

# MIRT-VERKENNING GREVELINGEN

Verkenningennota – Resultaten & Conclusies



*Mei 2012*

## **Inhoudsopgave**

Voorwoord	<b>2</b>
1 Inleiding	<b>3</b>
1.1 Doel Verkenningennota	3
1.2 Achtergrond MIRT-Verkenning Grevelingen	4
1.3 Opzet MIRT-Verkenning Grevelingen en leeswijzer	6
2 Uitgangssituatie	<b>7</b>
2.1 Historie	7
2.2 Probleemanalyse en uitgangssituatie	8
3 Werkwijze en fasering	<b>12</b>
3.1 Nota Reikwijdte en detail	12
3.2 Analyse fase	14
4 Resultaten ingrepen Grevelingen	<b>15</b>
4.1 Inleiding	15
4.2 Doorlaat Brouwersdam – herstel gedempt getij	16
4.2.1 Bevindingen	16
4.2.2 Conclusies	19
4.2.3 Vervolg vragen	20
4.2.4 Referenties	20
4.3 Getijcentrale – duurzame energie	21
4.3.1 Bevindingen	21
4.3.2 Conclusies	24
4.3.3 Vervolg vragen	25
4.3.4 Referenties	25
4.4 Vaarverbinding Grevelingen – Noordzee	25
4.4.1 Bevindingen	25
4.4.2 Conclusies	26
4.4.3 Vervolg vragen	26
4.4.4 Referenties	27
4.5 Doorlaat Grevelingendam – Waterberging Grevelingen	27
4.5.1 Bevindingen	27
4.5.2 conclusies	28
4.5.3 vervolgvragen	28
4.5.4 Referenties	28
4.6 Flakkeese Spuisluis	29
4.6.1 Bevindingen	29
4.6.2 Conclusies	29
4.6.3 Vervolg vragen	29
4.6.4 Referenties	29
5 Ontwikkelingsperspectief Grevelingen	<b>30</b>
6 Conclusies alternatieven	<b>32</b>
6.1 Analyse alternatieven; effecten en kosten-baten	32
6.1.1 Resultaten milieueffecten	32
6.1.2 Resultaten maatschappelijke kosten-baten analyse	34
Bijlage 1: Referenties	<b>36</b>

## Voorwoord

Op 16 mei 2012 is de MIRT-Verkenning Grevelingen officieel afgerond. In de Verkenningnota MIRT-Verkenning Grevelingen worden de belangrijkste bevindingen en conclusies weergegeven van de uiteenlopende onderzoeken. De resultaten hebben geleid tot besluiten van de Bestuurscommissie Grevelingen.

De initiatiefnemers voor de MIRT-Verkenning Grevelingen zijn de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en het Algemeen Bestuur van het Natuur- en Recreatieschap Grevelingen. Zij hebben het BO MIRT verzocht een MIRT-Verkenning Grevelingen te starten. Op 11 november 2009 heeft het Bestuurlijk Overleg (BO) MIRT een startbeslissing genomen voor de MIRT-Verkenning Grevelingen. Met de installatie van de Bestuurlijke Commissie MIRT-Verkenning Grevelingen op 18 januari 2010 is de MIRT-Verkenning Grevelingen gestart.

# 1 Inleiding

## 1.1 Doel Verkenningennota

De MIRT-Verkenning heeft geleid tot de beslisinformatie voor de ontwikkeling van de Grevelingen. In de *Verkenningennota MIRT-Verkenning Grevelingen* worden de belangrijkste resultaten en conclusies van de tweejarige verkenning weergegeven. Hieronder wordt ingegaan op:

- De uitgangssituatie en probleemanalyse
- De oplossingsrichtingen
- De vervolgstappen

De resultaten en conclusies worden in de Verkenningennota beknopt weergegeven. Voor meer informatie kunt u terecht bij de onderliggende onderzoeksrapporten:

- Validatie van het 3D model voor het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie, Deltares, augustus 2010.
- Hoofdrapport Gevoeligheidsanalyse Waterberging Zuidwestelijke Delta RWS, juni 2010
- Herintroductie getij in de Grevelingen en de effecten op natuur in intergetijdengebieden, Waardenburg, juni 2010.
- Expert judgement naar draagkracht van de Grevelingen voor Schelpdierkweek, Deltares, september 2010
- Reisgids Grevelingen-Voordelta, Lola, BAM, AM Concepts en Deltares september 2010.
- Getijcentrale in de Brouwersdam; variantenstudie, Royal Haskoning, september 2010
- Effecten van een getijcentrale op fauna in de Grevelingen, Kema, september 2010.
- Invloed van getij op oevers Grevelingenmeer, RWS, september 2010
- Morfologische effecten van een getijcentrale in de Brouwersdam, Deltares, september 2010.
- Economische impact en mogelijkheden van een schutsluis in de Brouwersdam, Oranjewoud, Decisio september 2010
- De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer, Waardenburg november 2010
- Life Cycle Costing MIRT-Verkenning Grevelingen, Witteveen & Bos, Haskoning 2011.
- Grevelingenmeer Kwetsbaar?, RWS Waterdienst januari 2011.
- Marktscan MIRT-Verkenning Grevelingen, RWS Zeeland, 2011
- Doorlaatmiddel in de Grevelingendam, Eindrapport deelontwerpstudie PlanMER, Hogeschool Rotterdam, juni 2011
- Morfologische beoordeling oevererosie en sliedsedimentatie Grevelingen, Witteveen & Bos oktober 2011.
- Marktanalyse getijcentrale, MIRT Grevelingen Kernteam 2011

- Memo (On)mogelijkheden voor verbetering waterkwaliteit Grevelingen door aangepast beheer (scenario A0+), RWS Waterdienst juli 2011;
- Memo Vergelijking verzilting Volkerak-Zoommeer via de Oosterschelde en via het Grevelingenmeer, Deltares augustus 2011;
- De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer II (Metingen van de nazomer 2010 en het eind van de winter 2011), Bureau waardenburg BV, augustus 2011
- Morfologische Analyse Voordelta, Witteveen & Bos maart 2012
- Impact van de Brouwersdam op zuurstofcondities in de Grevelingen; reconstructies uit natuurlijke sediment archieven, TNO februari 2012
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011;
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011;
- Grevelingensvisie, Witteveen & Bos, Enno Zuidema Stedebouw 2011

## 1.2 Achtergrond MIRT-Verkenning Grevelingen

Op 11 november 2009 heeft het Bestuurlijk Overleg (BO) MIRT besloten een verkenning te starten naar de kansen voor kwaliteitsverbetering in, op en rond de Grevelingen.

De initiatiefnemers voor de MIRT-Verkenning Grevelingen zijn de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat en het Dagelijks Bestuur van het Natuur- en Recreatieschap Grevelingen. Zij hebben het BO MIRT verzocht een MIRT-Verkenning Grevelingen te starten.

Met de installatie van de Bestuurlijke Commissie MIRT-Verkenning Grevelingen op 18 januari 2010 is de MIRT-Verkenning gestart. De MIRT-Verkenning had een doorlooptijd van 2 jaar en is eind 2011 afgerond.

In de MIRT-Verkenning Grevelingen zijn conform de startbeslissing in 2009 de kansen voor kwaliteitsverbetering in, op en rond de Grevelingen nader onderzocht. Het belang en de urgentie om te starten met de MIRT-Verkenning Grevelingen berust op vijf samenhangende pijlers:

- Klimaatveiligheid  
De toekomstige functie van het Volkerak-Zoommeer voor de noodopvang voor grote hoeveelheden rivierwater wordt krachtiger wanneer die wordt gecombineerd met een open verbinding met de Grevelingen. Vervolgens wordt de calamiteitenfunctie van de Grevelingen weer effectiever wanneer er een doorlaat komt in de Brouwersdam waardoor het water kan afvloeien naar de Noordzee. Bovendien kan de te realiseren getijcentrale mogelijk als gemaal worden benut om de bergingscapaciteit te vergroten en het water versneld af te voeren. Als het technisch en economisch haalbaar is de energiecentrale als gemaal te laten functioneren, is er een gemaal met grote capaciteit beschikbaar om rivierwater uit de Delta weg te pompen.
- Waterkwaliteit  
De waterkwaliteit van de Grevelingen verslechtert. Dit is van invloed op de natuurkwaliteiten, maar zal ook van invloed zijn op de toeristisch-recreatieve kwaliteiten van dit belangrijke gebied. Nu ingrijpen, voorkomt onomkeerbare problemen op de langere termijn (mede in relatie tot de Kaderrichtlijn Water en Natura 2000).

- Duurzame energie- en innovatieagenda

Het realiseren van een getijcentrale draagt niet alleen bij aan de nationale en regionale doelstellingen ten aanzien van duurzame energie (zoals verwoord in de Energienota van het kabinet). Het innovatieve karakter van een dergelijke centrale biedt mogelijkheden om kennis te exporteren.

- Regionaal-economie, toeristisch-recreatieve structuur

De realisatie van een vaarverbinding biedt kansen voor een substantiële recreatief-toeristische gebiedsontwikkeling op en rond de Brouwersdam. Deze kansen zouden nog groter kunnen worden, wanneer een (open) verbinding met het Volkerak-Zoommeer wordt gerealiseerd.

Ook de toeristische *spin off* van innovaties als een getijcentrale en het terugbrengen van getij zullen bijdragen aan een vitale economie. In directe zin door toename van recreanten, maar ook indirect omdat ondernemers worden uitgedaagd aan te sluiten op het duurzame en innovatieve imago van de Grevelingen.

- Kansen voor natuur

Terugbrengen van getij en de open verbinding tussen Volkerak-Zoommeer en Grevelingen leidt tot nieuwe getijnatuur in de Grevelingen. Dit kan van betekenis zijn voor natuurdoelstellingen (Natura 2000) voor de hele Delta. Bovendien biedt de robuustheid van de herstelde dynamiek kansen voor uiteenlopende vormen van medegebruik.

De vijf pijlers sluiten aan op belangrijke en onderling verbonden thema's van het huidige kabinet op het gebied van klimaatveiligheid, natuurbeheer, waterbeheer, energievoorziening en economische ontwikkeling.

De MIRT-Verkenning heeft geleid tot de beslisinformatie die besluiten mogelijk maakt voor vijf grote ingrepen:

1. Een nieuwe en grotere doorlaat in de Brouwersdam voor het gecontroleerd terugbrengen van het getij op de Grevelingen;
2. Een doorlaat op de Brouwersdam kan worden gecombineerd met de ingreep Getijcentrale, die eventueel ook kan dienen als gemaal voor het afvoeren van grote hoeveelheden rivierwater;
3. Een verbinding in de Grevelingendam voor het vergroten van de waterberging van Zuidwest Nederland;
4. Een vaarverbinding waardoor het Grevelingenmeer rechtstreeks wordt verbonden met de Noordzee;
5. De ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis<sup>1</sup>

---

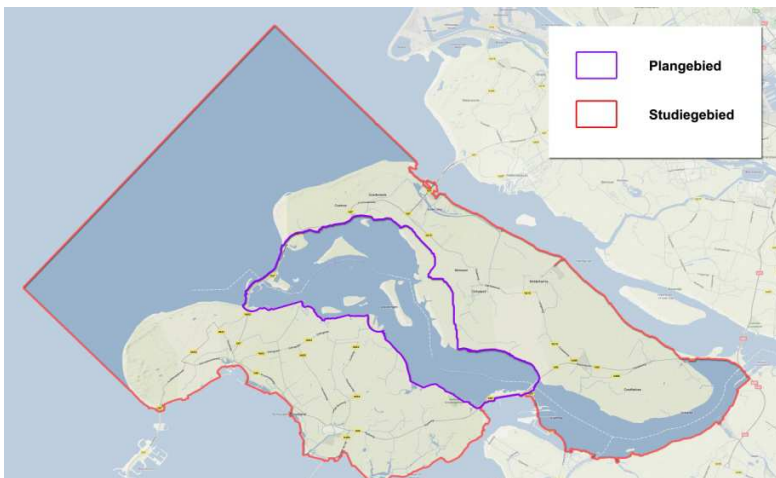
<sup>1</sup> In 2008 heeft de Staatssecretaris toegezegd dat de Flakkeese Spuisluis in 2010 operationeel zal zijn tbv de waterkwaliteit in het oostelijk deel van de Grevelingen (KRW-maatregel). Wanneer op basis van de MIRT-Verkenning Grevelingen zou worden besloten tot de realisatie van een openverbinding met het Volkerak-Zoommeer, dan zou de Flakkeese Spuisluis geen meerwaarde meer hebben (en de investering van ca €4,8 miljoen onnodig zijn). Daarom wordt voorgesteld het besluit over de ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis deel uit te laten maken van de MIRT-Verkenning Grevelingen. van ca €4,8 miljoen onnodig zijn). Daarom wordt voorgesteld het besluit over de ingebruikname van de Flakkeese Spuisluis deel uit te laten maken van de MIRT-Verkenning Grevelingen.

