

Aan: Projectteam Getij Grevelingen

Van: René Boeters

Onderwerp: Mogelijke keuzes van uitgangspunten voor
Klimaatrobustheid Getij Grevelingen

Bijlage: 1

Kenmerk: HB#3733733

Status: Aangepaste, gecorrigeerde versie

Datum: 11 maart 2019, aangepast 1 augustus 2019

Disclaimer:

Ten behoeve van de verkenning naar de effecten en haalbaarheid van het project Getij Grevelingen lopen diverse onderzoeken en worden verschillende bijeenkomsten georganiseerd. Dit document is opgesteld in het kader van deze verkenningsfase. Lopende onderzoeken en gesprekken zijn gericht op uiteindelijke besluitvorming ten behoeve van het MIRT 2 besluit over het project. Individuele uitspraken of deelresultaten in dit rapport of verslag dienen in deze context te worden beschouwd en hebben dan ook verder geen zelfstandige juridische of beleidsmatige status.

Voorliggend memo is de gecorrigeerde versie van het memo dat in maart 2019 is verspreid, waarin de interpretatie van het begrip klimaatrobustheid binnen project Getij Grevelingen is toegelicht. De correcties betreffen de waarden voor de zeespiegelstijging en de grootte van de doorlaatmiddelen tot welke deze als klimaatrobust kunnen worden beschouwd. Deze correcties staan verklaard en beschreven in het memo Klimaatrobustheid, 2009 versus 2008, juli 2019.

Tussen maart en juli 2019 is op basis van uitgebreide studies van Deltares en Wageningen Marine Research nieuwe informatie verkregen over de relatie tussen de varianten, het daarmee uit te voeren peilbeheer en de klimaatrobustheid. Daar waar relevant is deze toegevoegd, weergegeven in tekstkaders.

1 Inleiding

Dit memo beschrijft wat in de fase van de Verkenning van het project Getij Grevelingen (MIRT2) kan worden verstaan onder de 'klimaatrobustheid' van de voorgestelde oplossingen om de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer te herstellen en vervolgens te handhaven.

Daartoe wordt in dit memo gemotiveerd waarom en welke keuzes er mogelijk zijn voor het peilbeheer met behulp van het nieuwe doorlaatmiddel in de Brouwersdam met betrekking tot het anticiperen op klimaatveranderingen. Het belangrijkste onderdeel hiervan is de zeespiegelstijging.

Er wordt hierbij ook gekeken naar de (impliciete) keuzes voor het peilbeheer volgens de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer.

2 Mogelijke keuzes voor klimaatrobustheid in relatie tot peilbeheer

De hiernavolgende beschouwingen geven aanleiding tot de volgende keuzes als uitgangspunt voor de klimaatrobustheid van het peilbeheer en het daarvoor benodigde doorlaatmiddel.

1. Effectief peilbeheer met functioneel doorlaatmiddel tot 40 cm zeespiegelstijging ten opzichte van 1995;
2. Bij 40 cm zeespiegelstijging is nog effectief peilbeheer mogelijk met gemiddeld 40 cm getijverschil;
3. Hoogste waterstand bij getijbeweging mag - op het gehele meer - het niveau van NAP + 0,05 meter niet overschrijden;
4. Laagste waterstand bij getijbeweging mag - op het gehele meer - het niveau van NAP - 0,45 meter enkele centimeters onderschrijden, tot NAP - 0,50 meter;
5. Gemiddelde peil op de Grevelingen zo lang als mogelijk vasthouden op NAP - 0,20 meter, maar enkele centimeters verhoging als gevolg van het vertraagd meestijgen met de zeespiegelstijging is toegestaan.

Bij de keuzes onder 4 en 5 wordt afgeweken van de uitgangspunten in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. Hierin is immers (impliciet) uitgegaan van het handhaven van de laagwaterstand en het gemiddelde peil op respectievelijk NAP - 0,45 en NAP - 0,20 meter.

De onderbouwing van deze keuzes staat in het vervolg van dit memo.

3 Klimaatverandering en zeespiegelstijging

Zeespiegelstijging zal er toe leiden dat er maatregelen genomen moeten worden om voldoende uitwisseling met de Noordzee en getijwerking op de Grevelingen te kunnen handhaven. Het moment waarop dit nodig is, hangt af van het tempo van de zeespiegelstijging. Immers, bij een stijgende zeespiegel stijgt ook de laagwaterstand aan de buitenkant van de Brouwersdam. Hierdoor wordt een niveau bereikt waarop er bij eb onvoldoende verval (i.e. het verschil tussen waterstand op zee en op de Grevelingen) aanwezig is om al het bij vloed naar binnen gestroomde water weer naar zee af te voeren. Als gevolg hiervan komen de laagwaterstand en het gemiddelde peil op de Grevelingen hoger te liggen en nemen de getijslag en de uitwisseling met de Noordzee af.

Overigens betekent 'klimaatrobust zijn' meer dan alleen aanpassen aan de stijgende zeespiegel. Zo moet er bijvoorbeeld ook rekening gehouden worden met het stijgen van de temperatuur (hittestress) en in het bijzonder de watertemperatuur met de gevolgen daarvan voor het optreden van de zuurstofloosheid, en met langdurige periodes van droogte of juist met periodes van veel neerslag. Ook is nog weinig bekend over de gevolgen voor de onder- en bovenwaternatuur. Een analyse van mogelijke effecten wordt in de verkenningsfase uitgevoerd aan de hand van een zogenaamde 'knikpuntenanalyse'. Deze wordt separaat gerapporteerd. In de Planuitwerkingsfase zullen het begrip 'klimaatrobust' en de consequenties hiervan voor het realiseren van getij op de Grevelingen verder uitgewerkt moeten worden.

4 Drie verschillende varianten

Ter verduidelijking zijn de drie verschillende varianten uit de opdrachtbrief nog een keer op een rij gezet.

Variante 1: Een doorlaatmiddel uitsluitend gericht op uitwisseling en herstel van gedempt getij;

Variante 2: Een getijdencentrale met doorlaatfunctie en dus breder doorlaatmiddel;

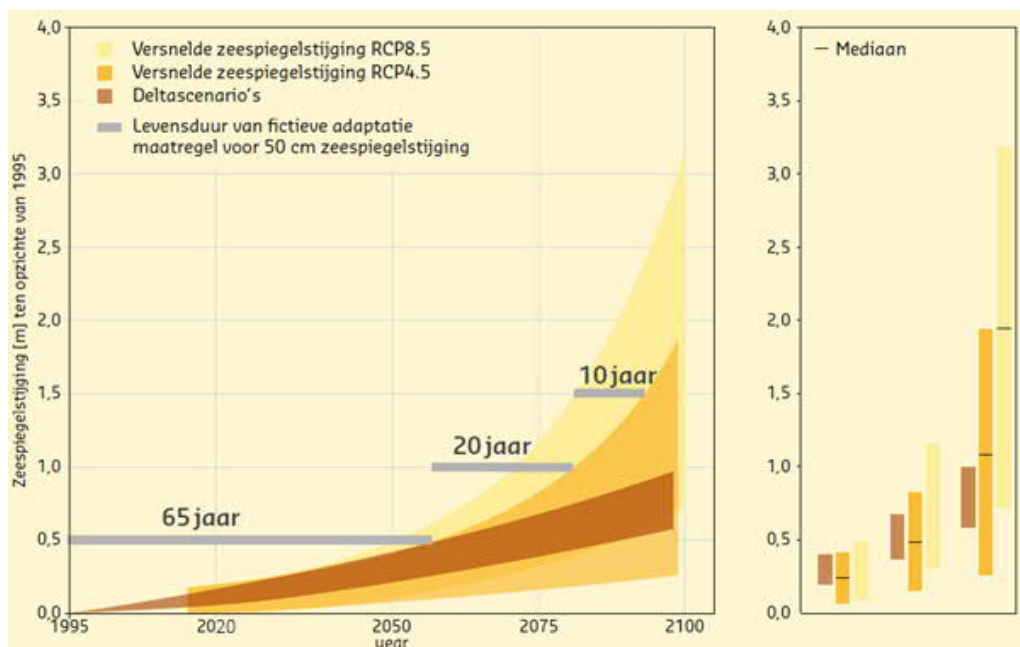
Variante 3: Een breder doorlaatmiddel zoals bij Variante 2, maar dan nog zonder getijdencentrale. Optie om deze later in te bouwen.

Voor alle varianten geldt het uitgangspunt van klimaatrobustheid. De manier waarop hieraan kan worden voldaan kan per variant verschillen. Mogelijkheden om klimaatrobustheid te realiseren zijn aanpassingen aan het doorlaatmiddel (bijvoorbeeld meer kokers of toepassen van pompen) of aanpassingen aan het beheer van het watersysteem (bijvoorbeeld het (vertraagd) laten meestijgen met de zeespiegelstijging van de waterpeilen op de Grevelingen).

5 Keuze voor de mate van zeespiegelstijging

In een speciaal projectteamoverleg op 18 september 2018 zijn keuzes besproken ten aanzien van de mate van zeespiegelstijging en het toelaatbare effect daarvan op de waterstanden op de Grevelingen waarmee een concrete, kwantitatieve invulling kan worden gegeven aan het begrip 'klimaatrobust'. Het verslag van dit overleg is in de bijlage opgenomen.

Op het overleg van 18/9/18 zijn de scenario's voor zeespiegelstijging beschouwd, zoals deze door Deltares op Prinsjesdag zijn gepresenteerd, zie figuur 1. Deltares heeft deze gebaseerd op wetenschappelijke literatuur.



Figuur 1: Illustratie van de verkleining van de functionele levensduur van adaptatiemaatregelen aan 0,5 m stijging van de zeespiegel. Deze illustratie geldt voor de bovenwaarde van RCP4.5 en de middenwaarde van RCP8.5 (Deltares, 2018)

Figuur 1 geeft inzicht in de verwachte zeespiegelstijging volgens de deltasenario's en de klimaatscenario's RCP4.5 en RCP8.5. Deze figuur is gebruikt bij het bepalen van een zeespiegelstijging die als uitgangspunt kan worden gekozen voor het voorkeursbesluit (MIRT2).

Afgesproken is om in de variantenafweging en voor de voorkeursbeslissing met 40 centimeter zeespiegelstijging ten opzichte van 1995 rekening te houden. Volgens de mediaan van de getoonde scenario's wordt deze waarde na 2060 bereikt.

Dit zou inhouden dat vanaf ingebruikname van het nieuwe doorlaatmiddel in de Brouwersdam rond 2025, dit en het daarmee te realiseren peilbeheer, voor een periode van 35 tot 40 jaar zonder majeure ingrepen ingezet kan worden en als zodanig als klimaatrobuuste variant kan worden beschouwd. In andere woorden geformuleerd, een klimaatrobuuste variant moet een zeespiegelstijging van 40 cm kunnen opvangen, met behoud van het benodigde peilbeheer voor de (verbetering van de) waterkwaliteit.

