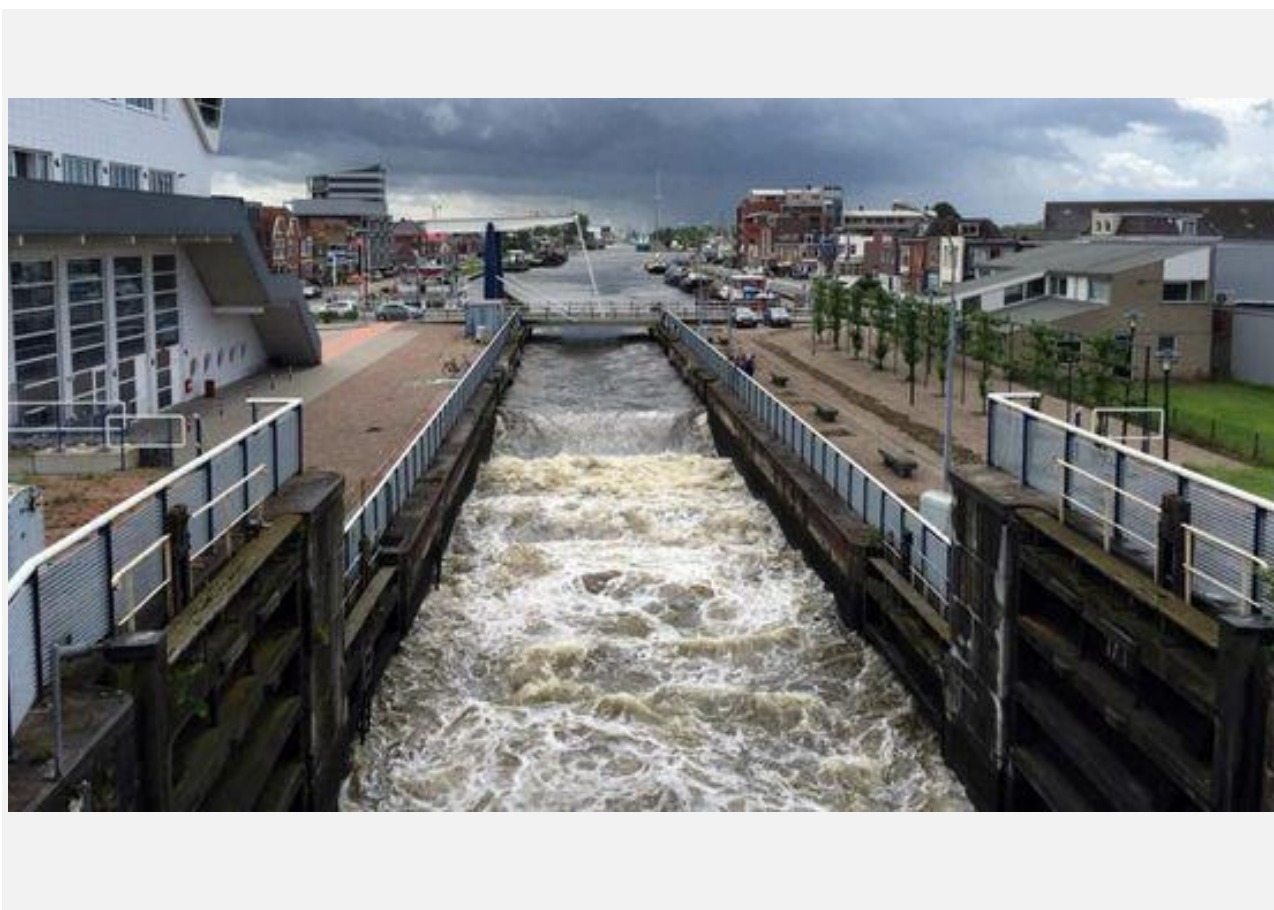


MIRT verkenning Kustontwikkeling Eemszijlen

Zeef 0 - Verkennend watersysteemonderzoek,
waterafvoer en peilbeheer

Eindrapport



Verantwoording

Titel: MIRT verkenning Kustontwikkeling Eemszijlen
Onderwerp: Verkennend watersysteemonderzoek –
waterafvoer en peilbeheer
Projectnummer: 51005619
Klant: Provincie Groningen
Referentienummer: Text.
Versie: 5

Datum: 16-05-2022

Auteur: Bert de Greeff
E-mailadres: Bert.degreeff@sweco.nl

Gecontroleerd door: Naam en Achternaam.
Paraaf gecontroleerd:

Vrijgegeven door: Naam en Achternaam.
Paraaf vrijgegeven:

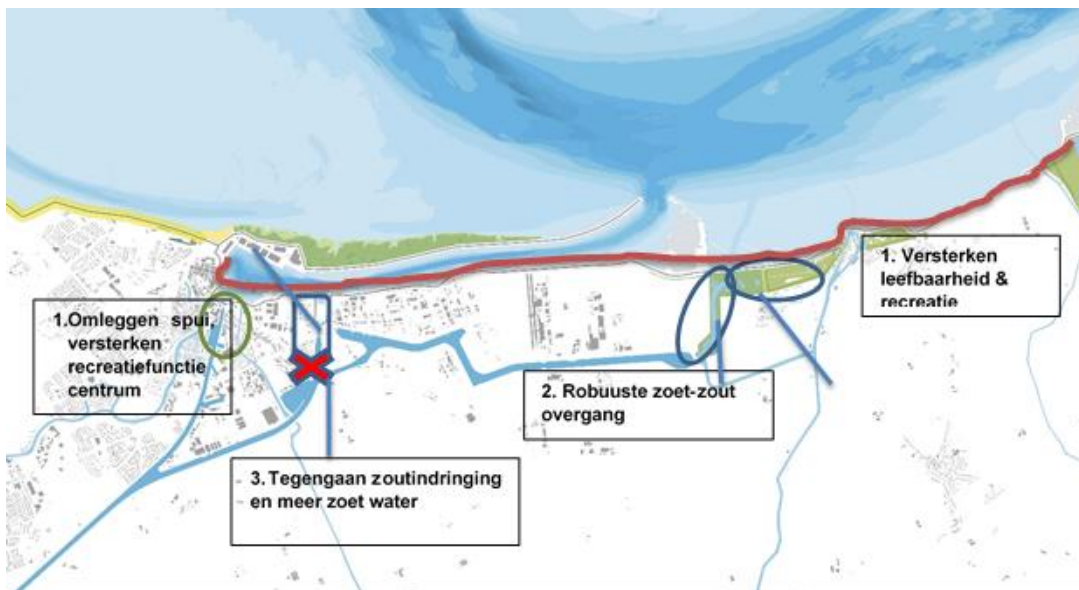
Document referentie: p:\5325\51005619_eemszijlen\300
werkdocumenten\310 hydrologie (incl.
zoutindringing)\rapportage\leemszijlen wso
waterafvoer_eindrapport zeef 0 (met
erratum).docx

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	9
1.1	Achtergrond en aanleiding	9
1.2	Onderzoeksvragen deelstudie waterafvoer en peilbeheer	10
1.3	Leeswijzer	10
2.	Functioneren van het huidige systeem.....	11
2.1	Twee boezemsystemen in normale situaties	11
2.2	Eén boezemsysteem in hoogwatersituaties	12
3.	De onderzoeksvragen in bredere context	14
3.1	Droge Voeten 2050	14
3.1.1	Conclusie	14
3.1.2	Nieuwe klimaatscenario's	14
3.2	Bodemdaling door gaswinning	15
3.3	Zeespiegelstijging	16
4.	Methode van onderzoek	19
4.1	Inzet SOBEK-boezemmodel	19
4.2	Afname van de spuihoogte	19
4.3	Doorgerekende varianten	20
4.4	Interpretatie en verwerking van de rekenresultaten	21
5.	Resultaten	22
5.1	Huidige spuilocaties.....	22
5.1.1	Afname spuiduur	22
5.1.2	Afnameverloop spuivolumes	22
5.1.3	Maximale stroomsnelheden	23
5.2	Spuilocatie Eemzijlen	24
5.2.1	Spuiduur	24
5.2.2	Afnameverloop spuivolumes	24
5.2.3	Maximale stroomsnelheden	25
6.	Discussie	27
6.1	Onzekerheden en leemtes in kennis	27
6.2	In kortere tijd evenveel spuien.....	27
6.3	Levensduur en aspecten beheer en onderhoud	28
7.	Conclusies en aanbevelingen	29
7.1	Functioneren huidig systeem	29
7.2	Spuilocatie Eemzijlen	30
7.3	Aanbevelingen vervolgonderzoek en bouwstenen vervolgfase (zeef 1).....	31

Appendix 1 Aanpassingen model	33
-------------------------------------	----

Kustontwikkeling Eemszijen



In het najaar van 2020 is de regionale Startbeslissing 'kustontwikkeling Eemszijen' goedgekeurd (hierna "Eemszijen" genoemd). De onderhavige regionale MIRT verkenning gaat over een brede, natuurlijke en leefbare kustzone aan het Eems-Dollard estuarium in Noord-Nederland. Het is een uniek gebied en één van de laatste plekken in Nederland waar zoet en zoutwater samen komen. Het is het enige gebied binnen de Waddenzee met natuurlijke zoet-zoutovergangen door de schakel met de rivier de Eems. Hierdoor biedt de Eems-Dollard een leefgebied voor bijzondere planten en dieren die elders niet of nauwelijks voorkomen. In het gebied spelen diverse opgaven voor het ecosysteem in het gebied en tegelijkertijd liggen er uitdagingen om het gebied aantrekkelijker te maken om er te (blijven) wonen, werken en verblijven. De samenwerkende gebiedspartners streven naar een vitale toekomstbestendige kustzone waar ze functies van natuur, recreatie/toerisme, economie en waterveiligheid zoveel mogelijk willen koppelen. In dat kader is het project Eemszijen gestart. Het eerder gestarte project Groote Polder maakt onderdeel uit van het Eemszijen waardoor beide sporen nauw met elkaar in verband staan:

Het Project Eemszijen beslaat een bredere kustzone van het centrum van Delfzijl tot en met de Groote Polder bij Borgsweer/Termunterzijl. Eemszijen richt zich op de volgende hoofdogaven

- Het versterken van de (be)leefbaarheid van Delfzijl door de huidige recreatiesluis naast de zeesluis te verleggen naar het centrum van Delfzijl op de plaats van de bestaande spuisluis.
- Het verbeteren van de ecologische water- en natuurkwaliteit van het Eems-Dollard estuarium, door het realiseren van een robuust zoet-zout overgangsgebied met vismigratie.
- Het borgen/vergroten van zoetwaterbeschikbaarheid op langere termijn.

