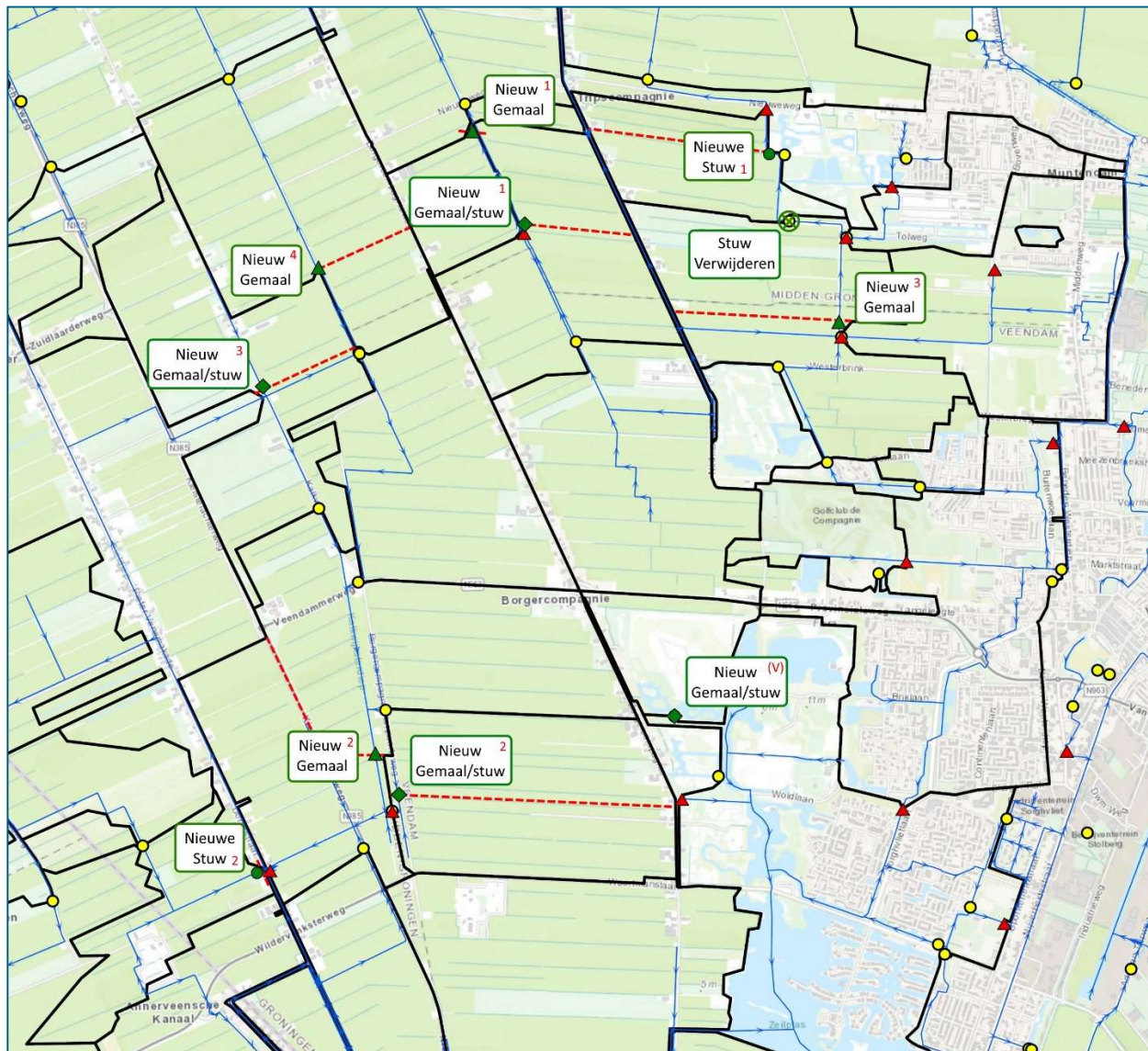
- In hoofdstuk 3 worden mogelijke extra peilaanpassingen voorgesteld n.a.v. de grondwatereffecten;
- In hoofdstuk 4 wordt een peilaanpassing van het Tripscompagniesterdiep voorgesteld;
- In hoofdstuk 7 wordt voorgesteld om berging te realiseren bij peilvakken die door het opsplitsen gevoeliger worden voor extreme buien;
- In hoofdstuk 8 wordt beschreven dat het mogelijk is om lokale effecten op te heffen door de nieuw te realiseren kunstwerken voor vissen passeerbaar te maken. Daarnaast bieden de voorgestelde maatregelen mogelijk kansen voor de aanleg van natuurvriendelijk oevers gecombineerd met de aanleg van kunstwerken;
- In hoofdstuk 9 wordt voorgesteld om het nieuwe gemaal voor de afwatering van de vuilstort Veendam alsnog te realiseren.