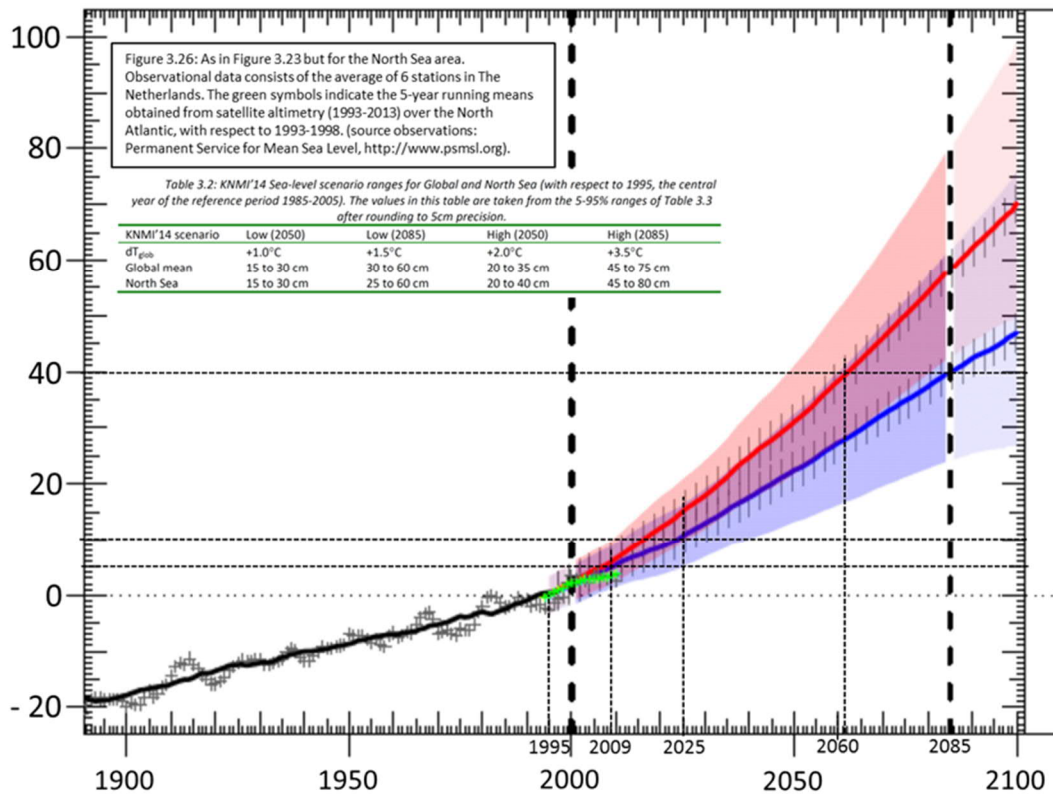
De vermelde periode van 35 tot 40 jaar voor een klimaatrobuuste variant wordt beschouwd als een realistische functionele levensduur voor het nieuwe doorlaatmiddel in de Brouwersdam:

- a. Een dergelijke periode komt goed overeen met de tijdsduur waarna majeure ingrepen in de Deltawerken benodigd zijn gebleken voor het verbeteren van de watersystemen waarbinnen deze operationeel zijn, of voor het functioneren van de infrastructuur zelf (zoals de ingebruikname van de Katse Heule in de Zandkreekdam (2004), de start van het beheer van de Haringvlietstuiven volgens de Kier (2018), de renovatie van het Krammersluizencomplex met inbouw van een nieuw zoet-zout scheidingsstelsel (2022 – 2025)).
- b. Gezien de nog verder toenemende onzekerheid in de klimaatscenario's na 2050 lijkt het niet verstandig – in ieder geval in dit stadium - om een nog hogere waarde voor de 'op te vangen' zeespiegelstijging aan te houden. Door dit wel te doen zouden de kosten van het doorlaatmiddel c.a. zo hoog kunnen oplopen dat hier geen dekking (draagvlak) voor is.
- c. De keuze voor een hogere zeespiegelstijging en dus een a priori langere periode voor de functionele levensduur is niet in overeenstemming met het in het Deltaprogramma gehanteerde principe van adaptiviteit.

Nota Bene: de technische levensduur van belangrijke onderdelen van het doorlaatmiddel (funderingen, beton- en staalconstructies) blijft conform de gestelde eisen van Rijkswaterstaat minstens 100 jaar.

De keuze van 40 cm zeespiegelstijging als maat voor klimaatrobuustheid, mede gebaseerd op de scenario's die Deltares op Prinsjesdag heeft gepresenteerd, is voorgelegd aan de Topadviseur Water van Rijkswaterstaat, Harold van Waveren, op 15 november 2018. Deze heeft de keuze voor 40 cm een verstandige genoemd. Hij heeft er echter op gewezen dat er nog geen consensus is over het toepassen van de door Deltares gepresenteerde scenario's en dat vooralsnog de klimaatscenario's van het KNMI uit 2014 gehanteerd moeten worden. In 2021 zal het KNMI met nieuwe scenario's komen, waarin de nieuwste inzichten over de snelheid van het stijgen van de zeespiegel zijn verwerkt.

Het advies van Harold van Waveren leidt er toe dat we in de verkenningsfase van Getij Grevelingen voor de zeespiegelstijging de grafieken hanteren voor scenario's Warm (rode lijn) en Gematigd (blauwe lijn) van het KNMI, zie figuur 2. Een zeespiegelstijging van 40 cm wordt volgens deze grafieken tussen circa 2060 (scenario Warm) en 2085 (scenario Gematigd) verwacht.



Figuur 2. Verloop van de verwachte zeespiegelstijging volgens de klimaatscenario's W(arm) en G(ematigd) van het KNMI (KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective–)

Toelichting:

Er zijn twee scenario's, *Warm* (rode lijn) en *Gematigd* (blauwe lijn), met elk een onzekerheidsband.

De grijze en groene (+) symbolen geven gemeten waarden aan die de afgelopen 100 jaar zijn verzameld bij een aantal plaatsen langs de Nederlandse kust (zie kader linksboven).

De horizontale lijn van 40 cm is de aanname voor de klimaatrobustheid van het doorlaatmiddel: het aan te leggen kunstwerk moet een zeespiegelstijging van 40 cm kunnen opvangen (gerekend vanaf 1995).

Met verticale en horizontale stippellijnen zijn voor de jaren 2009 en 2025 de verwachte zeespiegelniveaus aangegeven, volgens de blauwe lijn in bovenstaande grafiek. Volgens deze lijn is de zeespiegel in 2009 gestegen met ongeveer 5 cm t.o.v. 1995; 2009 is het jaar van de gemeten tijdreeksen voor de waterstanden op zee en de Oosterschelde die in de eerste serie berekeningen met de modellen voor waterkwantiteit zijn gebruikt. In een tweede serie berekeningen is gekozen om uit te gaan van opgetreden waterstanden in het jaar 2008, omdat voor dat jaar het 3D-modelinstrumentarium voor waterkwaliteit en zuurstofloosheid beschikbaar is.

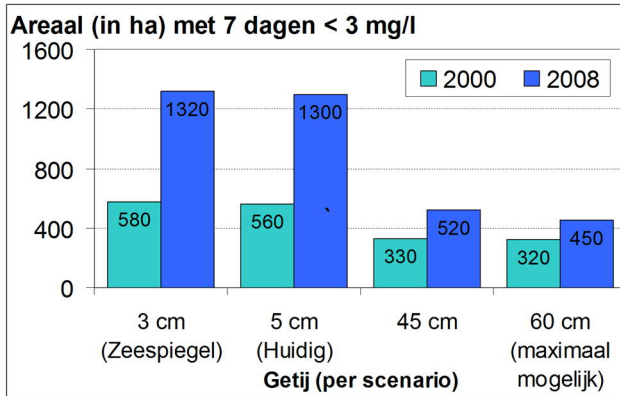
Bij het nader beschouwen van de gemeten gemiddelde waterstanden ter hoogte van de Brouwersdam (bij meetpunt BG8) blijkt dat de gemiddelde waterstanden jaarlijks een grote variatie vertonen. De trend is echter wel dat de gemiddelde waterstanden vanaf 1995 een aantal centimeters zijn gestegen, zoals ook de groene symbolen in de grafiek van figuur 2 aangeven. Zie *Memo Klimaatrobustheid, 2009 versus 2008*.

In 2025, het jaar waarin wordt verwacht dat het doorlaatmiddel in gebruik wordt genomen, is de zeespiegel volgens de mediaan van klimaatscenario *Gematigd* met iets meer dan 10 cm gestegen t.o.v. 1995.

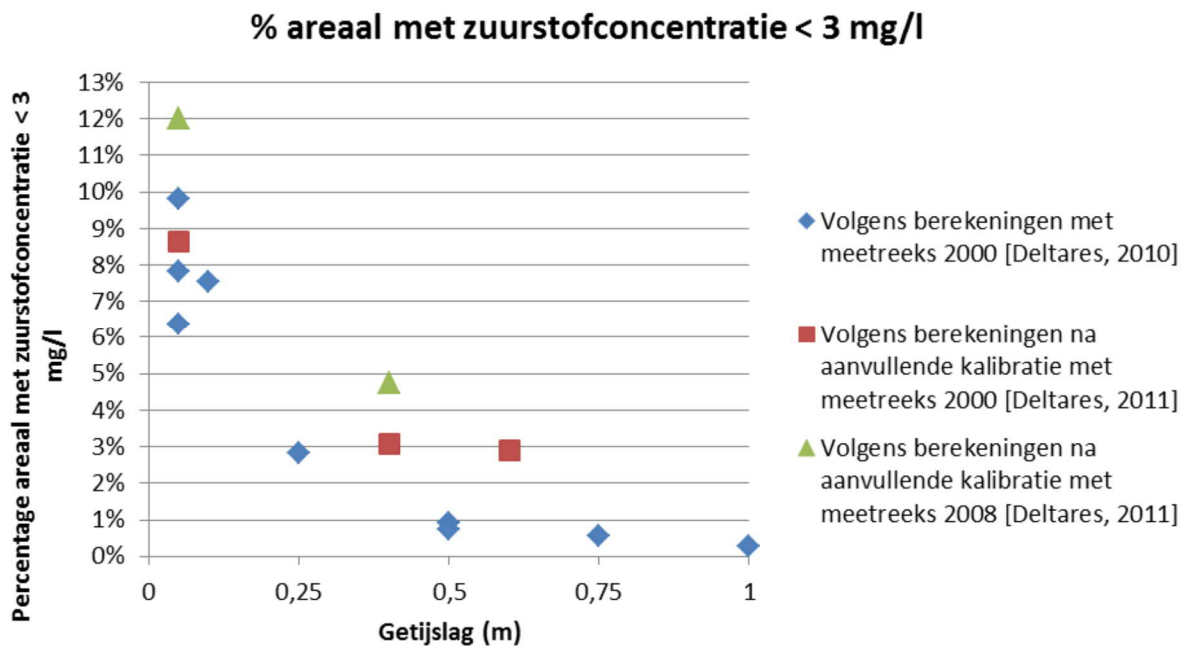
De Zeespiegelmonitor 2018 (Deltares, 2019) vermeldt dat de stijging van de zeespiegel trager verloopt dan volgens klimaatscenario *Gematigd*. De jaarlijkse stijging bedraagt volgens dit rapport ongeveer 2,2 millimeter/jaar, wat resulteert in een zeespiegelstijging in 2025 van ongeveer 7 centimeter ten opzichte van 1995

6 Keuze voor de functionaliteit van het doorlaatmiddel

Functionaliteit is in dit geval het uitwisselen van voldoende water van de Noordzee met het water op de Grevelingen om zo de waterkwaliteit te garanderen. De mate van uitwisseling wordt uitgedrukt in de getijslag die hieraan is gekoppeld. Door Deltares is in figuur 3a en b de relatie gelegd tussen de getijslag op de Grevelingen en het oppervlak met te lage zuurstofgehalten in de Grevelingen.