Het project Groote Polder betreft de inrichting van een zone van ca. 40 ha bij Borgsweer/Termunterzijl. Dit project richt zich vooral op de binnendijkse slibvang, de ecologische ontwikkeling (binnendijks getijdengebied) en

gebiedsontwikkeling (recreatie en ruimtelijke buffer tussen industrie en dorpen). Hoofdpoging is het creëren van een verbinding tussen zee en land waardoor de kustzone op natuurlijke wijze ophoogt.

De samenwerkende gebiedspartners onderzoeken in een MIRT verkenning of beide projecten in samenhang uitgevoerd kunnen worden als één project: Kustontwikkeling Eemshaven. De MIRT verkenning moet uitwijzen of dat realistisch en haalbaar is (waarbij voldoende zicht op de financiering onderdeel is van de afweging). Is dat niet het geval dan zal worden teruggevallen op alleen de uitvoering van het project Inrichting Groote Polder. De opdrachtgevers beschouwen de inrichting van de Groote Polder nu als een (terugval)alternatief als mocht blijken dat het bredere Kustontwikkeling Eemshaven niet haalbaar blijkt te zijn.

Erratum (16 mei 2022)

Dit rapport is opgesteld als onderdeel van de MIRT-Verkenning Eemszijlen (zeef 0). Hoewel de nodige zorgvuldigheid hierin is betracht kan niet altijd worden voorkomen dat (delen van) de inhoud ervan al weer (deels) zijn achterhaald als gevolg van voortschrijdend inzicht en proces dan wel afspraken welke hier achteraf over zijn gemaakt. Naar aanleiding van de resultaten en bevindingen uit het watersysteemonderzoek (zeef 0) heeft het waterschap op 17 februari 2022 zijn ambtelijk standpunt per mail kenbaar gemaakt. Deze is d.d. 28 februari 2022 besproken met een ambtelijke delegatie van provincie en waterschap. In vervolg hierop heeft d.d. 8 maart 2022 een gesprek plaatsgevonden waarbij ook een afgevaardigde vanuit het management van het waterschap aanwezig was. Tijdens deze bijeenkomst zijn ten aanzien van de waterafvoer en het vervolg van de MIRT-Verkenning de volgende afspraken gemaakt dat:

- het waterschap de medewerking aan de Kustontwikkeling Eemszijlen wil verlenen maar voor het waterschap hierin vooralsnog geen (urgente) opgave tot ca. 2045/2050 ingevuld ziet voor wat betreft de waterafvoer en het toekomstbestendig maken hier van;
- hoewel verbeteringen in de huidige situatie mogelijk zijn, verwacht het waterschap dat het huidige afwateringsstelsel in ieder geval tot 2045/2050 goed kan blijven functioneren;
- als gevolg van een verder gaande zeespiegelstijging komen op lange termijn de mogelijkheden om onder vrij verval te kunnen lozen echter steeds verder onder druk. Op langere termijn is hier door de bouw van een gemaal onvermijdelijk. Voor de opgave van de EKDB als geheel blijkt uit eerdere onderzoeken dat een gemaal bij Nieuwe Statenzijl hiervoor een meer logische keuze is. Op de langere termijn zou een gemaal bij Delfzijl wellicht ook nodig kunnen zijn. In de studie Droge Voeten 2.0 (DV2.0) zal dit verder worden onderzocht. De resultaten hiervan worden echter niet eerder verwacht dan in 2024;
- in afwachting van de studie DV2.0 wordt ten behoeve van de MIRT-verkenning qua spuicapaciteit vooralsnog uit gegaan van een 'minimale' variant, waarbij alleen de verloren gegane spuicapaciteit als gevolg van het omvormen en herstel van de Oude Sluis in het centrum Delfzijl tot recreatiesluis (robuust) wordt gecompenseerd. Daarbij wordt uitgegaan van een spuisluis met een capaciteit van maximaal 100 m³/s of zo veel meer daar voor noodzakelijk is (zie ook onderstaand);
- een grotere spuicapaciteit draagt niet bij aan de doelrealisatie voor Eemszijlen. In navolging van bovenstaande wordt het omleggen van het spui waarbij een grotere spuicapaciteit (180 en 220 m³/s) wordt gerealiseerd daarom gezien als koppelkans. Binnen de projectgroep dienen nadere afspraken te worden gemaakt om de effecten en (on)mogelijkheden hiervoor aanvullend in beeld te brengen;
- als vanuit een bredere belangenafweging besloten wordt om de waterafvoer om te leggen en een nieuw spuiwerk te realiseren, stelt het waterschap als voorwaarde dat het watersysteem en het spuiwerk robuust¹

¹ Onder robuust wordt hier verstaan een waterafvoer met een minimale afvoercapaciteit van 100 m³/sec die onder alle omstandigheden kan worden gegarandeerd. Dit rekening houdend met mogelijke knelpunten in de hiervoor beoogde aan-en afvoerroute (bruggen en toename scheepvaart), de plannen voor slibvang en een robuuste zoet-zout-overgang, alsmede de mogelijkheden voor lozing op zee.

en duurzaam ontworpen worden voor zowel het binnen- als buitendijkse gedeelte. In het vervolgonderzoek wso (zeef 1) moet worden bekeken wat daarvoor minimaal noodzakelijk is;

- bij het omleggen van het spui ziet het waterschap als (koppel)kans: het reserveren van ruimte en een spui-ontwerp, incl. afvoerroute, die op de langere termijn ook ruimte biedt voor een te bouwen gemaal;
- om de toekomstige mogelijkheden hiervoor binnen Eemshaven open te houden wordt vooralsnog gekoerst op een adaptieve aanpak, waarbij ruimte wordt gelaten voor een nadere invulling en koppelkansen. Voor wat betreft de waterafvoer en hiervoor benodigde spuicapaciteit wordt het besluit hiervoor pas na de studie DV2.0 (2023/2024) genomen. Ook in de Voorkeursbeslissing wordt dit voorbehoud opgenomen en de mogelijkheden voor een nadere uitwerking hiervoor nadrukkelijk open gehouden;
- het vervolgonderzoek van de MIRT-verkenning (zeef 1) richt zich voor wat betreft de waterafvoer vooral op de effecten en haalbaarheid van de minimale variant (en optioneel de 180m³ variant als koppelkans). Daarbij ligt de focus vooral op de invulling van de randvoorwaarden voor een robuust systeem en de mogelijkheden (zowel in ontwerp als ruimte) voor het open houden van de toekomstige opwaardering en uitbreiding hiervan (adaptieve aanpak).

1. Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

Voor de Kustontwikkeling Eemszijlen (hierna Eemszijlen genoemd) wordt een Regionale MIRT-Verkenning uitgevoerd. Het doel van deze verkenning is de mogelijkheden en haalbaarheid van het project Eemszijlen in beeld te brengen en een bestuurlijk besluit te nemen over een nader uit te werken voorkeursalternatief (VKA). Binnen de MIRT-Verkenning wordt van grof naar fijn gewerkt naar het Voorkeursalternatief (VKA), Figuur 1.1. Als eerste stap (zeef 0) in de Verkenning wordt een verkennend watersysteemonderzoek uitgevoerd. Het doel hiervan is om vooruitlopend op het trechteringsproces van mogelijke maatregelen, varianten/scenario's eerst in beeld te brengen:

- de knelpunten en wateropgaven voor de korte (2030), middellange (2050) en lange (2100) termijn in beeld te brengen, rekening houdend met autonome en toekomstige ontwikkelingen en trends op het gebied van klimaatverandering en zeespiegelstijging;
- de effecten van het omleggen van het spui op het (binnendijks) watersysteem beter in beeld te brengen.

Resultaat van deze studie is antwoord geven op een aantal basale onderzoeksvragen zoals weergegeven in paragraaf 1.2. Met het beantwoorden van deze vragen wordt een beeld geschapt van het huidig en toekomstig functioneren van de huidige spuilocaties en de effecten van het verplaatsen van de spuilocatie naar Eemszijlen.



Figuur 1.1 Binnen de MIRT-verkenning wordt er van grof naar fijn gewerkt middels een workflow van meerdere, steeds fijner wordende zeven.

Het verkennende watersysteemonderzoek is uitgevoerd in samenwerking met waterschap Hunze en Aa's. Zowel de onderzoeksvragen als de uitkomsten zijn gezamenlijk bepaald, besproken en afgestemd.

1.2 Onderzoeksvragen deelstudie waterafvoer en peilbeheer

Het verkennend onderzoek naar waterafvoer en peilbeheer in zeef 0 is gestart met de volgende deelonderzoeksvragen:

1. Huidige spuilocaties
 - a. ontstaan knelpunten in de waterafvoer en het peilbeheer in de toekomst en zo ja wanneer, rekening houdend met autonome ontwikkelingen als bodemdaling, klimaatverandering (toename neerslagpieken, zeespiegelstijging)?
 - b. Tot hoe lang kan de benodigde afvoer onder vrij verval worden geloosd (kantelpunt)?
 - c. Welke afvoer/spuicapaciteit is nodig om eventuele knelpunten op te lossen?
2. Kustontwikkeling Eemszijlen
 - a. Biedt de locatie Eemszijlen een mogelijke oplossing voor eventuele knelpunten die zijn geconstateerd bij onderdeel 1?
 - b. Zijn er knelpunten in het afvoertraject Oosterhornkanaal met de huidige spuicapaciteit en de autonome ontwikkelingen (toename scheepvaart, loskades)?
 - c. Zijn er knelpunten in het afvoertraject Oosterhornkanaal met een eventueel benodigde grotere spuicapaciteit en de autonome ontwikkelingen (toename scheepvaart, loskades)?

