



Rob Nieuwkamer, Witteveen+Bos
Lennart Turlings, Witteveen+Bos
Jan-Willem Slager, Rijkswaterstaat Zeeland
Paul Paulus, Rijkswaterstaat Zeeland

Verkenning Grevelingen water en getij

In het najaar van 2006 beloofde de toenmalig minister van Verkeer en Waterstaat een verkenning te beginnen naar een vergroting van de doorlaat in de Brouwersdam. Die verkenning is vorig jaar uitgevoerd door Witteveen+Bos en Bureau Waardenburg in opdracht van Rijkswaterstaat Zeeland. Het vergroten van de uitwisseling met de Noordzee door middel van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam kan de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam doen verbeteren, zo blijkt uit dat onderzoek. Bovendien is het technisch en ecologisch mogelijk om het nieuwe doorlaatmiddel te combineren met een getijdecentrale voor het opwekken van energie.

De ecologische toestand van het Grevelingenmeer is in de laatste decennia verder achteruit gegaan, hoewel het beheer van de bestaande Brouwerssluis een aantal malen is aangepast ten behoeve van de ecologie van het meer¹⁾. De belangrijkste knelpunten voor het Grevelingenmeer zijn: zuurstofloze condities in en nabij de waterbodem met negatieve gevolgen voor de ecologische toestand van het meer (zie afbeelding 1), afname van geschikt broedgebied voor kustbroedvogels, een mogelijk verdere afname van visetende vogels, de verdwijning van zeegras en de grootschalige ophoping van zeesla.

Verschuivingen in het bodemleven kunnen effecten hebben op vissen en vogels waarvoor doelstellingen geformuleerd zijn. Door deze achteruitgang is het onduidelijk of de ecologische toestand in 2015 zal voldoen aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000, de Watervisie 'Nederland veroveren op de toekomst, kabinetsvisie

op het waterbeleid' en het Omgevingsplan Zeeland 2006-2012.

Maatschappelijk belang

Het Grevelingenmeer is een veelzijdig recreatiegebied met mogelijkheden tot zwemmen, plankzeilen, kanoën, duiken, recreatievaart en sportvisserij. Ook de beroepsvisserij op kreeft, paling en oester is van belang. Voor gebruikers van de Grevelingen bestaan de knelpunten (in samenhang met de ecologische knelpunten) uit het mogelijk afsterven van commerciële oesterbanken, en sterke toename van Japanse oesters (recreanten verwonden zich soms aan de scherpe randen), het ontbreken van bodemleven in de diepere delen, waardoor de aantrekkelijkheid voor sportduikers vermindert én de grootschalige ophoping van zeesla, dat onder andere zorgt voor stank.

Het doel van de verkenning is te onderzoeken of herintroductie van getij in het Grevelingenmeer door middel van de

aanleg van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam, eventueel in combinatie met een schutsluis en een getijdecentrale, mogelijk is. De inhoudelijke doelen voor een duurzame toekomstige ontwikkeling van de Grevelingen zijn onder te brengen onder één hoofddoel en drie neven-doelen. Het hoofddoel is duurzame verbetering van het ecologisch functioneren van het watersysteem, bijvoorbeeld door de realisatie van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam. De neven-doelen zijn het opwekken van getijde-energie door middel van een getijdecentrale in de Brouwersdam, verbetering van de mogelijkheden voor recreatievaart door de aanleg van een schutsluis in de Brouwersdam en het openhouden van de mogelijkheid om het Grevelingenmeer te gebruiken voor het bergen en/of afvoeren van rivierwater bij extreem hoge rivierafvoeren.

Om de doelen te bereiken en de aangegeven knelpunten op te lossen, zijn in de verkenning

Het bodemleven op verschillende diepten in gebieden met onvoldoende zuurstofconcentratie.



zes maatregelen bestudeerd. In tabel 1 is per maatregel aangegeven welke doelen bereikt kunnen worden. Een maatregel die is ontwikkeld om het ene doel te bereiken, kan ook invloed hebben op het bereiken van een ander doel (hoewel de maatregelen daarvoor niet primair is ontwikkeld). Ook dit is in de tabel aangegeven.

