

11-11-2016



AANTEKENEN

Ministerie van Economische Zaken
directie Wetgeving en Juridische Zaken
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Datum: Harlingen, 10 november 2016 Kenmerk: AWO/16209
Betreft: bezwaar wijziging instemming winningsplan gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Geachte heer, mevrouw,

De Waddenvereniging doet u hierbij, mede namens de Vereniging Natuurmonumenten, de Natuur- en milieufederatie Groningen en It Fryske Gea (hierna de natuurorganisaties) naar aanleiding van uw brief van 13 oktober 2016 (kenmerk WJZ/16154518) de gronden toekomen inzake het bezwaar tegen de wijziging van de instemming met het winningsplan gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (MLV) door de NAM, zoals gepubliceerd in de Staatscourant van 6 september 2016, nr. 46481.

De minister heeft de gebruiksruimte opnieuw vastgesteld. De gebruiksruimte is gedefinieerd als het meegroeivermogen minus de zeespiegelstijging. De vastgestelde gebruiksruimte werkt door in de vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet). Dus dient bij het vaststellen van de gebruiksruimte rekening gehouden te worden met de eisen die de Nbwet daaraan stelt en dan vooral met het vereiste voorzorgbeginsel.

De minister baseert het nieuwe zeespiegelstijgingsscenario op het advies van TNO van 27 juni 2016. Het is dit scenario waar de natuurorganisaties bezwaar tegen maken. Op grond van het voorzorgbeginsel is bij de vorige twee scenario's, die voor de periode vanaf 2006 en die vanaf 2011, uitgegaan van een versnelde stijging van de zeespiegel vanaf 2007 en een dusdanig sterkere versnelling na vijf jaren, dat rekening gehouden wordt met een totale zeespiegelstijging tegen het einde van deze eeuw van 85 cm. Die 85 cm is ontleend aan het gematigd hoge zeespiegelstijgingsscenario van het KNMI uit 2006 en is hier toegepast als worst case vanwege het voorzorgbeginsel, zoals uiteengezet in de passende beoordeling (PB) voor de gaswinning MLV en dan vooral bijlage C van die PB. In het advies van TNO van 27 juni 2016 is van deze methodiek op twee wezenlijke punten afgeweken:

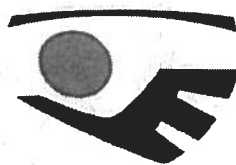
Voor de periode 2016 tot en met 2020 is niet meer uitgegaan van een versnelde stijging van de zeespiegel, maar is uitgegaan van de gemiddelde toename van de zeespiegelstijging over de periode 1890 tot en met 2013. De gemiddelde toename van de jaarlijkse zeespiegelstijging komt volgens TNO en de minister op 0,0076 mm/jaar*jaar.



Waddenvereniging Droogstraat 3 Postbus 90 8860 AB Harlingen
tel (0517) 493 893 Fax (0517) 493 601
info@waddenvereniging.nl www.waddenvereniging.nl

Rabobank IBAN NL07 RABO 0342 4267 10
BIC RABONL2U
KvK 40000475





Voor de periode vanaf 1 januari 2021 is voor het richtscenario uitgegaan van een jaarlijkse toename met 0,058 mm/jaar*jaar. Daarbij, stelt de minister, is uitgegaan van het gemiddelde van de twee recente scenario's van het KNMI.

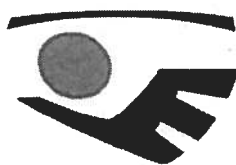
Door deze twee veranderingen in methodiek van berekening van het zeespiegelstijgings-scenario is significant afgeweken van de methodiek die op grond van het voorzorgbeginsel is ontwikkeld bij het verlenen van de vergunningen voor deze gaswinning. Deze afwijking van dat beginsel (dat noopt tot het hanteren van een worstcasescenario) is niet of onvoldoende gemotiveerd.

