

# Zeespiegelstijging: wat staat ons te wachten?

Prof.dr.ir. Matthijs Kok  
Professor Waterveiligheid  
Technische Universiteit Delft



Monster, 12-3-2019

m.m.v. Deltares / HKV

# Zeespiegelstijging in het nieuws



▲ © Hollandse Hoogte / Arie Kievit

## 'Deltawerken moeten mogelijk veel eerder vervangen worden'

**STIJGING ZEEPIEGEL** | De Deltawerken zijn, als de huidige stijging van de zeespiegel sneller toeneemt, tien tot twintig jaar eerder dan gepland aan vervanging toe. Dat zegt de nieuwe deltacommissaris, Peter Glas, vandaag [in een interview met deze krant](#). Die megaoperatie zou tientallen miljarden kosten.

Ongeveer 4.660 resultaten (0,17 seconden)



'Deltawerken moeten door **zeespiegelstijging** eerder worden vervangen'  
NU.nl - 25 jan. 2019

De Deltawerken moeten doordat de zeespiegel veel sneller dan verwacht stijgt tien tot twintig jaar eerder worden vervangen. Dit gaat tientallen ...



Ook het zuidwestelijke deel van de Groenlandse ijskap smelt  
Scientias.nl - 22 jan. 2019

En zal waarschijnlijk een flinke bijdrage leveren aan de wereldwijde **zeespiegelstijging**. Dat de Groenlandse ijskap smelt, is niet nieuw.



Onheilsprofeten die stijging van de zeespiegel voorspellen negeren ...  
Trouw - 18 jan. 2019

De wetenschap ontzenuwt soms alarmerende berichten over de **zeespiegel-stijging**, schrijft geofysisch consultant Robert Sambell.

EXTRA | Het beste van De Telegraaf

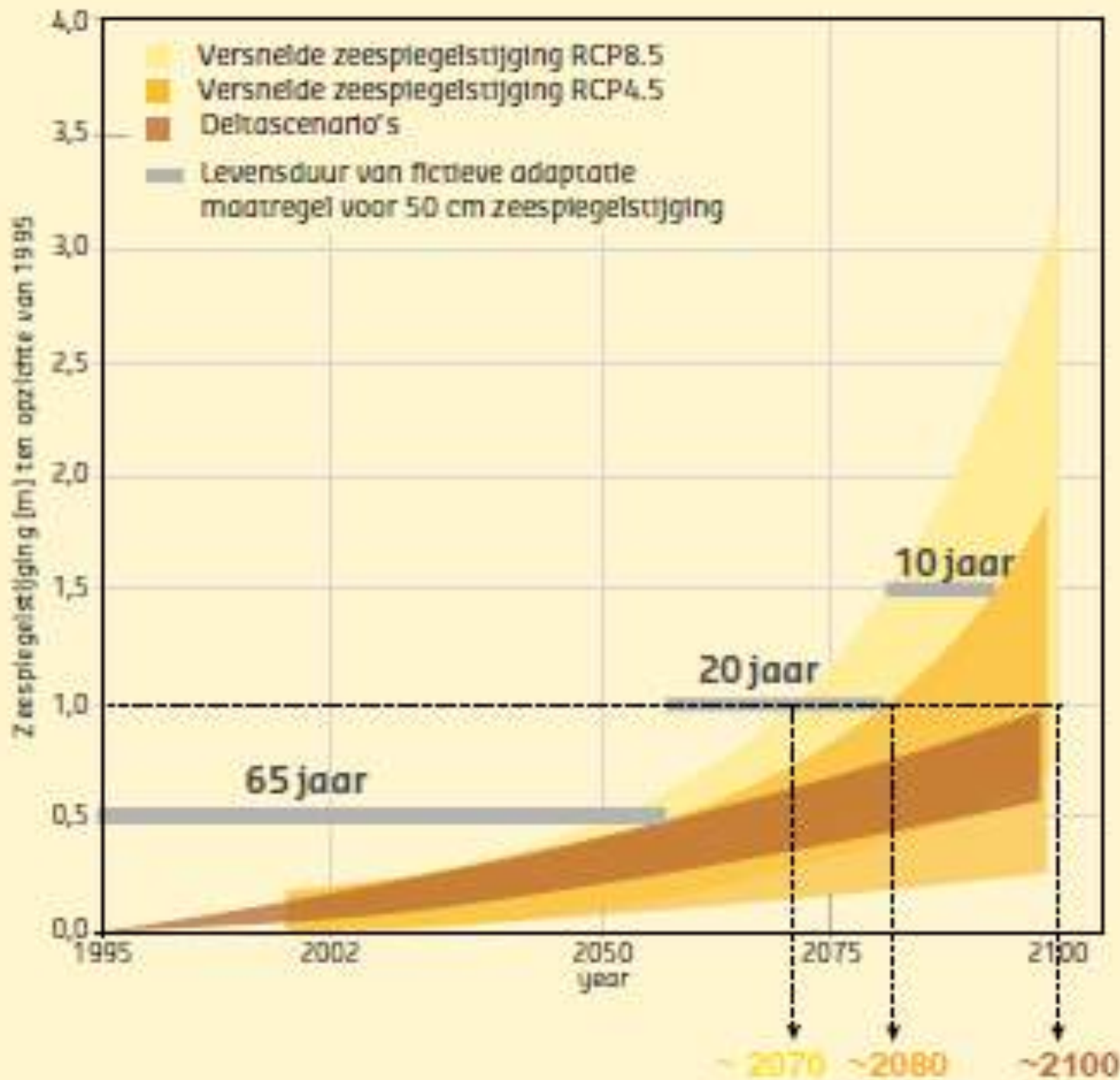
Opinie oud-prof Waterbouwkunde Han Vrijling

