

Ministerie van Infrastructuur en Milieu
T.a.v. de Directeur-Generaal Ruimte en Water
de heer drs. P.R. Heij
Postbus 20901
2500 EX DEN HAAG

Contactpersoon
ir. D.P. de Bake

Datum
4 december 2015

Ons kenmerk
ENW-15-23

Onderwerp
Advies rapporten zeespiegelmonitor

Telefoonnummer
06 30 38 91 43

Bijlage(n)

Uw kenmerk
IENM/BSK-20 15/164341

Afschrift aan
DGRW, Lapperre
DGRW, Hallie

Geachte heer Heij,

In uw brief van 11 augustus jongstleden vraagt u op vier onderdelen advies over de methode voor bepaling van de zeespiegelstijging uit de Zeespiegelmonitor 2014:

1. Is de methode verantwoord toe te passen bij het bepalen van de omvang van de zandsuppleties voor de komende jaren?
2. Is de methode in te zetten bij het voorbereiden van versterkingsmaatregelen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma?
3. Kan het ministerie van Economische Zaken de methode gebruiken bij de bepaling van de relatieve zeespiegelstijging in de Waddenzee voor de periode 2016-2021 als basis voor het aanpassen van de diverse instemmingsbesluiten voor gaswinning onder de Waddenzee?
4. Hoe kan het effect van de bodemdaling door delfstofwinning op de relatieve zeespiegelstijging in de methode worden ingebracht? En voor welke toepassingen is dit specifiek relevant?

In dit advies volgt antwoord op bovenstaande vragen. Uitgangspunt hierbij is geweest: de adviesaanvraag en bijbehorend memo, de rapporten Zeespiegelmonitor en Zeespiegelmonitor 2014 van Deltares opgesteld in samenwerking met HKV Lijn in Water en het KNMI en de toelichting hierop in de ENW-werkgroep Kust. Het advies is inhoudelijk voorbereid door de ENW-werkgroep Kust, met medewerking van de ENW-werkgroep Veiligheid.

Er is zichtbaar veel energie gestoken in het beter begrijpen van de gemeten zeespiegelstijgingen en in het duiden van de spreiding rondom de duidelijke trends, onder meer met betrekking tot

het effect van wind en de 18,6-jarige nodale getijvariatie. De gemiddelde relatieve zeespiegelstijging over de laatste 120 jaar (orde 20 cm) blijkt goed te benaderen door een statistisch model met een in de tijd stijgende rechte lijn. In de voorgestelde methode wordt dit statistisch model aan een fysisch model gekoppeld op basis van klimaatscenario's 2014 (KNMI). Om een aantal redenen kan het ENW de gehanteerde methode echter niet zonder meer onderschrijven. Een nadere toelichting volgt hierna bij de beantwoording van de vragen.

Beantwoording van de vragen

Vraag 1: Is de methode verantwoord toe te passen bij het bepalen van de omvang van de zandsuppleties voor de komende jaren?

Idealiter wordt bij het bepalen van het suppletievolumen uitgegaan van de actuele gemiddelde zeespiegelstijging. Deze trend wordt goed benaderd door het eenvoudige statistische model (zonder LOESS-effecten) met een in de tijd stijgende rechte lijn. Het ENW vindt dit statistische model voldoende onderbouwd om toe te passen bij het bepalen van het suppletievolumen voor de nabije toekomst.