Figuur 3a. Berekend areaal met zuurstofarm water langer dan 7 dagen aaneengesloten in 2000 en 2008 als gevolg van (ontbreken van) getij op de Grevelingen voor een viertal scenario's. (Deltares; zie bijlage *Vergaderverslag 180919_def*)

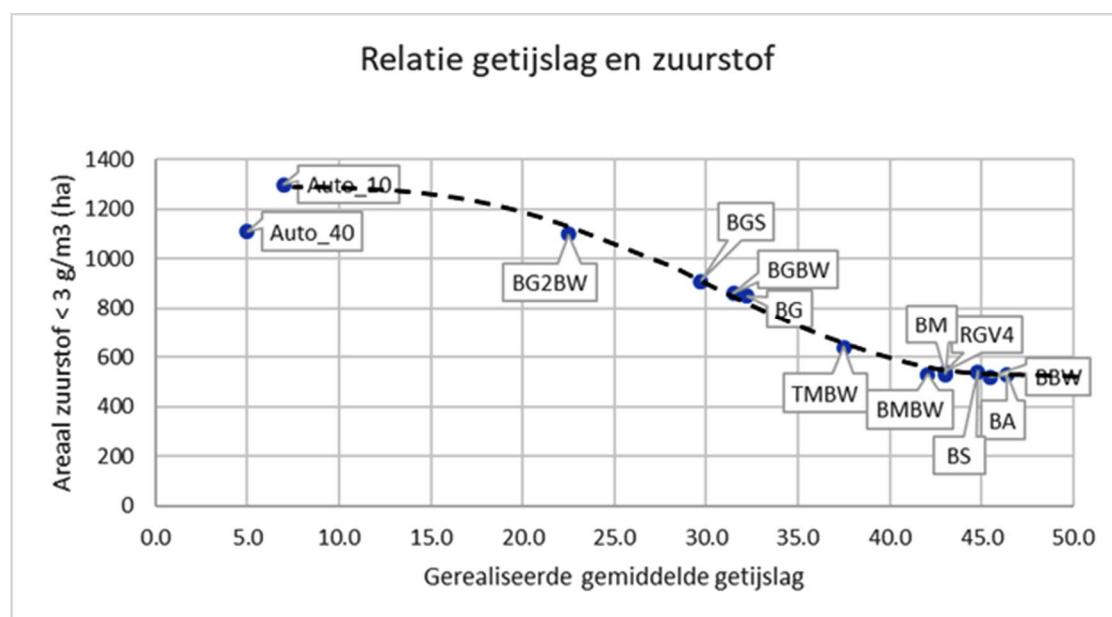


Figuur 3b. Berekend areaal met zuurstofarm water in 2000 en 2008 langer dan 7 dagen aaneengesloten als gevolg van (ontbreken van) getij op de Grevelingen (x-as). (Grevelingenmeer van Stagnant naar Beperkt Getij, Deltares 2016)

In figuur 3a en b worden twee hydrologisch en meteorologisch verschillende jaren beschouwd. Er wordt dus geen ontwikkeling in de tijd tussen 2000 en 2008 getoond.

Op basis van figuur 3a en b is gesteld dat een gemiddelde van minder dan 40 cm getij in de periode 1 mei t/m 30 september voor de waterkwaliteit niet meer als acceptabel wordt beschouwd. De maanden mei t/m september zijn de maanden wanneer vooral de zuurstofloosheid als gevolg van stratificatie optreedt.

Begin juli 2019 heeft Deltares na het uitvoeren van een serie waterkwaliteitsberekeningen voor uiteenlopende peilbeheerscenario's onderstaande grafiek kunnen afleiden, die het verband legt tussen het areaal met langdurig lage zuurstofconcentraties en het getijverschil. Zie rapport *Optimalisatie van peilbeheer Getij Grevelingen door aansturing van het doorlaatmiddel in de Brouwersdam*, Deltares, augustus 2019.



Figuur 4.2 Relatie tussen gerealiseerde gemiddelde getijslag en areaal met langdurig lage zuurstofconcentratie op basis van berekeningen met het 3D model. De lijn is een handmatig gefitte curve op basis van expert judgement, De labels bij de punten in de grafiek verwijzen naar de peilbeheerscenario's die zijn doorgerekend.

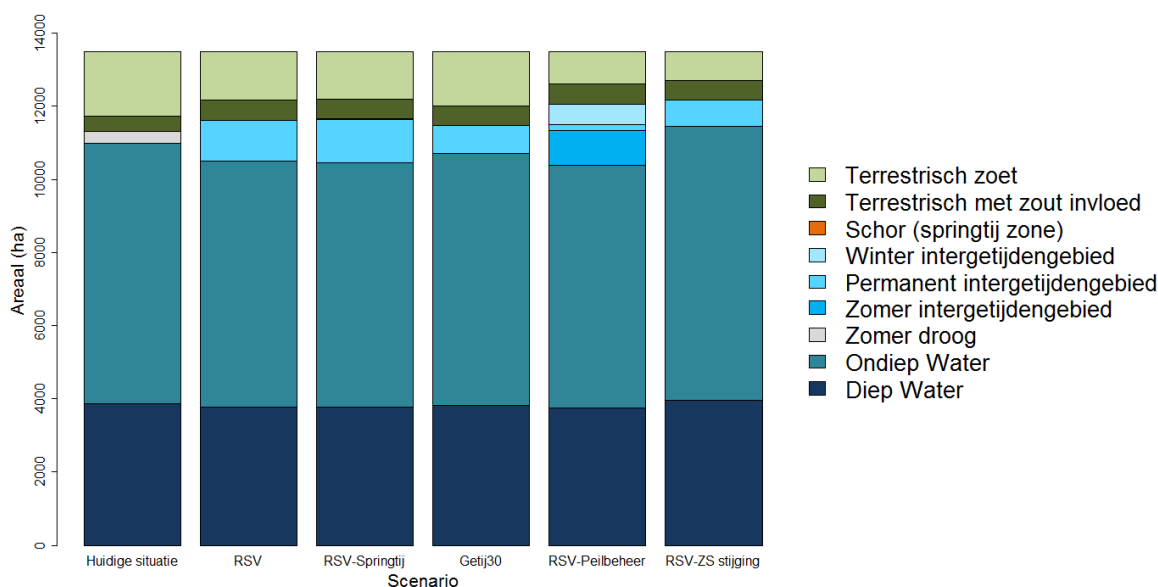
De grafiek laat zien dat bij een gemiddelde getijslag in de range van 40 - 50 cm een stabiel klein areaal met een langdurig lage zuurstofconcentratie van circa 500 ha wordt bereikt. Dit resterende areaal betreft de diepste putten in het meer waarop getijdenwerking geen effect heeft. Bij een gemiddelde getijslag tussen 10 en 40 cm (het steile gedeelte van de grafiek) leidt een relatief kleine afname van de getijslag tot een relatief grote toename van het areaal.

7 Keuze voor het peilbeheer

Wageningen Marine Research (WMR) heeft in de rapportage *Scenariostudie natuurperspectief* (2018) aan de hand van GIS-analyses berekend wat verschillende scenario's voor het peilbeheer zouden betekenen voor de ontwikkeling van de natuur boven water.

In figuur 4 staan de uitkomsten van de analyses van WMR voor de arealen aan ecotopen die worden verwacht bij de onderzochte peilscenario's. Scenario RSV (Rijksstructuurvisie) komt overeen met het scenario in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. In dit scenario zijn door WMR de peilgrenzen volgens de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer gehanteerd: 'hoogwaterstand'

gefixeerd op NAP + 0,05 meter en de 'laagwaterstand' op NAP – 0,45 meter. Het gemiddelde peil van NAP – 0,20 meter volgens de ontwerp-Rijksstructuurvisie speelt bij deze analyse geen rol.



Figuur 4. Aanwezige en verwachte arealen aan ecotopen bij verschillende peilscenario's volgens WMR (2018).

Mede aan de hand van figuur 4, de verandering aan arealen volgens scenario 'RSV', is besloten om de 'hoogwaterstand' bij het peilbeheer met getij niet boven NAP + 0,05 meter te laten komen: een hogere waterstand zou te veel areaalverlies impliceren voor de ecotopen Terrestrisch zoet en Terrestrisch met zoutinvloed.