## 'Doemscenario's over stijging zeespiegel'

Door EMERITUS PROF. IR. HAN VRIJLING  
11 okt. 2016 in BINNENLAND



De zeespiegel kan wel eens flink harder stijgen dan tot dusver werd verwacht, waarschuwde het wereldklimaatpanel IPCC eerder deze week. Oud-hoogleraar Waterbouwkunde Han Vrijling relateert de bevindingen, maar maant Nederland wel tot actie.



# Inhoud

1. Achtergronden
2. Mondiale zeespiegelstijging
3. Verwachte zeespiegelstijging
4. Wat wordt er gemeten
5. Actie is nodig, maar welke actie?
6. Conclusies

# Limburg 1995



# Rhine, 1995





Groningen, 2011





# Vraag

1. Meten we nu al een versnelling van de zeespiegel?

- Ja
- Nee
- Geen mening

# Vraag

2. Moeten we delen van Nederland opgeven binnen een periode van 100 jaar?

- Ja
- Nee
- Geen idee



— Dijken

© LOLA Landscape Architects



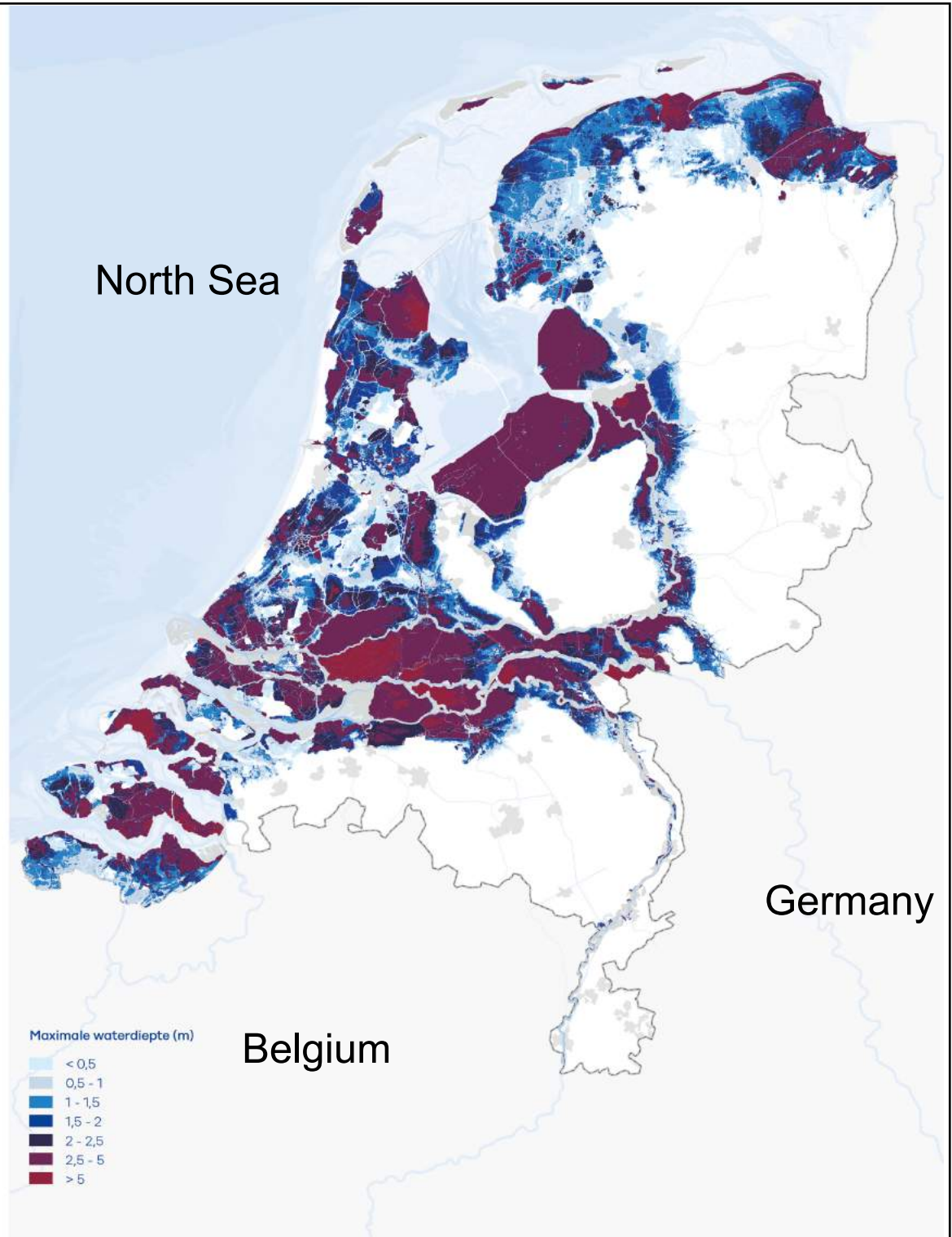
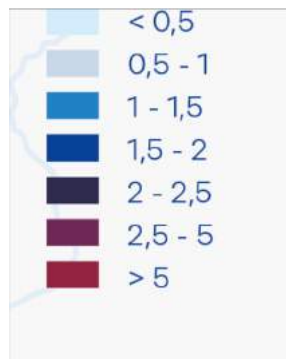
— Dijken