Door aan te nemen dat de versnelling van de zeespiegelstijging voor de komende vijf jaren (2016 tot en met 2020) gemiddeld hetzelfde is als de periode daarvoor, houdt dit deel van het scenario onvoldoende rekening met de onzekerheden in de meetreeksen, zoals die door het KNMI worden gehanteerd. Door de lineaire extrapolatie is evenmin rekening gehouden met de mogelijkheid van een extra toename van de versnelling van de zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering. Bij een worstcasescenario op basis van het voorzorgbeginsel zal men moeten uitgaan van de bovengrenzen van de onzekerheid bij de versnelling van de zeespiegelstijging, zoals dat ook in de twee voorgaande scenario's is gebeurd en beargumenteerd. Als gevolg van langdurige patronen in grootschalige oceaanstromingen blijft de zeespiegelstijging van de Noordzee de afgelopen 20 jaar achter bij de wereldwijde zeespiegelstijging. Het is waarschijnlijk dat binnen afzienbare tijd dit achterblijven gevolgd zal worden door een inhaalfase.

De twee vorige scenario's (2006 en 2011) zijn voor de periode na de eerste vijf jaren van zo'n scenario gebaseerd op de verwachtingen van het KNMI uitgewerkt in de scenario's 2006. De scenario's van het KNMI uit 2014 (KNMI'14) gaan uit van een snellere stijging van de zeespiegel met 5 cm tegen het einde van de eeuw. Bij gelijkblijvende uitgangspunten is dan te verwachten dat het zeespiegelstijgingsscenario ook zal uitgaan van een hogere stijging in 2100 en dus een hogere toename van de versnelling in de periode daaraan voorafgaand. Het nieuwe scenario waar de minister van uitgaat leidt juist tot het tegendeel.

In het genoemde advies van TNO wordt gesteld dat uitgegaan is van het gemiddelde van de beide toekomstscenario's van KNMI'14. Het KNMI gaat in die scenario's uit van een zeespiegelstijging in 2085 van 45 tot 80 cm in de W-scenario's en van 25 tot 60 cm in de G-scenario's. Het gemiddelde van die twee scenario's is dan 52,5 cm zeespiegelstijging in 2085. Doorrekening van het scenario van TNO komt op een zeespiegelstijging van ca 30 cm in 2085. Een forse onderschatting dus, die versterkt doorwerkt naar 2100.

Door uit te gaan van het gemiddelde van de twee KNMI-scenario's – als dat al zou kunnen of mogen – is uitgegaan van een verwachtingswaarde. Daarvoor geldt dat de kans dat de stijging hoger is op 50% uitkomt en de kans dat het lager uitkomt evenzo. Door uit te gaan van deze verwachtingswaarde is op geen enkele manier rekening gehouden met onzekerheid en het voorzorgbeginsel, zoals dat op grond van de Nbwet noodzakelijk is. Bij de vorige scenario's was daar wel rekening mee gehouden.



Zowel voor de eerste periode van vijf jaren als voor de periode daarna, komt daar nog bij dat uit recent wetenschappelijk onderzoek, eind maart gepubliceerd in Nature (zie <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/ijssmelt-antarctica-in-volgende-eeuw-rampzalig>), blijkt dat het effect op de zeespiegelstijging van het smelten van het ijs op Antarctica groter zal zijn dan tot voor kort gedacht.

Prof. Dr. Ir. P. Vellinga heeft het advies van TNO van 27 juni 2016 nader beschouwd in zijn rapportage 'Kanttekeningen bij het TNO 2016 beleidsscenario voor Waddenzee zeespiegelstijging' van 8 oktober 2016. Deze rapportage is bijgevoegd.

Het zal u bekend zijn, dat hetzelfde scenario voor de zeespiegelstijging ook aan de orde is in de beroepsprocedure bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) betreffende de zoutwinning onder de Waddenzee (zaaknummers 201505450 en 201504975). Naar verwachting zal de ABRvS binnen een aantal weken vanaf heden uitspraak doen in die beroepsprocedure. In dat verband verzoeken de natuurorganisaties u om de behandeling van hun bezwaren aan te houden totdat de ABRvS in de zaak betreffende de zoutwinning uitspraak heeft gedaan.

De door u gevraagde machtiging en het uittreksel van de Kamer van Koophandel van de Waddenvereniging is bijgevoegd.

Hoogachtend,

Waddenvereniging, mede namens Vereniging Natuurmonumenten,
Natuur- en milieufederatie Groningen en It Fryske Gea,

Auke Wouda
Gemachtigde

Kanttekeningen bij het TNO 2016 beleidsscenario voor Waddenzee zeespiegelstijging.

Door Prof. dr. ir. P. Vellinga
8 oktober 2016.