Naast het mogelijk maken van bovenstaande besluitvorming is een belangrijk doel van de MIRT Grevelingen om ontwikkelingsruimte voor natuur, toerisme en recreatie en visserij te identificeren.

### **Geografische afbakening**

Het plangebied voor de MIRT Grevelingen bestaat uit het gebied waarbinnen directe ingrepen aan de orde zijn. Dit gebied beslaat de Brouwersdam, het Grevelingenmeer (met oevers) en Grevelingendam. Het studiegebied beslaat het gebied dat door de ingrepen zou kunnen worden beïnvloed. Dit gebied bestaat uit het plangebied, aangevuld met de twee aanliggende eilanden (Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee), de Voordelta en het Volkerak-Zoommeer.

*Figuur 1: Plangebied MIRT-Verkenning Grevelingen*



## **1.3 Opzet MIRT-Verkenning Grevelingen en leeswijzer**

De afgelopen twee jaar is beslisinformatie verzameld per ingreep. Daarnaast is onderzocht wat de effecten zijn van verschillende combinaties van ingrepen voor het gebied. In paragraaf 4.2 t/m 4.6 worden per ingreep de resultaten weergegeven. De ingrepen zorgen in meer of mindere mate voor ontwikkelingsruimte voor natuur, toerisme en recreatie, landbouw en visserij. Het ontwikkelingsperspectief met een daaraan gekoppelde investeringsagenda komt aan bod in hoofdstuk 5. In wisselende samenstellingen van ingrepen zijn voor alternatieven de milieu-effecten en de kosten en baten in beeld gebracht. Dit staat weergegeven in hoofdstuk 6.

## 2 Uitgangssituatie

### 2.1 Historie

Tot 1964 was de Grevelingen een estuarien getijlandschap met uitgestrekte platen, slikken en schorren. Zout Noordzeewater kwam binnen via de monding en via de oostelijke verbinding met de Oosterschelde; zoetwater van de Rijn en Maas werd aangevoerd via het Volkerak-Zoommeer. In 1964 werd de Grevelingendam, als onderdeel van de Deltawerken, aangelegd. Hierdoor werd de Grevelingen afgesloten van zoetwater aanvoer via het Volkerak en van zoutwater aanvoer via de Oosterschelde. Er kwam alleen nog zoutwater via de monding binnen, waardoor de zoet-zout gradiënt verdween en er een open zeearm met getij ontstond. In 1971 werd de Grevelingen volledig afgesloten door de aanleg van de Brouwersdam en ontstond een geïsoleerd zoutwatermeer zonder getij: het Grevelingenmeer.

*Figuur 2: Grevelingen*





## 2.2 Probleemanalyse en Ausgangssituatie

### Waterkwaliteit

Door het wegvallen van getij is een gebrek aan zuurstof in de dieper gelegen delen van het water in het Grevelingenmeer één van de belangrijkste zorgpunten geworden. Door de afsluiting van de Grevelingen met de Noordzee verdween de dynamiek in het gebied.

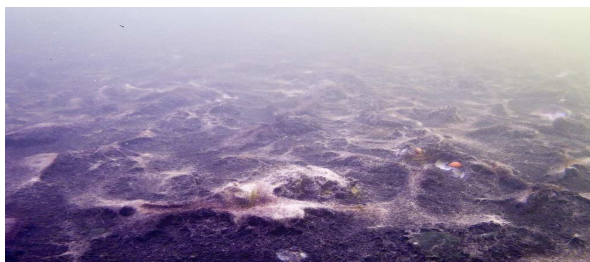
Zo neemt het zuurstofgebrek in de diepere delen van de Grevelingen de laatste jaren toe. Zuurstofloze condities komen het hele jaar voor in diepe putten en breiden zich vooral in de zomer uit naar ondiepere delen van het meer. Dit leidt in toenemende mate tot problemen met betrekking tot water- en natuurkwaliteit.

Het ontbreken van getij onderscheidt het Grevelingenmeer van andere zoute Deltabekkens, zoals de Oosterschelde. Mede hierdoor ontstaat in de Grevelingen regelmatig stratificatie (gelaagdheid), in zoutgehaltes, temperaturen en zuurstof. Een bekend gevolg van langdurige stratificatie in de zomer is het zuurstofloos raken van de onderste laag van de waterkolom met nadelige gevolgen voor organismen die op en in de bodem leven. Het wegvallen van getij heeft ook gevolg voor de sliblaag op de bodem. Door de weinige waterbeweging zakt organisch materiaal naar de bodem en heeft er zich over de jaren heen een dikke sliblaag (30-40cm) ontwikkeld. Recentelijk werd in de Grevelingen grote sterfte van het bodemleven waargenomen (juli –aug. 2010 verschillende locaties) en in de jaren 2005 en 2006. In dat jaar trad ook oestersterfte op, vermoedelijk mede door lage zuurstofconcentraties in de waterkolom.



De zuurstofconcentraties in de waterkolom worden al jaren regelmatig gemeten in 20 locaties gelegen langs een lengtedoorsnede van de Grevelingen die de (zuidelijke) diepe geul volgt. De laatste jaren blijken effecten van zuurstofloosheid niet beperkt te blijven tot slechts de diepe putten, maar gaat de kwaliteit van het gehele meer achteruit.

Op de bodem van het Grevelingenmeer zijn witte matten aangetroffen die veroorzaakt worden door verschillende soorten van de zwavelbacterie *Beggiatoa*. Deze witte matten zitten normaal gesproken dieper in de waterbodem, maar komen vooral aan de oppervlakte van de waterbodem - en breiden zich uit- daar waar het bodemleven is afgestorven door het zuurstof gebrek. Het is de verwachting dat de bacterie het probleem eerder vergroot dan verkleint door het laatste zuurstof uit het water te verbruiken.



Deze witte matten ontstaan bij zeer lage zuurstofconcentraties in de waterkolom. De witte matten in het Grevelingenmeer zijn een zeer kenmerkende indicator voor de zuurstofproblematiek in het Grevelingenmeer. Het ontstaan van witte matten op de bodem van mariene systemen wordt vaker waargenomen, voornamelijk in stagnante systemen met lage zuurstofconcentraties en met een hoog gehalte aan organisch materiaal. Twee soorten zwavelbacteriën, die witte matten of strengen kunnen veroorzaken, zijn bekend; *Thioploca* spp. en *Beggiatoa* spp. (Fenchel and Bernard 1995; Jørgensen and Gallardo 1999; Mussmann, Schulz et al. 2003).

Geconstateerd wordt dat zuurstofloosheid niet alleen een probleem in de zomer is, maar dat er een negatieve trend zichtbaar is. Het bodemleven is minder goed in staat de waterbodembodem te herkoloniseren door de iedere keer weer optredende tekort aan zuurstof. Hierdoor krijgt de *Beggiatoa* bacterie kans zich uit te breiden.

Op basis van recent bodemonderzoek wordt voorzichtig geconcludeerd dat bij herstel van getij van minimaal een halve meter de bodem volledig kan herstellen in 6 jaar. Dit is mede gebaseerd op bodemonderzoek op de Noordzee. Dit is echter een tijdelijke indicatie. Hoe langer gewacht wordt met introductie van getij hoe langer het herstel zal duren.

### **Natuurkwaliteit**

De Grevelingen is een Natura 2000 gebied met diverse waardevolle vegetaties die horen bij een zoutwatermeer. De vochtige duinvalleien behoren tot de soortenrijkste vegetaties van Nederland en bevatten een groot aantal beschermde soorten. In de autonome ontwikkeling nemen de zilte vegetaties af door erosie van de oevers en ontzilting. Enkele soorten van de natte duinvalleivegetaties gaan achteruit. In de huidige situatie is er geen areaal intergetijdengebied.

De Grevelingen is van belang voor verschillende soort kustbroedvogels zoals de kluut, bontbekplevier, strandplevier, de grote stern, visdief en dwergstern. Daarnaast is het een belangrijk broed- en leefgebied voor de bruine kiekendief. Door peilbeheer, vegetatiebeheer en inrichtingsmaatregelen kunnen diverse soorten kustbroedvogels zich in de autonome ontwikkeling handhaven. Als de waterkwaliteit slechter wordt dan neemt het aantal visetende vogels waarschijnlijk af.

Als gevolg van zuurstofloosheid nabij de bodem treedt sterfte op van bodemdieren als gevolg van terugkerende zuurstofloosheid, vooral in jaren met warme lentes en zomers.



## Getijenergie

Getijenergie is een oude bekende in de Zuidwestelijke delta; al eeuwen geleden stonden er getijmolens in Zierikzee, Goes en Middelburg, Bergen op Zoom. Als moderne, duurzame bron van elektriciteit kent getijenergie bijzondere voordelen: perfect voorspelbaar, multifunctioneel en niet visueel zichtbaar.

Een getijcentrale in de Brouwersdam is niet vanzelfsprekend: De getijvariatie op de Noordzee is betrekkelijk klein (gemiddeld 2,5 meter). Het verval over de dam (dat altijd kleiner is dan die getijslag) bepaalt primair de economische rendabiliteit €/kW en €/kWh van de geproduceerde elektriciteit.

## Waterberging

In het kader van het programma Ruimte voor de Rivier is het project Waterberging Volkerak-Zoommeer voorbereid. Het doel van dit project is om de mogelijkheid te creëren om bij extreem hoogwater in de Rijn-Maasmonding tijdelijk water te bergen op het Volkerak-Zoommeer. Daarbij is de vraag gerezen of het op (middel)lange termijn wenselijk is de waterberging uit te breiden. Dit zou kunnen door naast het Volkerak-Zoommeer ook de Oosterschelde en/of de Grevelingen in te zetten als bergingsgebied. Door de aanwezigheid van de Grevelingendam vindt in de huidige situatie geen uitwisseling met het zoute water van de Oosterschelde en/of het zoete water van Volkerak-Zoommeer plaats. Hierdoor heeft het Grevelingenmeer sinds 1964 geen functie meer in de afvoer van Maas- en Rijnwater naar de Noordzee. Deze functie wordt nu alleen vervuld door de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet.

Met de maatregel waterberging waterberging Volkerak-Zoommeer wordt de huidige taakstelling voor de waterveiligheid bereikt. Door klimaatverandering zijn er op termijn aanvullende maatregelen nodig om het vereiste veiligheidsniveau te behouden. De MIRT Grevelingen heeft zich geconcentreerd op de bijdrage die waterberging in het Grevelingenmeer kan bieden aan de waterveiligheid voor de (middel)lange termijn.



### **Toeristisch-recreatieve kwaliteit**

De kracht van het toeristisch-recreatieve aanbod van de Grevelingen is de combinatie van water, natuur, strand en dag- en verblijfsrecreatieve voorzieningen zowel op en rond de Grevelingen, de Grevelingendam en de Brouwersdam en op beide eilanden Schouwen-Duiveland en Goeree-Overflakkee. Een combinatie van factoren maakt dat de toeristisch-recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied onder druk staat.

De teruggang van natuur en waterkwaliteit heeft directe gevolgen voor de waardering van de omgevingskwaliteit door bezoekers. Het ontbreken van bodemleven in de diepere delen vermindert bijvoorbeeld de duikkwaliteit voor recreanten. Hierdoor daalt de belevingswaarde voor de duiksport. Grootschalige bloei van zeesla vormt een probleem, met name wanneer deze aanspoelt op recreatiestranden. De grootschalige ophoping van zeesla zorgt voor veel stankoverlast en wanneer zeesla afzinkt naar de bodem kunnen afbraakprocessen bijdragen aan de zuurstofloosheid.

De Grevelingen is een tijd lang heel populair geweest als recreatiegebied, maar blijft achter wat betreft bezoekersaantallen en bestedingen. De oorzaken zijn voornamelijk terug te voeren op een eenzijdig aanbod, het ontbreken van attracties en een veranderde recreatiebehoefte. De recreatievraag is anno 2010 divers en veeleisend en blijkt niet aan te sluiten op wat de Grevelingen te bieden heeft.