© LOLA Landscape Architects

Source: dijenatlas

# Waterdiepte [m] bij een overstroming

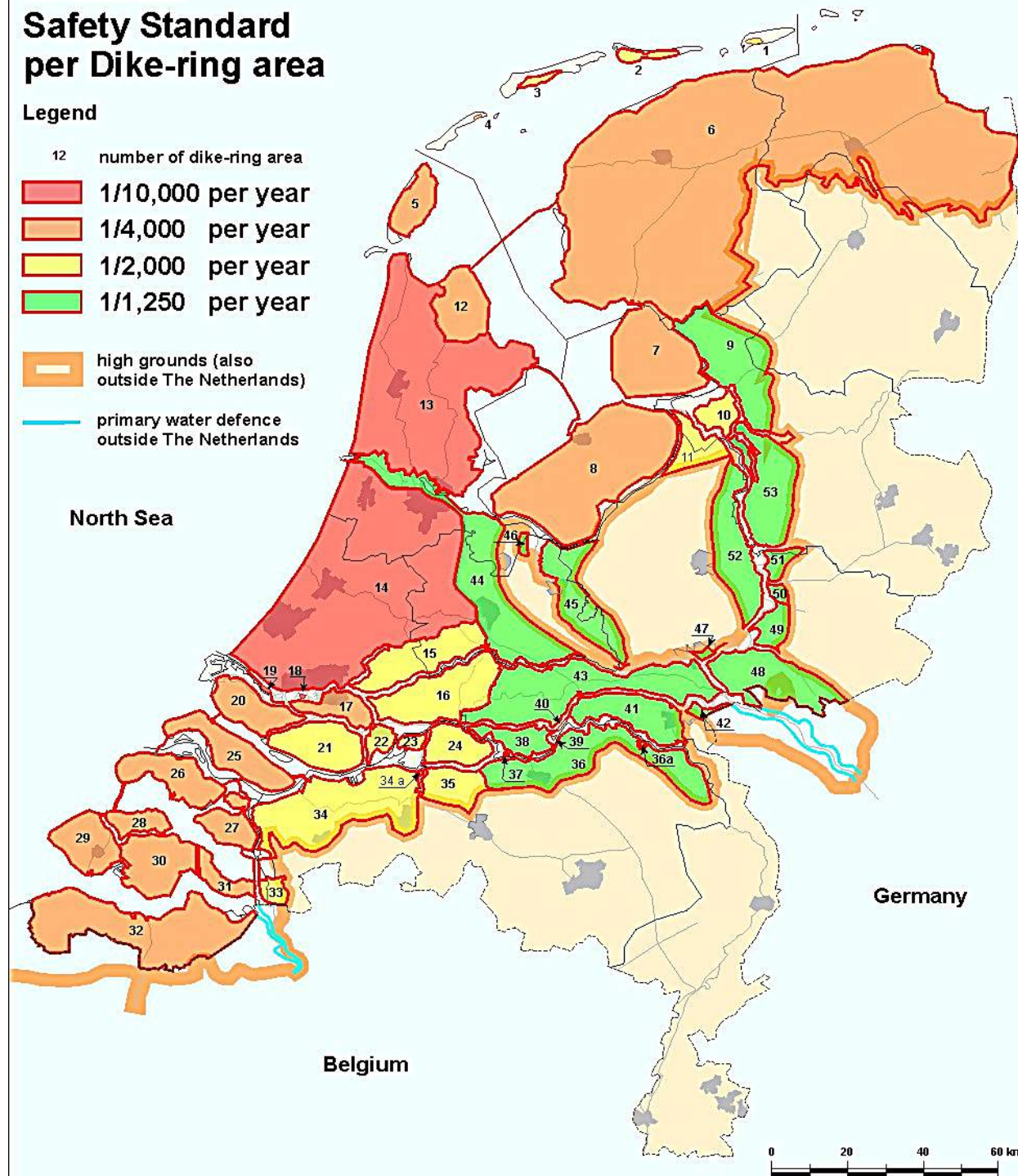
60% kan worden  
overstroomd



The Netherlands  
**Safety Standard  
per Dike-ring area**

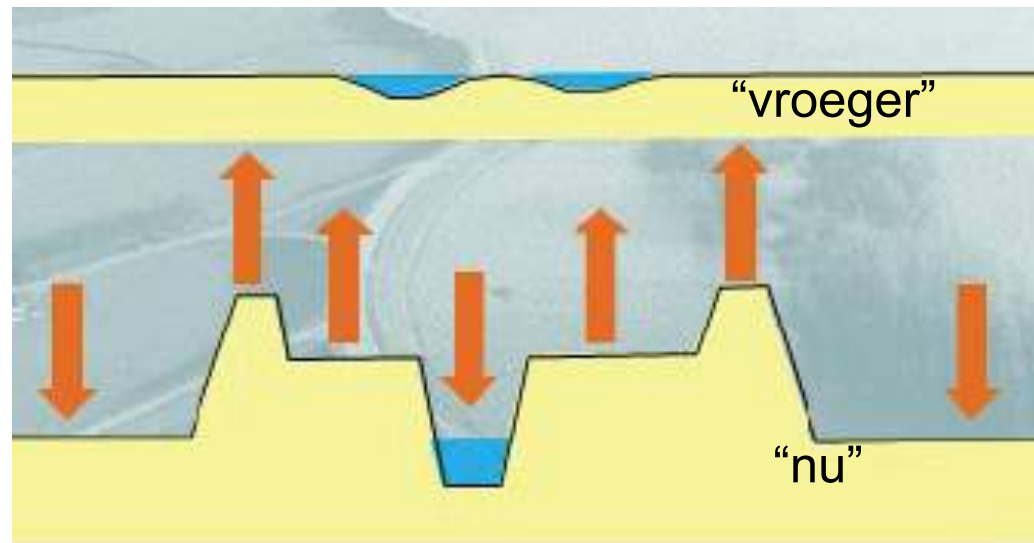
**Legend**

- 12 number of dike-ring area