Doorspoelen via Flakkeese spuisluis

De capaciteit van de Flakkeese spuisluis in de Grevelingendam wordt verdubbeld om het Grevelingenmeer door te kunnen spoelen met water uit de Oosterschelde. Het opnieuw in gebruik nemen van de Flakkeese spuisluis (met de huidige capaciteit) is onderdeel van de autonome ontwikkeling. De ingebruikname is in voorbereiding.

Doorlaatmiddel Brouwersdam

Het doorlaatmiddel Brouwersdam bestaat uit het realiseren van extra doorlaatcapaciteit door de Brouwersdam via de aanleg van één of meerdere doorlaatmiddelen. Vier varianten zijn bestudeerd:

- Gedempt Getij: acht keer de huidige doorlaatcapaciteit in het zuidelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 50 cm;
- Gedempt Getij 70Z:30N: acht keer de huidige doorlaatcapaciteit waarvan 70 procent in het zuidelijk en 30 procent in het noordelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 50 cm;
- Noorderspuisluis: handhaving van de huidige Brouwerssluis, aangevuld met 14 keer de huidige doorlaatcapaciteit in het noordelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 75 cm;
- Maximaal Getij: 20 keer de huidige doorlaatcapaciteit in het zuidelijk deel van de Brouwersdam, resulterend in een getijslag van naar schatting 100 cm.

Ruimte voor de Rivier

Binnen Rijkswaterstaat worden de mogelijkheden onderzocht van het maken van een koppeling tussen het Grevelingenmeer en het Volkerak-Zoommeer via een verbinding of doorlaatmiddel in de Grevelingendam. Het gehele systeem Volkerak-Zoommeer-Grevelingen staat dan in verbinding met het noordelijke deltabekken via de Volkerakspuisluizen. Hierdoor kan het Grevelingenmeer worden gebruikt voor het

bergen van rivierwater bij hoge rivierafvoeren. Grevelingen en Volkerak-Zoommeer krijgen in deze bouwsteen éénzelfde peilbeheer. In de planstudie Waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer wordt uitgegaan van een middenstand van -0,10 m NAP en een getijslag van 30 cm (variant Beperkt Getij).

Getijdecentrale in de Brouwersdam

De combinatiemogelijkheden worden onderzocht van het vergroten van de doorlaatcapaciteit van de Brouwersdam in combinatie met het winnen van energie uit de waterbeweging die hier het gevolg van is in een getijdecentrale. Deze kan, mede afhankelijk van de getijslag, in verschillende varianten worden gerealiseerd.

Schutsluis in de Brouwersdam

Deze maatregel betreft het realiseren van een schutsluis in de Brouwersdam ten behoeve van recreatievaart en mogelijk ook de visserij.

Beheermaatregelen

Voor een aantal knelpunten kunnen, in plaats van of aanvullend op bovenstaande maatregelen, beheermaatregelen worden getroffen om de knelpunten op te lossen. In de verkenning zijn de volgende aan de orde gekomen: verwijdering van de organische sliblaag, aanleg van broedeilanden voor kustvogels, actief vegetatiebeheer op eilanden, schorren en slikken, verwijdering van zeesla, verwijdering van Japanse oesters en het aanplanten van zeegras.

Voor het doorlaatmiddel zijn drie schetsontwerpen gemaakt, namelijk voor de variant Gedempt Getij een doorlaatmiddel in het

zuidelijke sluitgat en een doorlaatmiddel in het noordelijk sluitgat en voor de variant Maximaal Getij een doorlaatmiddel in combinatie met getijdecentrale. Ook voor de schutsluis is een schetsontwerp gemaakt. De ontwerpen vormen de basis voor de kostenramingen volgens de door Rijkswaterstaat voorgeschreven PRI-methode met een nauwkeurigheid van 50 procent, zoals dat voor een verkenning gebruikelijk is. Gebleken is dat nauwelijks een kostenverschil bestaat tussen een doorlaatmiddel in het zuidelijke sluitgat en het noordelijke sluitgat, hoewel de kern van de Brouwersdam in het zuidelijke sluitgat uit betonblokken bestaat en in het noordelijke sluitgat uit caissons.