De tweede onderzoeksvraag richt zich op de effecten en haalbaarheid van een spuiomlegging naar Eemszijlen. Een eventuele terugvaloptie dat de Grote Polder als intergetijdegebied wordt ingericht is in dit onderzoek buiten beschouwing is gelaten omdat er dan geen sprake is van een omlegging van het spui.

1.3 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk is kort beschreven hoe het boezemsysteem van het Eemskanaal functioneert in normale en hoogwatersituaties. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de conclusie uit het onderzoek Droge Voeten 2050 uit 2013 beschreven die mogelijk onderzoeksvraag 1 beantwoordt. Vanwege gewijzigde prognoses in zowel bodemdaling als effecten van klimaatverandering die ook in hoofdstuk 3 zijn beschreven blijkt echter de conclusie uit Droge Voeten 2050 niet meer volledig actueel. Met behulp van een hydraulisch rekenmodel is een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd voor een aantal varianten om een antwoord te geven op de deelonderzoeksvragen. Dit is beschreven in hoofdstuk 4. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in hoofdstuk 5. Vervolgens wordt ingegaan op onzekerheden en kennis in leemtes. In hoofdstuk 7 zijn aan de hand van de deelonderzoeksvragen conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek beschreven.

2. Functioneren van het huidige systeem

2.1 Twee boezemsystemen in normale situaties

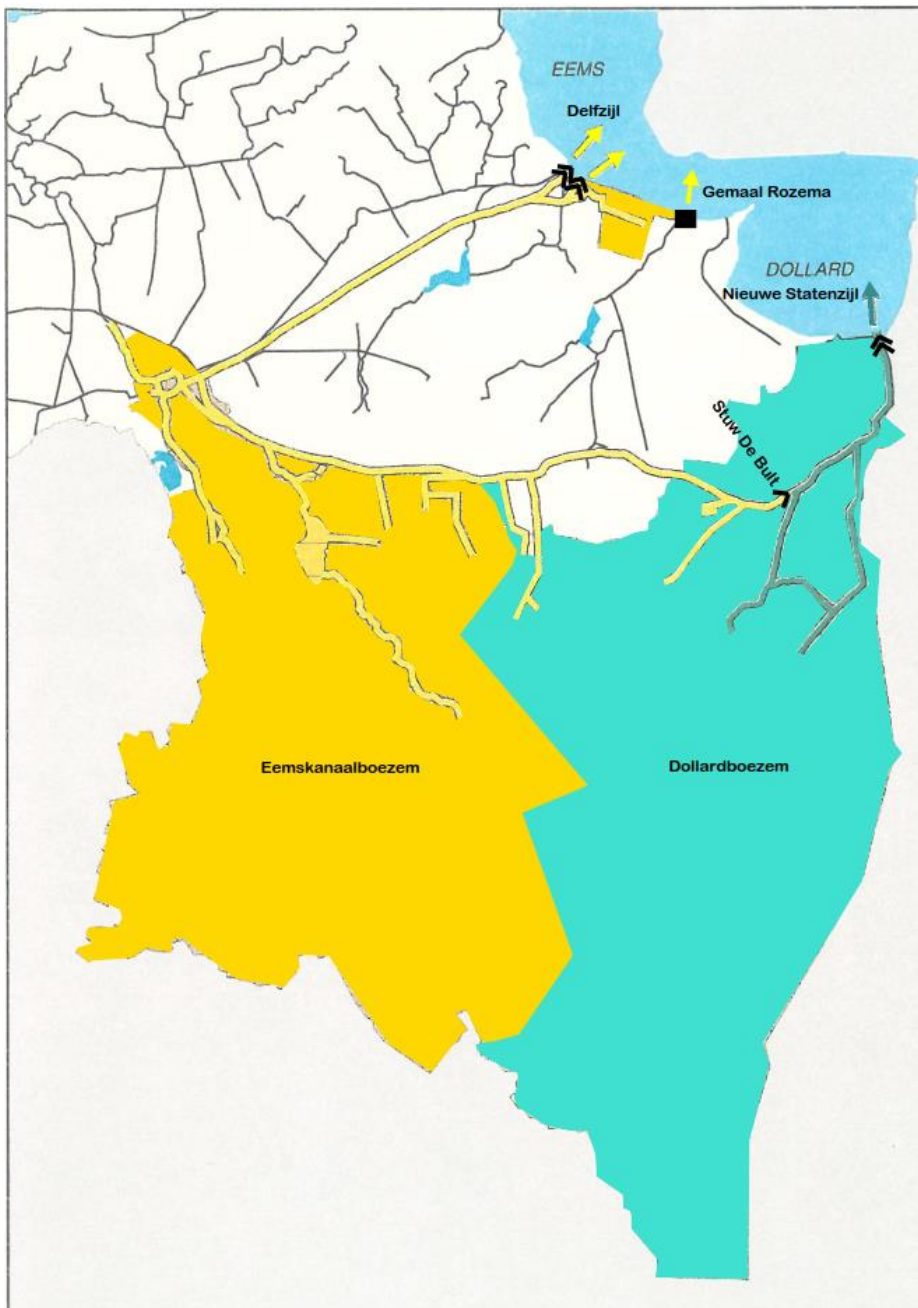
De Eemskanaal-Dollard boezem (EKDB) vormt de hoofdboezem van waterschap Hunze en Aa's. Deze boezem voert, via onder andere het Eemskanaal, het Winschoterdiep en de Westerwoldsche Aa, het overtollige water uit delen van Groningen en Drenthe af naar zee (zie figuur 2.1). Op dit moment is de boezem verdeeld in twee panden, de Eemskanaalboezem in het westen en de Dollardboezem in het oosten.

Het afvoergebied van de Dollardboezem (blauw) voert in reguliere omstandigheden via de spuisluizen bij Nieuwe Statenzijl af richting de Dollard. De Eemskanaalboezem (geel) voert af via de spuisluis bij Delfzijl. Stuw De Bult is de pandscheiding tussen de Dollardboezem en de Eemskanaalboezem, die in normale omstandigheden een deel van de afvoer van het Winschoterdiep afvoert naar de Dollardboezem.

Bij Delfzijl wordt afvoer van wateroverschotten van de Eemskanaalboezem in drie trappen geregeld:

1. Spuien via de spuisluis Oude Zeesluis (max. capaciteit circa 100 m³/s) – in werking tijdens reguliere situaties rondom boezempeil
2. Aanvullend spuien via de recreatiesluis Kleine Zeesluis (max. capaciteit circa 70 á 80 m³/s) – in situaties met een overschrijding van de boezemwaterstand met 17 cm bij de Oostersluis in Groningen (licht verhoogd) en veel neerslag wordt verwacht
3. Aflaat naar de Oldambtboezem richting gemaal Rozema (max. capaciteit circa 40 m³/s) – in situaties dat onvoldoende spuicapaciteit beschikbaar is en de boezemwaterstand verder oploopt.

In reguliere omstandigheden wordt er naar gestreefd het zg. streefpeil te handhaven. Op de Dollardboezem ten oosten van stuw De Bult is het streefpeil NAP +0,00 m. Op de Eemskanaalboezem was het streefpeil oorspronkelijk NAP +0,62 m. Ter compensatie van bodemdaling door gaswinning is dit tussen 2000 en 2008 verlaagd naar NAP +0,53 m.

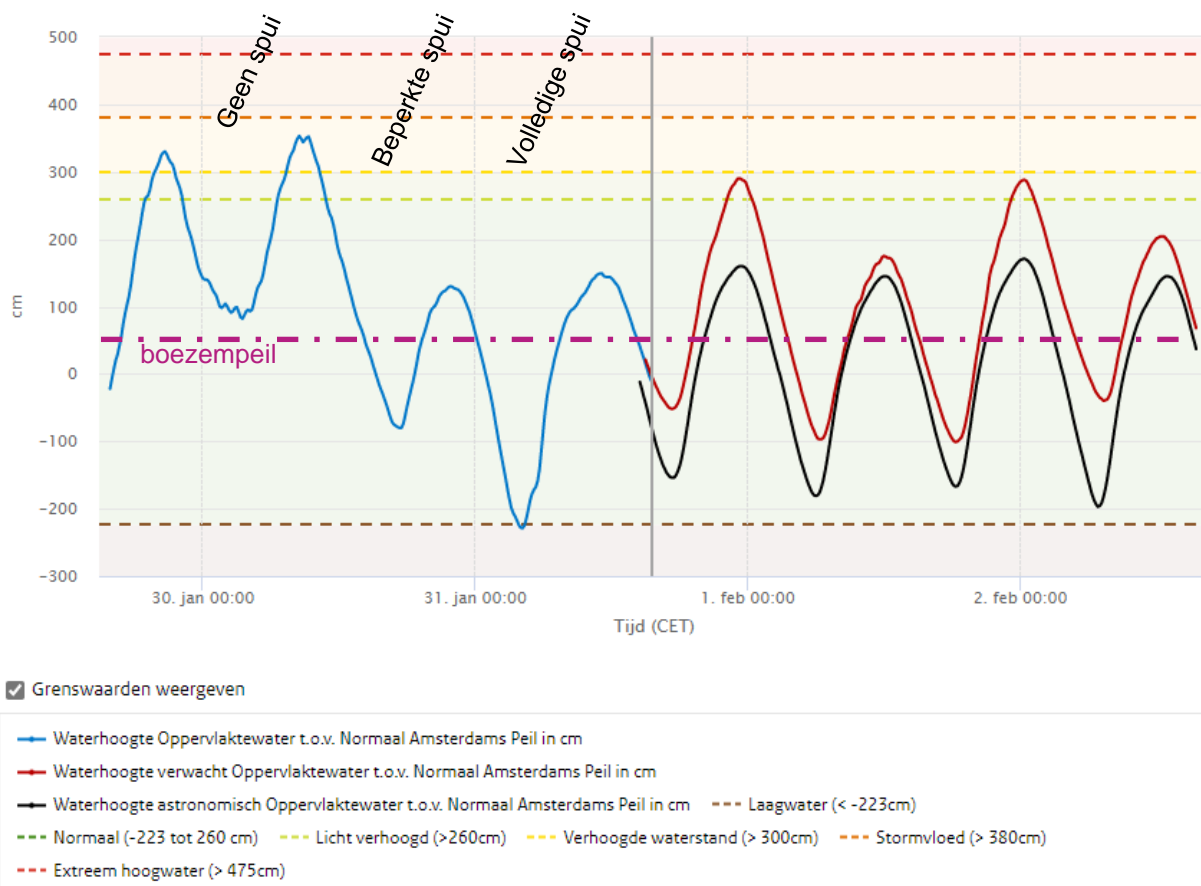


Figuur 2.1 Afvoergebieden van de Eemskanaalboezem (geel) en Dollardboezem (blauw) en de beschikbare afvoerlocaties naar buitenwater

2.2 Eén boezemsysteem in hoogwatersituaties

Tijdens hoogwatersituaties moet stuw De Bult worden gestreken zodra de waterstand op de Dollardboezem vergelijkbaar wordt met de waterstand van de Eemskanaalboezem. De Eemskanaal en Dollardboezem vormen dan één boezem.