1. Inleiding

Op verzoek van de Waddenvereniging heb ik het TNO-2016 beleidsscenario (zie brief met bijlage van 27 juni van TNO, referentie AGE 16-10-066, aan het ministerie van EZ) voor zeespiegelstijging van de Waddenzee nader beschouwd. Ik heb dit scenario vergeleken met andere recente nationale en internationale scenario's; daarnaast heb ik de scenario's beschouwd in het licht van resultaten van wetenschappelijk onderzoek. Als onderdeel van mijn analyse heb ik collega experts in binnen- en buitenland geraadpleegd, waaronder de deskundigen op dit gebied van het KNMI.

Een nadere analyse van het TNO 2016-scenario laat zien dat voor de Waddenzee wordt uitgegaan van een stijging van de zeespiegel van ongeveer 2,25 mm per jaar in 2016, oplopend naar 2,3 in 2021, tot 3,4 mm per jaar in 2050 en tot 6,9 mm per jaar in 2100. Dit komt overeen met een stijging van de zeespiegel van de Waddenzee in 2100 van 42 cm ten opzichte van het jaar 2000.

2. Korte termijn, beleidsscenario;

Als eerste heb ik het TNO-2016 scenario vergeleken met voorgaande TNO-2011 scenario, zie ook figuur 1. Dit tot augustus dit jaar geldende beleidsscenario ging uit van een stijging van de zeespiegel van 2,5 mm per jaar in 2007 oplopend tot 2,55 in 2011 en verder tot 2,7 mm per jaar in 2016, daarna verder oplopend tot 6,6 mm per jaar in 2050 en 12,5 mm per jaar in 2100. Dit komt overeen met een stijging van 68 cm in 2100 ten opzichte van het jaar 2000.

Opvallend is dat een her-analyse van de historische meetreeks van zeespiegelmetingen door Deltares heeft geleid tot het flink naar beneden bijstellen van de snelheid van zeespiegelstijging voor het jaar 2011. Dit is merkwaardig gezien de tendens van de afgelopen 10 jaar waarin de scenario's voor zeespiegelstijging veelal naar boven zijn bijgesteld, vergelijk bijvoorbeeld KNMI 2006 met KNMI 2014 en vergelijk IPCC 2007 met IPCC 2013.

De verlaging in TNO-2016 "beleidsscenario" (geldend voor de komende 5 jaar) ten opzichte van TNO-2011 is vooral gebaseerd op de resultaten van een hernieuwde statistische analyse van de historische meetreeks. Deltares heeft het gegevensbestand aangevuld met data uit de periode van voor 1985. Het gebruik van een veel langere historische tijdreeks heeft ertoe geleid dat de actuele zeespiegelstijgingsnelheid die geldt voor 2011 en latere jaren naar beneden is bijgesteld.

Ik wil hierbij opmerken dat extrapolatie van door middel van statistische analyse verkregen resultaten, zonder fysische onderbouwing of argumentatie op zijn minst als risicovol moet worden beoordeeld. Vooral wanneer het gaat om extrapolatie van historische gegevens ten behoeve van het voeren van beleid voor de toekomst. Zeker nu het gaat om een **hernieuwde** analyse van een **aangepast** historisch databestand wil ik graag meer weten over wat er precies is gebeurd. Een verwijzing naar een nodale cyclus met een kleine amplitude en een restcomponent is, zonder natuurkundige argumenten, is niet erg overtuigend.

In het verweer van het Ministerie van EZ van 29 september 2016 in de zaak betreffende de zoutwinning bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State (zaaknummer 201505450) wordt bevestigd dat TNO-2016 voor de komende vijf jaar inderdaad uitsluitend is gebaseerd op extrapolatie van het verleden, zie de paragrafen op blz. 8 waarin wordt gerefereerd aan het advies van de ENW om uit te gaan van een lineaire extrapolatie van de historisch waargenomen trends.

Voor perioden met een vrij snelle opwarming en een zich versnellende stijging van de zeespiegel geldt per definitie dat hoe langer de historische meetreeks die wordt beschouwd, des te lager wordt, bij lineaire extrapolatie hiervan, het toekomstscenario. De essentie van de nu optredende klimaatverandering is nu juist dat extrapolatie van historische (en zeker langjarige) trends niet meer betrouwbaar zijn als voorspelling van de toekomst.