Nadere toelichting van de aspecten:

Regionale verschillen vs. gemiddelde over de hoofdstations bij toepassing bepalen suppletievolumen

De zes hoofdmeetstations in Nederland (Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden, Den Helder, Harlingen en Delfzijl) laten grote verschillen in de trends zien. In de rapporten staat enerzijds dat deze verschillen niet kunnen worden verklaard (in ieder geval niet uit verschillen in lokale windsnelheden en lokale bodemdaling) en dat dus nader onderzoek hiernaar nodig is. Anderzijds bevelen de onderzoekers aan voor heel Nederland één waarde voor de gemiddelde zeespiegelstijging aan te houden. We staan achter de aanbeveling om nader onderzoek te doen. Blijkt na nader onderzoek dat er inderdaad bestendige regionale verschillen zijn, dan verdient het aanbeveling om daar bij de diverse toepassingen ook rekening mee te houden en aparte regionale schattingen voor de zeespiegelstijging in de toekomst te maken. Totdat hierover duidelijkheid is, vindt het ENW toepassen van één (gemiddelde) waarde acceptabel.

Bodemdaling voor bepalen suppletievolumen

Voor de bepaling van het suppletievolumen is de relatieve zeespiegelstijging van belang. Dit is de optelsom van de werkelijke stijging van het zeeniveau en de daling van de bodem. De voorgestelde berekening is gebaseerd op waarnemingen van de getijstations. Deze waarnemingen zijn gecorrigeerd voor veranderingen in de hoogte van het NAP-niveau zoals dat in de getijstations is aangegeven. Het is nog onduidelijk wat er nu wel en niet in deze NAP-correctie is meegenomen. De peilschalen van deze stations zijn gefundeerd op de top van het Pleistocene zand, waardoor de eventuele daling van het land (de Pleistocene ondergrond) in deze waarnemingen versleuteld zit. Compactie van de Holocene sedimenten (die op het Pleistoceen liggen) zit dus niet in deze waarnemingen. Op locaties langs de kust waar olie- en/of gaswinning plaats vindt of vond, daalt de bodem meer dan op de locaties van de getijstations. Hierdoor zal de relatieve zeespiegelstijging hier groter zijn dan het gemiddelde.

Wij adviseren om bij de bepaling van de benodigde suppletievolumes rekening te houden met de soms grotere bodemdaling van kustvakken tussen de hoofdstations. Daarnaast adviseren wij om de komende jaren op basis van nieuwe kennis over de hiervoor genoemde onderwerpen de



huidige methode van berekening van het suppletievolume te evalueren en zo nodig aan te passen.

Statistische checks

De stijgsnelheid in het statistische model is gebaseerd op de coëfficiënt van de variabele 'tijd'. Dit is een gangbare instrumentele variabele. Wanneer een model uitkomsten genereert aan de hand van een instrumentele variabele, dan is het aan te raden dat kwalitatief beargumenteerd wordt dat deze variabele ook in de beschouwde periode een goede beschrijving geeft van de niet-gebruikte fysische variabelen. Denk aan klimaatverandering, tektonische beweging, klink, en bodemdaling door aardgaswinning.

In het rapport Zeespiegelmonitor is op de juiste manier een check uitgevoerd of de residuen in de schattingsperiode inderdaad 'witte ruis' zijn. Dat wil zeggen dat er aan deze residuen geen zinvolle informatie meer is te ontleen. Bovendien is door toevoeging van een kwadratische term expliciet nagegaan of er wellicht een versnelling optreedt. Dit is duidelijk niet het geval. Dit alles betekent dat er geen statistische basis (meer) is voor het toevoegen van de niet-lineaire component/trend met de zogeheten LOESS-methode. Het is deze, niet op gegevens gebaseerde, niet-lineaire trend die de rekenkundige basis vormt voor de koppeling van het statistisch model en de KNMI-scenario's. In het rapport Zeespiegelmonitor 2014 is een geheel andere variabele 'wind' gebruikt dan in het rapport uit 2015. De eerder uitgevoerde checks moeten dan opnieuw worden gedaan en er kan niet worden teruggevallen op de checks uit het 2014-rapport. Daarnaast wordt er geen test op voortschrijdend gemiddelde (MA moving average) gedaan. Aanbevolen wordt om dat wel te doen, aangezien een aantal processen mogelijk een cumulatief karakter hebben.