Maatgevende hoogwatersituaties in de EKDB ontstaan door veel neerslag in combinatie met spuistremmingen. Op het moment dat de zeewaterstanden hoger zijn dan de boezemwaterstand kan niet worden gespuid (zie voorbeeld figuur 2.1). Aflaat naar de Oldambtboezem (streefpeil NAP -1,46 m) richting gemaal Rozema wordt dan ingezet. Als de toevoer vanuit het afvoergebied groter is dan de afvoercapaciteit wordt water geborgen in het boezemsysteem. In eerste instantie vindt berging plaats in de kanalen en meren in het boezemsysteem. Als de waterstanden te hoog dreigen te worden zet het waterschap bergingsgebieden in om de bergingscapaciteit van de boezem te vergroten.



Figuur 2.1 Voorbeeld van een hoge buitenwaterstand bij Delfzijl waardoor spuien niet mogelijk is (eind januari 2022)

3. De onderzoeksvragen in bredere context

De eerste onderzoeksvraag is gericht op de ontwikkeling van de waterafvoer en peilbeheer van de huidige spuilocaties in de toekomst: Treden er knelpunten op als gevolg van autonome ontwikkelingen als bodemdaling en klimaatverandering en is hier een tijdspad aan te koppelen? Deze vragen zijn in het onderzoek Droge Voeten 2050 (DV2050) in 2013 onderzocht en beantwoord.

3.1 Droge Voeten 2050

3.1.1 Conclusie

In het onderzoek Droge Voeten 2050 uit 2013 is getoetst of het watersysteem tijdens extreem natte situaties nog voldoet aan de waterveiligheidsnormen in 2050. Hierbij is rekening gehouden met een toename van neerslagpieken en zeespiegelstijging (gemiddeld scenario) als gevolg van klimaatverandering (KNMI klimaatscenario's 2006). Er is geen rekening gehouden met bodemdaling of een daarmee samenhangende verlaging van het boezempeil en maatgevend hoogwater (MHW). Geconcludeerd is dat het boezemsysteem tot 2050 voldoet aan de actuele veiligheidsnormen. Met zekerheid is gesteld dat vanwege klimaatverandering in ieder geval tot 2050 geen aanvullende maatregelen nodig zijn. Tussen 2050 en 2100 moeten wel maatregelen worden getroffen om gevolgen van klimaatverandering te compenseren om te blijven voldoen aan de veiligheidsnormen.

3.1.2 Nieuwe klimaatscenario's

Na DV2050 zijn nieuwe KNMI klimaatscenario's in 2014 beschikbaar gekomen. Ten opzichte van de Droge Voeten studie uit 2014 vormt de neerslagtoename in de klimaatscenario's de grootste reden waarom de toenmalige resultaten niet meer actueel zijn. Doordat het waterschap sinds die tijd geanticipeerd heeft op bovenstrooms vasthouden (zoals ook op de kaarten in het waterbeheerplan zichtbaar is) wordt de extra opgave opgevangen in het watersysteem. De omvang van de opgave is gelijk (10% neerslagtoename). Of dit volledig wordt ingevuld en wat de extra inzetfrequenties van de bergingsgebieden gaat worden (een toename van inzet is begroot) moet blijken in de Droge Voeten studie die de komende planperiode 2022-2027 ingevuld gaat worden. Het onderzoek wordt gestart in 2023 als ook de volgende klimaatscenario's van het KNMI beschikbaar komen. Vooruitlopend op deze nieuwe klimaatscenario's is in 2021 een tussentijds Klimaatsignaal door het KNMI gepubliceerd waarin de

prognoses van zeespiegelstijging naar boven zijn bijgesteld. Dit heeft ook impact op de uitkomsten van DV2050.

Voor de MIRT verkenning is, vanwege de langere termijnplanning van het nieuwe Droge Voeten onderzoek, een eerste indicatie van de impact van de gewijzigde uitgangspunten wenselijk. Daarom is in zeef 0 een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd om de impact van de afname van de spuihoogte die veroorzaakt wordt door het verschil tussen zeespiegelstijging en de verlaging van boezempeil en MHW (compensatie bodemdaling) inzichtelijk te maken. In de volgende paragrafen wordt beschreven welke compensatie voor bodemdaling naar verwachting nog gaat plaatsvinden en hoe groot de zeespiegelstijging is.

3.2 Bodemdaling door gaswinning

De bodemdaling in Groningen als gevolg van gaswinning heeft onder meer effect op het waterbeheer. De afname van onder meer vaarhoogtes van de bruggen en de waakhoogte van kaden en keringen moet worden gecompenseerd. De impact van het verhogen van bruggen en kaden in met name de stad Groningen is erg groot door ingrijpende maatregelen die daarvoor nodig zijn aan wegen en huizen langs de stadsgrachten. Het is niet te verwachten dat daarvoor draagvlak kan worden verkregen bij de betrokkenen als gemeente en inwoners. De afname van de vaarhoogte kan worden gecompenseerd door het boezempeil te verlagen. Gelet op de hoge kosten en grote impact van kadeverhogingen in de stad Groningen is het logisch om door vergroten van de afvoercapaciteit het maatgevend hoogwaterniveau te verlagen gelijk aan de optredende bodemdaling in het centrum. Hiermee worden ingrijpende maatregelen in het centrum van Groningen voorkomen. In 2000 is gemaal Rozema gerealiseerd om de afvoer te vergroten. Door de realisatie van gemaal Rozema is de afhankelijkheid van spuien verminderd en konden de benodigde kadeverhogingen worden beperkt. Het effect van gemaal Rozema op de waterstanden reikt tot in het Winschoterdiep. Deze maatregelen zorgden voor het behoud van het gewenste waterveiligheidsniveau tot tenminste 2010.

De gaswinning wordt momenteel afgebouwd. De bodemdaling blijft echter nog decennia doorgaan. Op basis van de bodemdalingsprognoses uit het Statusrapport Bodemdaling door aardgaswinning Noord-Nederland uit 2020 is de resterende daling in 2050 en 2080 in de stad Groningen bepaald ten opzichte van 2018. De gemeten daling in 2018 bedroeg 10 cm. In het rapport is ook een onzekerheid van de modelprognoses ten opzichte van de werkelijk gemeten daling beschreven. Deze bedraagt 2 tot 3 cm. Voor de prognoses 2050/2080 wordt hiervan in overleg met de commissie Bodemdaling van afgeweken. Voor deze lange termijn prognose is een onzekerheidsmarge van 30% gehanteerd. In tabel 3.1 is de verwachte bodemdaling ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. Het boezempeil van de Eemskanaalboezem wordt in de toekomst verder verlaagd gelijk aan de opgetreden bodemdaling.

Tabel 3.1 Prognoses bodemdaling centrum stad Groningen

Jaar	Prognose totale daling stad Groningen (cm)	Onzekerheid (cm / %)	Prognose totale daling incl. onzekerheid	Daling t.o.v. 2018 (cm)
2030	13	2 cm	15	5
2050	16	30%	21	11
2080	20	30%	26	16

3.3 Zeespiegelstijging

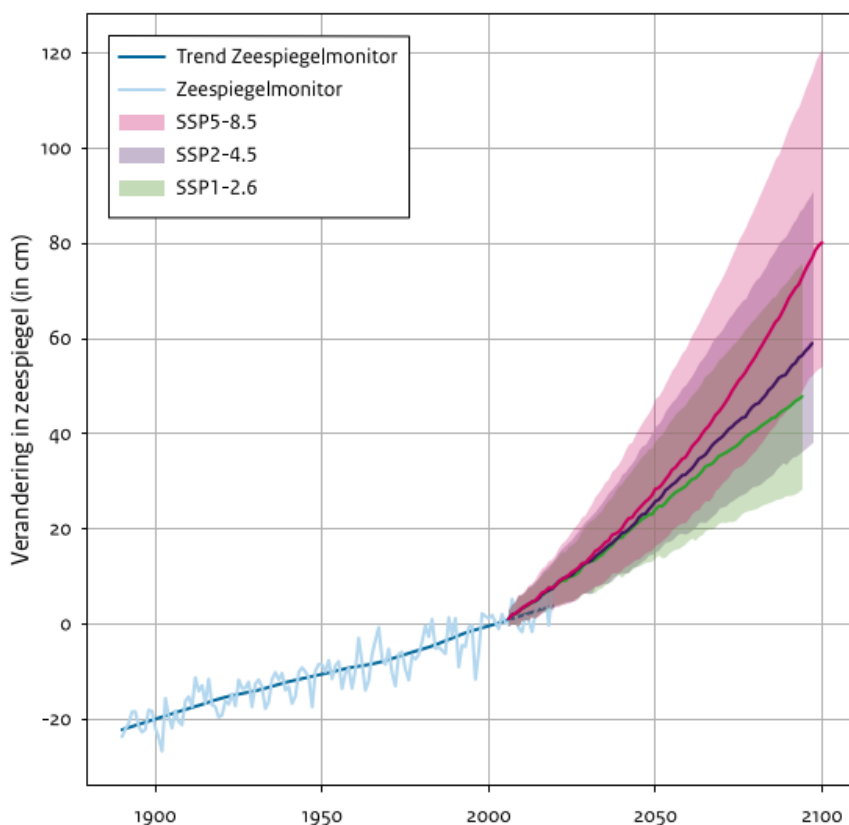
In 2021 heeft het KNMI een nieuw Klimaatsignaal gepubliceerd vooruitlopend op nieuwe klimaatscenario's die medio 2023 worden gepubliceerd. Het Klimaatsignaal'21 is gebaseerd op het zesde rapport van het IPCC, het klimaatpanel van de Verenigde Naties, dat in augustus 2021 is verschenen. In het rapport is deze kennis aangevuld met waarnemingen en onderzoek van het KNMI. Het Klimaatsignaal beschrijft het snel veranderende klimaat met stijgende zeespiegel, toename van droge lenten en zomers en extreme zomerse buien.