Ik wil de redenering achter het op extrapolatie gebaseerde beleidsscenario voor de periode 2016-2021 graag verder ter discussie stellen aan de hand van de woorden van het hierboven aangehaalde verweer van 29 september blz. 3. Daarin staat geschreven: "Uit deze actualisatie blijkt dat de langzamere historische zeespiegelstijging zich voortzet in de periode 2016-20." Mijn vraag hierbij is: waaruit blijkt die voortzetting dan? Door gebruik van het woord "blijkt" in het verweer komt naar voren dat het ministerie van EZ er zonder meer vanuit gaat dat een lineaire extrapolatie van een statistische bewerking van ruim 100 jaar historische data, een 100 % betrouwbare inschatting is van iets dat zich nog moet afspelen in de toekomst. Dit komt erg dicht in de buurt van de volgende uitspraak: "Omdat het al dagen niet meer regent blijkt dat het de komende uren droog blijft." Dat is toch vooraf niet bekend? Het zou in de praktijk misschien best droog kunnen blijven, maar hoe geloofwaardig is zo'n uitspraak wanneer je op de buienradar een zware bui ziet aankomen. Aangaande de stijging van zeespiegel is er nu juist een bericht dat sterke overeenkomst vertoont met het bericht van de bovengenoemde buienradar, zie de berichten van KNMI, die iets verderop worden geciteerd. Maar daarover later meer.

Eerst over het achterblijven van de stijging van de Waddenzee en Noordzee. De stijging van de Noordzee en Waddenzee is de afgelopen 20 jaar inderdaad enigszins achtergebleven bij de wereldwijd gemiddelde stijging. Dat is op zich niet iets uitzonderlijks. Wereldwijd zijn er altijd zeegebieden die sneller stijgen en gebieden die langzamer stijgen dan het wereldgemiddelde. Dit kan een tektonische of geologische oorzaak hebben (bijvoorbeeld verandering van de gravitatiekrachten door afsmeltende ijskappen) of het kan een tijdelijk effect zijn dat samenhangt met langdurige patronen in grootschalige oceaanstromingen en bij behorende luchtdruk patronen en windrichtingen. Dit laatste speelt volgens de oceanografen die ik heb geraadpleegd in het geval van het achterblijven van de Noordzee een belangrijke rol. Voor zover er geen tektonische of andere structurele geologische verklaringen zijn zullen langzaam stijgende gebieden normaal gesproken na verloop van tijd weer sneller stijgen omdat oceanografische variaties weer de andere kant op werken.

Het valt mij echter op dat er in de onderbouwing van de TNO 2016 geen enkele fysische verklaring wordt gegeven voor het feit dat de Noordzee de afgelopen 20 jaar iets langzamer is gestegen dan het wereldgemiddelde. Ondertussen is er in de ontwikkeling van het 2016 beleidsscenario wel van uitgegaan (op basis van lineaire extrapolatie van het verleden) dat het achterblijven van de stijging van de Waddenzee door blijft gaan en, in vergelijking met internationaal gangbare scenario's voor de wereldwijd gemiddelde stijging (zie hieronder) de komende 5 jaar nog toeneemt.

Het aanhoudende achterblijven in vergelijking met gangbare scenario's noodzaakt mij vraagtekens te plaatsen bij de methode die is gevolgd voor opstelling van het TNO-2016 beleidsscenario. Recht toe recht aan extrapoleren van het verleden is met betrekking tot het klimaat en de zeespiegel van de toekomst op zijn minst riskant en waarschijnlijk fout. De recente snelle toename van extreme weersgebeurtenissen in Nederland en elders in de wereld laten zien dat klimaatverandering gaande is. Het TNO 2016 scenario houdt daar geen of in ieder geval onvoldoende rekening mee. De in het TNO-2016 aangegeven versnelling van 0,0076 mm per jaar kwadraat die volgt uit de extrapolatie van gegevens van 1890 tot en met 2013 door Deltares is slechts 16 tot 20 % van in de literatuur gevonden waarden voor de wereldwijde versnelling van ongeveer 0,04 a 0,05 mm per jaar kwadraat over de afgelopen 20 a 30 jaar. Toepassing van die laatste versnellingswaarde zou leiden tot een aanzienlijke hogere waarde voor de snelheid van zeespiegelstijging in 2016 en de komende 5 jaar.

