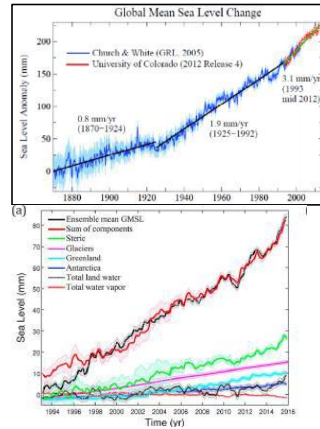


Hoelang is Hol-(Zee)land nog houdbaar?

Sybren Drijfhout (KNMI, Universiteit Utrecht & Southampton)

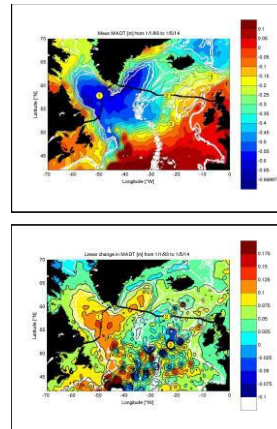
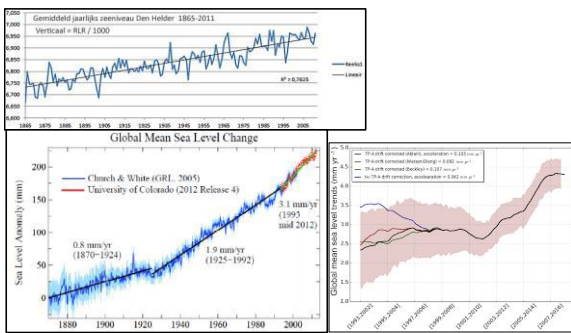


- De zeespiegel blijft nog eeuwen stijgen.
- Zelfs als "Parijs" wordt uitgevoerd is over 200 jaar stijging 3-4 m mogelijk.
- Als we niets doen mogen we over een paar honderd 10-20 m verwachten.
- Gaan nadenken over plan B?



- ZSS 0.8 mm/jaar tot 1920
- ZSS 2 mm/jaar tot 1990
- ZSS 3 mm/jaar sinds 1990
- ZSS sinds 2012 meer dan 4 mm/jaar (40cm/eeuw)
- Smelten ijskappen
- Opwarming en uitzetten van oceanwater

Nederland versus de Wereld



Gemiddeld zeeniveau in de Noord Atlantische Ocean

Gemiddelde en trend

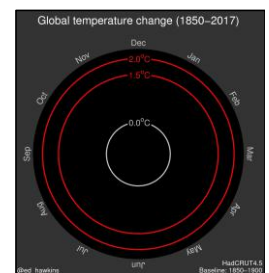
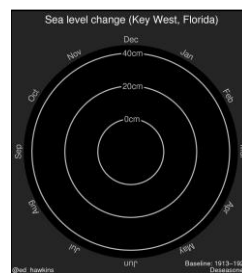


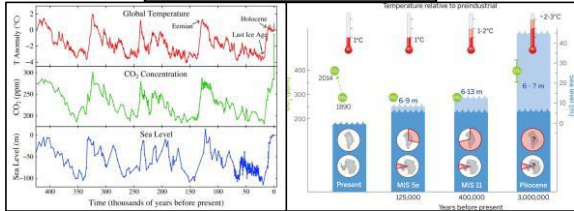
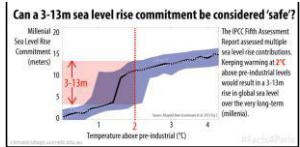
zijn tegengesteld

Trend in de Noord Atlantische Ocean



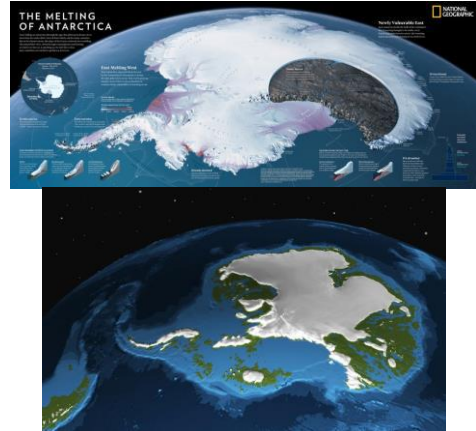
Zeeniveau bij Florida en wereld gemiddelde temperatuur als functie van de tijd.