De toekomstscenario's laten een grotere zeespiegelstijging zien dan voorheen. In het lage emissiescenario kan de zeespiegel voor de Nederlandse kust 30 tot 80 centimeter stijgen rond 2100 ten opzichte van begin deze eeuw. Als we de uitstoot van broeikasgassen niet verminderen kan de zeespiegel voor de Nederlandse kust rond 2100 met 1,2 meter stijgen ten opzichte van begin deze eeuw. Met dit hoge scenario (SSP 5.8.5) en lage scenario (SSP 2.6.5) geeft het KNMI de hoekpunten aan waarbinnen de zeespiegel in de toekomst waarschijnlijk zal stijgen.

Als het smelten van de Antarctische IJskap op de Zuidpool versnelt, komt zelfs de 2 meter zeespiegelstijging in 2100 in zicht. In 2014 berekende het KNMI dat in 2100 de grens 1 meter zou zijn. De berekende zeespiegelstijging is nu dus naar boven bijgesteld. Op de lange termijn wordt het verschil in zeespiegelstijging tussen niets doen aan de uitstoot van broeikasgassen en het voldoen aan het Klimaatakkoord van Parijs zeer groot. In 2300 kan dit verschil al oplopen tot vele meters.

Tabel 3.2 Indicatieve zeespiegelscenario's voor de Nederlandse kust vanaf 2005 (KNMI, 2021)

Jaar	2050	2050	2050	2100	2100	2100
Uitstoot-scenario	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Zeespiegelstijging in cm	14-38 cm	15-41 cm	16-47 cm	30-81 cm	39-94 cm	54-121 cm
Stijgsnelheid in mm/jaar	2,8-8,7 mm/jaar	5,2-10,6 mm/jaar	5,8-12,1 mm/jaar	2,9-9,1 mm/jaar	4,4-10,5 mm/jaar	7,2-16,9 mm/jaar



Figuur 3.1 Zeespiegel aan de Nederlandse kust zoals waargenomen en volgens de nieuwe, indicatieve zeespiegelprojecties. De getrokken lijnen in groen, paars, rood geven de mediaan aan van die projecties, het gekleurde gebied de 90%-bandbreedte. Het nulpunt van de mediaanlijnen ligt bij het jaar 2005; de bandbreedte in 2005 komt overeen met de natuurlijke variabiliteit (KNMI, 2021)

Bovenstaande tabel en grafiek geven een grote bandbreedte aan verwachte zeespiegelstijging weer met daarbij steeds groter wordende onzekerheidsmarges richting 2100. De verwachte stijgingen zijn weergegeven ten opzichte van het jaar 2005. In 2022 is dus al een deel van de weergegeven stijgingen opgetreden. Op basis van de metingen wijkt dit echter iets af van de prognoses. De gemeten zeespiegelstijging bedraagt over de periode 1960 tot 2020 circa 13 cm. Ten opzichte van het nulpunt 2005 is de stijging dan circa 3,5 cm.

Dit leidt tot een afname van de spuihoogte die ongunstiger is dan in DV2050 is aangehouden voor de periode na 2050. De berekeningen richten zich op veranderingen tijdens situaties dat kan worden gespuid om de impact van deze wijzigingen inzichtelijk te maken.

4. Methode van onderzoek

4.1 Inzet SOBEK-boezemmodel

Het waterschap beschikt over een hydraulisch rekenmodel van de EKDB-boezem. Dit model wordt gebruikt in het dagelijks boezembeheer, vormt een onderdeel van het BOS (Beslissing Ondersteunend Systeem) tijdens extreem hoogwatersituaties en diverse studies (waaronder bodemdalingsonderzoek). Dit model vormt ook de basis van voorliggend onderzoek.

Omdat specifiek voor dit onderzoek de exacte dimensionering van de kanalen en kunstwerken rondom Delfzijl relevant is heeft een nadere controle en detaillering plaatsgevonden. In bijlage 1 is dit nader beschreven.

Vanwege de complexe waterhuishoudkundige werking van de boezem tijdens extreme hoogwatersituaties met de aaneenkoppeling van Eemskanaal en Dollardboezem, de gefaseerde inzet van waterbergingsgebieden en de mogelijkheid tot aflaten van water naar de Oldambtboezem (gemaal Rozema) is er voor gekozen om frequent voorkomende situaties door te rekenen waarin deze zaken zich niet voordoen. Hiermee wordt het effect van bodemdaling en zeespiegelstijging op de spuicapaciteit goed in beeld gebracht. Hiervoor is een detailmodel (uitsnede) gebruikt waarin een deeltraject van het Eemskanaal en het boezemsysteem in en rondom Delfzijl is opgenomen. De inzet van de aflat naar Oldambtboezem (derde trap) is uitgeschakeld.

Het effect op afvoervolumes en stroomsnelheden als gevolg van de afname van de spuihoogte in de toekomst is met behulp van dit model doorgerekend.

4.2 Afname van de spuihoogte

Zowel de verlaging van het boezempeil ter compensatie van de bodemdaling als de zeespiegelstijging veroorzaken een afname van de spuihoogte. Hierdoor wordt de periode om te spuien verkort. Dit heeft impact op de afvoervolumes die met de huidige spuivoorzieningen worden gespuid. De huidige situatie is als referentiesituatie doorgerekend met het huidige boezempeil en een zeespiegelstijging van 3,5 cm ten opzichte van 2005.

In de vorige paragrafen is beschreven dat zowel de prognoses van bodemdaling als zeespiegelstijging een toenemende onzekerheid hebben richting het zichtjaar 2100. Er zijn dus vele combinaties te maken van boezempeilverlagingen en zeespiegelstijging. In tabel 4.1 is per zichtjaar de bandbreedte weergegeven.

Tabel 4.1 De bandbreedtes afname spuihoogte in cm ten opzichte van de huidige situatie (2022)

Prognose/zichtjaar	2030	2050	2100
Bodemdaling	3 tot 5	6 tot 12	10 tot 17
Zeespiegelstijging	3	10 tot 43	26 tot 117
Totale bandbreedte	6 tot 8	16 tot 55	36 tot 134

Voor de verkennende berekeningen is er voor gekozen om de volgende afname van spuihoogte door te rekenen: **7, 39 en 89 cm**. De bovenzijde van de bodemdalingsprognoses is hierbij gehanteerd. Gelet op de grote onzekerheid van vooral de zeespiegelstijging is er voor gekozen om van de gemiddelde zeespiegelstijging uit te gaan.

Het boezempeil kan volgens tabel 4.1 in de toekomst mogelijk worden verlaagd tot circa NAP +0,36 m om bodemdaling door gaswinning te compenseren. De gemiddelde laagwaterstand is bij een zeespiegelstijging van meer dan 1 m circa NAP -0,66 m. Lozing onder vrij verval kan ook in de verre toekomst, rekening houdend met de actuele prognoses, altijd plaatsvinden maar tijdens een veel korter spuivenster.

4.3 Doorgerekende varianten

Met het sobekmodel zijn de huidige situatie en de drie varianten met een afname van de spuihoogte doorgerekend voor zowel de huidige spuilocaties als voor de locatie Eemszijlen. Het toegepaste buitenwaterstandsverloop bevat zowel een aantal gemiddelde getijslagen als ook een verhoogde buitenwaterstand als gevolg van stormopzet. Gekozen is voor het toepassen van een stormopzet met maximaal 0,80 m tijdens laagwater. Dit is een situatie met een herhalingsfrequentie van 2x per jaar zoals bepaald in Droge Voeten 2050 waarbij nog wel kortdurend kan worden gespuid.

Om voor de huidige spuilocaties zowel het effect op de Oude Zeesluis als de Kleine Zeesluis in beeld te krijgen is een situatie met een verhoogde boezemwaterstand doorgerekend. De boezemwaterstand is verhoogd met 17 cm om de inzet van de Kleine Zeesluis te activeren. Dit is tevens toegepast voor de berekeningen voor de locatie Eemszijlen.

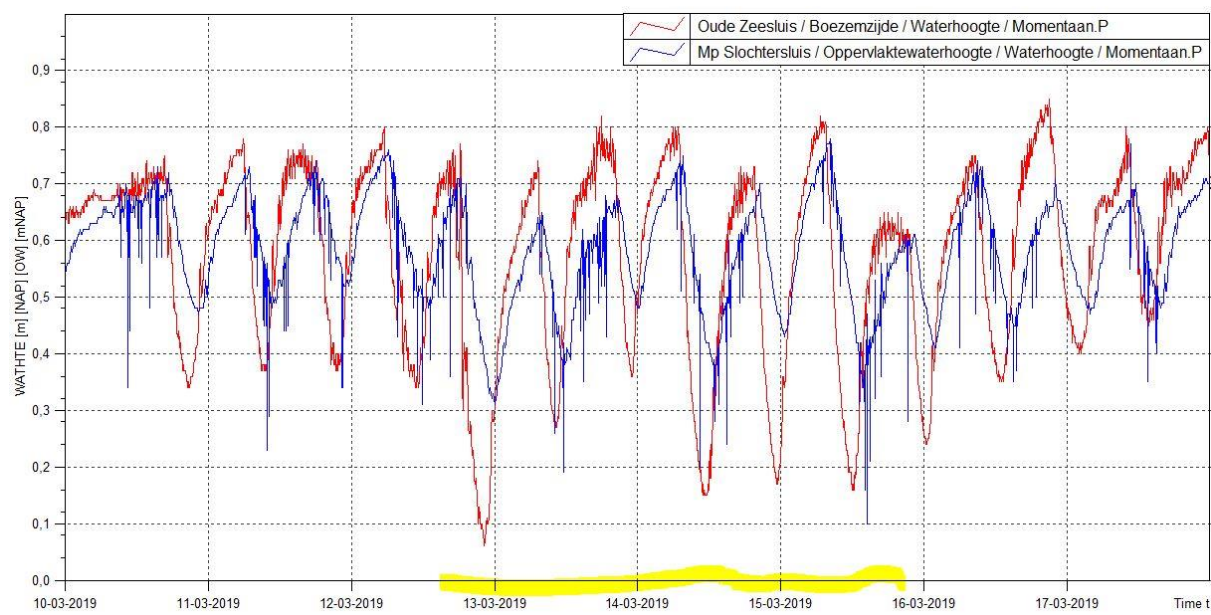
In een eerste rekenronde zijn de huidige spuilocaties doorgerekend. Op basis van deze resultaten is er voor gekozen om voor de spuilocatie Eemszijlen een spuivoorziening te schematiseren die breder is dan de huidige locaties om deze locatie toekomstbestendiger (grotere afvoercapaciteit) te maken om de twee onderzoeksvraag te beantwoorden. De autonome ontwikkelingen in de Oosterhornhaven (aanleg loskades) zijn niet meegenomen in deze eerste verkennende berekeningen.