- 1/10,000 per year
- 1/4,000 per year
- 1/2,000 per year
- 1/1,250 per year
- high grounds (also outside The Netherlands)
- primary water defence outside The Netherlands

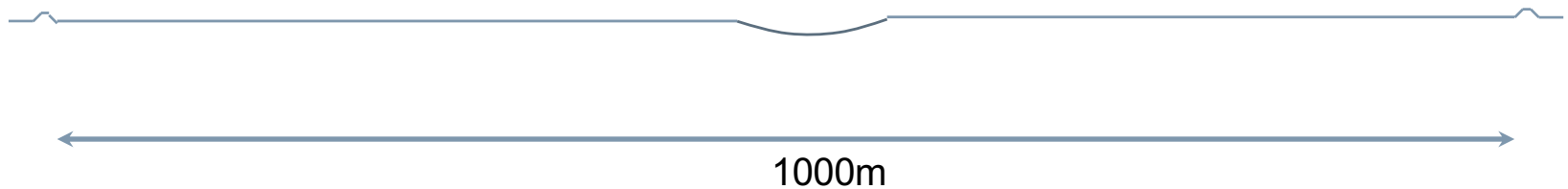


# Zijn de dijken hoog?

Verhaal van de Rivier: "we hebben de rivier in een keurslijf gedwongen":