Als ik een waarde zou mogen schatten kom ik op een stijgsnelheid van 3 mm per jaar in 2016 en tot een snelheid van 3.25 mm per jaar in 2021. Maar bij een toename van de versnelling de komende jaren zou dit ook nog hoger kunnen zijn. Mijn conclusie is dan ook dat in het TNO 2016 beleidsscenario voor de komende vijf jaar (2016-2021) onvoldoende rekening houdt met de wereldwijd in de afgelopen jaren en decennia waargenomen versnelling van klimaatverandering en zeespiegelstijging.

3. Langere termijn; vergelijking van TNO 2016 "richtscenario" met IPCC-scenario's.

Het IPCC (rapport 2013) heeft voor de wereldwijd gemiddelde stijging van de zeespiegel projecties gemaakt die uiteenlopen van 26 cm in 2090 tot 98 cm in 2090 in vergelijking met 1995. Het 2016 scenario van TNO, met een stijging van 42 cm in 2100 is aanzienlijk lager dan het gemiddelde van de IPCC 2013 projecties (26 + 98 gedeeld door 2 is 62 cm in 2090 in vergelijking met 1995).

John Church, de zeespiegelexpert (en voorzitter van de betreffende IPCC werkgroep) waaraan ook in de onderbouwing van het TNO 2016 scenario wordt gerefereerd, geeft aan dat met stringente emissie beperking de wereldwijde zeespiegelstijging in 2100 beperkt zou kunnen worden tot 28 a 61 cm (gemiddelde is 44,5 cm). Conclusie is dat zelfs bij een succesvolle stringente wereldwijde emissie beperking er nog steeds een kans van ruim 50 % is dat de zeespiegel sneller stijgt dan nu aangegeven in het TNO 2016 scenario (42 cm in 2100). Indien we de kans op succes schatten op 50 % dan is er globaal gesproken 75 % kans dat de zeespiegel sneller stijgt dan het TNO-2016 scenario aangeeft.

4. Recente inzichten omtrent het gedrag van de ijskap van Antarctica.

De metingen van veranderingen in de snelheid van smelten van de ijskap van Antarctica hebben inmiddels geleid tot een wereldwijd en ook nationaal debat over de noodzaak tot bijstelling van de projecties van zeespiegelstijging. Hieronder citeer ik een bericht dat in mei werd uitgebracht door het KNMI naar aanleiding van metingen op Antarctica. Begin citaat van het KNMI uit bericht van 9 mei 2016:

"Antarctische ijskappen verliezen veel sneller ijsmassa dan de IPCC voorspeld heeft. Dit kan ertoe leiden dat de totale zeespiegelstijging in 2100 bijna twee keer zo groot is als in eerdere schattingen.....verder schrijft het KNMI in dit bericht van 9 mei:

"Er verschijnen recentelijk steeds meer studies die aangeven dat het opbreken van de Antarctische ijskap veel sneller zou kunnen gaan dan tot nu toe verwacht. Daarom zal het IPCC na 2018 een tussentijds rapport over ijskappen en zeespiegelstijging laten verschijnen. Het eerder extreem genoemde Veerman-scenario is in deze context allang niet meer extreem te noemen. Het KNMI zal in antwoord op het nieuwe IPCC-rapport haar zeespiegelscenario's tussentijds bijstellen, want we kunnen niet langer uitsluiten dat ongeremde klimaatverandering tot onbeheersbare zeespiegelstijging zal leiden die de Nederlandse kustverdediging voor een onmogelijke opgave stelt." Einde citaat uit het bericht van het KNMI van 9 mei 2016.

5. TNO 2016 scenario in vergelijking met scenario's voor de dijkversterking.

In tegenstelling tot TNO-2016 houdt het Deltaprogramma wel rekening met de snelle ontwikkelingen rondom Antarctica, zo blijkt uit de publicaties van het Deltaprogramma, zie het hieronder weergegeven citaat uit het rapport van het Deltaprogramma over zeespiegelstijging: "Volgens het KNMI (klimaatscenario's voor Nederland, 2014) kan de zeespiegel in Nederland in 2050 15 tot 40 cm hoger staan dan in de periode 1981-2010. In 2100 kan dat zijn opgelopen tot 100 cm. De afspraken die in december 2015 in Parijs gemaakt zijn om de opwarming van de aarde te beperken hebben hierop maar weinig invloed, omdat het oceaانwater zeer traag reageert op veranderingen in luchttemperatuur. Daarentegen lijken de processen die van invloed zijn op het afsmelten van het landijs op Groenland en Antarctica veel sneller te verlopen dan voorheen werd aangenomen. Een nog snellere stijging van de zeespiegel kan daarom niet worden uitgesloten. Uit geologische waarnemingen is bekend dat 100.000 jaar geleden een zeespiegelstijging van 1.5 m per eeuw is opgetreden.