Vraag 2. Is de methode voldoende onderbouwd om in te zetten bij het voorbereiden van versterkingsmaatregelen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma?

Zoals gezegd staat het ENW niet zonder meer achter de voorgestelde methode van het koppelen van het statistisch model aan een fysisch model op basis van klimaatscenario's 2014 (KNMI). Wij adviseren om over een relatief korte termijn (circa dertig jaar) het eenvoudige statistische model (zonder LOESS-effecten) toe te passen met een in de tijd stijgende rechte lijn. Voor toepassingen waarbij een schatting van de zeespiegelstijging over een langere periode nodig is, adviseren wij dat u expliciet een keuze maakt voor één van de klimaatscenario's. De onzekerheden, afhankelijk van de toepassing en de tijdshorizon, zijn anders te groot. Veruit de meeste HWBP-projecten kennen een planperiode langer dan dertig jaar.

Nadere toelichting van de aspecten:

KNMI'14-klimaatscenario's

Het gepresenteerde fysische model redeneert vanuit één gemiddelde van de KNMI klimaatscenario's, met daaromheen een spreiding. Er zijn echter vier KNMI'14-klimaatscenario's. De 3e Kustnota legt een duidelijk verband tussen voorgestelde maatregelen en het daarbij te kiezen scenario waarin de maatregel robuust moet zijn. Dit is een andere aanpak dan de keuze voor één getal voor de toekomstige zeespiegelstijging.

Verder vallen de uitkomsten van het KNMI-model voor absolute zeespiegelstijging over de korte periode waarin nu een vergelijking met metingen mogelijk is, duidelijk te hoog uit. Uit de rapporten en overige stukken wordt onvoldoende duidelijk wat het zo genoemde fysische KNMI-model in feite inhoudt. In de figuren (bijvoorbeeld fig. 5.1 uit Zeespiegelmonitor 2014) ligt het

startpunt van dat model rond het jaar 2000. Wellicht kan het startpunt ook het jaar 1900 zijn, waarbij dan 'vanzelf' de kwaliteit van dit model kan worden beoordeeld. Een globale 'hindcast' van de KNMI-modellen met waarnemingen uit het verleden kan hierbij zinvol zijn.

Extrapolatie van het statistische model naar de nabije toekomst

Het ENW beveelt aan voor de bepaling van de toekomstige zeespiegel voor de nabije toekomst (circa eerste dertig jaar) het statistische model te hanteren. Dit model bepaalt de trends voor de nabije toekomst door het LOESS-model te extrapoleren. Het LOESS-model is echter noch statistisch, noch fysisch onderbouwd en mag dus niet zomaar worden geëxtrapoleerd. We adviseren om de LOESS-component vooralsnog niet in de voorspellingen met het statistische model te betrekken zolang de ARMA-toetsen geen verband in de residuen aantonen.

Astronomisch getij

De metingen in een hoofdmeetstation worden naast bodemdaling beïnvloed door wind (opzet of afwaaiing). Het ENW beveelt aan te onderzoeken of via het berekenen van oude getijgegevens de opgetreden opzetten bij stormen voldoende nauwkeurig te bepalen zijn. Aan de hand van de verschillen tussen metingen en astronomisch getij is direct na te gaan hoe groot (bijvoorbeeld op jaarbasis) de verschillen in + (opzet) en – (afwaaiing) zijn geweest.

Als dat lukt, adviseren wij u over te stappen op een statistiek van opzetten. Lukt dit niet, dan kunt u een gecombineerde stormopzet/getijwaterstand statistiek blijven gebruiken. Het is verstandig om ook duidelijk te maken wat de jaarlijks door Rijkswaterstaat berekende astronomische getijden betekenen.