figuur 10.1 - Voorgestelde maatregelen, winterpeil, 95 cm bodemdaling

De voorgestelde maatregelen zijn verder uitgewerkt en dit heeft geleid tot een definitieve set van benodigde kunstwerken. Om de maatregelen mogelijk te maken met behoud van afwateringsrichting in het gebied wordt voorgesteld om de volgende kunstwerken te realiseren (zie ook figuur 10.2):

- 2 stuwen;
- 4 gemalen;
- 4 gemaal/stuw combinaties.



figuur 10.2 - Voorstel nieuwe kunstwerken

10.1 Dimensionering kunstwerken

Per kunstwerk is bepaald welke capaciteit nodig is voor aan- en afvoer van de peilvakken die door het kunstwerk beheerst worden, hiervoor zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De benodigde afvoercapaciteit is 1,3 l/s/ha;
- De benodigde aanvoercapaciteit is 0,3 l/s/ha;
- De maximale overstortende straal bij maatgevende afvoer bij een stuw is 30 cm.

Op basis van de stroomrichtingen van de hoofdwatgangen in het gebied is bepaald op welke peilvakken aan- of afgevoerd wordt door de nieuwe kunstwerken, dit is weergegeven in onderstaande tabel.

Kunstwerk type	Peilvak	Afvoer van peilvakken	Aanvoer van peilvakken
Stuw 1	GPG-H-18700	- GPG-H-00081 - GPG-H-10815 - GPG-H-18700_Zuid - GPG-H-19028 - GPG-H-20810 - GPG-H-20820 - GPG-H-20840	- GPG-H-10407 (1/2) - GPG-H-18700_Noord
Stuw 2	GPG-H-20640	- GPG-H-00041 - GPG-H-10625 - GPG-H-20640_West	n.v.t.
Gemaal 1	GPG-H-18810	- GPG-H-18800 - GPG-H-18810_Zuid - GPG-H-31010	- GPG-H-10407 (1/2) - GPG-H-18810_Noord
Gemaal 2	GPG-H-20640	- GPG-H-10482 - GPG-H-20440_Zuid - GPG-H-20640_Oost	- GPG-H-18820 - GPG-H-20640_Midden
Gemaal 3	GPG-H-20810	- GPG-H-10815 - GPG-H-19028 - GPG-H-20810_Zuid - GPG-H-20820 - GPG-H-20840	- GPG-H-10407 (1/2) - GPG-H-18700 - GPG-H-20810_Noord
Gemaal 4	GPG-H-38130	- GPG-H-20440_Zuid - GPG-H-38130_Zuid	- GPG-H-38130_Noord - ten noorden van 38130 (ca. 0,6x opp. 38130_Noord)
Gemaal/Stuw 1	GPG-H-18800	- GPG-H-18800_Noord	- GPG-H-18800_Noord
Gemaal/Stuw 2	GPG-H-18820	- GPG-H-18820_Noord	- GPG-H-18820_Noord
Gemaal/Stuw 3	GPG-H-20440	- GPG-H-20440_Noord	- GPG-H-20440_Noord
Gemaal/Stuw (V)	GPG-V-13884	- GPG-V-13884	- GPG-V-13884

Stuwen

Voor de twee stuwen geldt in beide situaties dat de benodigde afvoercapaciteit groter is dan de aanvoercapaciteit, deze is dus bepalend voor de dimensionering van de stuw. Voor het berekenen van de klepbreedte van de stuw wordt gebruik gemaakt van de afvoerformule volgens Kindsvater-Carter. De berekeningen resulteren in een stuw met een klepbreedte van 2,60 m en 1,30 m, zie onderstaande tabel.