Resultaten

Voor de verschillende varianten van het doorlaatmiddel zijn door Deltares berekeningen gemaakt met een waterkwaliteitsmodel²⁾. De modelresultaten zijn vervolgens door Bureau Waardenburg vertaald naar ecologische effecten. Uit deze analyse blijkt dat de meeste doelen van de KRW en Natura 2000, die afgeleid zijn voor de bovenste waterlaag, nu al worden gehaald. Er is dus (nog) geen formeel waterkwaliteitsknelpunt. Maar de zuurstofproblemen nabij de bodem is een belangrijk knelpunt vanwege het effect op het bodemleven, de vissen en de doorwerking in de voedselketen (bijvoorbeeld het effect op visetende vogels). De zuurstofloosheid breidt zich uit naar de ondiepere delen van het Grevelingenmeer. Op termijn kunnen dus wel formele waterkwaliteitsknelpunten ontstaan. De oorzaken van de zuurstofproblemen zijn stratificatie, waardoor het water bij de bodem in de

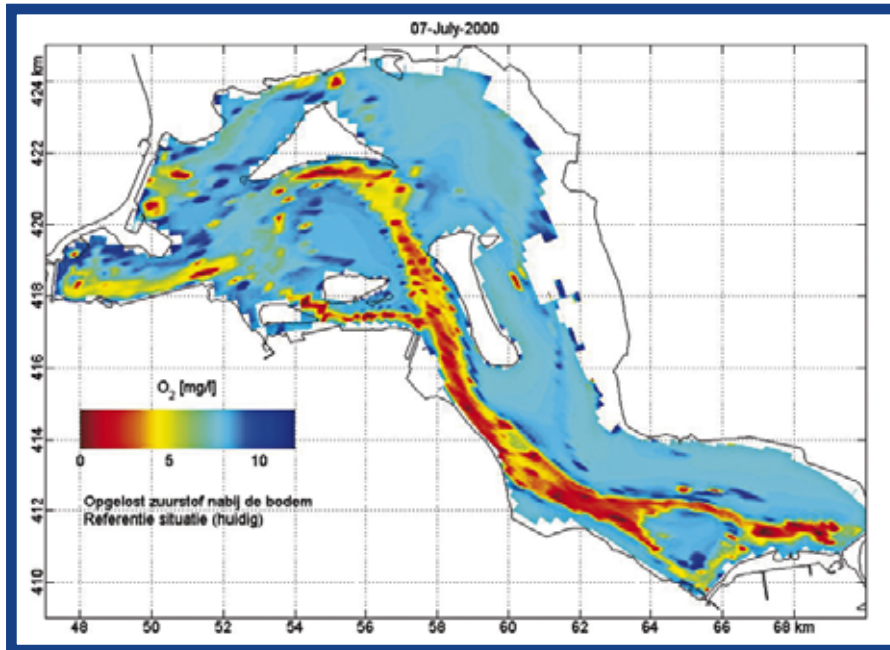
Tabel 1. Doelen en bouwstenen Verkenning Grevelingen Water en Getij.

| bouwstenen | hoofddoel | | nevendoelen | |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| | ecologisch functioneren | getijde-energie | recreatie-vaart | bergen van rivierwater |
| 1. doorspoelen via Flakkeese spuisluis | ■ | | | |
| 2. doorlaatmiddel Brouwersdam | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 3. ruimte voor de Rivier | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 4. getijdecentrale in de Brouwersdam | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5. schutsluis Brouwersdam | | | ■ | |
| 6. beheermaatregelen | ■ | | ■ | |