Regionale verschillen vs. gemiddelde hoofdstations bij toepassing versterkingsmaatregelen

Voor versterkingsmaatregelen zijn de regionale verschillen in zeespiegelstijging van belang. Er zijn grote verschillen in bodemdaling langs de kust. Het ENW vindt dat voor de bepaling van de toekomstige zeespiegel bij het voorbereiden van versterkingsmaatregelen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma *in principe* altijd maatwerk moet worden geleverd om het lokale effect van bodemdaling mee te nemen. Totdat meer duidelijkheid is over de oorzaken van de regionale verschillen, vinden wij toepassen van één (gemiddelde) waarde voor zeespiegelstijging acceptabel.

Hoogwaterstatistiek

Voor het vaststellen van toets- en ontwerpvoorwaarden is de lokale stormvloedstand met een bepaalde kans van voorkomen relevant. Op dit moment wordt voor de hoogwaterstatistiek uitgegaan van een vorm van extrapolatie van waargenomen stormvloedstanden. De waargenomen standen kunnen relatief eenvoudig gecorrigeerd worden voor de inmiddels opgetreden zeespiegelstijging. Hierbij is het zeer de vraag of deze correctie moet worden uitgevoerd met zeespiegel_z (zeespiegelstijging die niet samenhangt met wind, getij en luchtdruk) of zeespiegel_{zw} (veranderingen in de zeespiegel als gevolg van geleidelijke veranderingen van wind en/of luchtdruk). Het is namelijk de vraag of de veranderingen in het windveld ook optreden tijdens stormvloedomstandigheden.

Een alternatieve methode voor het bepalen van ontwerpwaterstanden is het bepalen van de gemiddelde waterstand in het ontwerpjaar met daarbij opgeteld de windopzet + astronomisch getij. Deze optelling is een kansbeschouwing, omdat de kans dat de maximale windopzet precies samenvalt met het maximum van het astronomisch getij niet 1 is, maar iets kleiner. Als u overstapt op deze (in principe betere) benadering, moet u de waargenomen stormvloedstanden uitsplitsen in gemiddelde waterstand, getij en stormopzet. De getijden van voor 1970 zijn niet



allemaal bekend, maar wel te bepalen. Het rapport Zeespiegelmonitoring 2014 beveelt dan ook terecht aan om die te gaan berekenen. De stormopzet kan ook bepaald worden door van de waargenomen waterstand het getij en de gemiddelde waterstand af te trekken. Dit is echter alleen mogelijk als het exacte tijdstip van de waarneming bekend is. Dit is bij oudere waarnemingen helaas niet altijd het geval.

Het ENW adviseert om de rol van het astronomisch getij bij (hoog)waterstanden te betrekken. Bij een (geleidelijke) zeespiegelstijging op de Noordzee veranderen ook de getijcomponenten. Bij een opzetverhoging tijdens een forse storm gebeurt dat in een versterkte mate.

Vraag 3. *Kan het ministerie van Economische Zaken de methode gebruiken bij de bepaling van de relatieve zeespiegelstijging in de Waddenzee voor de periode 2016-2021 als basis voor het aanpassen van de diverse instemmingsbesluiten voor gaswinning onder de Waddenzee? En als subvraag: er is aangegeven dat het ministerie van EZ de toepassing van deze methode apart moet laten beoordelen. Is het ENW het daarmee eens?*

Om de relatieve zeespiegelstijging in de Waddenzee voor de periode 2016-2021 goed te kunnen bepalen is wat het ENW betreft een eenvoudige extrapolatie (zonder LOESS-effect) van de statistische gegevens voldoende. Het is dan wel nodig de hiervoor genoemde aanpassingen uit te voeren. Zoals eerder opgemerkt is het beter met de regionale trends te rekenen in plaats van met een landelijk gemiddelde, waarbij de rol van bodemdaling in de beoogde gebieden goed in rekening moet worden gebracht. De rol van bodemdaling in het beoogde gebied dient dan ook eerst (zoals ook al is gesteld in de adviesaanvraag) goed te worden uitgezocht. Het ENW adviseert om eventuele zakking van hoofdmeetstation Delfzijl daarbij goed in rekening te brengen en om de toepassing van het model apart te laten beoordelen.