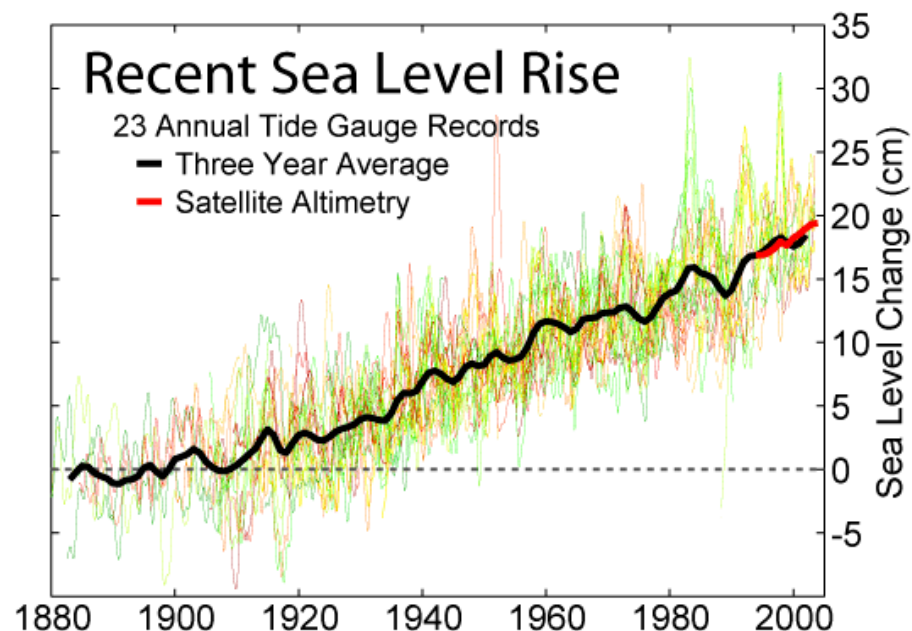
Maar de werkelijkheid is anders:



IJssel: 500 – 2000m breed. Dijkhoogte orde 2 – 4m

# Globale zeespiegelstijging

- We beschouwen 1880-nu als we het over verleden tijd hebben



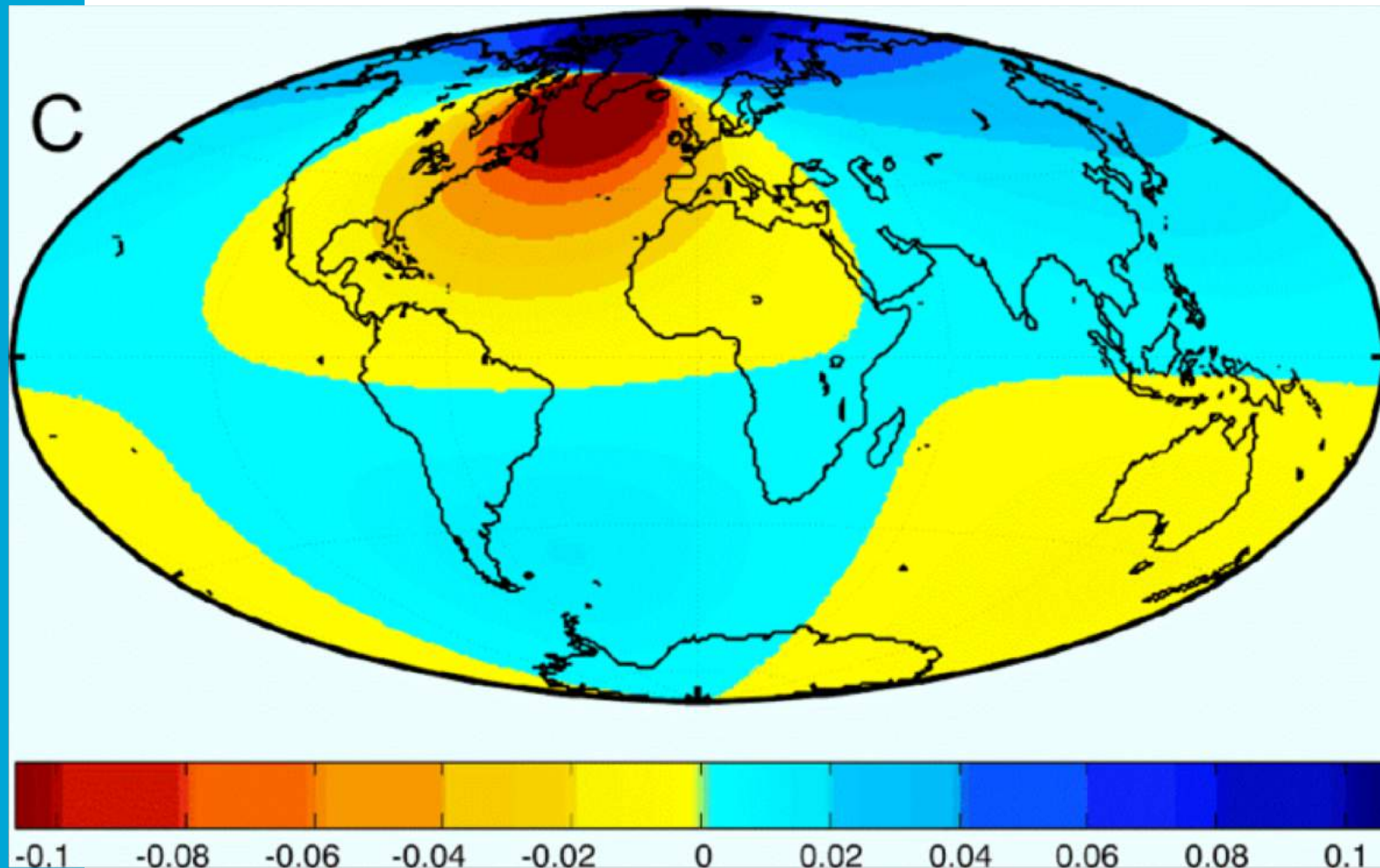
- Snelheid stijging: 20 tot 30 cm per eeuw