	Afvoerende opp.	Q (1,3l/s/ha)	b (klepbreedte)
Stuw 1	578,5 ha.	0,75 m ³ /s	2,60 m
Stuw 2	283 ha.	0,37 m ³ /s	1,30 m

Gemalen

Voor de gemalen geldt dat de benodigde afvoercapaciteit groter is dan de aanvoercapaciteit, en daarmee maatgevend is voor de capaciteit van de pomp. Voor het berekenen van deze capaciteit is het benodigde debiet bepaald op basis van de afvoerende oppervlakte en de maatgevende afvoer. De berekende capaciteit van de gemalen is 32, 39, 28 en 13 m³/min, de resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

	Afvoerende opp.	Pompcapaciteit = Q _{afvoer} (1,3l/s/ha)
Gemaal 1	407,3 ha.	32 m ³ /min
Gemaal 2	494,2 ha.	39 m ³ /min
Gemaal 3	358,5 ha.	28 m ³ /min
Gemaal 4	162,9 ha.	13 m ³ /min

Gemaal/stuw combinaties

Voor de gemaal/stuw combinaties wordt de aan- en afvoer door het stuwgedeelte of door het gemaal geregeld, beide worden dus berekend om de dimensionering te bepalen. Het stuwgedeelte is berekend volgens Kindsvater-Carter. De capaciteit van de gemaalpomp is bepaald aan de hand van de aan- of afvoerende oppervlakte.

Bij gemaal/stuw combinatie 1 en 3 wordt het stuwgedeelte gebruikt voor afvoer en de gemaalpomp voor aanvoer en zijn respectievelijk een gemaalcapaciteit en klepbreedte van het stuwgedeelte nodig van 1,00 m³/s met een klep van 0,20 m en 2,20 m³/s en een klep van 0,50 meter breed. In onderstaande tabel zijn de resultaten overzichtelijk weergegeven.

	Aan- en afvoerende opp.	Stuw cap. = Q _{afvoer} (1,3l/s/ha)	b (klepbreedte)	Pomp cap. = Q _{aanvoer} (0,3l/s/ha)
Gemaal/Stuw 1	52,2 ha.	0,07m ³ /s	0,20 m	1,00 m ³ /min
Gemaal/Stuw 3	120,9 ha.	0,16 m ³ /s	0,50 m	2,20 m ³ /min

Bij gemaal/stuw combinatie 2 en 4 wordt het stuwgedeelte gebruikt voor aanvoer en de gemaalpomp voor afvoer en zijn respectievelijk een gemaalcapaciteit en klepbreedte van het stuwgedeelte nodig van 6,50 m³/s met een klep van 0,40 m en 5,10 m³/s en een klep van 0,30 meter breed. In onderstaande tabel zijn de resultaten overzichtelijk weergegeven.

	Aan- en afvoerende opp.	Stuw cap. = Q _{aanvoer} (0,3l/s/ha)	b (klepbreedte)	Pomp cap. = Q _{afvoer} (1,3l/s/ha)
Gemaal/Stuw 2	82,9 ha.	0,11 m ³ /s	0,40 m	6,50 m ³ /min
Gemaal/Stuw 4	65,35 ha.	0,09 m ³ /s	0,30 m	5,10 m ³ /min

11 Conclusie

Dit hoofdstuk beschrijft de conclusies per deelonderzoek, tabel 11.1 geeft een totaaloverzicht van de voorgestelde maatregelen.

tabel 11.1 - Totaaloverzicht voorgestelde maatregelen

Maatregelen	80 cm bodemdaling	95 cm bodemdaling
Maatregelen droogleggingsanalyse		
- Peilverlaging landelijk gebied	11 peilvakken	19 peilvakken
- Peilverlaging bebouwd gebied	5 peilvakken	7 peilvakken
- Opsplitsen peilvakken	6 peilvakken	8 peilvakken
Maatregelen grondwatereffecten*		
- Mogelijk verminderde peilverlaging van 5 cm	2 peilvakken*	2 peilvakken*
- Mogelijk verhoogde peilverlaging van 5 cm	-	1 peilvak*
Maatregelen Tripscompagniesterdiep		
- Peilverlaging	10 cm verlaging	20 cm verlaging
Maatregelen waterveiligheid	Op deeltrajecten verhogen van kaden	Op deeltrajecten verhogen van kaden
Maatregelen piekbuien		
- Realiseren nieuw bergingsoppervlakte	1,25 ha	1,5 ha
Maatregelen waterkwaliteit		
- Vispasseerbaarheid kunstwerken	Mogelijk	Mogelijk
- Inrichting natuurvriendelijke oevers	Mogelijk	Mogelijk
Maatregel Vuilstort Veendam		
- Realiseren nieuw kunstwerk	-	1 gemaal/stuw combinatie

* Maatregelen grondwatereffecten zijn mogelijke aanpassingen/optimalisaties van de reeds voorgestelde peilverlagingen bij de maatregelen droogleggingsanalyse.