Waterkwantiteitsberekeningen

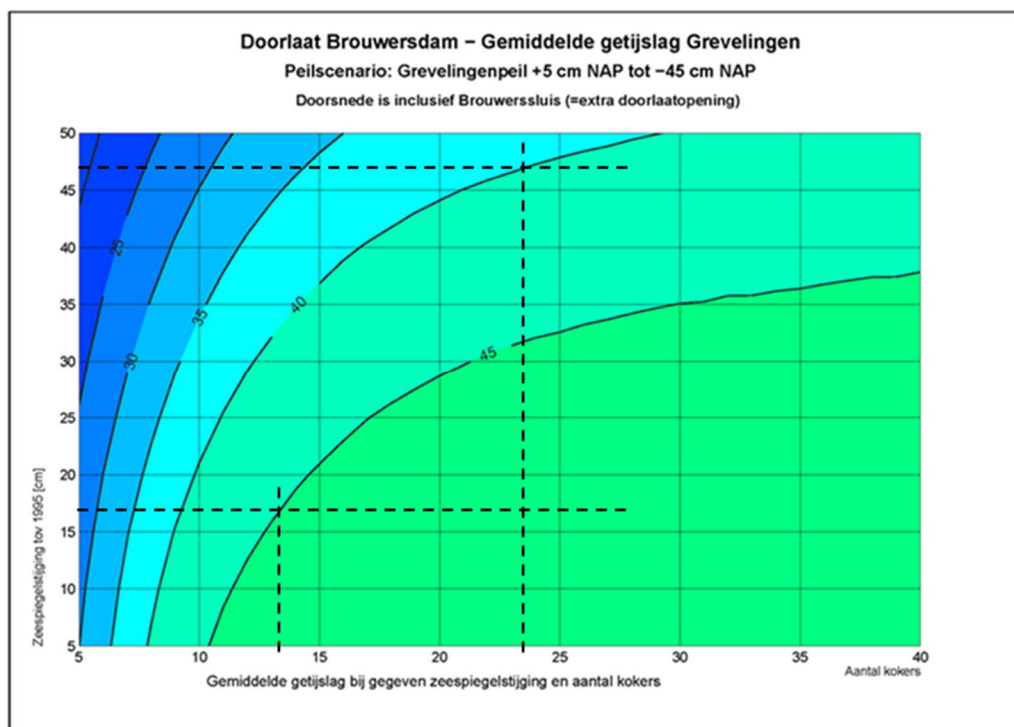
Nota Bene: De hieronder getoonde grafieken moeten worden gecorrigeerd voor de waarden van de zeespiegelstijging op de verticale of horizontale as. Zoals in het Memo Klimaatrobustheid, 2009 versus 2008 is berekend, moeten de getallen met 7 cm worden verminderd. Dat betekent dat de waarde van 47 cm op de niet gecorrigeerde as overeenkomt met 40 cm zeespiegelstijging. De waarde van 17 cm op de niet gecorrigeerde as komt overeen met 10 cm zeespiegelstijging, zie de onderbroken zwarte lijnen in de grafieken.

Er is uit het oogpunt van tijd en geld en omdat is overgestapt op 2008 als 'rekenjaar' niet voor gekozen de grafieken opnieuw te maken aan de hand van nieuwe berekeningen met de tijdreeksen van 2009.

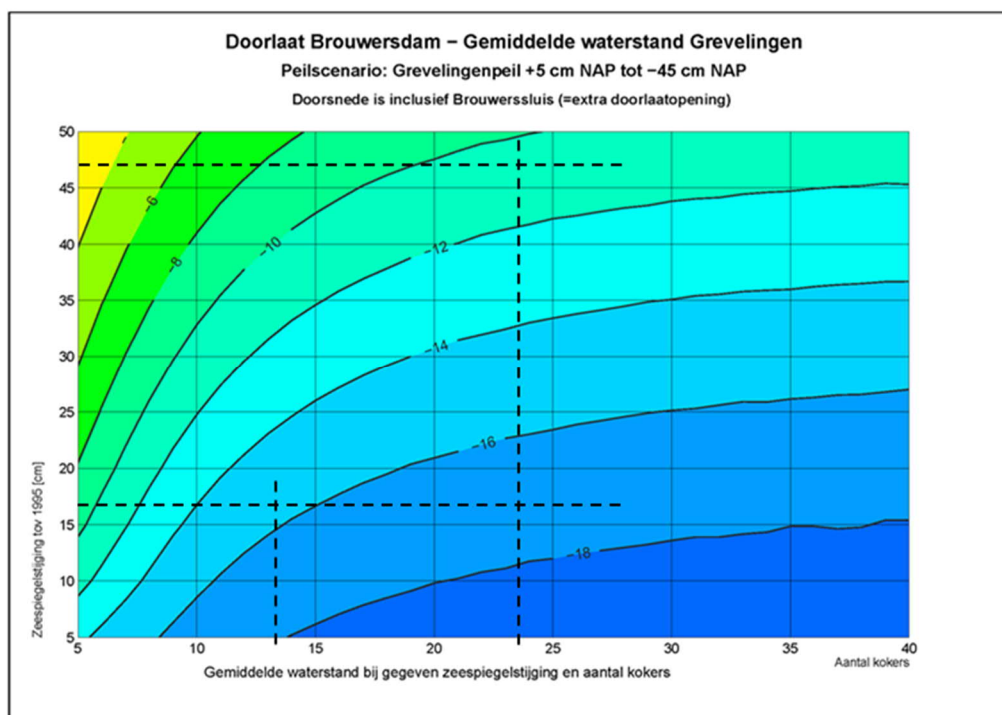
Alle hieronder gepresenteerde berekeningen zijn uitgevoerd met een (0D) waterbalansmodel, uitgaande van een doorlaatmiddel bestaande uit meerdere kokers van 8 x 8 m² en een afvoercoëfficiënt van 1,1.

I. In verkennende berekeningen door Piet Lievense van RWS ZD is gekeken naar het peilbeheer op de Grevelingen met een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam volgens de uitgangspunten in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer: getijslag van maximaal 50 cm bij een gemiddelde waterstand van NAP – 0,20 meter (i.e. het huidige gemiddelde peil).

Bij deze berekeningen is gestuurd op NAP + 0,05 meter als 'hoogwaterstand' en een getijverschil van (maximaal) 50 cm. De sommen zijn gemaakt voor verschillende combinaties van zeespiegelstijging en doorlaatmiddelgrootte met als invoer de opgetreden waterstanden op zee (bij de Brouwersdam) en de Oosterschelde (bij de Grevelingendam) in het jaar 2009. Uit de grafieken in figuur 5a en b zijn relevante berekeningsresultaten af te leiden.



Figuur 5a. Berekend verband tussen zeespiegelstijging en gemiddelde getijslag bij peilbeheer met behulp van een doorlaatmiddel van verschillende grootte (aantal kokers van 8 x 8 m²) bij sturing op NAP + 0,05 en NAP - 0,45 meter. (Berekeningen Piet Lievens, 2018; waarden op verticale as moeten met 7 cm worden verminderd.)



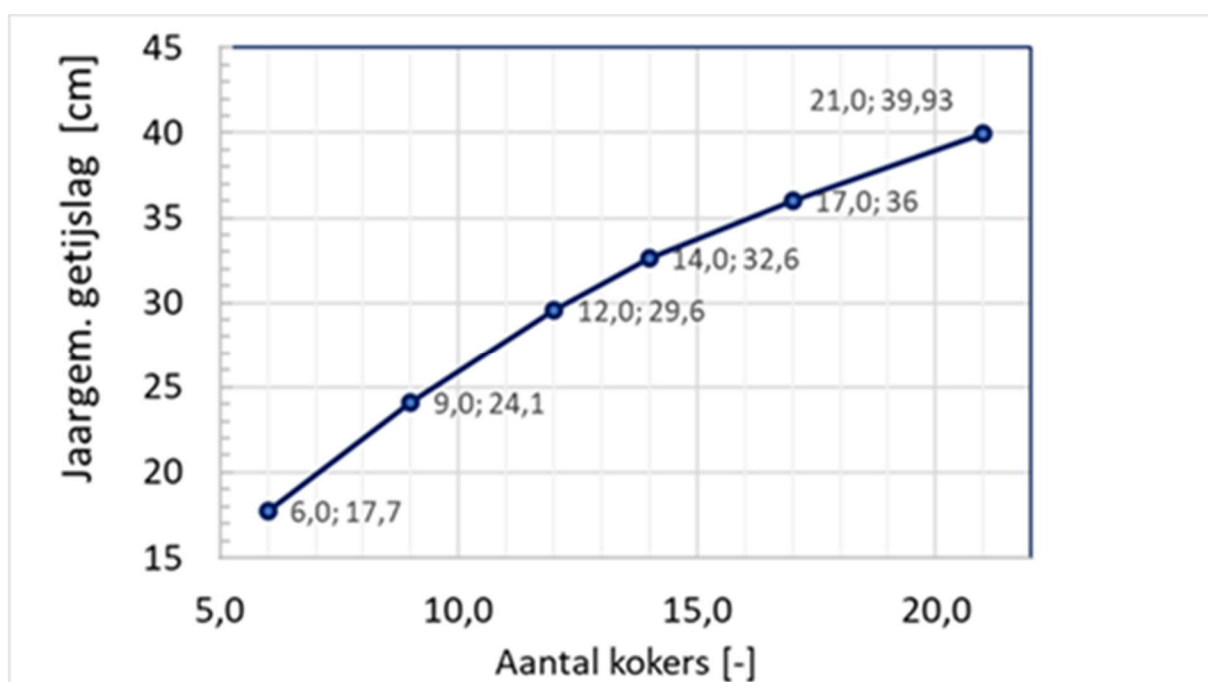
Figuur 5b. Berekend verband tussen zeespiegelstijging en gemiddelde waterpeil bij peilbeheer met behulp van een doorlaatmiddel van verschillende grootte (aantal kokers van 8 x 8 m²) bij sturing op NAP + 0,05 en NAP - 0,45 meter. (Berekeningen Piet Lievens, 2018; waarden op verticale as moeten met 7 cm worden verminderd.)

Nota Bene: figuren 5a en 5b zijn gemaakt aan de hand van vereenvoudigde berekeningen die (nog) geen

rekening houden met een realistische sturing van het kunstwerk en realistisch verloop van de wateruitwisseling in de tijd.