# Oorzaken globale Zeespiegelstijging

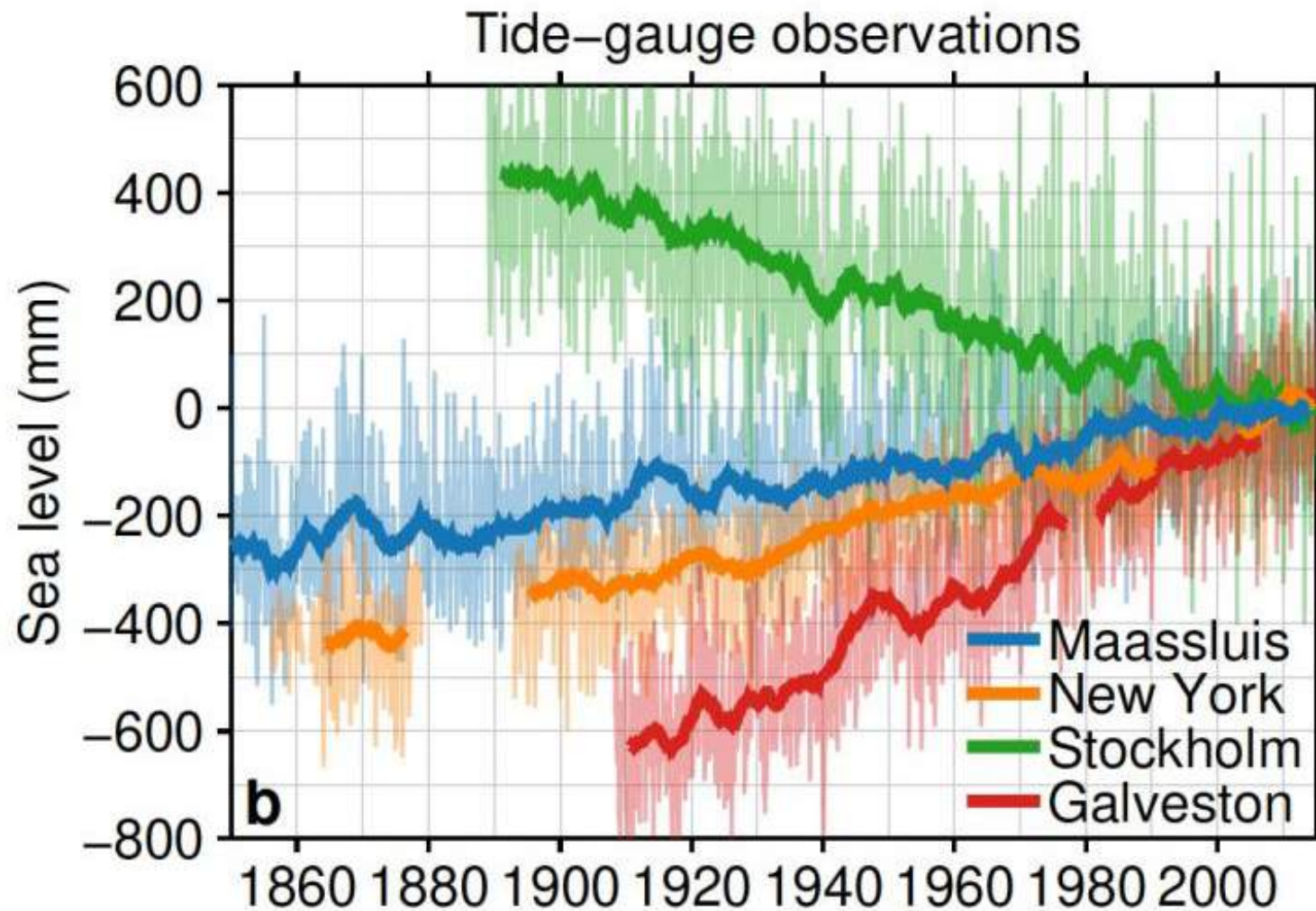
- Thermische expansie
  - warmer water neemt meer ruimte in
- Smeltend landijs
  - Ijs dat eerst op het land ligt komt in zee terecht
  - Dit in tegenstelling tot zee-ijs, denk aan een ijsklontje in een glas met water
- Berging op land:
  - Grondwater
  - Stuwmeren
  - Ontbossing