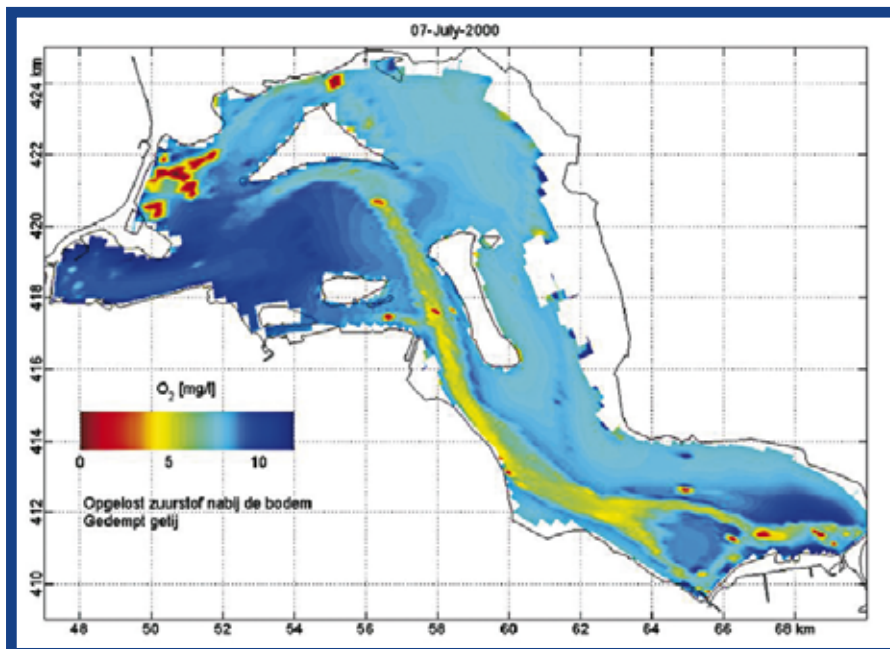
■ middel om het doel te bereiken
■ heeft invloed op het bereiken van het doel

Tabel 2. Kosten van de bestudeerde varianten.

| getijslag (cm) | areaal inter-getijdegebied (ha) | doorlaatmiddel | kosten ±50%, exclusief BTW | vermogen getijcentrale | verschil in kosten tussen spuisluis en getijcentrale |
|----------------|---------------------------------|--|----------------------------|------------------------|--|
| 5 | 100 | huidige Brouwerssluis | nvt | | nvt |
| 50 | 1.200 | nieuwe spuisluis idem met getijcentrale met 70 turbines | 260 | 50 MW | 190 |
| 70 | 1.400 | nieuwe spuisluis idem met getijcentrale met 106 turbines | 450 | 70 MW | 300 |
| 100 | 1.600 | nieuwe spuisluis idem met getijcentrale met 176 turbines | 760 | 100 MW | |
| nvt | nvt | schutsluis | 1150 - 1300 | 100.000 huishoudens | 500 - 650 |
| | | | 70 | | - |



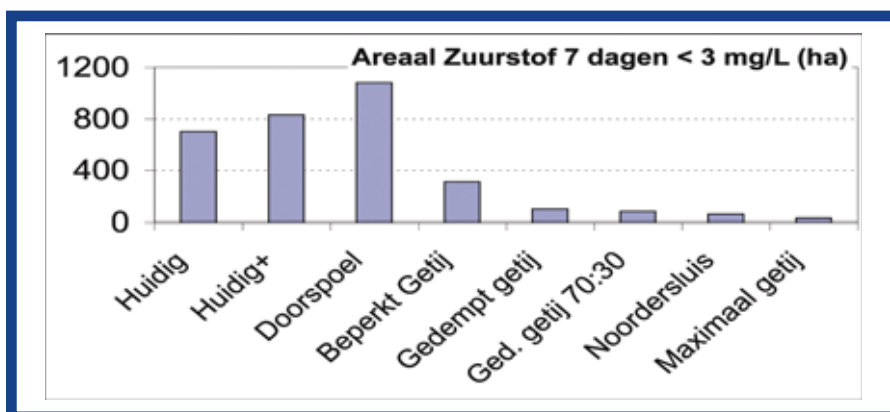
Afb. 1: Zuurstofgehalten op één meter boven de bodem in de huidige situatie met Flakkeese Spuisluis²⁾.