## 3 Werkwijze en fasering

De essentie van een MIRT-Verkenning is dat een inzichtelijk proces wordt gestart waarbinnen vanuit een heldere probleemanalyse de veelheid aan mogelijke oplossingen (alternatieven) wordt onderbouwd en met breed draagvlak wordt teruggebracht tot uiteindelijk een voorkeursalternatief.

Op drie momenten in de MIRT Grevelingen is gezeefd. Deze momenten zijn de afronding van de startfase (Nota reikwijdte en detail), de Analysefase (Beslisnotitie 2010) en de Beoordelingsfase & Besluitvormingsfase (besluiten Bestuurscommissie Grevelingen).

### 3.1 Nota Reikwijdte en detail

Het eerste *zeefmoment* is bij het vaststellen van de nota "reikwijdte en detail". In deze nota is vastgelegd welke oplossingsrichtingen binnen de MIRT-Verkenning Grevelingen worden onderzocht, en welke (deel)oplossingen, vooral op grond van de resultaten van de pre-verkenning Water en Getij, niet verder zullen worden onderzocht. De belangrijkste conclusies staan hieronder.

#### *Doorlaat Brouwersdam op de Noordlocatie*

In de preverkenning zijn drie mogelijke locaties voor een nieuw doorlaatmiddel onderzocht: een locatie ten noorden van de Kabbelaarsbank (het noordelijke sluitgat), een locatie in de Middelpaathaven en een locatie ten zuiden van de Kabbelaarsbank (het zuidelijke sluitgat). De preverkenning concludeert dat de locatie Middelpaathaven minder geschikt is voor de realisatie van een doorlaatmiddel. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit en/of kostenaspecten geeft de preverkenning geen voorkeur voor de noord- of de zuidlocatie voor het doorlaatmiddel. De realisatie van een doorlaatmiddel in het noordelijke sluitgat heeft het voordeel dat de huidige Brouwerssluis ook in de toekomst in bedrijf kan blijven en kan blijven bijdragen aan de verversing van water in de zuidelijke geul, maar vooral ook aan de blijvende uitwisseling van vissen en zeezoogdieren tussen Grevelingen en Noordzee. Waarschijnlijk zal het passeren van zeezoogdieren van de getijcentrale namelijk onmogelijk gemaakt worden. Tijdens de bouw kan de huidige Brouwerssluis blijven functioneren.

Omdat er in het noordelijke sluitgat meer ruimte is en omdat de ontwikkelingsmogelijkheden voor andere functies (Schutsluis in combinatie met Jachthaven van de Toekomst) in het zuidelijke sluitgat groter zijn, is er voor gekozen binnen de MIRT-Verkenning alleen alternatieven mee te nemen met een nieuw doorlaatmiddel in het noordelijke sluitgat.

#### *Getijslag tot 100 cm*

Een getijslag van meer dan 100 cm wordt niet nader onderzocht in de MIRT-Verkenning Grevelingen. Hier is voor gekozen omdat de baten hiervan niet opwegen tegen de kosten en negatieve effecten.

In de preverkenning is onderzoek verricht naar de ecologische effecten van gedempt getij. Uit de resultaten van de preverkenning is geconcludeerd dat voor een duurzame verbetering van de zuurstofhuishouding in de Grevelingen een getijslag van meer dan 30 cm noodzakelijk is. Een getijslag van meer dan 70 cm levert voor wat betreft waterkwaliteit en ecologie geen significante

verbetering meer op. Wel zal het leiden tot forsere investeringen en een aanzienlijke impact op het ruimtegebruik. Een benodigd doorlaatmiddel om meer dan 100 cm getijslag te realiseren zal nagenoeg de gehele Brouwersdam beslaan en derhalve grote invloed op de huidige functies van de dam hebben. Bovendien zal een getijslag van meer dan 100 cm ingrijpende aanpassing van de huidige (toeristisch-recreatieve) voorziening op en langs de Grevelingen vergen omdat deze anders met vloed zullen overstromen.

#### *Getijcentrale gekoppeld aan doorlaatmiddel Brouwersdam*

De preverkenning Grevelingen water en getij heeft uitgewezen dat een doorlaatmiddel in de Brouwersdam technisch kan worden gecombineerd met een getijcentrale. De getijcentrale fungeert dan tevens als doorlaatmiddel. Bij aanvang van de MIRT-Grevelingen is besloten aandacht te besteden aan kostprijsreductie door toepassing van nieuwe technieken, de effecten van de getijcentrale op zijn omgeving (flora, fauna, morfodynamiek) en de mogelijkheden voor publiek-private financiering. De techniek bepaalt in sterke mate de kostprijs van de geproduceerde elektriciteit enerzijds en anderzijds vooral de effecten op bijvoorbeeld de fauna (vissen en zeezoogdieren). De locatie van de Getijde Centrale is gekoppeld aan de locatie van het doorlaatmiddel in de Brouwersdam en is voorzien in het noordelijke sluitgat. Een locatie in het zuidelijke sluitgat is niet aan de orde.

#### *Verbinding in de Grevelingendam voor waterberging*

Indien wordt besloten de Grevelingen te benutten als bergingslocatie, dan is een verbinding (doorlaat) door de Grevelingendam noodzakelijk en moet de spuicapaciteit van de Volkeraksluizen worden vergroot. Ook dienen de waterkeringen en buitendijkse gebieden te worden ingericht op de nieuwe situatie. Voor de zoeklocatie van het doorlaatmiddel zijn niet veel mogelijkheden. De verbinding zal moeten worden gerealiseerd tussen de Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer.

Voor de wijze waarop de verbinding vorm krijgt staan wel verschillende keuzes open. De hoofdkeuze is of er een permanente verbinding wordt gerealiseerd, of dat er een afsluitbare verbinding wordt gerealiseerd die alleen opengaat voor waterberging.

Een permanent open verbinding kan de vorm hebben van een doorlaatmiddel of brug in de Grevelingendam. Dit laatste heeft het voordeel dat de verbinding bevaarbaar is en dus een rol kan spelen bij de verdere ontwikkeling van de watersport in de Grevelingen en de gehele Zuidwestelijke Delta.

#### *Vaarverbinding op zuidlocatie Brouwersdam*

Uit de preverkenning is gebleken dat de schutsluis in de Brouwersdam technisch haalbaar is. De preverkenning concludeert dat een directe combinatie van schutsluis met een doorlaatmiddel niet voor de hand ligt en dat de schutsluis zelf ook niet als doorlaatmiddel kan worden gebruikt. Hiermee is de het noordelijk sluitgat als zoeklocatie voor de schutsluis uit te sluiten omdat dit immers de zoeklocatie voor het doorlaatmiddel of getijcentrale is. Bovendien ligt realisatie van een schutsluis in het noordelijke deel van de Brouwersdam minder voor de hand gezien de beperkingen voor recreatievaart die zijn opgelegd op delen van de Voordelta, ter hoogte van het noordelijke sluitgat.

## 3.2 Analyse fase

De analyse fase is afgerond eind 2010. De resultaten zijn gebundeld in de *Beslisnotitie MRT Grevelingen 2010*. Belangrijkste conclusie was om alle onderzochte ingrepen mee te nemen bij het integrale onderzoek in de Maatschappelijke kosten-baten analyse en de milieueffectrapportage (Plan-mer).

In de planMER wordt uitgegaan van een gemiddelde getijslag van gemiddeld 50 cm omdat hiermee 85 - 90% van de zuurstofproblematiek is opgelost en het bodemleven kan herstellen. Bij deze getijslag wordt een optimum bereikt van behoud bestaande natuurwaarden en ontwikkeling van nieuwe intergetijdenatuur. Deze getijslag is te realiseren met een doorlaat en getijcentrale in (alleen) de noordlocatie van de Brouwersdam.

## 4 Resultaten ingrepen Grevelingen

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt weergegeven welke resultaten er zijn gevonden voor het oplossende vermogen, wenselijkheid en haalbaarheid van de vijf grote ingrepen:

#### 1. Doorlaat Brouwersdam - herstel gedempt getij

Een nieuw doorlaatmiddel in de noordzijde van de Brouwersdam is een ingreep waarmee beoogd wordt de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren. Daarmee wordt de uitwisseling met de Noordzee vergroot. Bij de aanleg van een nieuw doorlaatmiddel wordt uitgegaan van een locatie op de noordzijde van de Brouwersdam en een gemiddelde getijslag van 50 cm.

#### 2. Getijcentrale – duurzame energie

Een doorlaat op de Brouwersdam kan worden gecombineerd met de ingreep Getijcentrale. Daarbij wordt energie gewonnen uit zowel de waterbeweging bij eb als bij vloed. Het gebruik van de getijcentrale als gemaal voor het wegpompen van water voor, tijdens en na waterberging is pas bruikbaar als er een koppeling met het Volkerak Zoommeer (VZM) wordt gemaakt. Daarmee hangt een Getijcentrale ook samen met een Doorlaat Grevelingendam.

#### 3. Vaarverbinding Grevelingen – Noordzee

Voor de vaarverbinding wordt uitgegaan van een locatie aan de zuidzijde van de Brouwersdam. Een vaarverbinding in de Brouwersdam zorgt voor een directe scheepvaartverbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzee. Hierdoor wordt de aantrekkelijkheid voor de recreatievaart vergroot van de zuidwestelijke Delta als geheel en het Grevelingenmeer in het bijzonder. Als er ook mogelijkheden zijn voor een open verbinding in de Grevelingendam kunnen deze recreatieve ontwikkelingen nog meer gestimuleerd worden.

#### 4. Doorlaat Grevelingendam- waterberging

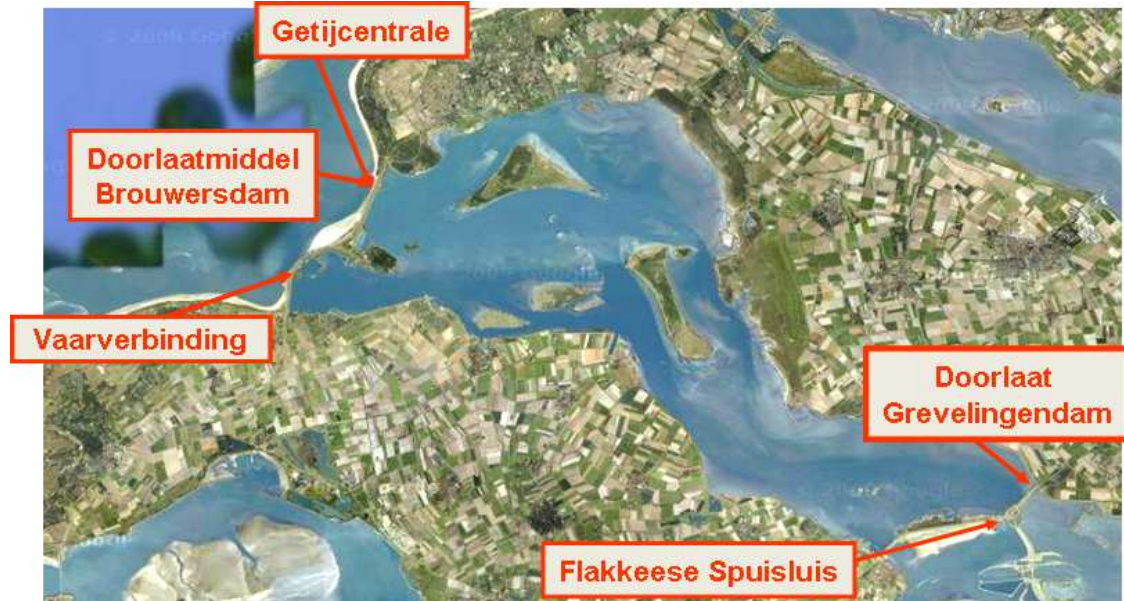
De Doorlaat Grevelingendam komt voort uit de mogelijkheden die een koppeling tussen het Grevelingenmeer en het Volkerak-Zoommeer biedt voor het bergen van rivierwater in tijden van hoge rivierafvoer en extreem hoog water op de Noordzee. Een randvoorwaarde voor het permanent verbinden van beide wateren is dat het Volkerak-Zoommeer zout wordt, dat het toekomstige peilbeheer (getijslag) van de Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer op elkaar wordt afgestemd en dat op de Grevelingen enige getijdynamiek geïntroduceerd is door een opening in de Brouwersdam. Mocht dit niet het geval zijn, ligt een afsluitbare verbinding voor de hand. Een open verbinding heeft nog als synergievoordeel dat het een nieuwe verbinding op kan leveren voor watersport en dat het Volkerak-Zoommeer verzilt kan worden via de Grevelingen.