Conclusie grondwatereffecten

Om bij 80 en 95 cm bodemdaling de drooglegging te borgen zijn peilwijzigingen (in NAP) voorgesteld ten opzichte van het peilbesluit van 2016. De voorgestelde peilwijzigingen volgen de extra bodemdaling (ten opzichte van het scenario 65 cm bodemdaling). De peilen zakken ten opzichte van NAP met maximaal 30 cm (conservatief scenario) in het centrum van het bodemdalingsgebied.

Uit de berekening volgt dat de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van NAP optreedt binnen de contouren van de bodemdaling en met 5 tot circa 25 cm in de kern van het bodemdalingsgebied verlaagt. De mate van grondwaterstandsverandering komt overeen met de peilaanpassing. De verandering van de stijghoogte treedt lokaal op binnen de bodemdalingscontour en bedraagt maximaal 20 cm. Dit leidt lokaal binnen de bodemdalingscontouren tot een geringe verandering van kwel en infiltratie naar de diepe ondergrond. De overwegende regionale grondwaterstroming in noordelijke richting wijzigt niet door deze lokale verlaging van de stijghoogte, hiermee zijn geen veranderingen van grondwaterstromingen te verwachten.

De verandering van de grondwaterstanden en stijghoogte strekt zich niet uit tot de natuurgebieden Zuidlaardermeer, het Hunzedal en het grondwaterbeschermingsgebied Onnen. Hiermee zijn geen (negatieve) effecten te verwachten op de natuurgebieden de drinkwaterwinning.

De berekeningen laten in het stedelijk gebied zien dat ten opzichte van de peilen van het peilbesluit geen toename van de ontwateringsdiepte (grondwaterstand ten opzichte van maaiveld) optreedt. Uitzondering hierop vormt het peilvak GPG-V-13889 in het zuidelijk deel van Veendam. Daarmee zijn er in principe geen zettingseffecten te verwachten in het bebouwd gebied. Voor de zekerheid wordt voorgesteld om het peil hier niet met 10 cm te verlagen, maar met maximaal 5 cm of het peilvak op te knippen.

Voor de infrastructuur, kabels en leidingen geldt dat de ligging ten opzichte van de grondwaterstanden ongewijzigd blijft, waarmee geen effecten te verwachten zijn.

De peilen voor het landbouwgebied zijn voorgesteld conform de methodiek van Waterschap Hunze & Aa's. Als uitgangspunt is gehanteerd dat de drooglegging en daarmee verdeling tussen oppervlak nat, optimaal en droog niet wijzigt binnen een peilvak. Enkel in het centrum van de bodemdaling vindt een lichte vernatting (5- 10 cm) ten opzichte van maaiveld plaats ter plaatse van peilvak GPG-H-10482. Overwogen kan worden om de peilen hier 5 cm verder te verlagen.

Het gebruikte model is geschikt om de effecten van de voorgestelde waterhuishoudkundige maatregelen op de ondiepe en diepe grondwaterstanden in de omgeving te berekenen. De omvang van het invloedsgebied dat met het model berekend wordt is betrouwbaar. Dit betekent dat waar het model geen effect berekent er ook geen effecten te verwachten zijn (o.a. de natuurgebieden). Tevens geeft het model inzicht in de effectiviteit van maatregelen. Voor het behandelen van klachten en schademeldingen geeft het model richting. Het model is niet in te zetten als enige middel om opgetreden lokale schade te verklaren. Dan dienen de lokale omstandigheden ter plaatse te worden beschouwd, zoals bodemopbouw, aanwezigheid van sloten, actuele peilen, bouwwijze, fundering.

Conclusie detailonderzoek Kieldiep/Tripscompagniesterdiep

Het verloop van de grondwaterstanden ter plaatse van het Kieldiep en Tripscompagniesterdiep wordt vooral beïnvloed door neerslag en verdamping. De grondwaterstand wordt weliswaar beïnvloed door het peil van het Kieldiep en het Tripscompagniesterdiep, echter in zeer beperkte mate. Bodemdaling kan worden opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land en/of het toepassen van lokale drainage/ontwatering rondom de woningen.

Aangezien het achterliggende land ter plaatse van het Kieldiep op eenzelfde peil staat als het Kieldiep wordt met de voorgestelde peilaanpassing van 10 cm de bodemdaling goed opgevangen. De bebouwing ter plaatse van het Tripscompagniesterdiep wordt in beperkte mate beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil van het Tripscompagniesterdiep. Bodemdaling wordt hier opgevangen met de peilaanpassing van de peilgebieden in het achterliggende land (GPG-H-10815, GPG-H-18700, GPG-H-18800, GPG-H-18810, GPG-H-20810 en GPG-H-31010) en/of het toepassen van lokale drainage/ontwatering rondom de woningen. Voorgesteld wordt om het peil van het Tripscompagniesterdiep bij 80 cm bodemdaling met 10 cm te verlagen en bij 95 cm bodemdaling met 20 cm te verlagen.