# Regionale verschillen: Gravitatie-effecten



Bron: <http://www.ianevans.xyz/blog/2015/10/15/how-melting-ice-affects-rising-oceans-a-qa-with-dr-jerry-x-mitrovica>

# Regionale verschillen - Voorbeeld



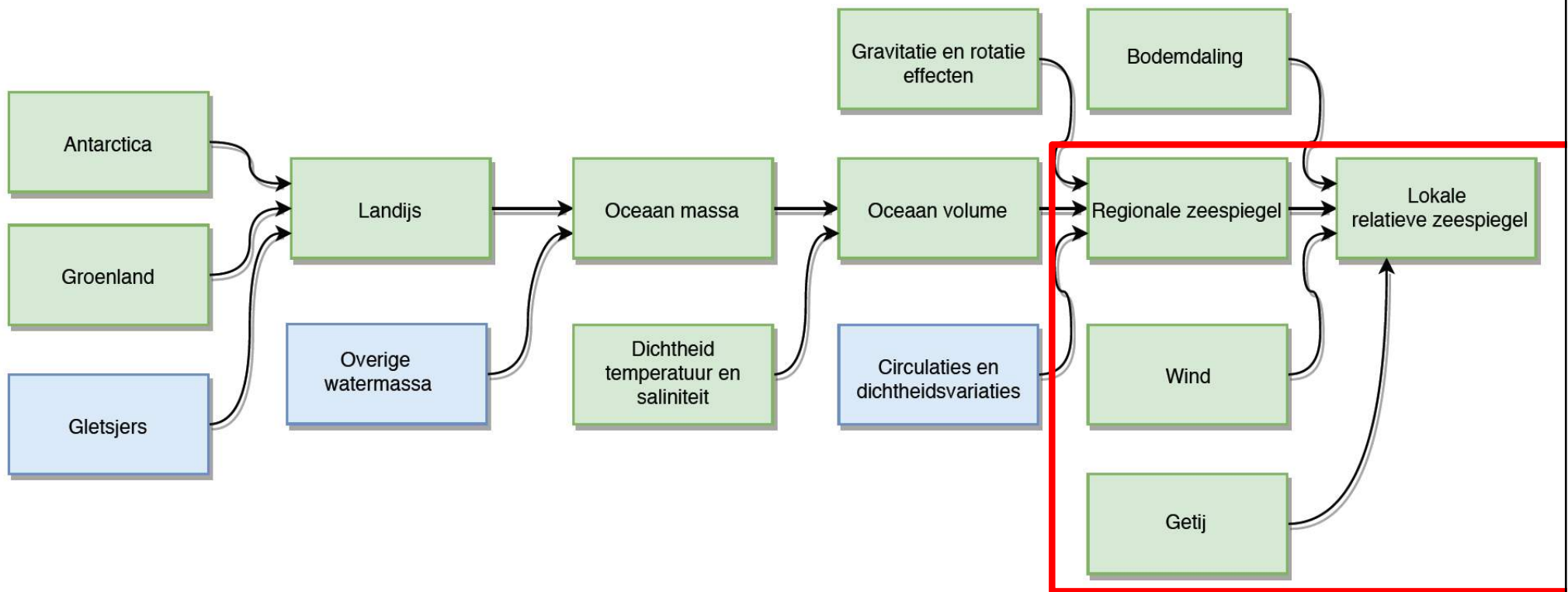
# Oorzaken regionale verschillen in zeespiegelstijging

- Postglaciale opheffing (GIA)
  - Aardkorst veert terug
- Gravitatie
  - Stijgende zeespiegel verdeelt zich niet uniform over de wereld
- Oceaancirculaties
- Verschillen in dichtheid, temperatuur en saliniteit

# Van globale zeespiegelstijging naar de zeespiegel langs de Nederlandse kust

Effecten globale zeespiegelstijging op Nederland

- Ligging relatief gunstig t.a.v. gravitatie-effecten (herverdeling massa) bij smelten Groenland
- Ligging ongunstiger bij smelten Zuidpool - onzekere, maar mogelijk zeer bepalende factor