Afb. 2: Zuurstofgehalten op één meter boven de bodem bij Gedempt Getij²⁾.

Afb. 3: Areaal (hectare) met minimaal zeven dagen (aaneengesloten periode) met lage zuurstofconcentratie in de waterkolom circa één meter boven de bodem bij de bestudeerde varianten²⁾.

huidig = huidige situatie, huidig+ = autonome situatie (ingebruikname Flakkeese spuisluis), doorspoel = vergroten Flakkeese spuisluis, Gedempt getij t/m Maximaal getij = vier varianten van doorlaatmiddel Brouwersdam.



diepe voormalige stroomgeulen nauwelijks ververst wordt en de afbraak van afgestorven organisch materiaal dat naar de bodem zakt.

Uit de berekeningen blijkt dat het vergroten van de uitwisseling met de Noordzee door middel van een nieuw doorlaatmiddel in de Brouwersdam een goede maatregel is om de zuurstofhuishouding van het water van het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren (vergelijk afbeeldingen 1 en 2). Uit de berekeningen blijkt verder dat de variant Gedempt Getij al voldoende uitwisseling geeft. De grotere doorlaatmiddelen bieden nauwelijks meerwaarde (zie afbeelding 3), maar zijn wel veel duurder (zie tabel 2). Tevens worden de natuurwaarden versterkt, omdat door de variant Gedempt Getij reeds grote arealen intergetijdengebied ontstaan (zie afbeelding 4 op de volgende pagina). Ook voor het intergetijdengebied geldt dat een grotere getijslag van 70 cm of 100 cm beperkte meerwaarde heeft (tabel 2).

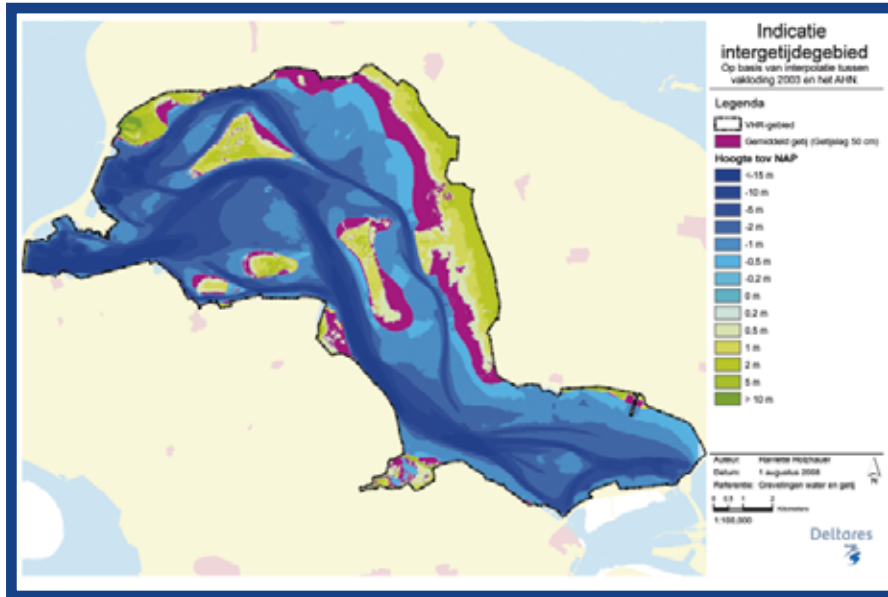
Voor de maatregel Ruimte voor de Rivier is nog een extra berekening gedaan met het modelinstrumentarium voor een variant met een getijslag van 30 cm (Beperkt Getij). Ook deze variant geeft een verbetering van de zuurstofhuishouding aan de bodem, maar uit afbeelding 3 blijkt dat Beperkt Getij in veel mindere mate leidt tot een verbetering van de zuurstofhuishouding. Tussen de varianten Beperkt Getij en Gedempt Getij bevindt zich waarschijnlijk het kantelpunt waarboven vergroting van het doorlaatmiddel nog maar zeer beperkt bijdraagt aan een verdere verbetering van de zuurstofhuishouding.