#### 5. Flakkeese Spuisluis

De Flakkeese spuisluis verbindt de Oosterschelde met de Grevelingen aan de oostkant. De Flakkeese Spuisluis kan een beperkte bijdrage leveren aan de zuurstofhuishouding van het Grevelingenmeer in het oostelijke deel van het Grevelingenmeer.



Figuur 3: Ingrepen Grevelingen op de kaart



## 4. 2 Doorlaat Brouwersdam – herstel gedempt getij -

### 4.2.1 Bevindingen

Een gemiddeld getij van 0,50m lost 85-90 % problemen waterkwaliteit op

Een doorlaatmiddel in de Brouwersdam dat zorgt voor een gemiddeld getij van 0,50 m lost het knelpunt in de waterkwaliteit duurzaam op. Een getijslag van 30 % geeft 60 % duurzame verbetering van de zuurstofhuishouding, Een getijslag van 50 % geeft 85-90 % duurzame verbetering van de zuurstofhuishouding en een getijslag van 70 cm én 100 cm geeft 95 % duurzame verbetering van de zuurstofhuishouding.

De doorlaat in de Brouwersdam kan worden gecombineerd met een getijcentrale (par. 4.3). Door een verbinding met het Volkerak-Zoommeer kan de doorlaat Brouwersdam-getijcentrale een bijdrage leveren aan waterberging en aan de waterkwaliteitsverbetering van een zout Volkerak-Zoommeer (par. 4.5). Het Volkerak-Zoommeer kan verzilt worden via de Grevelingen.

Onderwaternatuur + bodemleven zullen herstellen

De levensomstandigheden voor bodemdieren verbeteren waardoor het aantal soorten, dichtheden en biomassa's toenemen. Deze conclusie is in de periode 2010 en 2011 onderbouwd door inventarisaties van de bodem. Hieruit bleek dat de slechte bodemkwaliteit met als indicator soort de beggiatoa bacterie hersteld bij goede zuurstofcondities die ontstaan na het instellen van een getij van 0,50m of meer. Uit een inventarisatie uitgevoerd naar de verspreiding van de bacterie en het ontbreken van bodemleven wordt geconcludeerd dat de beggiatoa bacterie aanwezig kan zijn door het ontbreken van ander bodemleven en dat de beggiatoa bacterie geen veroorzaker van de zuurstofloosheid is, maar een symptoom. Het herstel van bodemleven heeft positieve invloed op het ecosysteem "van vissen tot vogels".



#### Soortenrijkdom mariene vis verbeterd en ontwikkelingspotentie beroepsvisserij

Een doorlaatmiddel in de Brouwersdam vergroot de migratiemogelijkheden van en naar de Voordelta. De soortenrijkdom van mariene vis wordt vergelijkbaar met de Oosterschelde. In het westelijk deel van het Grevelingenmeer worden meer zeehonden verwacht. (De effecten van de getijcentrale op vissen en zeezoogdieren staan in paragraaf 4.3).

De doorlaat in de Brouwersdam zal een belangrijk deel van het zuurstofprobleem in de diepere delen oplossen. Dit is een gunstige ontwikkeling voor de oestersector. Tevens zorgt de verbinding met de Noordzee voor een hogere toevoer van nutriënten en de Grevelingen daardoor voedselrijker wordt en naar verwachting kan de visserijsector daar ook van profiteren. Ook een open verbinding met het Volkerak-Zoommeer zorgt voor een hogere toevoer van nutriënten en draagt op deze wijze op positieve wijze bij aan de draagkracht voor de schelpdierkweek. Ook de potenties voor mosselteelt in de Grevelingen vergroot. Omdat er nu geen mosselteelt mogelijk is en met de investeringen in waterkwaliteit wel, worden de effecten voor mosselteelt als zeer goed beoordeeld. Verbetering van de waterkwaliteit, door het aanbrengen van getij met de doorlaat in de Brouwersdam in combinatie met een getijcentrale, heeft naar verwachting beperkt invloed op de visserij op aal en kreeft.

#### Alternatieve oplossingen minder efficiënt

Met alternatieve oplossingen die zorgen voor kunstmatige, verticale waterbeweging wordt het zuurstofprobleem niet opgelost. De verticale waterbeweging kan worden opgewekt met Solarbees of met bellenschermen. De onderzochte opties laten gunstige effecten op de zuurstofhuishouding zien en als spin-off daarvan op de soorten die afhankelijk zijn van het bodemleven, de recreatie en de visserij. Kunstmatige waterbeweging lost het zuurstofprobleem echter niet op. De werking van kunstmatige waterbeweging is te lokaal om tot een effectieve verbetering te komen op de schaal van het Grevelingen als geheel. Dit wordt veroorzaakt door zowel de omvang van het meer als de vorm van de bodemligging, die wordt gekarakteriseerd door grote diepte verschillen tussen de oude (getij)geulen en platen (ondiepten). Daarnaast is het benutten van een kunstmatige, verticale waterbeweging qua kosten en baten verhouding onaantrekkelijk.

#### Potentie voor ontwikkeling getijdenatuur: 650 ha

De effecten van de herintroductie van getij door de doorlaat in de Brouwersdam zijn voor de meeste Natura 2000 instandhoudingsdoelen neutraal tot positief. Hierop zijn enkele belangrijke uitzonderingen. Er ontstaan nieuwe waardevolle arealen intergetijdengebied dat echter ten koste gaat van een deel van overstromingsgrasland en duinvalleivegetaties. Er treedt een verschuiving op in arealen natuur. Als het areaal intergetijdengebied toeneemt neemt het areaal duinvalleivegetaties, ruigte, struweel en bos af. De duinvalleivegetaties zijn uit

natuurbeschermingsoogpunt zeer waardevol vanwege de hoge aantal Rode lijstsoorten, waaronder de beschermde groenknolorchis. Bij het instellen van 0,50m getij ontstaat ca. 650ha intergetijdennatuur.

Bij 0,50m getij gaat het ontstaan van slik en zilte pioniers ten koste van zilt grasland en overstromingsgrasland en qua areaal slechts in beperkte mate van duinvalleivegetaties. Omdat de groenknolorchis echter juist in laag gelegen duinvalleivegetaties groeit, gaat de populatie op de Stampersplaat geheel en de populatie op de Veermansplaat voor een groot deel verloren.

#### Ontwikkeling middenstand meer effecten dan getij

Toekomstige zeespiegelstijging (0,40m zonder getijcentrale en 0,85m met een getijcentrale) heeft veel grotere effecten op de platen en slikken in de Grevelingen dan een gemiddelde getijslag van 0,50m. Bijvoorbeeld groenknolorchis komen ook in de knel bij (mogelijk) toekomstige middenstandsverhogingen van het Grevelingenmeer bij zeespiegelstijging. Bij de grootste zeespiegelstijging zullen de kleinere platen uiteindelijk geheel of grotendeels worden omgevormd tot nieuwe getijden gebieden en "schorren".

#### Mitigerende maatregelen wenselijk:

Door de herintroductie van getij zullen broedeilandjes overstromen, wat zonder mitigerende maatregelen zorgt voor een negatief effect op kustbroedvogels. Vegetaties zullen overstromen en verdwijnen en broedeilanden overstromen tenzij er mitigerende maatregelen kunnen worden uitgevoerd. Dit kan gebeuren door het ophogen van broedgebieden, de aanleg van eilanden en opspuiten zand achter oeververdedigingen. Als compensatie van duinvalleihabitats kan gekozen worden voor het verwijderen van bestaand struweel.

#### Effecten morfologie

In het verleden zijn veel oevers en platen in de Grevelingen beschermd met oeverbescherming en vooroeverdammen. Deze zijn allemaal aangelegd rond een peil van NAP + 0 m. Op basis van de uitgevoerde berekeningen kan geconcludeerd worden dat erosie van ondiepe gebieden zal afnemen. Ook langs de huidige plaatranden en oevers zal minder erosie plaatsvinden als gevolg van de hogere waterstanden op de Grevelingen. Doordat de (gemiddelde) waterstand toe neemt zal meer erosie plaatsvinden in de hoger gelegen gedeelten van de Slikken van Flakkee, ten noorden en ten oosten en bovenop de Veermansplaat en bij Battenoord. Verwacht mag worden dat er herprofilering van deze gebieden zal plaatsvinden. Wellicht is hier extra oeverbescherming noodzakelijk, om oevererosie te voorkomen. Stromingsberekeningen hebben aangetoond dat de stroming achter de dammen en langs oevers zeer laag is en niet of nauwelijks verandert in de toekomstige situatie. Verwacht mag worden dat de erosiepatronen in de Grevelingen daardoor ten gevolge van deze stroming niet veranderen.

Op basis van bovenstaande beschouwing worden de effecten op de oevererosie hier negatief beoordeeld, omdat bij de onbeschermden oevers netto significant meer erosie van oevers en platen verwacht mag worden dan in de referentiesituatie en omdat de afname van erosie in de ondiepere delen hier niet tegenop weegt.

De hoofdconclusie is dat de migratie van de Bollen van de Ooster sneller zal gaan verlopen en dat het plaatoppervlak van de Bollen van de Ooster zal groeien. Het effect van de getijcentrale op het

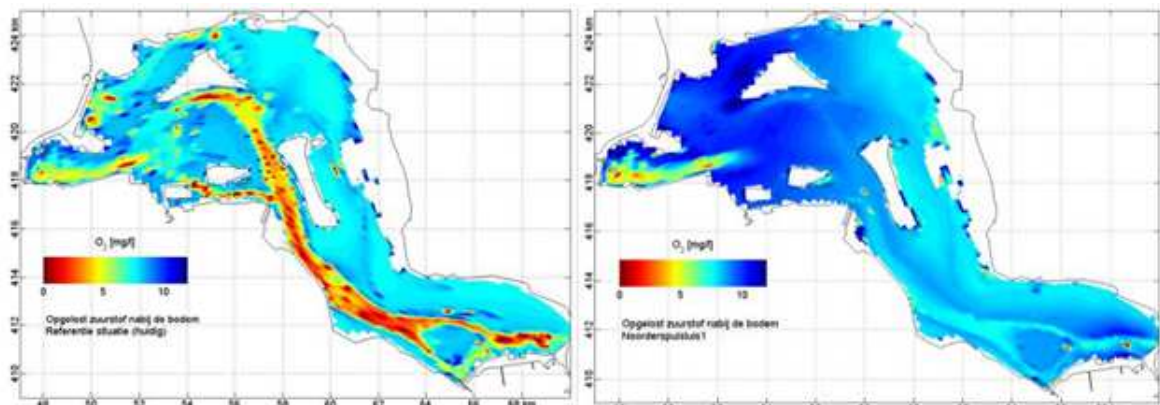
strand bij de Brouwersdam lijkt op basis van de berekeningsresultaten gering. Wel zal door de aanwezigheid van een getijcentrale de migratietrend van een langgerekt strand doorbroken worden. In dat geval zou het strand aan de noordzijde in de toekomst kunnen verdwijnen indien geen mitigerende maatregelen worden genomen. De morfologische ontwikkeling op de Voordelta is niet negatief en het vergroten van het plaatoppervlak van de Bollen van de Ooster kan zelfs positief beoordeeld worden.

#### Effecten landbouw zeer gering

De verwachten effecten voor de landbouw als gevolg van getij zijn zeer gering. Behalve op zeer lokale schaal worden er geen significante effecten verwacht op droogte-, nat- en zout schade door de getijslag. Indien als gevolg van klimaatverandering in de toekomst de zeespiegel stijgt, zal bij de middenstand van de Grevelingen naar verwachting mee moeten stijgen. Dit leidt tot een toename van de kwel en verzilting in een zone langs de Grevelingen.

### **4.2.2 Conclusies**

Een doorlaatmiddel in de Brouwersdam voor een getijslag van 50 cm geeft zeer goede verbetering van de zuurstof huishouding en de ecologie in de Grevelingen. De effecten van de herintroductie van getij door de doorlaat in de Brouwersdam zijn voor de meeste Natura 2000 instandhoudingsdoelen neutraal tot positief. Herstel van getij met 50 cm op de Grevelingen leidt tot 650 ha intergetijdennatuur. Een deel van de huidige (wettelijk beschermde) natuurwaarden zal verdwijnen bij herstel van getij. Een getij van 50 cm getij lijkt een optimum te bieden tot behoud van bestaande waarden, ontwikkeling van nieuwe (intergetij) waarden en is het meest duurzame alternatief. De ontwikkeling van de middenstand (autonome ontwikkeling) op de Grevelingen is van veel grotere invloed op de toekomstige natuurontwikkelingsmogelijkheden.