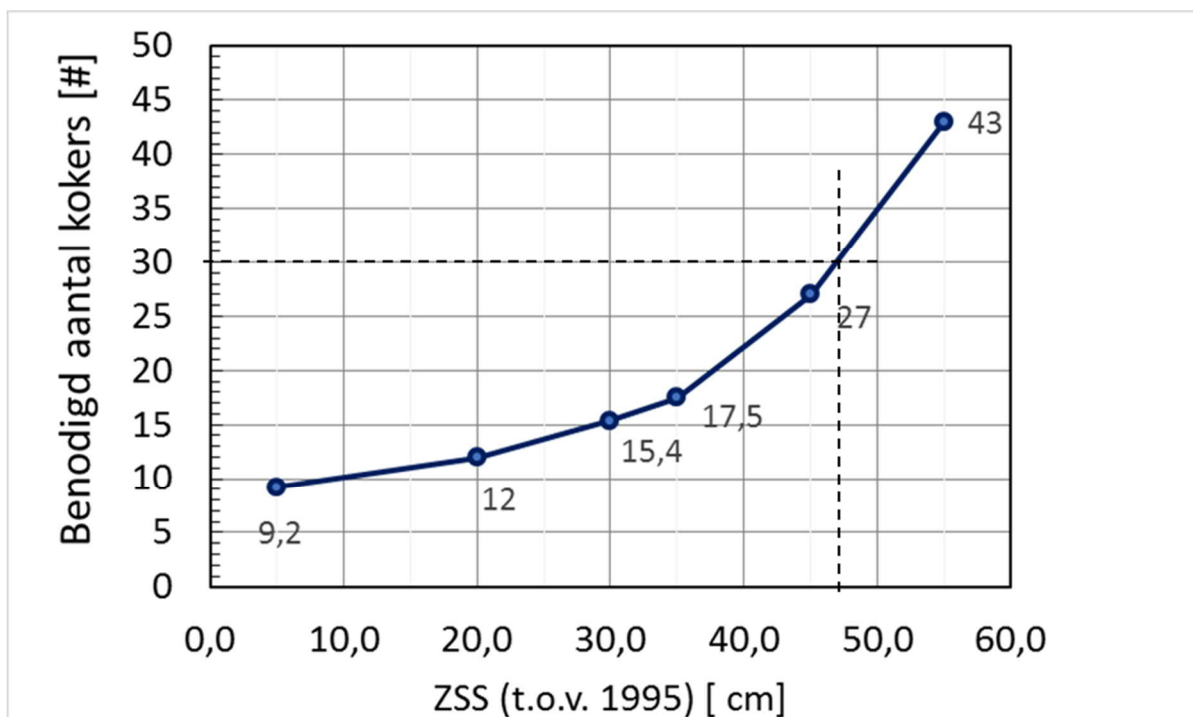
Bovenstaande berekeningsresultaten laten zien dat het instellen van een gemiddelde getijslag van ongeveer 45 cm, bij ingebruikname van het doorlaatmiddel in 2025 (ongeveer 10 cm zeespiegelstijging t.o.v. 1995), mogelijk is met een omvang van minstens 13 kokers. Echter, om vanaf ingebruikname van het doorlaatmiddel een gemiddelde waterstand van NAP - 0,20 meter te krijgen is zelfs een kokeraantal van 40 niet toereikend. Bij een doorlaatmiddel met (afgerond) 24 kokers kan na 40 cm zeespiegelstijging een getijverschil van 40 cm overblijven. De gemiddelde waterstand op de Grevelingen loopt hierbij op tot iets hoger dan NAP - 0,11 meter.

II. Berekeningen van Jacob van Berkel van Entry met behulp van dezelfde rekenregels, waarbij tevens strak gestuurd is op het vasthouden van de gemiddelde waterstand van NAP - 0,20 meter, laten zien dat volgens deze sturing bij een kokeraantal van 13 de gemiddelde getijslag niet hoger wordt dan ongeveer 31 cm. Zie figuur 6a.



Figuur 6a. Verband tussen doorlaatmiddelgrootte en gemiddelde getijslag volgens berekeningen Jacob van Berkel; sturing op gemiddeld peil NAP -20 cm, max. peil NAP + 5 cm, min. peil NAP -45 cm. Ter verduidelijking: het eerste getal bij de berekende punten geeft het aantal kokers aan; het tweede getal de gemiddelde getijslag in cm.

Verder blijkt uit de berekeningen van Jacob van Berkel dat bij het vasthouden van de gemiddelde waterstand een doorlaatmiddel met 30 kokers benodigd is om een getijslag van minimaal 40 cm te realiseren bij een zeespiegelstijging van 40 cm, zie figuur 6b. Dit zijn 6 kokers meer dan volgens de peilsturing in de berekeningen van Piet Lievense waarbij de gemiddelde waterstand niet wordt gefixeerd op NAP -0,20 meter, maar langzaam mag oplopen.



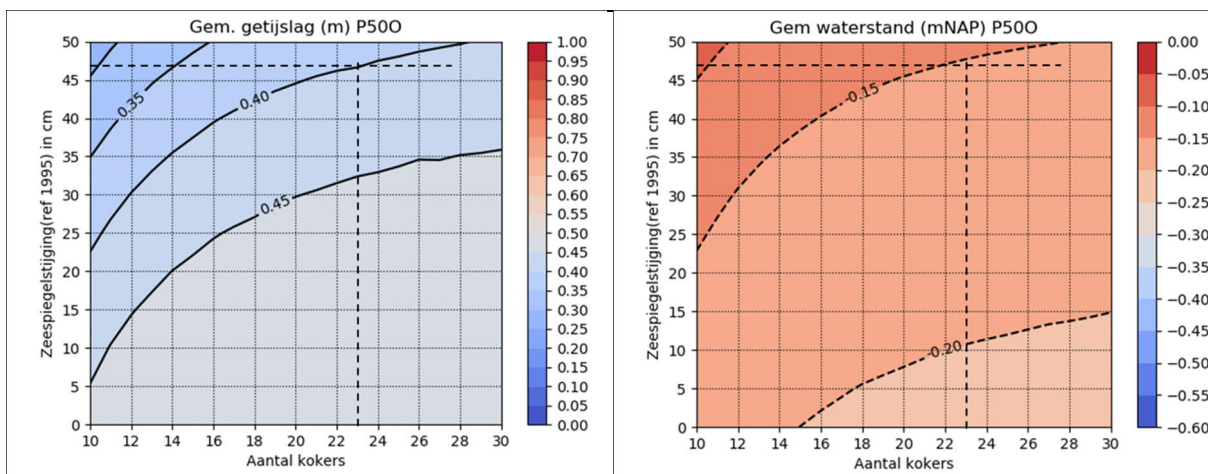
Figuur 6b. Verband tussen zeespiegelstijging en doorlaatmiddelgrootte volgens berekeningen Jacob van Berkel; sturing op gemiddeld peil (NAP -20 cm), max. peil NAP + 5 cm, min. peil NAP -45 cm, en gemiddelde getijslag 40 cm. Waarden op horizontale as moeten met 7 cm worden verminderd.

III. Met Deltares is vervolgens gekeken naar een verbeterde modelaanpak, met een realistisch bedieningsregime voor het doorlaatmiddel. Bovendien is gezocht naar een methode om de inzet van het aantal kokers van het doorlaatmiddel te optimaliseren. Deze optimalisatie is gevonden via 'predictive control'. Hierbij wordt één getijcyclus vooruitgekeken (in de sommen via de gemeten tijdreeksen, in de toekomstige praktijk aan de hand van verwachtingen daarvan) en berekend welke inzet van kokers benodigd is om optimaal te voldoen aan de eisen voor het peilbeheer, maximaal 50 cm getij en 'hoogwater' niet boven NAP + 0,05 meter.

In figuur 7a en b staan berekeningsresultaten met de verbeterde modelaanpak.

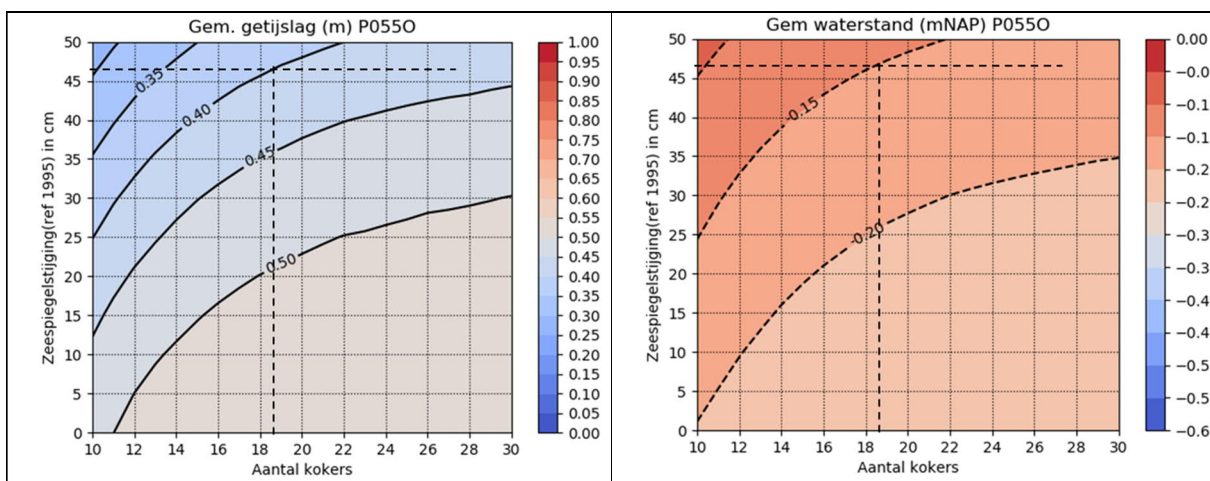
Figuur 7a toont resultaten van berekeningen met 'predictive control' waarbij alleen gestuurd is op 'hoogwater' van NAP + 0,05 meter en 'laagwater' van NAP - 0,45 meter.

Af te lezen is dat nu een kokeraantal van 23 benodigd is om bij 40 cm zeespiegelstijging nog 40 cm getijverschil te bereiken. De gemiddelde waterstand op de Grevelingen loopt daarbij op naar NAP - 0,15 meter. Ook toont de rechtergrafiek dat, om met een gemiddelde waterstand van NAP - 0,20 meter te starten na realisatie en deze zo lang mogelijk te kunnen vasthouden, een nog groter doorlaatmiddel benodigd is, maar dat zelfs met 30 kokers de gemiddelde waterstand oploopt tot bijna NAP - 0,15 meter.



Figuur 7a. Berekeningsresultaten voor gemiddelde getijslag en gemiddelde waterstand met toepassing van 'predictive control' (optimalisatie inzet doorlaatmiddel) voor combinaties van doorlaatmiddelaafmetingen (aantal kokers) en zeespiegelstijging t.o.v. 1995, met sturing op NAP + 0,05 en NAP - 0,45 meter. (Memo Deltares 18 december 2018; waarden op de verticale as moeten met 7 cm worden verminderd)

In figuur 7b staan de resultaten van berekeningen waarbij de ondergrens ('laagwaterstand') is verruimd naar NAP - 0,50 meter. Nu blijkt een kokeraantal van 19 te volstaan om 40 cm zeespiegelstijging op te vangen, met een gemiddelde waterstand op de Grevelingen onder NAP - 0,15 meter.



Figuur 7b. Berekeningsresultaten voor gemiddelde getijslag en gemiddelde waterstand met toepassing van 'predictive control' (optimalisatie inzet doorlaatmiddel) voor combinaties van doorlaatmiddelaafmetingen (aantal kokers) en Zeespiegelstijging t.o.v. 1995, met sturing op NAP + 0,05 en NAP - 0,50 meter. (Memo Deltares december 2018; waarden op de verticale as moeten met 7 cm worden verminderd)

Onderstaande tabel vat de resultaten van de modelberekeningen samen, bij het voldoen aan het in dit memo beschreven uitgangspunt van klimaatrobustheid.