In het Deltaprogramma anticiperen we op de toekomstige klimaatverandering, richten we ons op 2050 met een doorkijk naar 2100 en baseren we ons op de KNMI-klimaatscenario's, dus een zeespiegelstijging van maximaal 100 cm in 2100."Einde citaat uit het Deltaprogramma.

Het is merkwaardig dat het Deltaprogramma wel verwijst naar het KNMI en de daar bestaande inzichten omtrent Antarctica en de aanzienlijke kans op opwaartse bijstelling van de scenario's voor zeespiegelstijging. De deskundigen van de door de overheid gefinancierde kennisinstellingen en de beleidsdepartementen zijn het kennelijk niet met elkaar eens op dit punt.

Tot slot een vergelijking met het zogenaamde Veerman scenario.

In 2008 heeft een internationale commissie van deskundigen op verzoek van de commissie Veerman, ook wel de Tweede Deltacommissie genoemd, een scenario voor zeespiegelstijging voor de Noordzee (en Waddenzee) gemaakt. Dit scenario is uitvoerig beschreven en wetenschappelijk onderbouwd. De vraag aan de commissie was: ga na met welke mate van zeespiegelstijging wij in Nederland in het maximale geval rekening moeten houden. Voor investeringen en ruimtelijke ordening van ons land werd daarbij aangegeven dat bij ruimtelijke investeringen en investeringen in de infrastructuur rekening gehouden moet worden gehouden met scenario's waarvoor geldt dat de kans dat ze worden overschreden niet groter is dan 5 %.

In figuur 1 is dit Veerman scenario weergegeven samen met het TNO 2011 en het TNO 2016 scenario. Het is duidelijk dat het TNO 2016 scenario met 42 cm stijging in 2100 veel en veel lager uitkomt dan het Veerman scenario, met 120 cm in 2100. Neem daarbij in aanmerking dat het KNMI in haar bericht van 9 mei 2016 heeft aangegeven dat zelfs dit Veerman scenario te optimistisch zou kunnen zijn. Dan kan de conclusie niet anders luiden dan dat het TNO 2016 scenario veel minder rekening houdt met een versnelling van de stijging van de zeespiegel dan door internationaal erkende wetenschappers ontwikkelde en onafhankelijk gereviewde scenario's laten zien. Als gevolg daarvan komt het TNO-2016 tot veel lagere waarden voor de zeespiegelstijging in de Waddenzee dan de stand van de wetenschap aangeeft.

Op grond van mijn kennis van de materie zoals hierboven toegelicht zou ik willen aanbevelen om voor de bepaling van de gebruiksruimte voor delfstoffenwinning in de Waddenzee en alvorens vergunningen te verlenen te kiezen tussen een van de twee volgende mogelijkheden: a) uitgaan van het Veermanscenario als beleidsscenario en richtscenario, zie figuur 1, of b) de Nederlandse wetenschappelijke gemeenschap vragen een zorgvuldige review uit te voeren van het TNO-2016 korte en lange termijn scenario. Een dergelijke onafhankelijke wetenschappelijke review zal het verschil in benadering tussen het KNMI, Deltares en TNO onderling en ook de achtergronden van de gebruikelijke nuances in de academische wereld veel meer inzichtelijk maken voor beleidsdepartementen en belanghebbenden dan nu het geval is. Zo'n review zou binnen twee maanden kunnen worden uitgevoerd.

Pier Vellinga, 8 oktober 2016.

