

Zeespiegelmonitor 2018

Wat is de aanleiding van dit rapport?

Jaarlijks rapporteren Deltares en HKV met de Zeespiegelmonitor over de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust. De zeespiegel en het getij worden sinds 1700 gemeten. Sinds 1900 worden de gemiddelde zeespiegelstand en stijging periodiek gerapporteerd. Van 1970 tot 2010 werd de jaargemiddelde zeespiegelstijging elke tien jaar gerapporteerd. Sinds 2011 gebeurt dit jaarlijks. De metingen worden onder meer gebruikt om schattingen te maken van de hoeveelheid zand die er de komende jaren nodig zal zijn, om met zandsuppleties het Nederlandse kustfundament mee te laten stijgen met de zeespiegel.

Het onderzoek valt onder het Kennisprogramma voor de Primaire Processen, onderdeel Kustbeheer, in opdracht van Rijkswaterstaat, gefinancierd door DG Ruimte en Water.

Hoe meten we de zeespiegel in Nederland en wereldwijd?

De zeespiegelstand langs de Nederlandse kust wordt op 51 plaatsen routinematig gemeten. Voor de Zeespiegelmonitor wordt een gemiddelde zeespiegelstand bepaald op grond van de zes hoofdstations, die verspreid langs de Nederlandse kust liggen. Door hun spreiding geven de metingen een goed beeld van de gemiddelde zeespiegelstand langs de Nederlandse kust. Bij deze stations wordt al heel lang gemeten. De oudste meting stamt uit de 18^e eeuw. Ook wordt er zeer regelmatig gemeten (uurlijks). De zes hoofdstations staan gefundeerd op heipalen, maar de metingen worden wel beïnvloed door geologische bodemdaling, en door bodemdaling als gevolg van delfstofwinning. De gemeten zeespiegelstand wordt daarom relatief genoemd.

Wereldwijd wordt sinds 1993 de zeespiegelstand gemeten met behulp van satellieten. Met deze satellietmetingen is het mogelijk om een beeld te maken van de zeespiegelstand over de gehele aarde. Deze metingen vinden eens per 1 tot 3 dagen plaats. De satellieten meten ten opzichte van het middelpunt van de aarde; deze metingen worden niet beïnvloed door bodemdaling. De gemeten zeespiegelstand wordt daarom absoluut genoemd.

Welke onderzoeksmethodieken zijn bij de Zeespiegelmonitor toegepast?

In de Zeespiegelmonitor worden de metingen van zowel de getijdestations als de satellieten geanalyseerd. Daardoor kan de stijging langs de Nederlandse kust vergeleken worden met de wereldwijde stijging, waarbij het noodzakelijk is om te corrigeren voor de bodemdaling bij de getijdenstations. In de periode 2016-2018 is veel onderzoek gedaan om de bijdrage van de individuele componenten van de relatieve zeespiegelstijging in beeld te krijgen. Hierbij zijn verschillende metingen onderling vergeleken. Daarnaast zijn heranalyses uitgevoerd waarbij uitkomsten van computermodellen en metingen worden geïntegreerd. De uitkomsten zijn tevens vergeleken met de nu gebruikte scenario's voor de lange termijn stijging van de zeespiegel.

Wat is er nieuw aan deze rapportage?

Nieuw zijn de volgende punten:

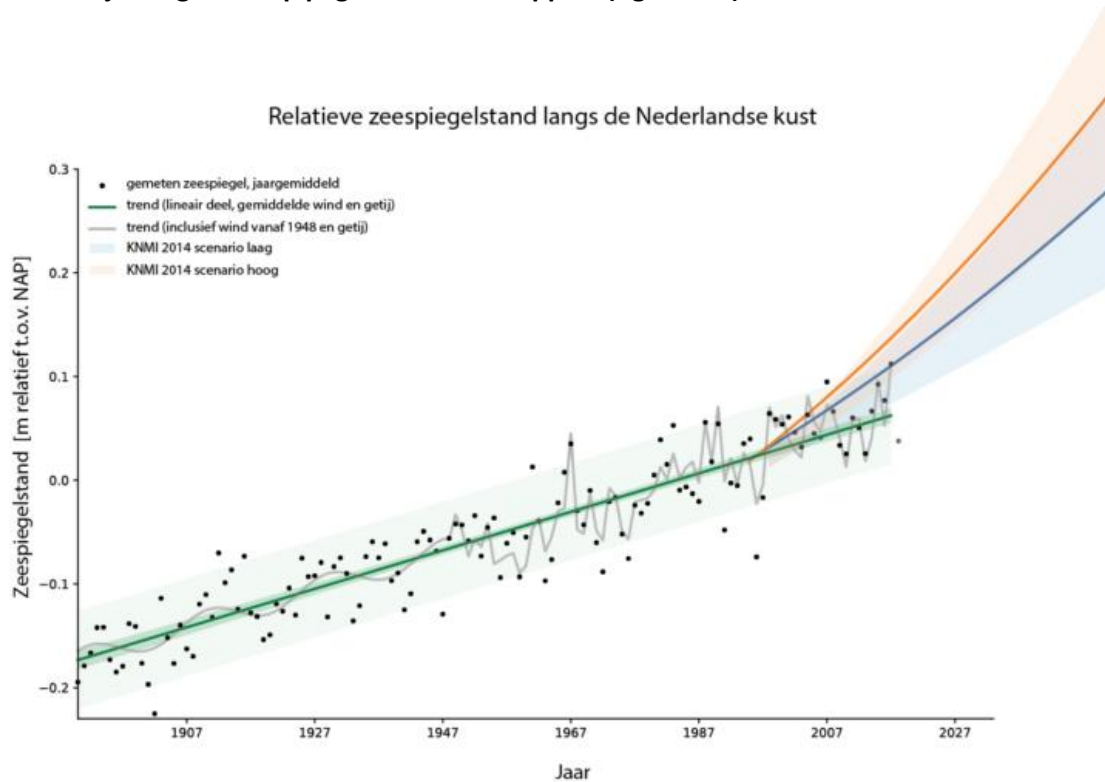
- We kunnen de bodemdaling nauwkeuriger vaststellen, omdat we de historie van de peilbouten en de aansluiting op het NAP hebben vastgesteld. We maken onderscheid in verschillende bodemdalingscomponenten.
- We hebben verbeteringen toegepast in de manier waarop we rekening houden met de stormen bij de bepaling van de zeespiegelstand. Veel van de variatie in de zeespiegelstand van jaar tot jaar is toe te schrijven aan de opstuwende kracht van stormen. We houden beter rekening met wind, luchtdruk en langjarig getij. Hierdoor kunnen we de stijging van de zeespiegel langs de Nederlandse kust betrouwbaar vaststellen en snel zien of de zeespiegelstijging verandert.

Wat zijn de belangrijkste conclusies?

De belangrijkste conclusies zijn:

- Op grond van de meetreeks langs de Nederlandse kust over de periode 1890 tot en met 2017 vinden we dat de gemiddelde zeespiegelstijging 18.6 cm per eeuw bedraagt, ofwel 1.86 mm/jaar.
- Van die 18.6 cm wordt gemiddeld 4.5 cm veroorzaakt door geologische bodemdaling. Dit is bodemdaling van de diepere grondlagen beneden de heipalen waarop de meetstations staan. Bodemdaling in de bovenste paar meters van de ondergrond, die tot de bekende problemen leiden in het veenweidegebied, heeft geen invloed gehad op de gemeten zeespiegelstand. Daarnaast zijn dikke en ondiepe veenlagen niet aanwezig bij de hoofdgetijdenstations. Het gemiddelde van 4.5 cm omvat niet de bodemdaling door gaswinning bij station Delfzijl.
- In de lange meetreeks vinden we geen aanwijzing dat er gedurende de meetperiode sprake is van een significante versnelling in de stijging van de zeespiegel langs de Nederlandse kust, ook niet in de laatste 25 jaar.
- Over de periode 1993-2017 wordt de gemiddelde mondiale zeespiegelstijging ingeschat op 3.2 mm/jaar. Deze stijging varieert wereldwijd van plaats tot plaats, doordat verschillende mechanismen gelijktijdig een rol spelen: toename van volume door o.a. smeltende ijskappen en gletsjers, uitzetten van water bij hogere temperaturen, veranderingen van zeestromingen, zwaartekracht-effecten door veranderingen in de landijsverdeling, en regionale verandering van de bodemdiepte. De gemeten stijging langs de Nederlandse kust is kleiner dan de gemiddelde mondiale zeespiegelstijging. Daarvoor zijn verschillende oorzaken aan te wijzen: zwaartekracht-effecten door massaverlies van ijskappen en gletsjers, verandering van waterverdeling van grote wervels in de oceaan, en natuurlijke variabiliteit van het windklimaat in onze omgeving.
- In 2006 en 2014 heeft het KNMI verschillende scenario's opgesteld voor de zeespiegelstijging tot het einde van deze eeuw. Deze scenario's houden rekening met een verandering van de zeespiegel door oorzaken die nog maar in zeer beperkte mate tot uiting komen in de huidige meetreeks, waaronder een toenemende mondiale temperatuur en toenemend verlies van massa van grote ijskappen en gletsjers.

Wat beschrijft de grafiek op pagina 60 in het rapport (figuur 6.7)?



Figuur: relatieve zeespiegelstijging (inclusief bodemdaling) in de periode 1890 tot en met 2018

De punten in de grafiek tonen de gemeten jaarlijks gemiddelde zeespiegelstanden langs de Nederlandse kust over de zes Nederlandse hoofdstations. De dunne grijze lijn toont een statistisch model dat rekening houdt met langjarige trends, getij en het aantal stormen in de Noordzee. De rechte groene lijn laat de lineaire trend van de huidige zeespiegel zien. De doorzichtige groene band geeft de 66% bandbreedte van de metingen. Er is dus 34% kans dat metingen hierbuiten vallen. De curves boven de lijn laten de zeespiegelstijging volgens de twee KNMIscenario's uit 2014 zien. Deze scenario's geven de mogelijke zeespiegelstijging aan bij 2°C (blauw) en 4°C temperatuurstijging (rood) in 2100 met een gehanteerde onzekerheidsmarge. Het startpunt van deze scenario's is het midden van het tijdvak 1985-2005 dat voor deze scenario's als referentie werd gebruikt. De scenario's laten alleen de zeespiegelstijging zien die is toe te schrijven aan de verandering van het watervolume en watertemperatuur van de wereldwijde oceanen. Regionale fluctuaties, veroorzaakt door stormcondities of veranderingen in het getij, zijn geen onderdeel van de KNMI'14-scenario's.

De beperkte afwijkingen van de punten ten opzichte van de grijze lijn laten zien dat het model van de Zeespiegelmonitor de metingen goed beschrijft.

In de metingen zien we dus geen versnelling. Wat zegt dit over de toekomst?

Dat er in de metingen geen versnelling zichtbaar is, betekent niet dat dit in de toekomst niet zal gebeuren. Het verleden is hier geen garantie voor de toekomst. Alle projecties geven aan dat de zeespiegel in de toekomst sneller gaat stijgen, met name na 2050. Ook de huidige Deltascenario's, gebaseerd op de KNMI'-14 scenario's, geven dit aan. Hoewel de huidige bijdrage aan de stijging van de zeespiegel van afsmeltend ijs van Groenland en Antarctica gering is, wordt verwacht dat dit aandeel onder invloed van een stijgende temperatuur in de loop van de eeuw steeds groter zal

worden. In sommige scenario's voor de Antarctische ijskap wordt de versnelling groter dan waar nu in de Deltascenario's rekening mee wordt gehouden.