De aanlegkosten van het doorlaatmiddel (zonder getijcentrale) bedraagt € 194 miljoen incl. BTW. (MKBA par. 4.1.) De baten voor een toename van de recreatieve beleving en niet-gebruikswaarde natuur zijn niet in de kosten-batenanalyses opgenomen omdat deze op dit moment niet voldoende nauwkeurig kunnen worden geschat. De aanpassingskosten voor herintroductie van getij voor buitendijkse voorzieningen als steigers zijn geraamd op € 10 miljoen incl. BTW.

De baten van een doorlaatmiddel-getijcentrale in de Brouwersdam vormen een belangrijk deel van de totale maatschappelijke baten: energieopbrengst, verblijfsrecreatie, watersport, mosselweek, waterveiligheid, Co2-emissiereductie, werkgelegenheid en kennisontwikkeling en innovatie.

Specifiek voor de verbetering van de zuurstofhuishouding en ecologie zijn de baten als gevolg van een verbeterde conditie voor sportduikers, en sportvissers met een contante waarde die een deel is van € 7 miljoen baten verblijfsrecreatie en de baten voor schelpdierkweek met een geschatte contante waarde van € 90,6 miljoen.

### **4.2.3 Vervolgvragen**

De passende beoordeling op planMER niveau dient in een volgende fase op projectniveau nader te worden uitgewerkt. Deze werkzaamheden zullen in nauw overleg met EL&I worden uitgevoerd. Hierbij kan worden bezien welke mitigerende maatregelen nodig zijn, of uitruil met elders mogelijk is en of de Natura 2000 doelen kunnen verschuiven in de richting van intergetijdennatuur.

Er lijkt een tegenstelling te zijn tussen de gemeten negatieve trend van de kwaliteit van de bodem en de KRW-score "voldoende" (uitgezonderd zeegras) die uit de methodiek volgt. De vraag is hoe hiermee kan worden omgegaan en wat dit kan betekenen voor de ecologische doelen en de doelstellingen in het volgende beheerplan.

Op planMER niveau is het niet mogelijk om locatiespecifiek de negatieve effecten van zoute kwel te bepalen. Over het algemeen worden de negatieve effecten als beperkt ingeschat, maar omdat de kweldruk en de aanwezige regenwaterlens van locatie tot locatie kunnen verschillen is het niet uitgesloten dat er lokaal schade optreedt. In het vervolgtraject kan dit verder uitgezocht worden. Ook de consequenties van de alternatieven voor de afwatering van de polders Schouwen en Dreischor zouden beter moeten worden uitgezocht.

Om tot gewenste investeringen te komen, is het van belang dat de resultaten van de MIRT-Verkenning Grevelingen worden geborgd en waar nodig planologisch-juridisch verankerd. Het instrument van de rijksstructuurvisie is hiervoor geschikt. Met het opstellen van een rijksstructuurvisie geeft de rijksoverheid helderheid aan regionale overheden en private partijen over de ontwikkeling van de Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer met betrekking tot getij, waterberging en verzilting.

Deze vervolgvraag komt ook terug bij het onderdeel waterberging (zie paragraaf 4.5). De bediening van de doorlaat (en getijcentrale zie paragraaf 4.3) heeft invloed op de vorm van de getijvariatie die in de Grevelingen ontstaat. De vorm van de getijvariatie dient nader te worden bepaald waarna de ecologische gevolgen hiervan kunnen worden onderzocht. In dit kader dienen ook de waterhuishoudkundige consequenties van herstel getij voor de buitendijkse en binnendijkse gebieden voor natuur, landbouw, recreatie en veiligheid nader te worden bepaald. Hierbij hoort ook een inventarisatie van de hoogteligging en stabiliteit van de vooroever en nadere invulling van de aanpassingswerken en de mitigerende maatregelen natuur incl. de kosten.

### **4.2.4 Referenties**

- Validatie van het 3D model voor het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie, Deltares, augustus 2010.
- Herintroductie getij in de Grevelingen en de effecten op natuur in intergetijdengebieden, Waardenburg, juni 2010.

- Expert judgement naar draagkracht van de Grevelingen voor Schelpdierkweek, Deltares, september 2010
- Getijcentrale in de Brouwersdam; variantenstudie, Royal Haskoning, september 2010
- Invloed van getij op oevers Grevelingenmeer, RWS, september 2010
- Morfologische effecten van een getijcentrale in de Brouwersdam, Deltares, september 2010.
- De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer, Waardenburg november 2010
- Life Cycle Costing MIRT-Verkenning Grevelingen, Witteveen & Bos, Haskoning 2011.
- Grevelingenmeer Kwetsbaar?, RWS Waterdienst januari 2011.
- Marktscan Verkenning MIRT Grevelingen, RWS Zeeland, 2011
- Morfologische beoordeling oevererosie en sliedsedimentatie Grevelingen, Witteveen & Bos oktober 2011.
- Memo (On)mogelijkheden voor verbetering waterkwaliteit Grevelingen door aangepast beheer (scenario A0+), RWS Waterdienst juli 2011;
- Memo Vergelijking verzilting Volkerak-Zoommeer via de Oosterschelde en via het Grevelingenmeer, Deltares augustus 2011
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011,
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011

## 4.3 Getijcentrale – duurzame energie

### 4.3.1 Bevindingen

#### Verschillende technieken mogelijk en haalbaar:

Voor extreem laag verval waterkracht en getijenergie worden op dit moment, mede onder invloed van de wereldwijd toegenomen belangstelling voor duurzame energie, verschillende technieken ontwikkeld. Bekend en bewezen is de propeller (bulbturbine) techniek, ontwikkeld in de vorige eeuw en toegepast in veel riviercentrales en ook de bestaande getijcentrale in La Rance (FR), Kislaya Guba (SU), Nova Scotia (US) en Sihwa (KR). Deze techniek leent zich voor opwekken van waterkracht uit grote hoeveelheden water met een laag verval (~4 meter). Voor de beoogde situatie in de Brouwersdam met een gemiddeld verval van 1 meter is bekend dat deze techniek eveneens werkt, zij het met een relatief hoge kostprijs (>2000 E/kW) en ook met een beperkte visveiligheid.

In het scala van mogelijke technieken is als representant van de categorie "nieuwe techniek" gekozen voor de hevelturbine techniek. Deze techniek sluit aan bij de gedachte om met oog op kostenbesparing de nog altijd aanwezige caissons in de Brouwersdam niet te verwijderen en een hevelbuis over de caissons te plaatsen. In de heveltechniek zuigt de waterstroom een luchtstroom aan die op zijn beurt een luchtturbine aandrijft. Voordeel van deze techniek is de visvriendelijkheid vanwege het ontbreken van bewegende schoepbladen in de waterstroom. Ander belangrijk voordeel is dat de luchtturbine klein is, op hoog toerental draait en daardoor veel goedkoper (~500 E/kW) is dan de waterturbine. Vanwege de extra energiestap levert deze techniek weliswaar minder energie op dan de bulbturbine, maar vanwege de lagere kostprijs is de kWh-prijs naar verwachting lager dan van de bulbturbine. Dat de heveltechniek werkt is bewezen in het laboratorium. Tests zijn uitgevoerd bij 2 meter valhoogte. Toepassing op grote schaal en afmetingen heeft nog niet plaats gevonden. Naar het huidige inzicht functioneert de hevel

eveneens bij grote afmetingen en (mogelijk zelf beter) bij kleine valhoogten. Bij verdere ontwikkeling zal de heveltechniek gedemonstreerd worden in een pilot, vooruitlopend op verdere ontwikkeling van de getijcentrale Brouwersdam.

De bulb- en heveltechniek zijn twee extreme voorbeelden van de beschikbare technologieruimte; van technisch bewezen naar experimenteel. Binnen die technologieruimte zijn ook andere nieuwe en experimentele technieken beschikbaar, geen van allen bezitten de specifieke voordelen van de hevelturbinen: lage kosten en visvriendelijkheid. Twee aspecten die van doorslaggevend belang zijn voor succesvolle ontwikkeling van de getijcentrale Brouwersdam.

Met de aanleg van de getijcentrale bedragen de investeringskosten in de uitvoering met bulbturbine (incl. pomp) 534 miljoen en met de hevelturbinen 308 miljoen. Een doorlaat zonder getijcentrale wordt geraamd op 194 miljoen. Zie tabel 1 en figuur 4.

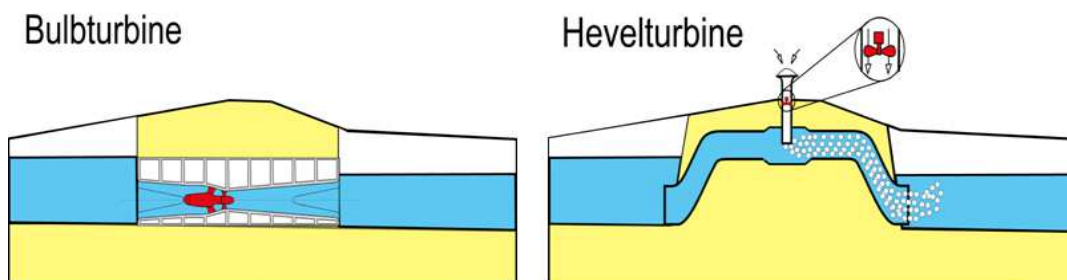
*Tabel 1 Aanlegkosten doorlaatmiddel Brouwersdam – getijcentrale, inclusief omzetbelasting*

<b>Variante</b>	<b>investering (in miljoen euro's)</b>
Doorlaatmiddel Brouwersdam	194
getijcentrale met bulbturbines	525
getijcentrale met hevelturbinen	298
getijcentrale met hevelturbinen en pompfunctie	308
getijcentrale met bulbturbines en pompfunctie	534
Aanpassingskosten buitendijkse voorzieningen (steigers, etc.)	10

Tegenover de kosten staan baten. Binnen de MIRT-Verkenning koppelt een getijcentrale de voordelen van verbetering van waterkwaliteit, natuurwaarden, toeristisch-recreatieve aantrekkelijkheid van het gebied, waterveiligheid, CO<sub>2</sub> reductie, innovatieve deltatechnologie en uiteraard duurzame energie. De getijcentrale levert 190 GWh elektriciteit in bulbturbine en 120 GWh bij uitvoering in hevelturbinen. Dit is goed voor levering van duurzame elektriciteit aan 35.000-55.000 huishoudens.

Uit de investering- en aanvullende onderhoudskosten en de geleverde elektriciteit is berekend dat de prijs bij de bulbturbine van 6,2 eurocent per kilowattuur (de huidige prijs) naar 13 eurocent per kilowattuur moet stijgen om een projectsaldo van nul te behalen. Voor de hevelturbinen is een prijs van 11 eurocent al voldoende. Kortom: er is ongeveer een verdubbeling van de energieprijzen en daarmee de energieopbrengsten van de bulbturbine nodig om de baten in balans te brengen met de kosten. Zie rapport *Maatschappelijke kosten-batenanalyse*.

*Figuur 4 Onderzochte techniekvarianten*



### Strenge visveiligheidseisen

Visveiligheid is binnen de ontwikkeling van moderne waterkracht van doorslaggevend belang; zo is uitbreiding van het areaal aan Nederlandse rivierwaterkracht inmiddels alleen mogelijk als aan strenge eisen t.a.v. vissterfte wordt voldaan. In getijsituaties als de Brouwersdam geldt op dit moment geen norm zoals voor op de Nederlandse rivieren, maar zijn vanwege de herhaaldelijke doorstroming de te stellen eisen strenger. Aangetoond kan worden dat in de getijsituatie waar 4 maal per dag ongeveer 10 % van het Grevelingenmeer met de Noordzee wordt uitgewisseld, om grote vissterfte te voorkomen hoge eisen gesteld moet worden aan de visveiligheid. Berekend is dat voor de gemiddelde levensduur van een vis binnen de populatie van de Grevelingen van 3 jaar, de toelaatbare vismortaliteit (het percentage dat ten gevolge van één passage sterft) kleiner moet zijn dat 0,5 %.

Naar het oordeel van turbineleveranciers kan deze waarde in principe gehaald worden door propellerturbines. Dit vraagt wel ontwikkeling en leidt ook tot een lager hydro-elektrisch omzettingsrendement.