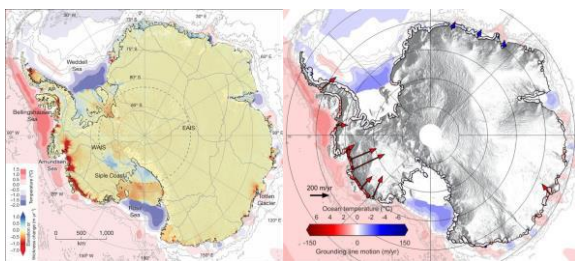
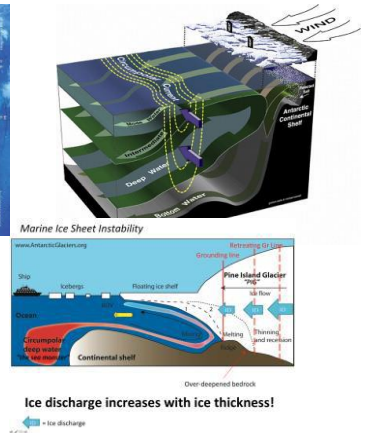
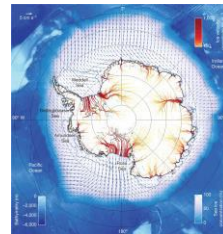
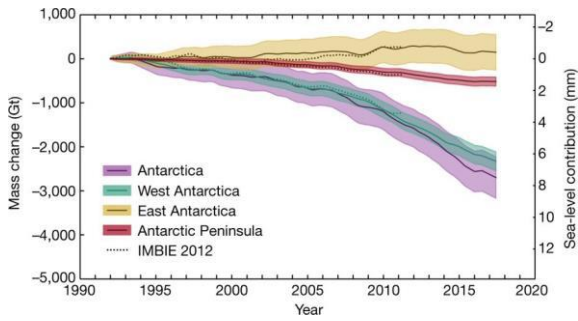


ZSS variatie tijdens ijstijden:
100 m per 6 graden

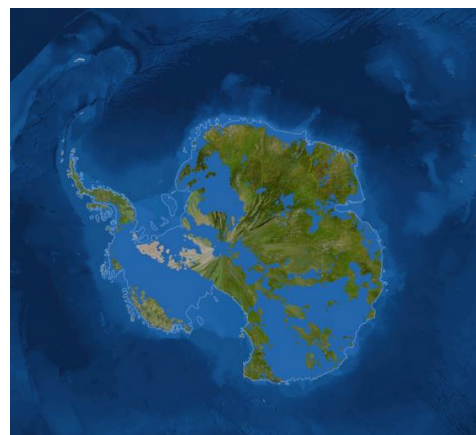
ZSS voor warmere klimaten anno nu:
6 meter per graad
temperatuurstijging



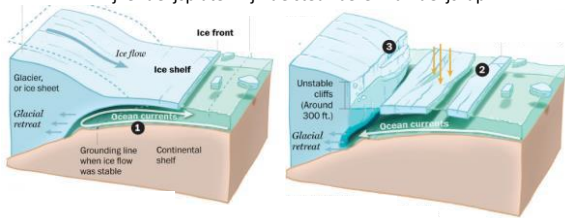
Het massa verlies van Antarctica over de laatste 10 jaar
is drie keer zo groot als over de 10 jaar daarvoor



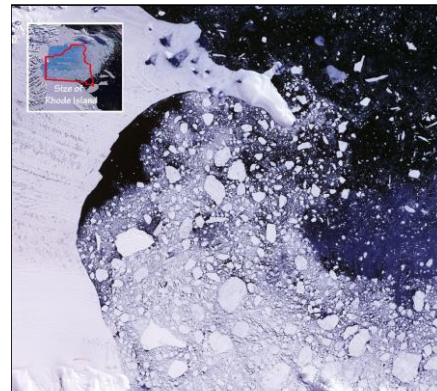
Het afsmelten van Antarctica en het terugtrekken van de grounding line



Drijvende ijsplaten zijn de steunberen van de ijskap



1. Een warmere oceaan smelt de ijsplaten van onderaf; de ijskap trekt terug en verliest massa
2. Warmer lucht en oceaanwater veroorzaakt spleten en scheuren; de ijsplaten breken in stukken
3. Er ontstaan kliffen aan de rand van ijsplaten die onder hun eigen gewicht bezwijken



Opbreken van de Larsen-B ijsplaat bij het Antarctisch schiereiland in 2002



Canyons en watervallen op Antarctica

De scheur in Larsen C tussen november 2016 en september 2017

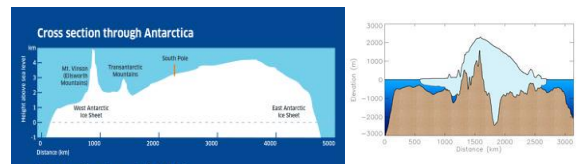


Het smelten en opbreken van drijvende ijsplaten draagt **niet** (direct) bij aan de ZSS