4.4 Interpretatie en verwerking van de rekenresultaten

De aanpassingen die zijn doorgevoerd in het basismodel zijn uitvoerig doorgesproken met de hydrologen van het waterschap. In overleg zijn de door te rekenen situaties bepaald. De berekende resultaten zijn vervolgens besproken en geïnterpreteerd met de hydrologen van het waterschap.

De rekenresultaten zijn beoordeeld op drie aspecten: spuiduur, afvoervolumes en optredende stroomsnelheden in het boezemsysteem. Dit is samengevat in tabellen en grafieken. Hierin is de bandbreedte van de onzekerheden ook in beschouwing genomen.

De boezemwaterstand is als vaste randvoorwaarde op het bovenstroomse punt van het Eemskanaal opgelegd. In de werkelijkheid daalt de waterstand in het Eemskanaal als gevolg van het spuien sterk (tot 0,6 m) ter plaatse van de spuilocaties, maar ook in het Eemskanaal richting stad Groningen (0,3 m, zie gemeten spuilverloop maart 2019 met inzet beide spuilocaties met wind uit het noordoosten in figuur 4.1). De berekeningen geven hierdoor een groter afvoervolume dan in de werkelijkheid optreedt omdat de bovenstroomse randvoorwaarde in de verkennende berekening als vaste waarde is opgegeven en de daling ter plaatse van de spuisluis minder ver daalt. Dit verschil is naar verwachting circa 25%, geschat op basis van een vergelijking resultaat met spui-tabel waterschap.



Figuur 4.1 Gemeten waterstandsverloop tijdens spui en spui-stremming bij de Oude Zeesluis (rood) en de Slochtersluis (blauw)

Als indicatiewaarde voor de stroomsnelheid is een waarde van 0,70 m/s gehanteerd. Voor deze waarde is gekozen omdat deze in het verleden ook bij de bodemdalingsonderzoeken in de jaren 90 is gehanteerd als criterium. De onderbouwing van deze waarde is niet exact bekend maar door het waterschap wordt aangegeven dat dit samenhangt met erosie en stabiliteit van de oevers.

5. Resultaten

5.1 Huidige spuilocaties

De eerste onderzoeksvraag richt zich op de beoordeling van de veranderingen bij de huidige spuilocaties.

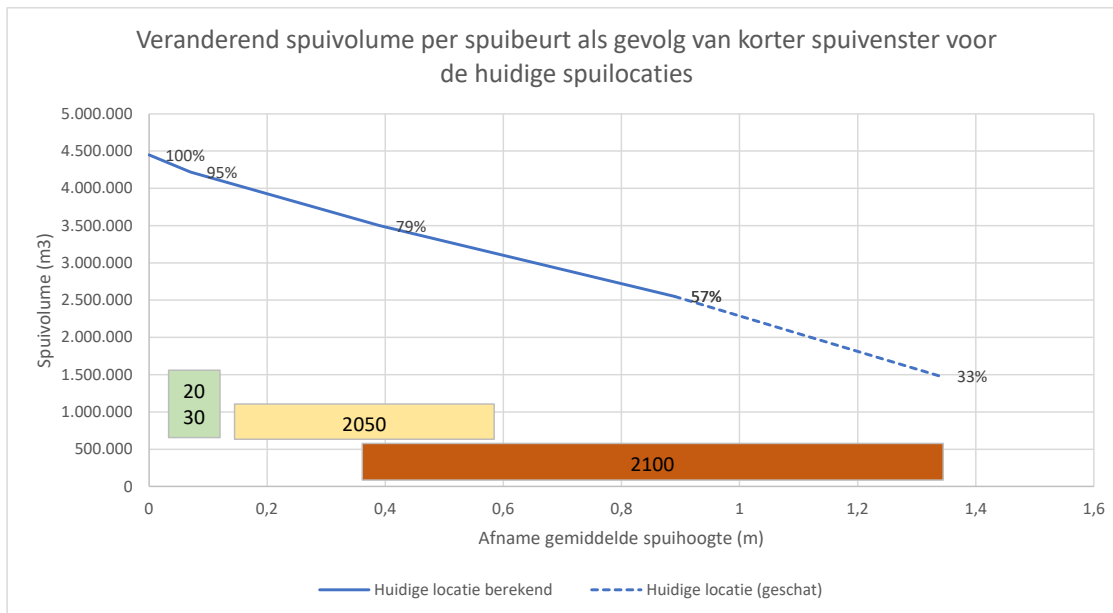
5.1.1 Afname spuiduur

De periode om te spuien neemt als gevolg van de afname van de spuihoogte af. De duur van het huidige spuienster neemt tot 30% af bij een afname van de spuihoogte met 0,75 m. In de doorgerekende periode met stormopzet kan in de huidige situatie nog 95 minuten worden gespuid maar bij de toekomstige scenario's reduceert dit tot een volledige spuistremming.

5.1.2 Afnameverloop spuivolumes

De afname van de spuihoogte leidt bij normaal getij tot een afname van de spuiduur en maximale afvoercapaciteit. Hierdoor worden de afvoervolumes lager. In de huidige situatie bedraagt bij een verhoogde boezemwaterstand en daarmee de inzet van de Kleine Zeesluis het afvoervolume 4,55 miljoen m³ per spuibeurt². Ten opzichte van de huidige situatie neemt het spuivolume met 21% af bij een afname van de spuihoogte met 0,39 m tot 43% bij een afname van 0,89 m van de spuihoogte. In figuur 5.1 is dit weergegeven.

² Zie ook paragraaf 4.4

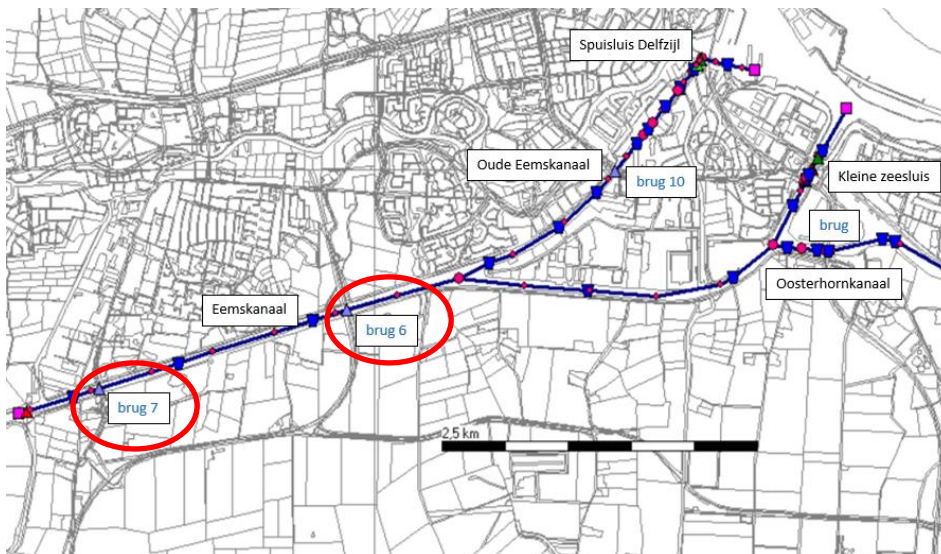


Figuur 5.1 Verandering in het spuivolume bij een afname van de gemiddelde spuihoogte in een situatie met verhoogde boezemwaterstand en normaal getij

Met behulp van de bandbreedtes uit tabel 4.1 kan worden geconcludeerd dat de berekeningsresultaten voor de afname van de spui volumes als gevolg van de verminderde spuihoogte voor 2050 de huidige locatie ergens tussen 5 en 25% bedraagt en voor 2100 tussen de 15 en 67% (ingeschat) ligt (bij toepassing lineaire trend).

5.1.3 Maximale stroomsnelheden

De stroomsnelheden in het boezemsysteem zijn gecontroleerd aan de hand van het criterium van 0,70 m/s. Er zijn twee locaties waar de stroomsnelheid in de huidige situatie dit criterium overschrijdt tijdens het spuien. Dit betreft ter plaatse van brug 6 en 7 (zie figuur 5.2). De maximale stroomsnelheden zijn circa 0,80 m/s. In de kanalen is de maximale stroomsnelheid 0,50 tot 0,70 m/s. Bij de scenario's met een afname van de spuihoogte neemt de maximale afvoercapaciteit niet toe waardoor deze stroomsnelheden iets verlagen.