Dezelfde eis ten aanzien van visveiligheid geldt uiteraard ook voor de hevelturbine. Omdat het principe van de hevelturbine andersom al wordt toegepast als "air lift pump" en de visvriendelijk in die toepassing al is aangetoond, wordt verwacht dat de eis t.a.v. visvriendelijkheid gemakkelijker te halen is met de hevelturbine.

### Getijcentrale waardevol als pomp bij waterberging

Van de bulbturbine is bekend dat die omgekeerd kan worden gebruikt als pomp. De pompfunctie wordt veelal toegevoegd aan getijnturbines om tijdens kentering van het tij, alvast water "voor te pompen" om daarmee bij groter verval meer elektriciteit te kunnen opwekken. Ook de prestaties van een pompende bulbturbine zijn goed bekend en gebruikt bij de analyse m.b.t. waterberging. In de uitvoering van "airlift-pump" kan de hevelturbine eveneens functioneren als pomp. De pomp prestaties (opvoerhoogte, debiet en rendement) zijn op dit moment voor de hevelturbine niet bekend. Dit aspect verdient nader onderzoek in een vervolg.

### Morfologische gevolgen beperkt:

De getijcentrale zal bij aanleg het Noordzeestrand aan de Brouwersdam aan de noordzijde begrenzen. Dit betekent dat de toekomstige, natuurlijke uitbreiding aan de noordzijde van het strand stopt. Van verzanding van de getijcentrale is naar verwachting geen sprake. Het debiet door de getijcentrale is van dezelfde orde grootte als het oorspronkelijke getijdebiet door de Noordgeul. Deze zal morfodynamisch weinig veranderen en op voldoende diepte blijven. Voor een gedetailleerde beschrijving van morfologie-effecten wordt verwezen naar het onderzoeksrapport *Morfologische beoordeling oevererosie en slibsedimentatie*, 2011 Witteveen+Bos.

### Interesse publieke en marktpartijen in getijcentrale

Binnen de MIRT Grevelingen is een internationale marktconsultatie georganiseerd onder private partijen. De benaderde partijen die zijn regionaal, nationaal en internationaal opererende energiebedrijven, turbine- en pompfabrikanten en bouwbedrijven.

De technische resultaten uit de studies van de MIRT Grevelingen zijn volgens de marktpartijen bruikbaar en duidelijk. De resultaten maken helder welke potentie de getijcentrale Brouwersdam



heeft. Daarmee is het mogelijk om in dit stadium van het project een inschatting te maken van de haalbaarheid en de kansen. De getijcentrale wordt met interesse en enthousiasme ontvangen. Voor partijen kunnen beslissen over investeringen in de getijcentrale moeten vervolgvragen m.b.t. technologie en zekerheid en betrouwbaarheid van publiek/private betrokkenheid beantwoord worden. Beantwoording van de vervolgvragen is nu voorzien in een onderzoek en realisatie van een pilot, waarbij één unit van de getijcentrale wordt ontwikkeld en beproefd onder de lokale omstandigheden (in de Brouwerssluis of in de Flakkeese Spuisluis). Dit initiatief tot het Grevelingen Tidal test Centre wordt breed gedragen door overheden, kennisinstellingen en private partijen.

#### Grevelingen Tidal Test Centre als opstap naar getijcentrale

Omdat voor een investeringsbeslissing meer duidelijkheid moet komen, is het initiatief genomen tot het Grevelingen Tidal Test Centre. In dit Tidal test Centre vindt onderzoek plaats naar uitwerking, laboratoriumtests, realisatie en beproeving van een pilot, omvattende één unit van de toekomstige getijcentrale. Beproeving vindt dan plaats onder de lokaal geldende omstandigheden op de Grevelingen (in de Brouwersdam of in de Grevelingendam).



#### **4.3.2 Conclusies**

1. Het opwekken van duurzame elektriciteit met de getijcentrale Brouwersdam is technisch haalbaar. Naast de bewezen bulbturbinetechniek zijn er nieuwe, visvriendelijke en goedkopere technieken die zich nog wel op grote schaal moeten bewijzen. De keuze van de best beschikbare techniek zal worden gemaakt in het vervolgtraject.
2. Er zijn mogelijkheden voor visvriendelijk bedrijf van de getijcentrale, dit is eveneens in het vervolgtraject proefondervindelijk aan te tonen.
3. De getijcentrale brengt geen grote verandering aan de morfologie van de Grevelingen en de Voordelta en de centrale loopt gedurende de levensduur geen risico op verzanding.
4. De kostprijs van de geleverde elektriciteit, afhankelijk van de techniekkeuze de kostenverdeling doorlaat/getijcentrale, ligt op het niveau van 11 – 15 eurocent per kilowattuur.

### 4.3.3 Vervolg vragen

1. Welke technieken zijn er, in aanvulling op de onderzochte technieken, wereldwijd beschikbaar voor extreem laag verval waterkracht/getijenergie?
2. Wat zijn daarvan de kenmerken met betrekking tot economie, ecologie en technologie?
3. Welke invloed hebben de eisen ten aanzien van visveiligheid voor de efficiency en de productiekosten?
4. Wat is Best Beschikbare Technologie (BAT) voor de getijcentrale Brouwersdam en vergelijkbare condities elders met 1 meter verval?
6. Welke juridische voorwaarden en noodzakelijke stappen zijn verbonden aan publiek-private initiatieven op een primaire waterkering?
7. Op welke manier willen publieke en private partijen zich verbinden aan het realiseren en exploiteren van een getijcentrale?

### 4.3.4 Referenties

- Getijcentrale in de Brouwersdam; variantenstudie, Royal Haskoning, september 2010
- Effecten van een getijcentrale op fauna in de Grevelingen, Kema, september 2010.
- Morfologische effecten van een getijcentrale in de Brouwersdam, Deltares, september 2010.
- Life Cycle Costing MIRT-Verkenning Grevelingen, Witteveen & Bos, Haskoning 2011.
- Morfologische beoordeling oevererosie en sliedsedimentatie Grevelingen, Witteveen & Bos oktober 2011.
- Marktscan Verkenning MIRT Grevelingen, RWS Zeeland, 2011
- Marktanalyse getijcentrale, MIRT Grevelingen Kernteam 2011
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011,
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011

## 4.4 Vaarverbinding Grevelingen – Noordzee

### 4.4.1 Bevindingen

#### Schutsluis is onrendabel

In het onderzoek is allereerst gekeken naar de aanleg van een schutsluis in de Brouwersdam als onderdeel van de ontwikkeling van de Grevelingen. Er is gekeken naar mogelijke ontwikkelingen waaraan de aanleg van een schutsluis een extra impuls zou kunnen geven. De centrale vraag daarbij is welke economische baten de sluis extra in het gebied van de Grevelingen zou kunnen opleveren en op welke wijze extra financiering van de sluis mogelijk is. Uit onderzoeken bleek dat aanleg van een schutsluis een bedrag vereist van rond de 70 miljoen Euro. De aanlegkosten van de schutsluis komen overeen met een jaarlijkse bestedingsimpuls van € 4 miljoen. Alleen de aanleg van een schutsluis genereert slechts een beperkte extra besteding van circa € 950.000 per jaar. Voor het financieren en exploiteren van een schutsluis bleken zowel publieke als private partijen niet geïnteresseerd.

#### Overtoom is goedkoper

Naar aanleiding van deze constatering is ook gekeken naar andere vormen van vaarverbindingen voor de recreatievaart. Daarvoor is een marktscan uitgevoerd. Tijdens gesprekken met potentiële investeerders is duidelijk geworden dat een consortium onder leiding

van de Nederlandse Zeejachthaven Ontwikkelingsmaatschappij bereid is een overtoom aan de zuidzijde van de Brouwersdam te willen bouwen onder strikte voorwaarden. Deze voorwaarden zijn: de begroting van het project past binnen de opzet van de investeerders waarbij geen rekening is gehouden met extra eisen van de overheid. Blijkt de overheid niet bereid deze investering te financieren (8 miljoen Euro) dan zijn de investeerders bereid te zoeken naar andere verdienmodellen bij of op de Brouwersdam waarbij men toestemming krijgt om nieuwe "rode" functies (verblijfsrecreatie, hotel) te mogen bouwen en exploiteren. Een overtoom levert een verbinding op waarbij een (zee)zeilboot in vier minuten kan worden overgezet van de Noordzee naar de Grevelingen en omgekeerd. De kosten voor een overtoom zijn geraamd op 8-21 mln. De bandbreedte heeft te maken met aannames voor bouwen op een waterkering. Dit bedrag kan definitief worden bepaald nadat bepaald is welke eisen door de overheid aan een dergelijke ingreep op de primaire waterkering worden gesteld.

#### **4.4.2 Conclusies**

Realisatie van een schutsluis in de Brouwersdam is technisch mogelijk en zeker gewenst voor de ontwikkelingen ten behoeve van de watersportsector. Een directe vaarverbinding van de Grevelingen naar de Noordzee en andersom vergroot niet alleen de aantrekkelijkheid van de Grevelingen als vaargebied, maar ook die van de zuidwestelijke delta als geheel. Financiering van een dergelijk project lijkt echter niet haalbaar. Het investeringsbedrag van 70 miljoen Euro blijkt niet beschikbaar te zijn in de private of publieke sector en ook niet beschikbaar te komen in een samenwerkingsvorm tussen beide sectoren.

Het idee om een boothevel of een overtoom te bouwen over de zuidzijde van de Brouwersdam is mogelijk technisch en financieel haalbaar. Een consortium uit de private sector o.l.v. Nederlandse Zeejachthaven Ontwikkelingsmaatschappij heeft onder voorwaarden interesse.

#### **4.4.3 Vervolg vragen**

Er is vervolgonderzoek nodig naar de technische uitvoering en veiligheidseisen. Eind 2012 is bekend of het consortium onder leiding van de Nederlandse Zeejachthaven Ontwikkelingsmaatschappij de overtoom kan en wil bouwen en welke voorwaarden men stelt voor het realiseren van verblijfsrecreatie producten indien de financiering voor 100 % privaat moet zijn.



#### 4.4.4 Referenties

- Economische impact en mogelijkheden van een schutsluis in de Brouwersdam, Oranjewoud en Decisio september 2010
- Reisgids Grevelingen-Voordelta, Lola, BAM, AM Concepts en Deltares september 2010.
- Economische impact en mogelijkheden van een schutsluis in de Brouwersdam, Oranjewoud, Decisio september 2010
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011, Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011 Grevelingenvisie, Witteveen & Bos, Enno Zuidema Stedebouw 2011

## 4.5 Doorlaat Grevelingendam – Waterberging Grevelingen

### 4.5.1 Bevindingen

Grevelingen kan voor middellange termijn bijdragen aan waterveiligheid Zuidwest Nederland  
Waterberging blijkt een te overwegen alternatief voor dijkverzwaring rond het Haringvliet. Waterberging in de Grevelingen is betrouwbaarder dan waterberging in de Oosterschelde. Door de gecombineerde bergingsmaatregel van het Volkerak-Zoommeer en de Grevelingen kan naar schatting ca. 25km dijk niet of pas later versterkt te worden. De termijn waarop de maatregel bergen of dijkverhogen noodzakelijk wordt, hangt af van de klimaatontwikkeling, dat wil zeggen de zeespiegelstijging, de stormopzetduur en de rivierwaterafvoer. De afvoer van de Grevelingen via de getijcentrale wordt versneld door de pompfunctie. De pompfunctie blijkt de schade op de Grevelingen te verminderen en de duur van de waterberging te verkorten.

Voor de incidentele waterberging bij een zoet Volkerak-Zoommeer kan tijdelijk negatieve effecten op sommige soorten bodemdieren veroorzaken. De kans op schade voor de landbouw wordt als zeer gering beoordeeld. Bij inzet van de waterberging zijn er schadekosten in het buitendijkse gebied indien geen preventieve maatregelen worden genomen.