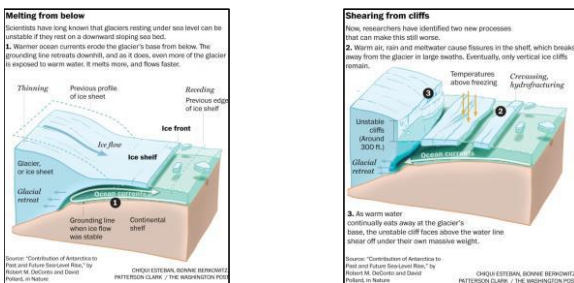
Denk aan smeltende ijsblokjes in een glas met cola

Maar het versnelt (enorm) de afkalving en ijsbergvorming van het achtergelegen landijs

Eerst vallen de steunberen om, daarna stort de kathedraal in

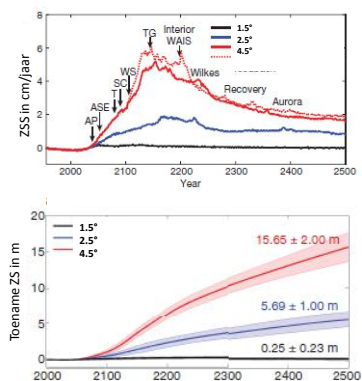


De nieuwe fysische processen



Uitleg van twee nieuwe processen in het ijsmodel van de Conto en Pollard door de Washington Post. Links proces 1 dat ook in andere ijskapmodellen wordt meegenomen (MIS). Rechts de 2 processen die het nieuwe ijskap model ook meeneemt.

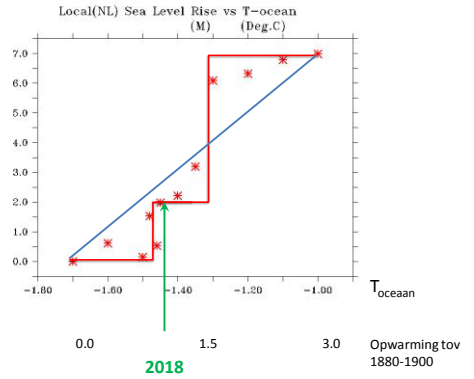
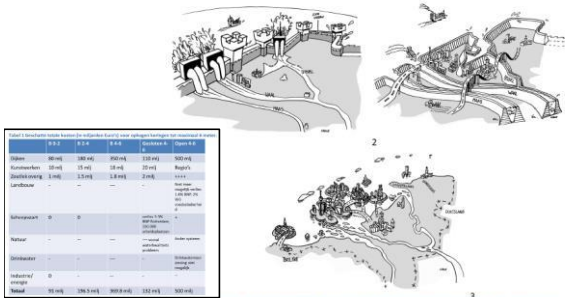
De langere termijn



Policy Hackathon Deltares: Als de zeespiegel sneller stijgt ... (29 auteurs)

Om te blijven wonen in de delta zijn in hoofdlijnen drie opties mogelijk:

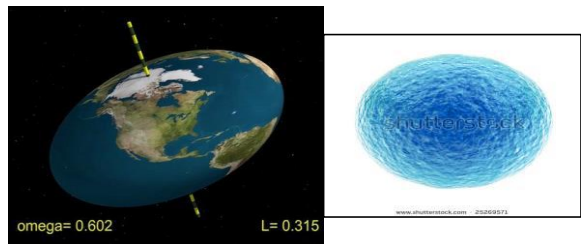
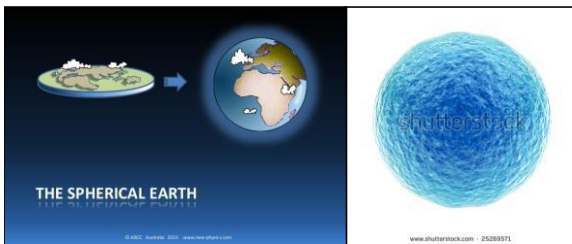
- 1) De hele delta beschermen als een fort en de rivieren uit de delta pompen;
- 2) De polders beschermen met daartussen hele diepe rivieren;
- 3) De delta ophogen, als geheel of verschillende terpen die met elkaar verbonden zijn.

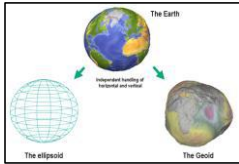
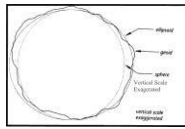
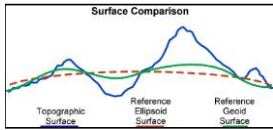


Conclusies

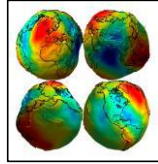


- Zonder emissiereductie kunnen we een ZSS van 15 m in 2500 en 6 m in 2200 niet uitsluiten
- Als we in 2100 volledig klimaatneutraal kan het nog steeds 2.5 m extra in 2200 en 5-6 m extra in 2500 worden.
- Als we "Parijs" uitvoeren valt het misschien mee, maar misschien zijn we al een of meer kantelpunten gepasseerd en is een ZSS van 3-6 m op termijn onvermijdelijk.
- Dit alles is nog steeds een "worst-case" scenario, maar wordt het niet tijd voor plan B?