6. Recente wetenschappelijke literatuur over zeespiegelstijging.

Church JA *et al* (2013) Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*

Clark PU *et al* (2016) Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change. *Nature Climate Change*, doi:10.1038/nclimate2923

DeConto RM, D Pollard (2016) Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise. *Nature* 531, 591-597

Favier L *et al* (2014) Retreat of Pine Island Glacier controlled by marine ice-sheet instability. *Nature Geosci* 7, 874-878

Feldmann J, A Levermann (2015) Collapse of the West Antarctic Ice Sheet after local destabilization of the Amundsen Basin, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, 14191-14196

Golledge, NR *et al* (2015) The multi-millennial Antarctic commitment to future sea-level rise. *Nature* 526, 421-425

Hansen J *et al* (2016) Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2°C global warming could be dangerous, *Atmos. Chem. Phys.* 16, 3761-3812

Jacobs SS, HH Hellmer, A Jenkins (1996) Antarctic ice sheet melting in the southeast Pacific, *Geophys. Res. Lett.* 23, 957-960

Jenkins A *et al* (2010) Observations beneath Pine Island Glacier in West Antarctica and implications for its retreat. *Nature Geosci* 3, 468-472

Joughin I, RB Alley (2011) Stability of the West Antarctic ice sheet in a warming world. *Nature Geosci.* 4, 506-513

Joughin I, BE Smith, B Medley (2014) Marine ice sheet collapse potentially under way for the Thwaites Glacier basin, West Antarctica. *Science* 344, 735-738

Levermann A *et al* (2013) The multi-millennial sea-level commitment of global warming, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 13745 - 13750

Levermann A *et al* (2014) Projecting Antarctic ice discharge using response functions from SeaRISE ice-sheet models, *Earth System Dynamics* 5, 271-293

Payne A *et al* (2004) Recent dramatic thinning of largest West Antarctic ice stream triggered by oceans, *Geophys. Res. Lett.* 31, L23401

Pritchard HD *et al* (2012) Antarctic ice-sheet loss driven by basal melting of ice shelves. *Nature* 484, 502-505

Ritz C *et al.* (2015) Potential sea-level rise from Antarctic ice-sheet instability constrained by observations. *Nature* 528, 115-118

Rogelj J, M Meinshausen, R Knutti (2012) Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates *Nature Clim. Change* 2, 248-53

Rignot E, I Velicogna, MR van den Broeke, A Monaghan, J Lenaerts (2011) Acceleration of the contribution of the Greenland and Antarctic ice sheets to sea level rise, *Geophys. Res. Lett.* 38, L05503

Rignot E *et al* (2008) Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modeling. *Nature Geoscience* 1, 106-110

- Russell J, R Stouffer, K Dixon (2006) Intercomparison of the Southern Ocean circulations in IPCC coupled model control simulations. *J Clim* 19, 4560–4575
- Schoof C (2007) Ice sheet grounding line dynamics: Steady states, stability, and hysteresis, *J. Geophys. Res.* 112, F03S28
- Thoma M, A Jenkins, D Holland, S Jacobs (2008), Modelling Circumpolar Deep Water intrusions on the Amundsen Sea continental shelf, Antarctica, *Geophys. Res. Lett.* 35, L18602
- Timmermann R, HH Hellmer (2013) Southern Ocean warming and increased ice shelf basal melting in the twenty-first and twenty-second centuries based on coupled ice-ocean finite-element modeling, *Ocean Dynamics* 63, 1011-1026

Citaat KNMI bericht 9 mei 2016, bron:
Home, Over het KNMI, KNMI Nieuws, IJssmelt Antarctica in volg...

Citaat uit het Deltaprogramma:
U bevindt zich hier: Home Deltaprogramma Vraag en antwoord Hoe zit het met de zeespiegelstijging?

Veerman scenario, bron: Deltacommissie 2008, Bijlage 3
Toelichting op door de Deltacommissie gebruikte klimaatscenario's

Figuur 1

In figuur wordt zichtbaar gemaakt: het TNO 2011 scenario, het TNO 2016 scenario en het Veermanscenario. Het Veermanscenario is gedefinieerd als een stijging van 120 cm in 100 jaar. Laten we beginnen in 2016 met een stijgsnelheid van 3 mm per jaar. De stijgsnelheid in 2116 is daarmee te berekenen uit de formule: $(y+3)/2$ maal 100 is 1200. Hieruit volgt dat y is 21 mm per jaar. Zo kan ook worden berekend wat de snelheid y is in 2050. Hierbij kom je uit op $34/100$ maal $(21 - 3) + 3 = 9,1$ mm per jaar. Het Veerman scenario kan daarom getekend worden door het punt 2016 met 3 mm per jaar te verbinden met het punt 2050 met 9,1 mm per jaar. Buiten de figuur rechtsboven komt de lijn uit op 2116 met 21 mm per jaar.

Pier Vellinga.
8 oktober 2016.

Figuur 1. Vergelijking zeespiegelstijgingsscenario's