#### Een open verbinding, waterkwaliteit en ecologie

Een open verbinding in de Grevelingendam maakt een geringe verhoging van het middenpeil van de Grevelingen met 10cm noodzakelijk. De doorlaat is zodanig gedimensioneerd dat onder dagelijkse omstandigheden het gemiddeld getij op de Grevelingen 0,50m is en op het Volkerak-Zoommeer gemiddeld 0,30m bij een middenstand van -10cm NAP op beide meren. Er ontstaat dan onder dagelijkse omstandigheden een betere doorstroming in de Grevelingen waardoor de zuurstofloosheid nog iets minder gemakkelijk kan optreden. Een openverbinding heeft ook tot gevolg dat het water in de Grevelingen voedselrijker wordt met kans op toename van zeesla. Door een iets lager zoutgehalte in het oosten van het Grevelingenmeer ontstaan kansen voor de ontwikkeling van zeegras en diadrome vissoorten. Door een open verbinding kan de waterkwaliteit in het Volkerak-Zoommeer worden verbeterd (zie memo *Vergelijking verzilting Volkerak-Zoommeer via de Oosterschelde en via het Grevelingenmeer*, Deltares 2011) waardoor een doorlaat in de Phillipsdam kan worden uitgespaard. Een open verbinding (brug) kan een extra impuls geven aan de recreatievaart doordat een nieuwe vaarverbinding ontstaat.

#### **4.5.2 conclusies**

Waterberging kan, als aanvulling op dijkversterkingen, bijdragen aan de robuustheid van de waterveiligheid in de Rijn-Maasmonding. Dit laat zich lastig uitdrukken in MHW-daling en vermeden kosten aan dijkversterking. Waterberging in de Grevelingen kan tevens worden gecombineerd met ingrepen voor het verbeteren van de waterkwaliteit op de Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer.

Een verbinding tussen de Grevelingen en Volkerak-Zoommeer biedt kansen voor waterberging, ecologie en recreatie. De aanlegkosten van een open verbinding zijn geschat op ca. € 40 - € 63 miljoen (incl. omzetbelasting) en een afsluitbare verbinding is aanzienlijk duurder ca. € 100 - € 151 miljoen (incl. omzetbelasting). Daarnaast zijn er aanlegkosten voor het vergroten van de spuicapaciteit van de Volkerak-Sluizen, de aanpassingen van bestaande waterkeringen en de schadekosten voor het buitendijkse gebied ca. 46 miljoen – 147 miljoen (incl. BTW). De baat van de waterberging hangt sterk af van de stormopzetduur. Bij een stormopzetduur van 35 uur is de geschatte contante waarde van de baat waterveiligheid € 92 miljoen.

#### **4.5.3 vervolgvragen**

Voor het vervolg is het belangrijk dat er aanvullend onderzoek wordt uitgevoerd naar het nut van waterberging voor de veiligheid van het benedenrivierengebied waarbij gekeken wordt naar alle veiligheidsaspecten / faalmechanismen. Hierbij dienen er inhoudelijke vragen te worden beantwoord naar de modellering van de stormopzetduur.

De uitkomsten van de MIRT-Verkenning Grevelingen kunnen worden aangescherpt door:

- MHW berekeningen uit te voeren met de in het Deltaprogramma bepaalde stormopzetduur van 35 uur. Het is hierbij van groot belang om naast de MHW berekeningen ook een aantal reële situaties door te rekenen;
- Op basis van bovenstaande berekeningen kunnen (de afmetingen van) de kunstwerken verder worden geoptimaliseerd en een LCC kostenraming worden gemaakt. Dit geldt voor de doorlaat in de Grevelingendam en de Volkerak-Sluizen en de pompfunctie van de getijcentrale in de Brouwersdam. De doorlaat in de Grevelingendam dient tevens te worden ontworpen als doorlaatlaats opening waarmee onder dagelijkse omstandigheden het Volkerak-Zoommeer kan worden ververst;
- Met de nieuwe gegevens kunnen de effecten van waterberging nauwkeuriger in beeld worden gebracht. En kan een scherpere MKBA van de veiligheid "Rivierdijkverhoging" versus "waterberging Volkerak-Zoommeer én Grevelingen" worden gemaakt;

#### **4.5.4 Referenties**

- Hoofdrapport Gevoeligheidsanalyse Waterberging Zuidwestelijke Delta, RWS, juni 2010
- Getijcentrale in de Brouwersdam; variantenstudie, Royal Haskoning, september 2010
- Life Cycle Costing MIRT-Verkenning Grevelingen, Witteveen & Bos, Haskoning 2011
- Doorlaatmiddel in de Grevelingendam, Eindrapport deelontwerpstudie PlanMER, Hogeschool Rotterdam, juni 2011
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011
- Grevelingenvisie, Witteveen & Bos, Enno Zuidema Stedebouw 2011

## 4.6 Flakkeese Spuisluis

### 4.6.1 Bevindingen

In de autonome ontwikkeling zal de Flakkeese spuisluis weer in gebruik worden genomen waardoor weer enige uitwisseling met de Oosterschelde plaats kan vinden. Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis zorgt voor een toename van de dynamiek in de directe omgeving van de sluis wat lokaal zorgt voor een verbetering van de waterkwaliteit. Voor het gehele meer is er geen effect te verwachten. Een verbinding met de Oosterschelde zal lokaal een aantrekkingskracht hebben op vis.

### 4.6.2 Conclusies

Bij introductie van getij van 0,50m heeft de Flakkeese spuisluis weinig meerwaarde. In de autonome ontwikkeling is er een gering lokaal effect. De kosten voor het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis bedragen € 5 miljoen.

### 4.6.3 Vervolg vragen

Als de Flakkeese spuisluis als proeflocatie (Tidal Test Centre) wordt ingericht en wordt gecombineerd met het opnieuw in gebruik nemen van deze sluis voor de verbetering van de waterkwaliteit dan zal met de gezamenlijke partners de verdere planvorming moeten worden opgepakt.

Hieronder valt de effectbepaling voor zowel de Oosterschelde en de Grevelingen en de te volgen procedures. Ook dient het ontwerp en LCC kostenraming te worden aangepast.

### 4.6.4 Referenties

- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011



## 5 Ontwikkelingsperspectief Grevelingen

De Grevelingenvisie is een door de Bestuurscommissie Grevelingen gedragen ambitie voor de toekomstige in ontwikkeling van de Grevelingen die mogelijk is omdat de omgevingskwaliteit van de Grevelingen verbetert door de grootschalige investeringen.

Doel van de Grevelingenvisie is:

- Planologische verankeren van de ingrepen (doorlaatmiddel Brouwersdam-getijcentrale-vaarverbinding-doorlaatmiddel Grevelingendam) in Provinciale Structuurvisie Zuid-Holland en Omgevingsplan Zeeland;
- Inzichtelijke maken welke ruimtelijke ontwikkeling mogelijk is na het realiseren van de bouwstenen;
- Kader stellen aan ruimtelijke investeringen in de Grevelingen;
- Potentie voor het investeringsklimaat in beeld brengen dat in een vervolg tot uiting wordt gebracht in Investeringsagenda Grevelingen.

De ambitie in de Grevelingenvisie bestaat uit het streven naar de ontwikkeling van de Grevelingen tot "een zilte baai van wereldklasse opnieuw in balans".

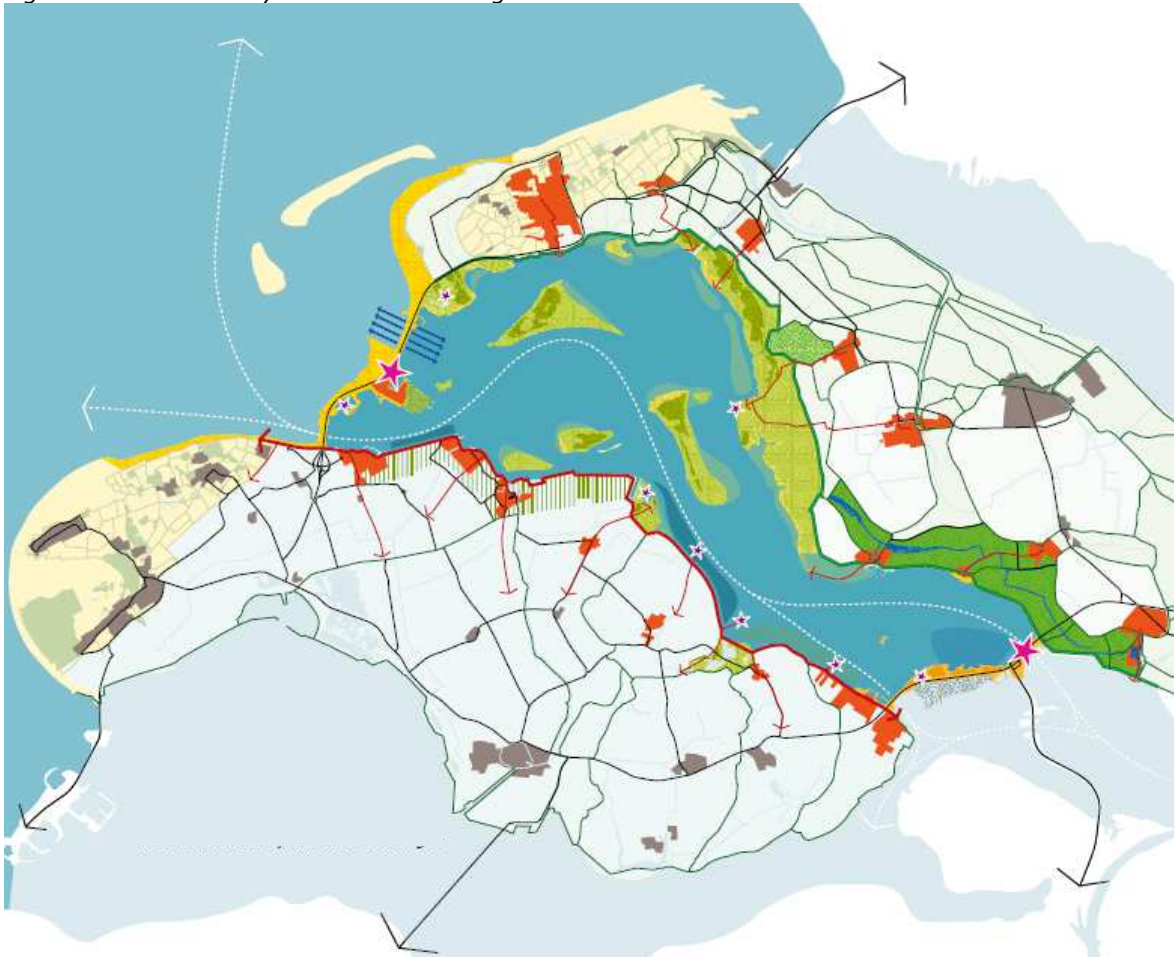
Uit deze ambitie spreekt de wens om bij ontwikkelingen aan te sluiten bij de karakteristiek van de Grevelingen als onderdeel van de delta ("zilte baai" als metafoor voor het bijzondere deltalandschap). In de Grevelingenvisie worden daarom ontwikkelingen voorgestaan die inspelen op de eigenheid van het gebied, die kwaliteiten als rust en ruimte respecteren en die de land-water relaties versterken. Daarbij wordt gestreefd naar ontwikkelingen die de top vormen op het gebied van natuurkwaliteit, voorzieningen ten einde concurrerend te kunnen zijn met andere regio's ("wereldklasse" door innovatie), en die de eco 2 benadering leidend te laten zijn ("balans" door herstel van dynamiek).

De visie werkt zeven thema's uit die van belang zijn voor de toekomst van de Grevelingen als zilte baai van wereldklasse:

- Verbinding land-water
- Vitale dorpen
- Landbouw met toekomst
- Betere verbindingen bij Scharendijke
- Landschapontwikkeling bij Herkingen en Battenoord
- Een optimale zonering van het waterbekken
- Een betere relatie tussen voordelta en Grevelingen
- Nieuwe getijdenatuur en bescherming bestaande natuur

Om de hoofdlijnen uit de Grevelingenvisie mogelijk te maken wordt de visie uitgewerkt in een investeringsagenda voor de korte en middellange termijn.

*Figuur 5: Visiekaart Dynamische Grevelingen*





## 6 Conclusies alternatieven

### 6.1 Analyse alternatieven; effecten en kosten-baten

Eind 2010 is aan het einde van de analyse fase bepaald dat ingrepen afzonderlijk en in samenhang moeten worden onderzocht in de Maatschappelijke kosten-baten analyse en de milieueffectrapportage. De conclusies van de integrale alternatieven analyse worden hieronder beknopt weergegeven.

De ingrepen kunnen met elkaar worden gecombineerd om tot een integrale oplossing te komen voor de Grevelingen. Deze integrale oplossing heeft geresulteerd in vijf mogelijke alternatieven, die allemaal een andere samenstelling van de verschillende bouwstenen hebben, zodat de bandbreedte van de beslisinformatie zo breed mogelijk wordt gehouden. In de Plan-mer en de MKBA wordt nader ingegaan op de alternatieven en de analyse.