Resultaten modelberekeningen bij 40 cm getijslag en 40 cm zeespiegelstijging	Piet Lievens	Entry	Deltares predictive control (I)	Deltares predictive control (II)
Benodigd aantal kokers	24	30	23	19
Gemiddeld peil t.o.v. NAP (cm)	-11	-20	-15	-15

Concluderend over het peilbeheer

Optimalisatie van de inzet van het doorlaatmiddel met behulp van 'predictive control', het loslaten van de ondergrens van NAP – 0,45 meter en het toestaan van een langzaam oplopende gemiddelde waterstand levert substantiële besparingen op voor de omvang en daarmee de kosten van het doorlaatmiddel. Het stijgen van de gemiddelde waterstand op de Grevelingen blijft beperkt tot circa 5 cm, wanneer op zee de gemiddelde waterstand met 40 cm is toegenomen.

8 Keuzes voor klimaatrobustheid en peilbeheer

Bovenstaande beschouwingen geven aanleiding tot de volgende keuzes als uitgangspunt voor de klimaatrobustheid van het peilbeheer en het daarvoor benodigde doorlaatmiddel.

1. Effectief peilbeheer met functioneel doorlaatmiddel tot 40 cm zeespiegelstijging ten opzichte van 1995;
2. Bij 40 cm zeespiegelstijging is nog effectief peilbeheer mogelijk met gemiddeld 40 cm getijverschil;
3. Hoogste waterstand bij getijbeweging mag - op het gehele meer - het niveau van NAP + 0,05 meter niet overschrijden;
4. Laagste waterstand bij getijbeweging mag - op het gehele meer - het niveau van NAP – 0,45 meter enkele centimeters onderschrijden, tot NAP – 0,50 meter;
5. Gemiddelde peil op de Grevelingen zo lang als mogelijk vasthouden op NAP – 0,20 meter, maar enkele centimeters verhoging als gevolg van het vertraagd meestijgen met de zeespiegelstijging is toegestaan.

Bij de keuzes onder 4 en 5 wordt afgeweken van de uitgangspunten in de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. Hierin is immers (impliciet) uitgegaan van het handhaven van de laagwaterstand en het gemiddelde peil op respectievelijk NAP – 0,45 en NAP – 0,20 meter.

Bij de keuze van de uitgangspunten voor waterpeilen op het Grevelingenmeer volgens 3, 4 en 5 in bovenstaande opsomming, kan er dus bespaard worden op het aantal kokers van een doorlaatmiddel en daarmee op de kosten. De vraag is of deze kostenbesparing opweegt tegen de eventuele extra kosten door een hoger gemiddeld peil en/of een lager minimumpeil. Deze analyse kan gemaakt worden als de consequenties hiervan bekend zijn en in geld kunnen worden uitgedrukt. Dit vergt nog enige studie, die bij het afronden van de verkenningsfase is opgepakt en in de planuitwerkingsfase moet worden afgerond (met behulp van de MKBA).

In de verkenningsfase wordt op een rij gezet wat het verschil is in klimaatrobustheid (in termen van opvangen zeespiegelstijging), effectiviteit van het peilbeheer, grootte en kosten van het doorlaatmiddel en de eventuele negatieve effecten op de natuur, bij het hanteren van de hier voorgestelde uitgangspunten ten opzichte van die volgens de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer. Op basis van deze vergelijking kan dan een definitieve keuze gemaakt worden van de te hanteren uitgangspunten bij klimaatrobustheid van de varianten.

9 Optimalisatie peilbeheer met het oog op N2000 doelen

In de quick scan naar de gevolgen van het peilbeheer met getij volgens de ontwerp-Rijksstructuurvisie Grevelingen en Volkerak-Zoommeer is gekeken naar de gevolgen van een dergelijk regime voor de N2000-doelen volgens het Aanwijzingsbesluit (2013). De voorlopige conclusie luidt dat de negatieve effecten voor de bovenwaternatuur dermate groot zijn dat er een fors pakket aan mitigerende en compenserende maatregelen zou moeten worden getroffen, tegen hoge kosten.

Dit heeft geleid tot het opstellen van alternatieve peilscenario's waarmee de negatieve effecten op de N2000-doelen van getij aanzienlijk verminderd zouden kunnen worden. Bij het onderzoek hiernaar door Deltares en WMR (eerste helft 2019) worden de uitgangspunten voor aangehouden zeespiegelstijging en minimale getijslag (beide 40 cm) aangehouden. Het niveau van de waterstanden (peilgrenzen voor hoog- en laag water, gemiddelde waterpeil) wijkt af in de nieuwe scenario's, deze gaan met ongeveer 10 cm naar beneden. Het onderzoek zal uitwijzen of hierbij nog steeds een klimaatrobuust peilbeheer mogelijk is en welke afmetingen van het doorlaatmiddel hiervoor benodigd zijn.

Resultaten van het onderzoek van Deltares en WMR in de eerste helft van 2019 laten zien dat met een peilbeheerscenario waarbij een getijslag van 40 cm rond een gemiddeld (streef)peil van NAP -0,30 meter de minste schade aan Natura2000-doelen wordt veroorzaakt. Hierbij is uitgegaan van een doorlaatmiddel met 12 kokers waarvan de kosten binnen het beschikbare budget passen. Bij aanvang (mogelijk in 2025, met een verwachte zeespiegelstijging van 10 cm) wordt met deze combinatie van doorlaatmiddel en peilbeheerscenario volgens de berekeningen van Deltares een gemiddelde getijslag van 37 cm gerealiseerd. Strikt genomen wordt hiermee niet voldaan aan de in dit memo geformuleerde uitgangspunten voor klimaatrobuustheid. Om wel te kunnen voldoen zouden direct al pompen of pompturbines ingezet moeten worden. Er zijn hiervoor in dit stadium echter onvoldoende publieke middelen beschikbaar.

Met een adaptieve (investerings)strategie kan klimaatrobuustheid in fasen worden gerealiseerd. Uitgaande van Klimaatscenario G zouden hierbij vanaf ongeveer 2040 maatregelen moeten worden getroffen, in de vorm van technische ingrepen, zoals het inzetten van pompen of pompturbines, en/of het aanpassen van het peilbeheer.

VERGADERVERSLAG

Bijlage bij memo *Mogelijke keuzes van uitgangspunten voor Klimaatrobuustheid*

Bijeenkomst: Uitwisseling informatie werkverband Getij Grevelingen
Afschrift aan: Kernteam Grevelingen

Deelnemers: Loes de Jong
René Boeters
Paul Paulus
Bart van der Roest
Christine Lammerts
Mans Jansen
Jip van Peijpe
Erik Jan van der Meer
Marianne Nijenbanning
Wouter Muggé
Ben Spiering
Eric Caspers
Cees Siermann

Afwezig: Ingrid Schrauwen
Gert Jan Hof
John van Loenhout
Arthur de Boom
Saskia Huijs
Andreas Heutink
Matthijs Mahler
Loek van Schie

Opgemaakt door: Wouter
Aantal pagina's: 4

Kenmerk: Getij Grevelingen
Datum: 19-09-2018
Status : Concept

In het kader van informatie-uitwisseling tussen de werksporen van het werkverband Getij Grevelingen worden sessies georganiseerd waarin werksporen hun nieuwe bevindingen/resultaten presenteren aan het werkverband. Daarnaast is er ruimte voor discussie en het doorhakken van knopen. Deze week een presentatie over de verschillende varianten in combinatie met de zeespiegelstijging en de toekomstige getijslag op de Grevelingen en wat dit betekent voor mitigerende maatregelen.

1. Algemene punten:
 - Cees Siermann (Prov. Zuid-Holland) schuift aan bij dit overleg. Hij is gevraagd door Stephanie om het werkspoor Communicatie en Marketing te komen ondersteunen.
 - Marianne deelt mee dat Matthijs helaas niet aanwezig kan zijn i.v.m. griep.

VERGADERVERSLAG

2. Varianten en Zeespiegelstijging

Om dit onderwerp te bespreken hebben Paul en René een presentatie opgesteld. Afbeeldingen hieruit worden in dit verslag gebruikt ter verduidelijking van de onderwerpen.

Het doel van de sessie van vandaag is om-

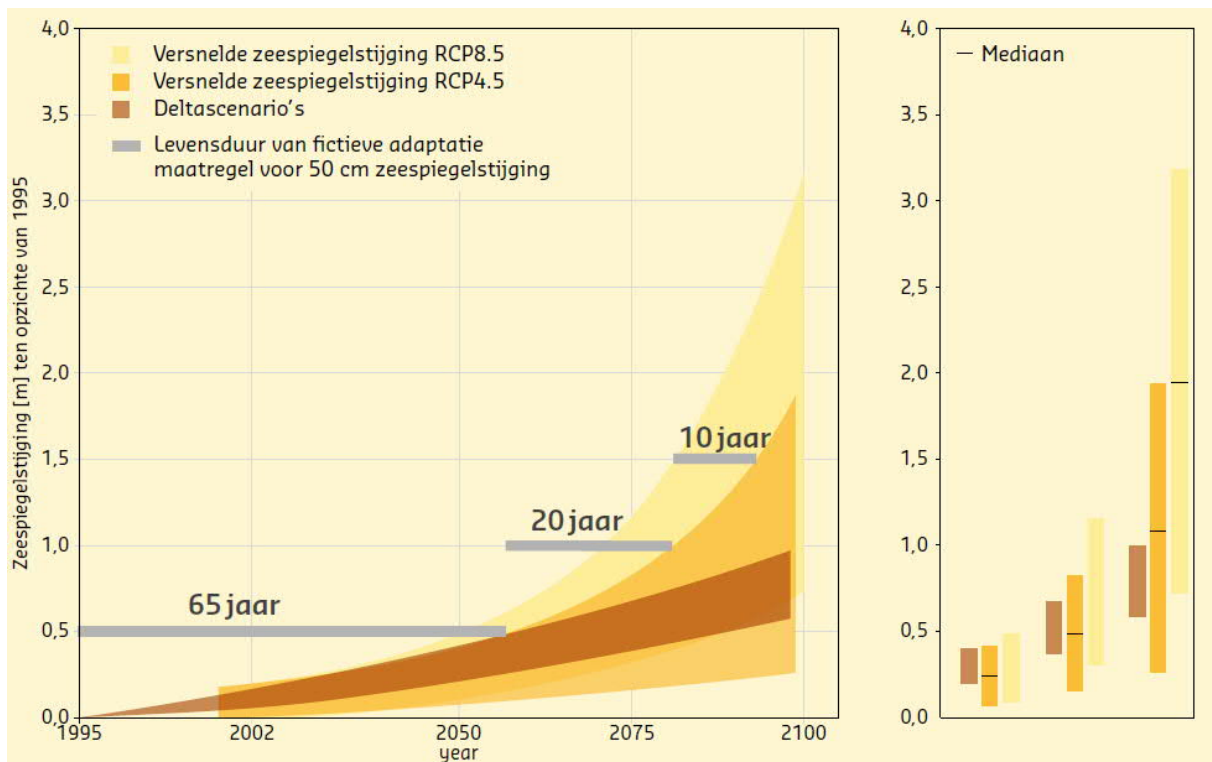
- Alle deelnemers uitleg te geven over hoe de doelstellingen voor een betere waterkwaliteit vertaald zijn naar uitgangspunten mbt peilbeheer
- Gezamenlijk besluit te nemen over wat te verstaan onder max 50 cm getijslag uit de RGV
- Gezamenlijk besluit te nemen over met hoeveel zeespiegelstijging rekening gehouden wordt bij het afronden van de verkenningfase.