Vraag 4. *Hoe kan het effect van de bodemdaling door delfstofwinning op de relatieve zeespiegelstijging in de methode worden ingebracht? En voor welke toepassingen is dit specifiek relevant?*

Het ENW is het met Rijkswaterstaat eens dat aanvullend onderzoek naar het effect van bodemdaling op de relatieve zeespiegelstijging noodzakelijk is. De vraag hoe u het effect van bodemdaling door delfstofwinning op de relatieve zeespiegelstijging in de voorgestelde methode kunt inbrengen en voor welke toepassing dit relevant is, kunnen wij niet op deze korte termijn beantwoorden. Wij adviseren u om dit onderwerp op zeer korte termijn op te pakken. Wij hadden graag gezien dat de effecten van regionale bodemdalingen eerder en uitgebreider in de studies waren betrokken.

Aanvullende aanbevelingen conform de memo van Rijkswaterstaat

Het ENW vindt alle onderwerpen die zijn genoemd in de aanvullende memo relevant en doet daarbij de volgende aanbevelingen:

- Wij bevelen aan een kaart te maken waarin bodemdalingsgetallen zijn weergegeven.
- Wij zijn het eens met Rijkswaterstaat dat voor de communicatie naar andere organisaties en naar het publiek, het handig is een heldere richtlijn te kunnen geven over welke schattingen voor welke type toepassing, op welke locatie en op welke tijdschaal relevant zijn. Gebruik de methode om 'officiële' waarden voor het niveau van de zeespiegel (wellicht regionaal verschillend) in de nabije toekomst (circa dertig jaar) aan te geven. Maak daarnaast voor bepaling van het niveau van de zeespiegel in de verdere toekomst (ná circa dertig jaar) inzichtelijk welk KNMI-klimaatscenario kan worden gekozen bij welk type toepassing. Maak

hierbij de regionale verschillen in trends en bodemdaling inzichtelijk. En: geef aan dat u bijvoorbeeld voor elke zes of twaalf jaar (mogelijk) een bijstelling geeft.

- Om de toepasbaarheid van de methode te borgen, verdient het aanbeveling de methode onder te brengen in een betrouwbare applicatie.

Aanvullend op de door Rijkswaterstaat aangedragen onderwerpen vinden we dat het aspect 'hoe verhouden de gevonden trends in zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust zich tot mondiale trends' nog verdere aandacht verdient.

Ten slotte

Het ENW heeft er reeds enige tijd geleden sterk op aangedrongen het 'probleem' van zeespiegelstijging in de Nederlandse context goed op te pakken en ook jaarlijks te rapporteren volgens een eenduidige systematiek. Uit de rapporten constateren we tot onze vreugde dat er nu goed beschreven resultaten zijn. In dit advies laten we wel zien dat we niet in alle opzichten inhoudelijk in kunnen stemmen met het resultaat. Niettemin kunt u de (wellicht op onderdelen aangepaste) voorgestelde methode wat ons betreft toepassen bij het bepalen van het suppletievolume voor de komende jaren. Wij adviseren wel om op basis van nieuwe kennis de huidige methode van berekening van het suppletievolume nog een keer tegen het licht te houden. De implicaties van een verkeerde keuze zijn voor deze toepassing echter niet groot.

Wij vinden de onderbouwing om de voorgestelde methode te gebruiken bij het voorbereiden van versterkingsmaatregelen uit het Hoogwaterbeschermingsprogramma nog onvoldoende. In dit advies hebben we daarom verschillende aanbevelingen gedaan voor noodzakelijk vervolgonderzoek.

Ik vertrouw erop u zo voldoende te hebben geadviseerd.

Hoogachtend,



Ir. G. Verwolf
Voorzitter van het Expertise Netwerk Waterveiligheid