Figuur 5.2 Locaties waar de stroomsnelheid tijdens de doorgerekende spuisituatie hoger is dan 0,70 m/s

5.2 Spuilocatie Eemszijlen

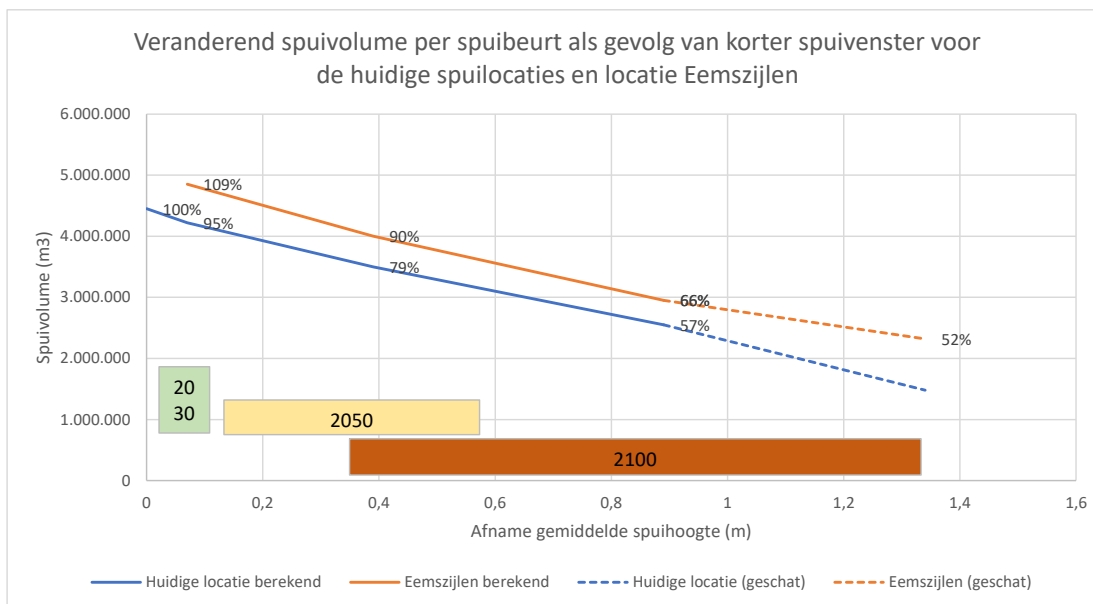
Uit de berekeningen van de huidige spuilocaties blijkt een flinke afname van de spuivolumes. Vanwege onder meer de beschikbare ruimte en nautische veiligheid zijn de mogelijkheden voor capaciteitsvergroting van de huidige afvoerpunten beperkt. Het realiseren van een nieuwe spuilocatie biedt mogelijkheden om de spuicapaciteit van deze nieuwe locatie groter te maken ten opzichte van de huidige kunstwerken. Dit scenario is voor Eemszijlen verkent. Op basis van de rekenresultaten van de huidige locaties is een verbreding van de spuisluis Eemszijlen met 30% voorgesteld naar 22,8 m in plaats van de huidige beschikbare breedte van 17,5 m. Met deze bredere spuisluis zou theoretisch het effect van de afname van de spuihoogte voor een deel worden gecompenseerd. Dit is getoetst.

5.2.1 Spuiduur

De periode om te spuien op de nieuwe locatie is gelijk aan de huidige locatie. Ook op deze locatie kan bij stormopzet niet worden gespuid.

5.2.2 Afnameverloop spuivolumes

Het spuivolume wordt ondanks de 30% verbreding van de spuisluis met slechts circa 10% verhoogd ten opzichte van de huidige locaties. Als gevolg van de verminderde spuihoogte voor 2050 neemt het spuivolume ten opzichte van de huidige locatie af met maximaal 15% bedraagt en voor 2100 met maximaal 48% (ingeschat).

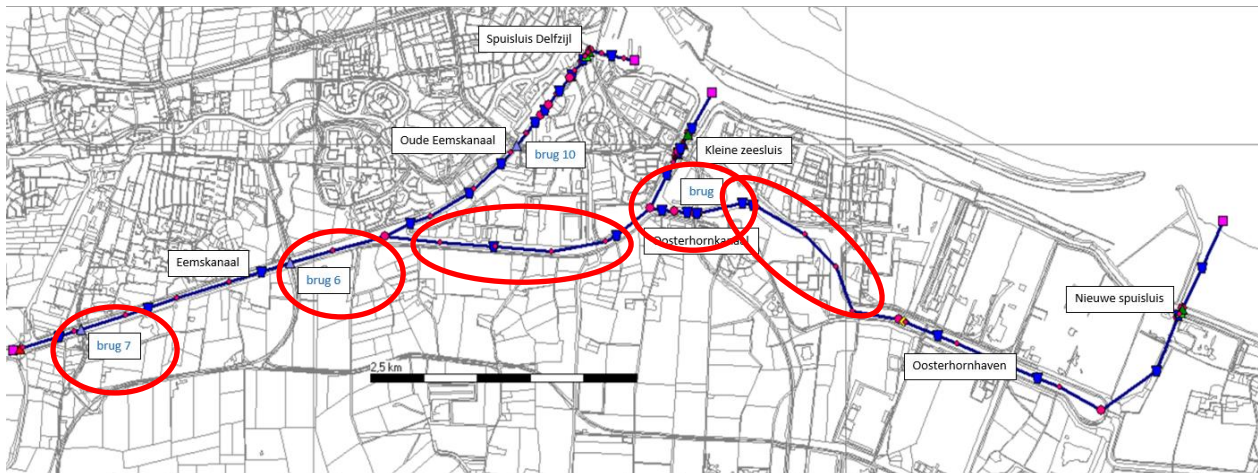


Figuur 5.3 Verandering in het spuivolume bij een afname van de gemiddelde spuihoogte in een situatie met verhoogde boezemwaterstand en normaal getij voor een bredere nieuwe spuisluis bij Eemszijlen

De oorzaak voor de beperktere compensatie van het afvoervolume ten opzichte van de verbreding van de spuisluis is dat het bovenstrooms gelegen boezemsysteem te weinig afvoercapaciteit heeft. Met andere woorden de spuisluis kan meer afvoeren dan kan worden aangevoerd door het bovenliggende watersysteem. Hierdoor is een toename van de verhanglijn zichtbaar in het Oosterhornkanaal.

5.2.3 Maximale stroomsnelheden

De stroomsnelheden in het boezemsysteem zijn gecontroleerd aan de hand van het criterium van 0,70 m/s. Er zijn twee locaties waar de stroomsnelheid in de huidige situatie dit criterium overschrijdt tijdens het spuien. Dit betreft ter plaatse van brug 6 en 7 en brug Oosterhornkanaal (zie figuur 5.4). De maximale stroomsnelheden zijn circa 0,90 m/s. In het Eemskanaal tussen Oude Eemskanaal en het Oosterhornkanaal en het Oosterhornkanaal zijn de maximale stroomsnelheden net iets hoger dan 0,70 m/s.



Figuur 5.4 Locaties waar de stroomsnelheid tijdens de doorgerkende spuisituatie hoger is dan 0,70 m/s

6. Discussie

6.1 Onzekerheden en leemtes in kennis

In tabel 4.1 is de bandbreedte met de afname van de spuihoogte weergegeven. Naarmate het zichtjaar verder weg ligt vanaf het heden hoe groter de onzekerheden in de prognoses zijn. In ieder geval kan op basis van de verkennende berekeningen worden gesteld dat de afname van de spuihoogte leidt tot een afname van de spuivolumes van de huidige spuivoorzieningen. Ook leidt dit vaker tot een gedeeltelijke of volledige spuistremming. Het effect van deze ontwikkeling op de waterveiligheid van het boezemsysteem is op dit moment niet exact bekend. Dit wordt vanaf 2023 nader onderzocht in Droge Voeten 2.0. De snelheid van vooral de mate waarin de zeespiegelstijging gaat optreden is sterk bepalend of extra maatregelen ten behoeve van vasthouden, bergen en afvoeren op middellange of lange termijn nodig zijn. De kennis op dit gebied wordt steeds groter en scherpt de toekomstscenario's aan.

Voor de MIRT verkenning Kustontwikkeling Eemszijlen ligt het beschikbaar komen van de resultaten van Droge Voeten 2.0 te ver in de toekomst. In de studie is het raadzaam om een adaptieve ontwikkelstrategie te hanteren die aansluit op deze toekomstige onzekerheden.

6.2 In kortere tijd evenveel spuien

De berekeningen tonen aan dat met de verwachte afname van de spuihoogte het spuienster steeds korter wordt. Een afname van het spuivolume leidt tot een stijging van de boezemwaterstand bij een vergelijkbare hoeveelheid af te voeren wateroverschot. Dit kan worden gecompenseerd door het realiseren van meer afvoer door vergroting van de spuicapaciteit of bemaling tijdens de periode met spuistremming.

Het vergroten van de spuicapaciteit is getoetst voor de locatie Eemszijlen. Deze berekeningen tonen aan dat hier slechts beperkt winst valt te behalen omdat het bovenstroomse boezemsysteem deze extra afvoerintensiteit niet kan verwerken. De stroomsnelheden in het Eemskanaal en Oosterhornhavenkanaal zijn ook op diverse locaties te hoog ten opzichte van het gehanteerde criterium van 0,70 m/s. Voorgesteld wordt nader te onderbouwen of het gehanteerde criterium juist is voor zowel het kanaal als ter plaatse van de bruggen. Op basis van deze onderbouwing kan worden vastgesteld of bij Eemszijlen enige extra spuicapaciteit mogelijk is of dat de huidige spuicapaciteit als ontwerpuitgangspunt dient te worden gehanteerd.

6.3 Levensduur en aspecten beheer en onderhoud

De levensduur van de huidige locaties is onvoldoende in beeld. We gaan in dit onderzoek er van uit dat de huidige locaties op orde zijn. Dit dient in de volgende zeef nader te worden onderzocht om de ontwikkeling van een nieuwe spuilocatie bij Eemsziklen vanuit LCC beter te kunnen onderbouwen. Het verminderen van twee spuilocaties naar één nieuwe locatie is ten aanzien van beheer en onderhoud naar verwachting een pluspunt.

7. Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies en bevindingen die naar aanleiding van het verkennende watersysteemonderzoek (zeef 0) naar de haalbaarheid en effecten van de waterafvoer en peilbeheer EKDB worden getrokken zijn in dit hoofdstuk beschreven. Tevens zijn de aanbevelingen voor vervolgonderzoek in zeef 1 van de MIRT verkenning in paragraaf 7.3 samengevat.