Ter verduidelijking zijn de drie verschillende varianten uit de opdrachtbrief nog een keer op een rij gezet:

- Variant 1: Een doorlaatmiddel uitsluitend gericht op uitwisseling en herstel van gedempt getij;
- Variant 2: Een getijdencentrale met doorlaatfunctie en dus breder doorlaatmiddel;
- Variant 3: Een breder doorlaatmiddel zoals bij Variant 2, maar dan nog zonder getijdencentrale. Optie om deze later in te bouwen.

Klimaatrobuustheid is een uitgangspunt bij alle bovenstaande varianten. Bij Variant 2 en Variant 3 wordt hier direct in het ontwerp van het doorlaatmiddel/getijdencentrale rekening mee gehouden. Dat betekent in de praktijk een grotere dimensionering bij de openstelling van het doorlaatmiddel, maar zo behoudt het object zijn functie bij een bepaalde zeespiegelstijging. Voor Variant 1 betekent het uitgangspunt klimaatrobuustheid dat hier voorafgaand wel rekening mee wordt gehouden, maar dat dit niet terugkomt in het ontwerp zoals bij Variant 2 en Variant 3. Variant 1 voldoet bij de openstelling aan een bepaalde wateruitwisseling, maar van te voren is vastgesteld dat op een x-moment in de tijd het object niet meer zal voldoen i.v.m. zeespiegelstijging. Vanaf dat moment zijn aanpassingen aan het object (bijv. meer kokers) of het systeem (bijv. opzetten middenpeil / maximaal peil Grevelingen) noodzakelijk om de functie van het doorlaatmiddel, het verbeteren en in stand houden van de vereiste waterkwaliteit, te behouden.

VERGADERVERSLAG



Figuur 1: Illustratie van de verkleining van de functionele levensduur van adaptatiemaatregelen aan 0,5 m stijging van de zeespiegel. Deze illustratie geldt voor de bovenwaarde van RCP4.5 en de middenwaarde van RCP8.5 (Deltares, 2018)

Bovenstaande Figuur 1 geeft inzicht in de verwachte zeespiegelstijging volgens de deltasenario's en de klimaatscenario's RCP4.5 en RCP8.5. Deze figuur is gehanteerd tijdens het overleg voor het bepalen van een zeespiegelstijging om als uitgangspunt te kiezen tijdens de kwartiermakersfase.

Voor de bestuurders is het belangrijk om een kosten-baten analyse te maken ten opzichte van de zeespiegelstijging en de functionaliteit van het doorlaatmiddel. Oftewel: voor hoelang behoudt het object, waar in geïnvesteerd wordt, zijn functie met behoud van de uitgangspunten uit de RGV.

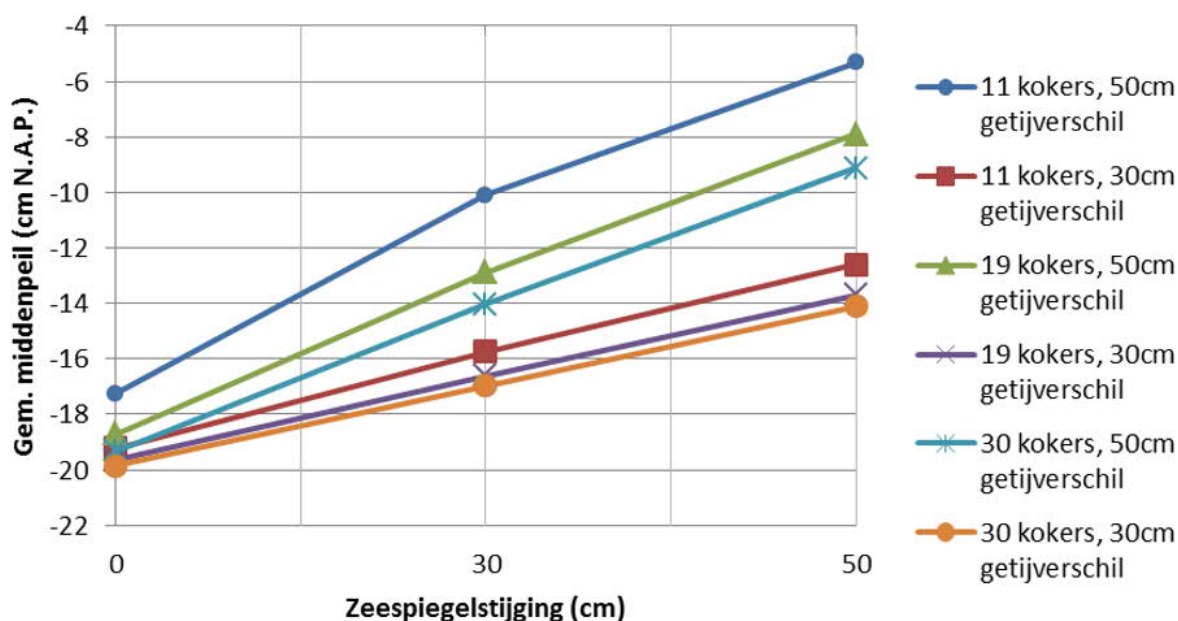
Tijdens het overleg is besloten om in de kwartiermakersfase met 40 centimeter zeespiegelstijging te gaan werken, omdat dit ongeveer de verwachte zeespiegelstijging is aan de bovenkant van het klimaatscenario in 2050 (zie Figuur 1).

Met dit getal zullen vervolgens uitgebreide berekeningen worden gemaakt, denk hierbij aan de kosten-baten analyse en op welk punt in de tijd de varianten hun functionaliteit verliezen. Functionaliteit is in dit geval het uitwisselen van voldoende water van de Noordzee met het water op de Grevelingen om zo de waterkwaliteit te garanderen. Daarnaast moet ook een inzicht gegeven worden in wat 40 centimeter zeespiegelstijging betekent voor het aantal dagen dat er geen getij kan plaatvinden op de Grevelingen (i.v.m. te hoog eb-peil Noordzee) en vanaf welk moment je het middenpeil / maximaal peil op de Grevelingen niet meer kan handhaven.

Onderstaande Figuur 2 en Figuur 3 geven een beeld wat de zeespiegelstijging betekent t.o.v. het middenpeil in de Grevelingen (Figuur 2) en de te behalen gemiddelde getijslag (Figuur 3) bij verschillende uitvoeringen/grootte van de varianten.

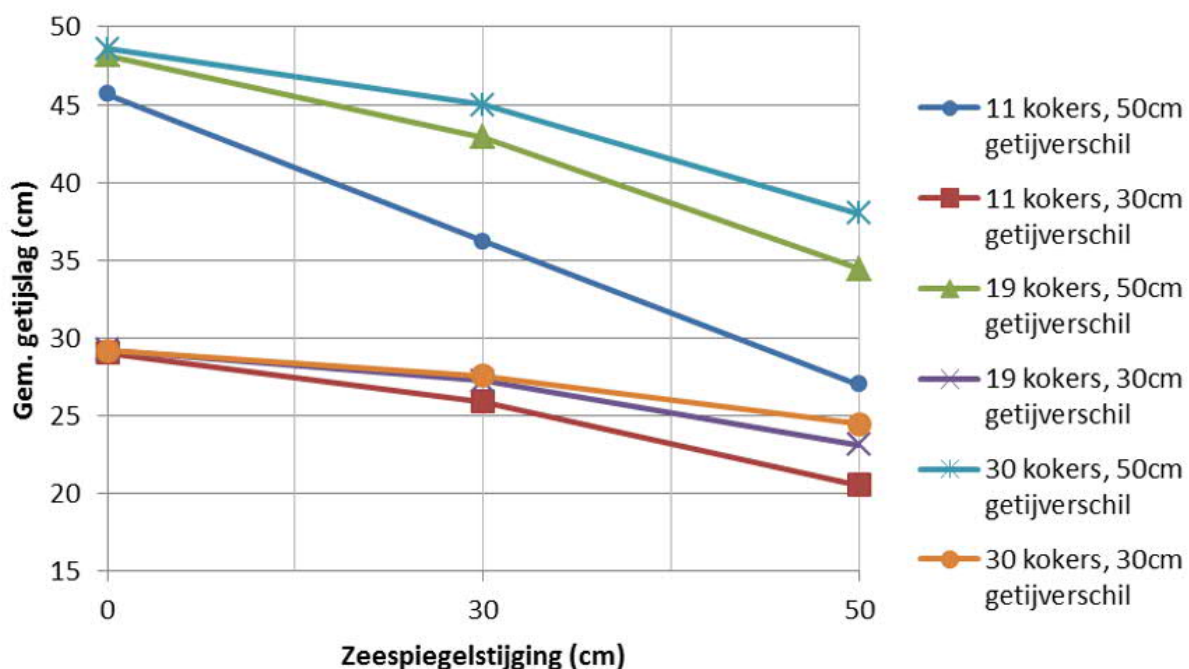
VERGADERVERSLAG

Behaalde gem. middenpeil per grootte doorlaat en gedimensioneerde getijslag



Figuur 2: Behaalde gem. middenpeil per grootte doorlaat en gedimensioneerde getijslag (Piet Lievense, 2018)

Behaalde gem. getijslag per grootte doorlaat en gedimensioneerde getijslag



Figuur 3: Behaalde gem. getijslag per grootte doorlaat en gedimensioneerde getijslag (Piet Lievense, 2018)

Bovenstaande figuren zijn gemaakt aan de hand van vereenvoudigde berekeningen die geen rekening houden met een realistische sturing van het kunstwerk en realistische waterverplaatsing. Paul en René gaan in overleg

VERGADERVERSLAG

met Deltares om te kijken wat een beter, meer dimensionaal, model is om de sommen nog een keer te maken met een realistisch bedieningsregime en de benodigde ruimtelijke spreiding van de waterstandvariaties.