De Verkenning Grevelingen water en getij benoemt slechts de kans voor het bergen van rivierwater. De ecologische effecten van een verbinding tussen Grevelingen en het Volkerak-Zoommeer en de kosten hiervan zullen in samenhang met andere projecten in de delta nader moeten worden onderzocht.

Het is technisch en ecologisch mogelijk om het nieuwe doorlaatmiddel te combineren met een getijdencentrale voor het opwekken van energie³⁾. In dat geval vormt de getijdencentrale het doorlaatmiddel. Bovendien kunnen de turbines van de getijdencentrale mogelijk als pomp gebruikt worden indien het Grevelingenmeer als bergingsgebied voor rivierwater zou worden gebruikt. Volgens de TU Delft hebben 100 turbines dan een capaciteit van 3.500 tot 4.000 kubieke meter per seconde.

Volgens Delta is de elektriciteitsprijs vergelijkbaar met die van windenergie. Overigens is de capaciteit van een getijdencentrale in de Brouwersdam relatief gering. Ter vergelijking: de Amercentrale heeft een vermogen van 1.245 MW en de doelstelling van windmolenparken Noordzee is 6.000 MW in 2020. De financieel-economische haalbaarheid van een getijdencentrale is in deze verkenning niet verder onderzocht.

Een schutsluis in de Brouwersdam zorgt voor een directe scheepvaartverbinding van het Grevelingenmeer met de Noordzee. In deze verkenning is voor de ramingen uitgegaan



Afb. 4: Intergetijdgebied (paars) bij variant Gedempt Getij (50 cm getijslag).

van een sluis van 35 meter lang, 12 meter breed en een drempel van NAP 5 m. Naar verwachting trekt de schutsluis ongeveer 26.000 passages per jaar en levert het circa 950.000 euro aan gebruikserelateerde baten op⁴⁾. Een schutsluis in de Brouwersdam biedt inderdaad meer vaarmogelijkheden voor de recreatievaart, maar uit de kostenraming blijkt dat de kosten hoger zijn dan de baten.

Een schutsluis kan onafhankelijk van een doorlaatmiddel worden gerealiseerd, er zijn nauwelijks praktische combinatievoordelen of kostenbesparingsmogelijkheden als een doorlaatmiddel en een schutsluis gelijktijdig zouden worden aangelegd. De schutsluis is niet bruikbaar als doorlaatmiddel.

Tenslotte bieden de beheermaatregelen

geen oplossing voor de zuurstofproblemen. Het verwijderen van slib, zeesla, Japanse oesters en vegetatiebeheer kunnen wel nodig blijven om lokaal overlast te voorkomen.

Conclusie

Om de zuurstofhuishouding in het Grevelingenmeer duurzaam te verbeteren, dient het doorlaatmiddel een omvang te hebben die minimaal vier tot acht keer de capaciteit van de huidige Brouwerssluis bedraagt, resulterend in een getijslag van 30 tot 50 cm. De exact benodigde minimale omvang en de vraag of het doorlaatmiddel wordt gecombineerd met een getijdencentrale, dient in de planstudie nader te worden bepaald en beantwoord.

LITERATUUR

- 1) Hoeksema H. (2002). Grevelingenmeer van kwetsbaar naar weerbaar? Een beschrijving van de ontwikkelingen van 1996 tot 2001 en een toetsing aan het beleid. RIKZ. Rapport 2002.033.
- 2) Nolte A., T. Troost, G. de Boer, C. Spiteri en B. van Weesenbeeck (2008). Verkenning oplossingsrichtingen voor een betere waterkwaliteit en ecologische toestand van het Grevelingenmeer. Deltares. Rapport Z4576.
- 3) Vrijling J., J. van Duivendijk, B. Jonkman, A. Gilles en L. Mooyaart (2008.) Getijdencentrale in de Brouwersdam, een verkennende studie. TU Delft.
- 4) Projectbureau Vrolijkx / Arcadis (2008). Meerwaardestudie Grevelingen en Delta, Schutsluis in de Brouwersdam.