Het verkennende onderzoek wso (zeef 0) heeft veel nieuwe kennis opgeleverd over het functioneren van het systeem. Inherent aan de werkwijze van grof naar fijn zijn gedurende het onderzoek echter ook weer nieuwe vragen en inzichten ontstaan. Naast de conclusies als beantwoording van de onderzoeksvragen (zoals verwoord in de inleiding) zijn deze als "bijvangst" in de conclusies en aanbevelingen meegenomen. Voor zo ver relevant zullen deze vragen in de volgende fase van de verkenning verder worden onderzocht.

7.1 Functioneren huidig systeem

Ontstaan knelpunten in de waterafvoer en het peilbeheer in de toekomst en zo ja wanneer, rekening houdend met autonome ontwikkelingen als bodemdaling, klimaatverandering (toename neerslagpieken, zeespiegelstijging)?

Op termijn is het huidige systeem ontoereikend om de toekomstige opgaven op het gebied van klimaatverandering en bodemdaling het hoofd te kunnen bieden. De verkennende berekeningen geven een eerste inzicht. De afname van het spuivenster leidt tot een afname van 5% tot 67% van de spuivolumes per volledige spuibeurt. Het aantal gedeeltelijke of volledige spuistremmingen neemt tevens toe. Het verkorten van het spuivenster door afname van de spuihoogte leidt tot frequenter gebruik van de Kleine Zeesluis en vaker optredende spuistremmingen. Hierdoor wordt het peilbeheer van het boezemsysteem bemoeilijkt.

Tot hoe lang kan de benodigde afvoer onder vrij verval worden geloosd (kantelpunt)?

Het boezempeil kan in de toekomst mogelijk worden verlaagd tot circa NAP +0,36 m om bodemdaling door gaswinning te compenseren. De gemiddelde laagwaterstand is bij een zeespiegelstijging van meer dan 1 m circa NAP -0,66 m. Lozing onder vrij verval bij normaal getij kan ook in de verre toekomst, rekening houdend met de actuele prognoses, altijd plaatsvinden maar tijdens een veel korter spuivenster. Een gedeeltelijke of volledige spuistremming gaat vaker optreden. Het effect hiervan is in de studie Droge Voeten 2050 in 2013

onderzocht. Toen is geconcludeerd dat de waterveiligheid tot 2050 voldoende gehandhaafd blijft maar dat in de periode hierna extra maatregelen moeten worden getroffen. Veranderingen in de actuele en toekomstige klimaatscenario's en het meenemen van bodemdaling leiden tot een vervroeging van dit moment. Het moment waarop het huidige systeem niet meer toereikend is voor een afdoende waterafvoer is sterk afhankelijk van zowel de werkelijke zeespiegelstijging en van de keuzes die de komende jaren in het achterland ten aanzien van het vasthouden, bergen en afvoeren van water worden gemaakt. Dit wordt onderzocht in een vervolgstudie op Droge Voeten 2050. Dit onderzoek wordt gestart in 2023 als ook de volgende klimaatscenario's van het KNMI beschikbaar komen.

Welke afvoer/spuicapaciteit is nodig om eventuele knelpunten op te lossen?

Het vergroten van de spuicapaciteit om in een kortere periode meer afvoer te spuien wordt belemmert door het bovenstrooms liggende boezemsysteem. De hydraulische capaciteit van de kanalen en bruggen is waarschijnlijk te beperkt om meer te spuien tijdens kortere spuiensters. De verhanglijnen en stroomsnelheden worden op diverse locaties te hoog. Op termijn is het afvoeren van een deel van de wateroverschotten via bemaling mogelijk de enige oplossing in combinatie met spuien. Dit gebeurt nu bijvoorbeeld bij de Duurswoldboezem. De benodigde bemalingscapaciteit dient te worden afgestemd op de wateroverschotten die niet meer kunnen worden gespuid in combinatie met de lengte van het maalvenster.

Bemaling van de boezem is nu al mogelijk. De huidige derde trap in het boezembeheer is de afluut van water richting Oldambtboezem zodat het via gemaal Rozema wordt uitgeslagen. Het peilverschil tussen beide boezems is circa 1,5 tot 2 m. Vanuit kostenoverwegingen is dit mogelijk niet de meest efficiënte afvoerroute bij frequent gebruik. Mogelijk biedt het realiseren van een nieuwe extra bemaling van de boezem in de toekomst een oplossing. De optimale locatie voor een dergelijke bemaling dient tijdens het Droge Voeten onderzoek nader te worden onderzocht. Uit eerdere studies blijkt daarbij dat een gemaal bij Nieuwe Statenzijl voor de hand ligt, en dat locatie bij Delfzijl geen oplossing biedt voor het knelpunt.

7.2 Spuilocatie Eemszijlen

Biedt Eemszijlen een mogelijke oplossing voor eventuele knelpunten die zijn geconstateerd bij onderdeel 1 (toekomstbestendig maken van peilbeheer EKDB)?

Nee, zonder meer niet. Als je de ontwikkeling kunt combineren met de realisatie van een spuuvoorziening met gemaal in de toekomst dan biedt dit meer perspectief. In de volgende zeef dient dit nader te worden onderzocht.

Zijn er knelpunten in het afvoertrajact Oosterhornkanaal met de huidige spuicapaciteit en de autonome ontwikkelingen (toename scheepvaart, loskades)?

In de aanpak is eerst een situatie met een vergroting van de capaciteit ten opzichte van de huidige situatie onderzocht. Een situatie met de huidige

capaciteit is nog niet onderzocht. Naast het nu verkende scenario met een grotere afvoercapaciteit kan eventueel een terugvaloptie met de huidige afvoercapaciteit worden onderzocht in de volgende zeef. Een eventuele plus van Eemszijlen op het gebied van waterafvoer en peilbeheer zou hiermee komen te vervallen.

Zijn er knelpunten in het afvoertraject Oosterhornkanaal met een eventueel benodigde grotere spuicapaciteit en de autonome ontwikkelingen (toename scheepvaart, loskades)?

De stroomsnelheden tijdens de spuisituaties zijn relatief hoog bij het berekende scenario met bredere spuisluis bij Eemszijlen. De beperkingen in de afvoercapaciteit van het bovenstrooms liggende boezemsysteem heeft mogelijk ook consequenties voor de toekomstbestendigheid van een eventueel nieuw te bouwen spuiwerk bij Eemszijlen. Nader onderzoek dient uit te wijzen of de bouw van een spuiwerk met een grotere afvoercapaciteit dan de huidige spuivoorzieningen geen belemmeringen vormt voor onder meer de scheepvaart en stabiliteit van kanalen en bruggen. Hoewel het huidige afvoerprofiel van de Oosterhornhaven ook voor de toekomstige afvoersituaties voldoende ruimte/capaciteit lijkt te hebben, is er een zorgpunt voor wat betreft mogelijke conflictsituaties ten aanzien van nautische veiligheid en mogelijke uitbreiding van het industrieterrein Groningen Seaports met extra loskades. Ook de buitendijkse afvoergeul door het Natura2000-gebied kan conflicten opleveren. Gezien de mogelijke impact hiervan verdient dit nader onderzoek.

Ook bij enige vergroting van de afvoercapaciteit dient op de lange termijn rekening te worden gehouden dat het afvoeren van wateroverschotten via bemaling mogelijk de enige aanvullende oplossing is. Het nieuwe Droge Voeten onderzoek onderbouwt keuzes rond vasthouden, bergen en afvoeren van water die de komende jaren op provinciaal niveau nog moeten worden gemaakt. Deze keuzes zijn mede sturend voor de vraag rond nut en noodzaak Eemszijlen vanuit het watersysteem. In de verdere ontwikkeling van Eemszijlen is het toepassen van een adaptieve ontwikkelstrategie daarom raadzaam.

7.3 Aanbevelingen vervolgonderzoek en bouwstenen vervolgfase (zeef 1)

De belangrijkste aanbevelingen voor het onderzoek zijn onderstaand weergegeven. Deze worden in het plan van aanpak zeef 1 nader uitgewerkt. Om de haalbaarheid en mogelijke (zowel negatieve als positieve) effecten van Eemszijlen op de waterafvoer en peilbeheer van de EKDB nader in beeld te kunnen brengen (en straks input te kunnen leveren in DV2) wordt aanbevolen in de vervolgfase van de verkenning nader onderzoek te doen naar:

- De levensduur van de huidige locaties is onvoldoende in beeld. Dit dient in de volgende zeef nader te worden onderzocht om de ontwikkeling van een nieuwe spuilocatie bij Eemszijlen vanuit LCC beter te kunnen onderbouwen.
- Nader onderbouwen van het toegepaste stroomsnelheids criterium en de daarmee samenhangende knelpunten.
- Nader onderzoek dient uit te wijzen of de bouw van een spuiwerk bij Eemszijlen met een grotere afvoercapaciteit dan de huidige

spuivoorzieningen geen belemmeringen vormt voor onder meer de scheepvaart en stabiliteit van kanalen en bruggen;

- De mogelijke effecten van uitbreiding GSP en toename scheepvaart en loskades langs het OHT (autonome ontwikkelingen) in relatie tot het effectief beschikbare afvoerprofiel.³;
- Vooruitlopend op DV2 een aantal (indicatieve) berekeningen naar de mogelijke effecten en scenario's van zeespiegelstijging en het vasthouden en bergen van water in het achterland uitvoeren aanvullend op de in deze rapportage beschreven berekeningen. Dit met als doel om de samenhang, bandbreedte en het kantelpunt voor zowel het huidige systeem als Eemszijlen meer inzichtelijk te maken;
- Naast het nu verkende scenario met een grotere afvoercapaciteit kan eventueel een terugvaloptie met de huidige afvoercapaciteit worden onderzocht;
- Verkennend onderzoek naar de mogelijke locatie van een gemaal EKDB (Eemszijlen dan wel Nieuwestatenzijl?). Doel is om te bepalen of op langere termijn bij Delfzijl ook aanvullende bemaling nodig is.

³ *Grote zeevaartschepen zullen bij (storm- en hoogwater)situaties waarin de maximale afvoercapaciteit van het OHT is gewenst naar verwachting ook meer de beschutting van de binnenhavens gaan opzoeken?*

Appendix 1 Aanpassingen model