Tabel 2 Overzicht van de alternatieven van de MIRT-Verkenning Grevelingen

<b>alternatieven:</b> <b>bouwstenen:</b>	<b>0</b> <b>referentie</b>	<b>1</b> <b>duurzaam,</b> <b>veilig en</b> <b>vooruit bij een</b> <b>zout Volkerak-</b> <b>Zoommeer</b>	<b>2</b> <b>duurzaam,</b> <b>veilig en</b> <b>vooruit bij</b> <b>een zoet</b> <b>Volkerak-</b> <b>Zoommeer</b>	<b>3</b> <b>Grevelingen</b> <b>gebieds-</b> <b>ontwikkeling</b>	<b>4</b> <b>Water-</b> <b>berging</b> <b>Grevelingen</b>	<b>5</b> <b>Grevelingen</b> <b>effect-</b> <b>bestrijding</b>
Flakkeese Spuisluis	ja	Nee	nee	nee	ja	ja
doorlaatmiddel Brouwersdam en getijcentrale	nee	Ja	ja	ja	nee	nee
Recreatievaart-verbinding	nee	Ja	ja	ja	nee	nee
doorlaat Grevelingendam	nee	ja, open	ja, afsluitbaar	nee	ja, afsluitbaar	nee
kunstmatige waterbeweging	nee	Nee	nee	nee	nee	ja
Ontwikkelingsruimte	nee	Ja	ja	ja	nee	ja

#### 6.1.1 Resultaten milieueffecten

De milieueffecten van vijf alternatieven voor de Grevelingen zijn systematisch beschreven ten opzichte van een referentie (de huidige situatie en autonome ontwikkeling). Het beoordelingskader bevat de criteria die samenhangen met de vijf samenhangende pijlers onder de MIRT Grevelingen. Aan de hand daarvan worden de alternatieven per hoofdcriteria hieronder beoordeeld (tabel 3).

Tabel 3 Effectbeschrijvingen gesommeerd

<b>alternatieven:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>criteria:</b>	<b>referentie</b>	<b>duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Volkerak-Zoommeer</b>	<b>duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak-Zoommeer</b>	<b>Grevelingen gebiedsontwikkeling</b>	<b>waterberging Grevelingen</b>	<b>Grevelingen en effectbestrijding</b>
Hoogwaterveiligheid	0	++	++	0	++	0
waterkwaliteit en ecologie	0	++	++	++	+	+
(getijden)natuur	0	+	+	+	0	0
Getijenergie	0	++	++	++	0	0
Recreatiemogelijkheden	0	++	++/+	++/+	0	+

Alternatieven 1, 2 en 3 met het doorlaatmiddel in de Brouwersdam geven een zeer goede verbetering van de zuurstofhuishouding in de Grevelingen. Ecologisch gezien profiteren bodemdieren, bodemvissen en bodemdieretende vogels van deze verbetering, alsmede de recreatie en de visserij. de Passende Beoordeling laat zien dat de effecten op Natura 2000-doelen voor de meeste instandhoudingsdoelen neutraal tot positief zijn. De morfologische effecten van de getijcentrale met doorlaat op de stranden van Schouwen-Duiveland en Goeree lijken beperkt. De morfologische effecten van de getijcentrale op de Bollen van de Ooster lijken gunstig, omdat het plaatoppervlak in de toekomst toeneemt.

De peilstijgingen op de Grevelingen onder invloed van zeespiegelstijging (0,85 m voor alternatieven 1, 2 en 3 en 0,40 m voor de referentie en alternatieven 4 en 5) zijn veel groter dan de invloed van een gemiddelde getijslag van 0,50 m, waarbij het maximum peil slechts 0,25 m boven het middenpeil uitkomt. De effecten van zeespiegelstijging zijn groter dan de effecten van gemiddelde getijslag van de alternatieven 1, 2 en 3. Deze alternatieven hebben een pomp wat een positieve invloed heeft op de hoogwaterveiligheid. In deze alternatieven kan worden voorgemalen en kan het water weg worden gepompt, waardoor de periode van waterberging korter is en het water minder hoog komt te staan. Alternatieven 2 (en 3) scoren op de nutriënten minder slecht dan alternatief 1, omdat de opening in de Grevelingen het grootste deel van de tijd gesloten is en de Grevelingen dus niet met het Volkerak-Zoommeer in open verbinding komt te staan. Alternatief 3 biedt geen ruimte voor waterberging op de Grevelingen. Hierdoor scoort alternatief 3 slechts neutraal op het thema hoogwaterveiligheid, omdat het geen oplossing biedt voor de hoogwaterproblematiek.

Bij alternatief 4 is er sprake van incidentele waterberging. Daardoor is sprake van dezelfde negatieve effecten op de Natura 2000 doelstellingen. Alternatief 4 heeft geen positieve effecten voor het functioneren van de Grevelingen als ecosysteem en de spin-off die daaruit voort komt voor recreatie en visserij. Het is een alternatief puur gericht op de waterbergingsopgave. Verschil

met alternatief 1 en 2 is dat in alternatief 4 de waterpeilen bij waterberging hoger kunnen worden en langer duren, omdat in alternatief 1 en 2 kan worden voorgemalen en weggepompt en in alternatief 4 moet het water weer langs dezelfde weg terug.

In alternatief 5 wordt kunstmatig verticale waterbeweging opgewekt om de stratificatie te verminderen, dit laat gunstige effecten op de zuurstofhuishouding zien en als spin-off daarvan op de soorten die afhankelijk zijn van het bodemleven, de recreatie en de visserij. Kunstmatige waterbeweging lost het zuurstofprobleem echter niet op, richt zich op symptoombestrijding en heeft weinig synergievoordelen (natuur boven water, energie, attractiewaarde).

### 6.1.2 Resultaten maatschappelijke kosten-baten analyse

Op grond van berekeningen zijn diverse optimalisaties uitgevoerd die gericht zijn op het reduceren van kosten. Optimalisatiekansen dienen zich vooral aan door gebruik te maken van een getijcentrale met hevelturbine, die een beter economisch rendement heeft dan de bulbturbine en de grote kostenbesparingsmogelijkheden bij de Volkeraksluizen door het combineren van de aanleg van meer spuicapaciteit met de aanleg van een nieuwe sluiskolk voor de scheepvaart. Het resultaat van de kosten-batenberekening van de geoptimaliseerde alternatieven staat in tabel 4.

Tabel 4 Kosten en baten van de geoptimaliseerde alternatieven (in M€ inclusief omzetbelasting)

<b>Alternatieven:</b>	<b>1 Duurzaam, veilig en vooruit bij een zout Vokerak- Zoommeer</b>	<b>2 Duurzaam, veilig en vooruit bij een zoet Volkerak- Zoommeer</b>	<b>3 Grevelingen gebiedsont- wikkeling</b>	<b>4 Waterberging Grevelingen</b>	<b>5 Grevelingen effectbestrijding</b>
<b>Kosten:</b>					
investeringskosten	357	468	312	146	17
kosten beheer en onderhoud	56	87	50	34	14
totaal kosten	413	555	362	180	31
<b>Baten</b>					
energieopbrengst	189	189	189	0	0
verblijfsrecreatie	7	7	7	0	7
Watersport	2	2	2	0	0
Mosselkweek	91	91	91	0	0
Waterveiligheid	92	92	0	92	0
CO2-emissiereductie getijcentrale	8	8	8	0	0
werkgelegenheid	31	31	31	0	0
kennisontwikkeling en innovatie	10	10	10	0	0
Recreatieve beleving en niet-	+ p.m.	+ p.m.	+ p.m.	0	+ p.m.

gebruikswaarde natuur					
totaal baten	430	430	338	92	7
saldo (baten- kosten)	17	- 125	- 24	-88	- 24
ratio (baten/kosten)	1,04	0,77	0,93	0,51	0,23

Op basis van de berekening van de geoptimaliseerde alternatieven kan geconcludeerd worden dat alternatief 1 de meest maatschappelijk verantwoorde investering is. De baten/kostenratio van 1,04 is positief. Ook alternatief 3 met een ratio van 0,93 is kansrijk.

## Bijlage 1: Referenties

### Notities Pre-Verkenning Water en Getij:

- Notitie 1: Knelpunten autonome ontwikkeling, Witteveen + Bos, april 2008
- Notitie 2: Bouwstenen en kansrijke oplossingsrichtingen, Witteveen + Bos en Bureau Waardenburg, januari 2009
- Notitie 3: Optimale locatie(s) doorlaatmiddelen, Witteveen + Bos, september 2008
- Notitie 4: Scheepvaart, Witteveen + Bos, december 2008.
- Notitie 5: Civiele aspecten doorlaatmiddel Brouwersdam, Witteveen + Bos, december 2008

### Getijcentrale

- Getijcentrale in de Brouwersdam: een verkennende studie, TU-Delft en Delta, mei 2008

### Toerisme en recreatie:

- Meerwaardestudie Grevelingen en Delta: Schutsluis in de Brouwersdam? Bureau Vrolijk, juni 2008

### Gevoeligheidsanalyse Waterberging Zuidwestelijke Delta :

- Hoofdrapport Gevoeligheidsanalyse Waterberging Zuidwestelijke Delta RWS, juni 2010
- Getijcentrale in de Brouwersdam, notitie over onderzoeksvragen, ir. J. van Duivendijk januari 2010.
- Schetsontwerp Grevelingendam doorlaten Krammer en Bocht van St. Jacob, DHV juni 2010.
- Memo Milieueffecten waterberging Grevelingen, DHV juni 2010.

### MIRT-Verkenning Grevelingen:

- Validatie van het 3D model voor het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie, Deltares, augustus 2010.
- Hoofdrapport Gevoeligheidsanalyse Waterberging Zuidwestelijke Delta RWS, juni 2010
- Herintroductie getij in de Grevelingen en de effecten op natuur in intergetijdengebieden, Waardenburg, juni 2010.
- Expert judgement naar draagkracht van de Grevelingen voor Schelpdierkweek, Deltares, september 2010
- Economische impact en mogelijkheden van een schutsluis in de Brouwersdam, Oranjewoud en Decisio september 2010
- Reisgids Grevelingen-Voordelta, Lola, BAM, AM Concepts en Deltares september 2010.
- Getijcentrale in de Brouwersdam; variantenstudie, Royal Haskoning, september 2010
- Effecten van een getijcentrale op fauna in de Grevelingen, Kema, september 2010.
- Invloed van getij op oevers Grevelingenmeer, RWS, september 2010
- Morfologische effecten van een getijcentrale in de Brouwersdam, Deltares, september 2010.
- Economische impact en mogelijkheden van een schutsluis in de Brouwersdam, Oranjewoud, Decisio september 2010

- De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer, Waardenburg november 2010
- Introductie van mogelijke gevolgen door de herintroductie van getij in het Grevelingenmeer, Hoge school Zeeland mei 2011.
- Life Cycle Costing MIRT-Verkenning Grevelingen, Witteveen & Bos, Haskoning 2011.
- Grevelingenmeer Kwetsbaar?, RWS Waterdienst januari 2011.
- Marktscan Verkenning MIRT Grevelingen, RWS Zeeland, 2011
- Doorlaatmiddel in de Grevelingendam, Eindrapport deelontwerpstudie PlanMER, Hogeschool Rotterdam, juni 2011
- Morfologische beoordeling oevererosie en slibsedimentatie Grevelingen, Witteveen & Bos oktober 2011.
- Marktanalyse getijcentrale, MIRT Grevelingen Kernteam 2011
- Memo (On)mogelijkheden voor verbetering waterkwaliteit Grevelingen door aangepast beheer (scenario A0+), RWS Waterdienst juli 2011;
- Memo Vergelijking verzilting Volkerak-Zoommeer via de Oosterschelde en via het Grevelingenmeer, Deltares augustus 2011;
- De verspreiding van witte bacteriematten en schade aan het bodemleven in het Grevelingenmeer II (Metingen van de nazomer 2010 en het eind van de winter 2011), Bureau waardenburg BV, augustus 2011
- Morfologische Analyse Voordelta, Witteveen & Bos maart 2012
- Impact van de Brouwersdam op zuurstofcondities in de Grevelingen; reconstructies uit natuurlijke sediment archieven, TNO februari 2012
- Milieueffectrapportage (Plan-mer) – Witteveen & Bos 2011;
- Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), Witteveen & Bos 2011;
- Grevelingenvisie, Witteveen & Bos, Enno Zuidema Stedebouw 2011