Hoe groot zijn de onzekerheden voor de toekomst?

Groot. Er zijn verschillende onzekerheden die invloed hebben op de zeespiegelstijging, namelijk: a) de stijging van de temperatuur op aarde, die weer afhankelijk is van de emissies van broeikasgassen, b) de gevolgen van de temperatuurstijging op het uitzetten van de oceaan, en c) de reactie van de Groenlandse en Antarctische ijskappen op een stijgende (oceaan) temperatuur. We gebruiken daarom verschillende projecties om een bandbreedte van mogelijke toekomstige zeespiegelstijgingen weer te geven.

Hoe worden zeespiegelscenario's gemaakt?

De verwachtingen voor de verre toekomst zijn gebaseerd op een combinatie van waarnemingen en reconstructies, kennis over processen die bijdragen aan zeespiegelstand, en de uitkomsten van computermodellen. Al het onderzoek wordt regelmatig beoordeeld door het IPCC in haar periodieke "Assessment Reports". De huidige Deltascenario's zijn gebaseerd op het IPCC Vijfde Assessment rapport. Een zeespiegelstijging van meer dan 1 meter in 2100 heeft volgens die projecties een kleine kans. Het KNMI brengt in 2021 nieuwe klimaatscenario's en zeespiegelprojecties uit, die ook weer grotendeels gebaseerd zullen zijn op de IPCC-rapportages en de klimaatmodellen en analyses die daarvoor gebruikt zijn.

Wat moeten we nu doen (acties)?

Niet alleen een hogere zeespiegel heeft invloed op de waterbeheerstrategie van Nederland, ook het tempo waarmee die zeespiegelstijging zich voltrekt, is van belang. Het nemen van maatregelen vergt een lange voorbereidings- en implementatietijd, en bij zeer snelle zeespiegelstijging wordt de beschikbare tijd beperkt. De gevolgen zullen zich vooral na 2050 laten gelden. Ingerepen om hierop voorbereid te zijn, zijn mogelijk eerder nodig dan 2050. Om tijdig en met de juiste maatregelen te reageren is het van belang de gevolgen, beschikbare maatregelen en waarschuwingssignalen nader te onderzoeken.

Kustverdediging in de komende jaren

Om onze huidige veiligheid te bepalen, is de huidige zeespiegelstand langs de Nederlandse kust ten opzichte van het NAP van belang. De gemeten trend kan goed dienen voor planning van aanpassingen in de kustverdediging voor de nabije toekomst, zeg de eerstkomende 15 jaar. Voor planning op de langere termijn zijn scenario's het meest bruikbare middel.

De cijfers uit dit onderzoek van de Zeespiegelmonitor worden gebruikt voor de bepaling van de suppletiebehoefte (maximaal 15 jaar vooruitkijkend). De suppleties zijn naar beneden bijgesteld van 12 naar 7 mln m³, vooral omdat er meer zand blijft liggen dan eerder ingeschat. Op grond van de zeespiegelmetingen is er geen aanleiding om deze strategie op korte termijn bij te stellen.

Tot slot.

In Nederland stijgt de zeespiegel al 20.000 jaar en deze trend zal zich blijven voortzetten, ook na 2100. Er bestaat echter veel onzekerheid over toekomstige snelheden. Op basis van de huidige klimaatscenario's is de verwachting dat de snelheid van de zeespiegelstijging in de komende decennia, en zeker na 2050, zal gaan toenemen tot snelheden die we niet gewend zijn. Projecties laten zien dat snelheden nog hoger kunnen worden, dan waarmee we nu rekening houden in het Deltaprogramma. Vanwege deze onzekerheid ondersteunt Deltares initiatieven om een

kennisprogramma op te zetten dat zich richt op het gedrag van de grote ijskappen, de gevolgen hiervan voor zeespiegelstijging, de impact op het Nederlands waterbeheer en de te nemen maatregelen, en de informatie die wordt gebruikt voor de besluitvorming rond grote investeringen met een lange levensduur.