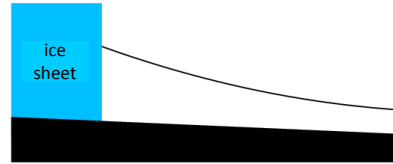




De geoide is een aardappel

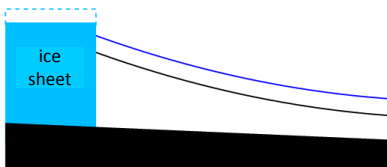


Self-gravitation effect



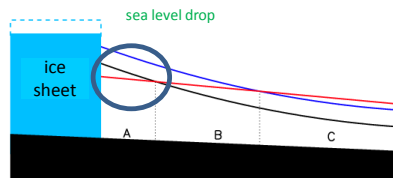
gravitational pull on ocean towards large (ice) mass

Self-gravitation effect



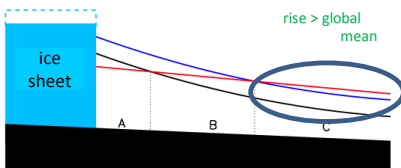
ice mass loss ⇒ melt water added to the ocean

Self-gravitation effect

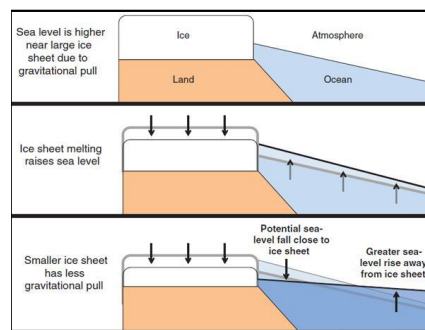


ice mass loss ⇒ melt water added to the ocean
⇒ sea level tilts

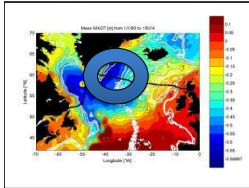
Self-gravitation effect



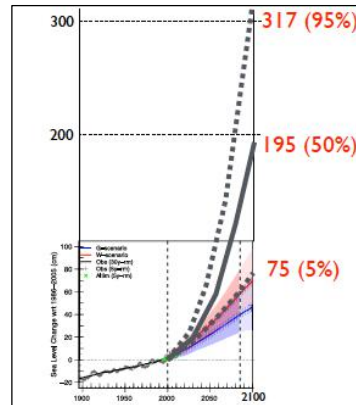
ice mass loss ⇒ melt water added to the ocean
⇒ sea level tilts



Het zelf-gravitatie effect, National Research Council (2013), www.nap.edu

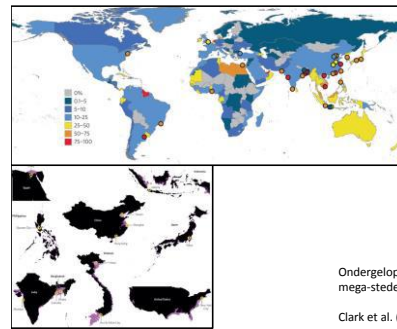
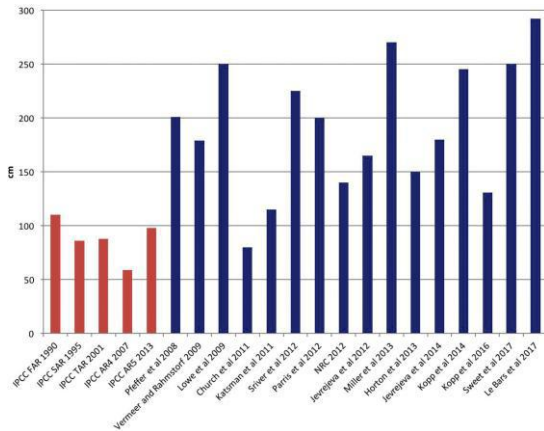


Geobserveerde zeevatertemperatuurvariaties aan het zeeoppervlak. Gemiddeld over gebied links aangegeven



Nieuw extreem scenario (geen KNMI scenario) Update "Veerman scenario"

KNMI14-W scenario
KNMI14-G scenario



Percentage naar bevolkingsdichtheid-gewogen gebied voor ieder land of mega-stad dat onder lokaal zee-niveau komt te liggen na cumulatieve emissies van 100 x huidige emissie per jaar

Ondergelopen gebieden rond grootste mega-steden (> 10 miljoen inwoners)

Clark et al. (2016)

<https://video.nationalgeographic.com/video/magazine/170622-ngm-antarctica-metting-sea-levels-climate-change>