Conclusie waterveiligheid

Bij een bodemdaling van 65 naar 95 cm treedt op een aantal locaties relatieve daling van de keringen op. In de huidige situatie is er voldoende overhoogte aanwezig om ook zonder verdere peilverlagen de waterveiligheid te kunnen blijven borgen bij verdergaande bodemdaling, maar de lange termijn

waterveiligheid gaat wel achteruit door het verlies aan relatieve hoogte. Voorstel is om op de locaties waar relatieve daling optreedt het verlies aan overhoogte van de kade te compenseren door dit mee te nemen bij een eerstvolgende maatregel aan de betreffende kade

Conclusie extreme buien

Het opknippen van peilvakken leidt tot een verandering van de verhouding van het open water ten opzichte van het totale peilvak. In het ene deel wordt de verhouding groter en in het andere deel neemt dit af. Dit betekent dat de peilstijging zowel toe- als afneemt ten opzichte van de huidige situatie.

Een afname in peilstijging heeft een positief effect op het opvangen van extreme buien. Om ook de toename van de peilstijging op te kunnen vangen is extra berging gewenst. Dit kan door het realiseren van open water en of de aanleg van natuurvriendelijke oevers. De benodigde extra berging is in beeld gebracht met een vereenvoudigde analyse, waarbij is uitgegaan van gemiddelde breedtes. In totaal zou bij 95 cm bodemdaling circa 1,5 ha open water aan moeten worden gelegd, bij 80 cm bodemdaling is dit 1,25 ha. Hiermee wordt de robuustheid van het systeem verder vergroot ten opzichte van de huidige situatie. Deze waarden zijn indicatief en dienen bij verdere uitwerking van de maatregelen nader te worden beschouwd.

Conclusie waterkwaliteit

Geconcludeerd kan worden dat de maatregelen met betrekking tot de waterhuishouding invloed kunnen hebben op de KRW-doelstellingen van de aangewezen waterlichamen en de overige wateren binnen het bodemdalingsgebied, maar niet leiden tot negatieve gevolgen. Door de maatregelen aangepast uit te voeren (bijv. vispasseerbaar maken) wordt het effect van de maatregel gecompenseerd.

De beoordeling van mogelijke effecten op de KRW-waterlichamen laat zien dat de ecologische sleutelfactoren 'Habitatgeschiktheid' en 'Verspreiding' door de maatregelen als gevolg van bodemdaling beïnvloed kunnen worden.

Het mogelijke plaatsen van nieuwe kunstwerken heeft een negatief effect op de sleutelfactor 'Verspreiding'. Door het plaatsen van kunstwerken kunnen vissen minder goed naar andere gebieden zwemmen en wordt het gebied minder vispasseerbaar. Het is echter ook zo dat de wateren in het invloedsgebied van de bodemdaling niet als prioritaire waterlopen voor vismigratie aangewezen zijn. Verder zijn de vissoorten in het gebied in minder sterke mate afhankelijk van migratie naar andere gebieden. Het is mogelijk om de nieuw te realiseren kunstwerken met behulp van vismigratievoorzieningen voor vissen passeerbaar te maken. Hiermee wordt het lokale effect opgeheven.

Voor de sleutelfactor 'Habitatgeschiktheid' bieden de voorgestelde maatregelen mogelijk kansen voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers gecombineerd met de aanleg van kunstwerken. De aanleg van natuurvriendelijke oevers heeft mogelijk een positief effect op de waterkwaliteit.

Op specifieke locaties bij de verdere uitwerking van de maatregelen dient de aanwezigheid van lokale natuurwaarden nader te worden beoordeeld.

Conclusie Stort Veendam

Als gevolg van de zoutwinning treedt er ter plaatse van de stort bij de situatie van 95 cm een ongelijkmatige bodemdaling op. De bodemdaling heeft effect op de afvoer van schoon water in zuidelijke richting. Hiervoor wordt conform het reeds opgestelde uitvoeringsplan een gemaal voorgesteld ter plaatse van de huidige stuw richting Borgerswold. Daarnaast treedt extra kwel op naar de watergangen en drainagesystemen. Zowel de schoonwater- als afvalwatersystemen hebben voldoende capaciteit om dit op te vangen.