3. Getijslag en mitigerende en compenserende maatregelen

Erik Jan ligt toe dat er een groot verschil is tussen mitigerende maatregelen en compenserende maatregelen.

Alleen wanneer er effectief sprake is van ecologische mitigatie of compensatie ten aanzien van het behoud van natuurwaarden lokaal tot regionaal, kan of mag in principe ontheffing van de natuurwet- en regelgeving worden verleend.

Mitigatie: een mitigerende maatregel voorkomt dat de natuurlijke kenmerken worden aangetast of deze aantasting aanzienlijk vermindert. (Bijvoorbeeld dijkje bouwen om natuurgebied om te beschermen tegen hogere waterstand).

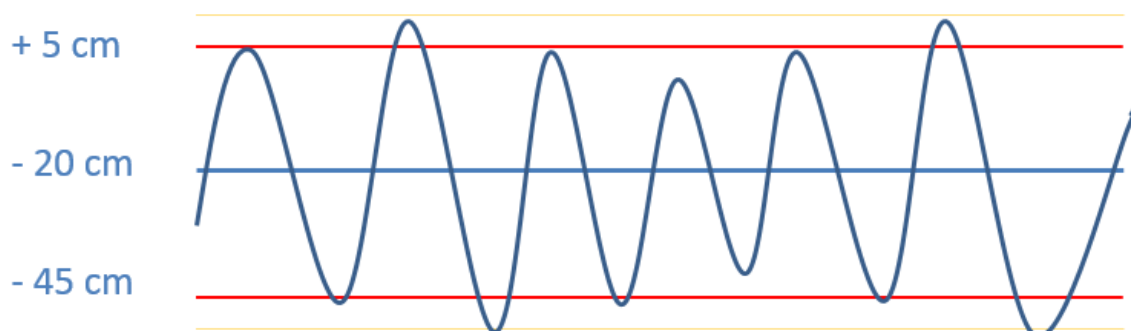
Compensatie: Compensatie van negatieve effecten op Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen mag slecht onder strenge voorwaarden:

- Zwaarwegend maatschappelijke belang;
- Geen alternatief;
- Kansrijke compensatie voor de betreffende natuurwaarden.

Voor het bestuur is een overzicht van voorbeelden, kosten en haalbaarheid van de mitigerende en compenserende maatregelen nodig. Daarnaast is een eenduidige beslissing nodig vanuit het werkverband met welke getijslag we gaan werken: 30 centimeter of 50 centimeter.

Het werkverband stemt in om een getijslag van maximaal 50 centimeter te gebruiken, omdat dit ook gehanteerd wordt in de ontwerp-rijksstructuurvisie.

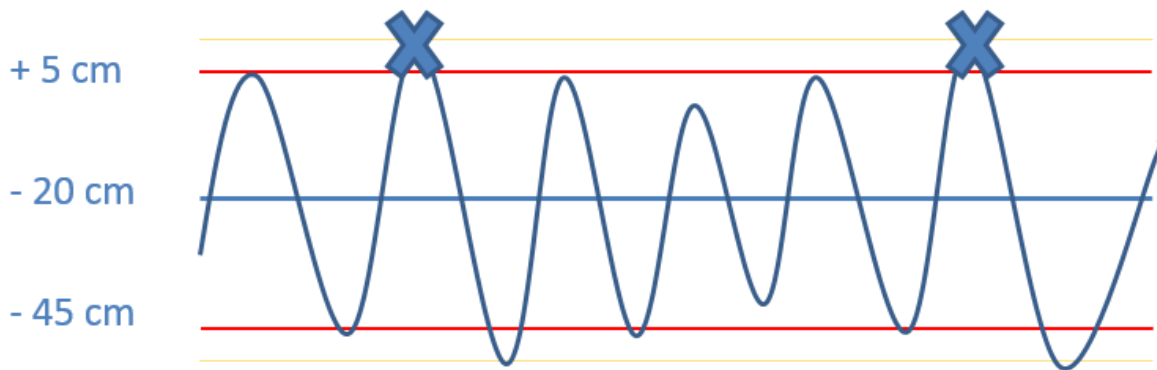
Paul legt aan de hand met afbeeldingen uit wat dit in de praktijk betekent. Er is namelijk een verschil tussen een maximale getijslag en een gemiddelde getijslag. Onderstaande Figuur 4 en Figuur 5 geven daar meer inzicht over:



Figuur 4: Gemiddelde getijslag van 50 centimeter

Bovenstaande Figuur 4 geeft een gemiddelde getijslag van 50 centimeter weer. Zoals te zien is in de figuur, worden hierbij de minimale grenswaarde van NAP -0,45m en NAP +0,05m af en toe overschreden en af en toe niet gehaald (bijvoorbeeld als gevolg van spring- en doottij). Dit leidt vervolgens tot een gemiddelde getijslag van 50 centimeter.

VERGADERVERSLAG



Figuur 5: Maximale getijslag van 50 centimeter incl. scheefstand

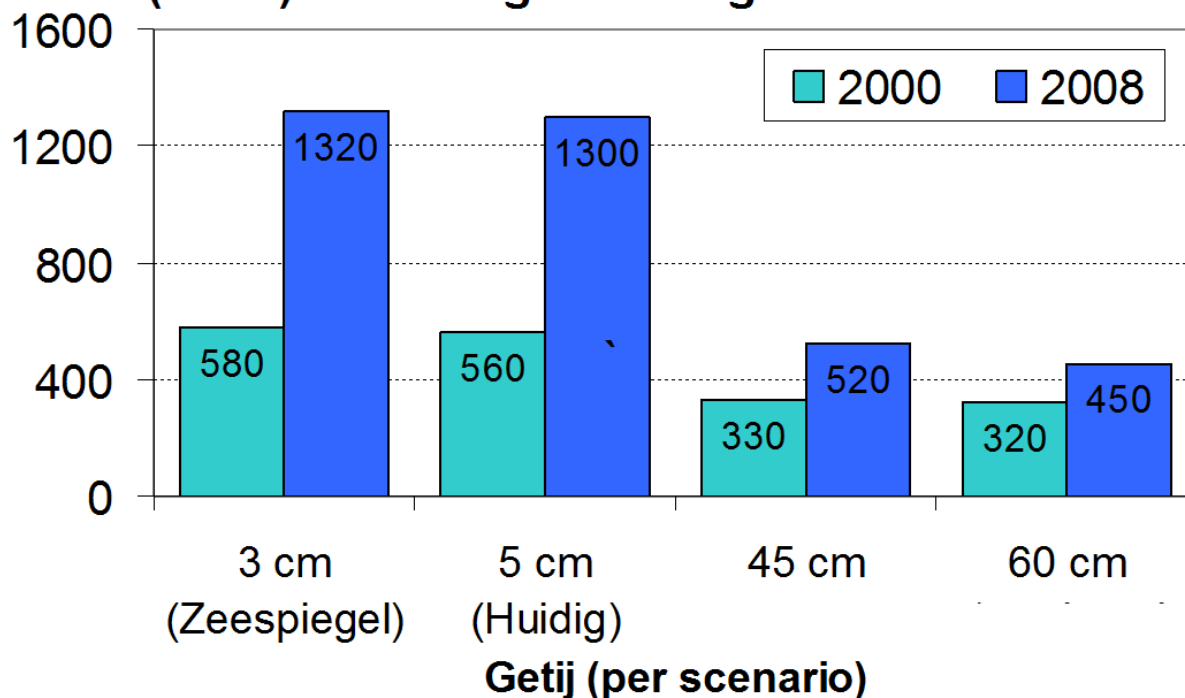
Bovenstaande Figuur 5 geeft een maximale getijslag van 50 centimeter weer incl. scheefstand. Hierbij wordt de bovengrens van NAP +0,05m hard gehandhaafd. Het is niet toegestaan dat het peil op het Grevelingenmeer hier boven uit komt. Dit wordt bewerkstelligd doormiddel van sturing van het doorlaatmiddel. Het is wel toegestaan voor de waterstand om te zakken onder de ondergrens van NAP -0,45m. Af en toe zal het voorkomen dat zowel de bovengrens (NAP +0,05m) als de ondergrens (NAP -0,45m) niet gehaald wordt (bijvoorbeeld als gevolg van doodtij). Op deze manier levert een maximale getijslag van 50 centimeter (incl. scheefstand) een gemiddelde getijslag van minder dan 50 centimeter op.

De verwachting is dat als gevolg van de zeespiegelstijging in de loop van de tijd het middenpeil op de Grevelingen van NAP -0,20m niet te handhaven is. Dit betekent dat deze omhoog gaat, met als gevolg dat de ondergrens van NAP -0,45m meestijgt. Dit betekent twee dingen:

- Omdat de bovengrens niet mee kan stijgen met het middenpeil, zal in de loop van de tijd minder debiet door het doorlaatmiddel gaan. Er moet nog uitgezocht worden wat gevolg hiervan is op de onderwaternatuur. Het zou kunnen zijn dat tegen de tijd dat dit voorvalt, de onderwaternatuur in de Grevelingen al dermate is hersteld dat minder uitwisseling met zuurstofrijkwater vanuit de Noordzee geen problemen oplevert.
- Wanneer het middenpeil van de Grevelingen omhoog gaat en de ondergrens stijgt mee, betekent dit mogelijk een toename van zoute kwel voor de landbouw.

VERGADERVERSLAG

Areaal (in ha) met 7 dagen < 3 mg/l



Figuur 6: Areaal (in ha) met 7 dagen < mg_{zuurstof}/l

Bovenstaande Figuur 6 geeft een beeld van het effect van getijslag op de Grevelingen. De figuur geeft voor 4 verschillende getijsscenario's weer hoeveel areaal (in ha) het voor 7 dagen moet stellen met minder dan 3 mg zuurstof per liter. Het is te zien dat een getijslag van 45 centimeter aanzienlijk effect heeft op de huidige situatie, maar daarna het effect van een grotere getijslag sterk afneemt. De verachting is dat een getijslag van gemiddeld 40 centimeter voldoende is om de waterkwaliteit in de Grevelingen te verbeteren.

Tijdens het overleg is afgesproken om te werken met een maximale bovengrens van 0,05m +NAP, wat resulteert in een gemiddelde getijslag van minder dan 50 centimeter op de Grevelingen.

Wel wordt er gekeken om de ondergrens eventueel nog lager te laten zakken, om de gemiddelde getijslag **hoger/dichter bij 50 centimeter** en de gemiddelde middenstand **lager** uit te laten komen. Vervolgens wordt er met deze getijslag dan gekeken naar welke mitigerende en compenserende maatregelen nodig zijn en wordt een schatting gemaakt van de kosten. Vervolgens wordt gekeken naar de haalbaarheid van de maatregelen binnen de natuurbeschermingswet.