# Meten

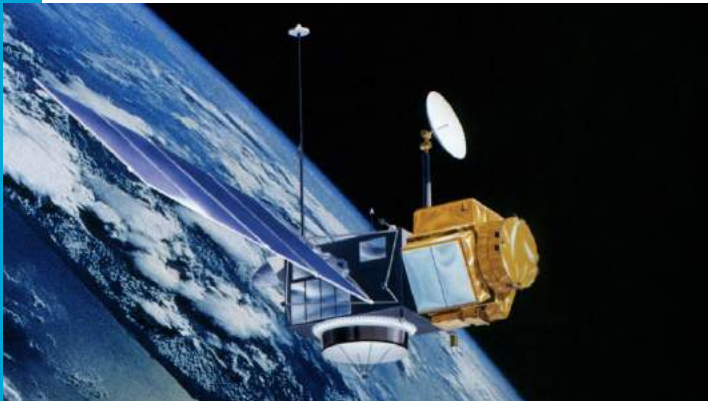
- Lange historie van metingen in Nederland
- Diverse meetstations langs de kust
  - 6 hoofdstations met gegevens vanaf 1890
- Metingen met vlotter of radar t.o.v. NAP.
  - Ook het NAP kan veranderen... NAP correctie in 2005



Hoek van Holland

# Meten

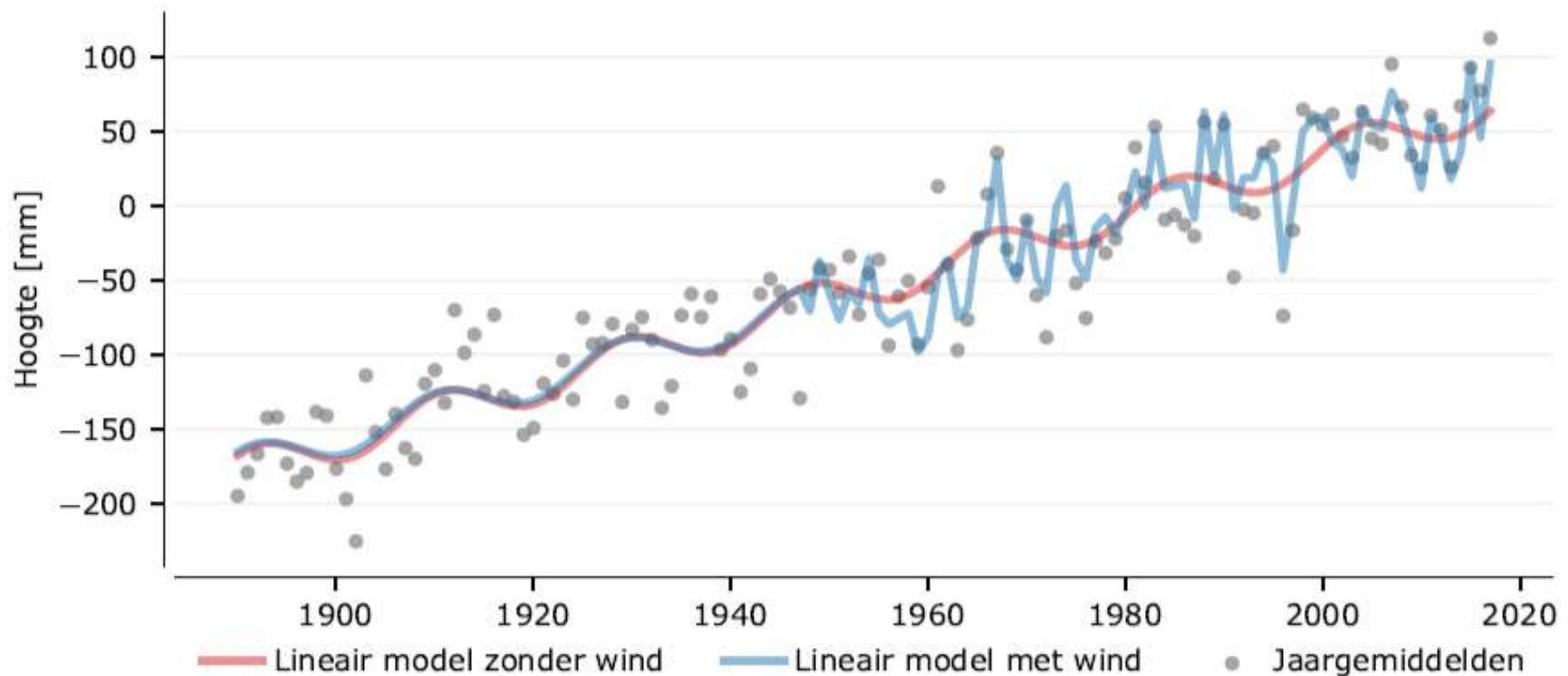
- Meetstations meten zeespiegel t.o.v. NAP.
  - Analyses van deze metingen zeggen iets over de relatieve zeespiegelstijging  
N.B. Ook het NAP kan veranderen. NAP correctie in 2005.
- Satellieten meten de zeespiegel t.o.v. de gemiddelde zeespiegel (altimetrie).
  - Analyses zeggen iets over absolute zeespiegelstijging.



Topex/Poseidon satelliet  
(bron: NASA)

# Actuele trend - gemiddeld

**$18,6 \pm 1,2$  cm/eeuw**

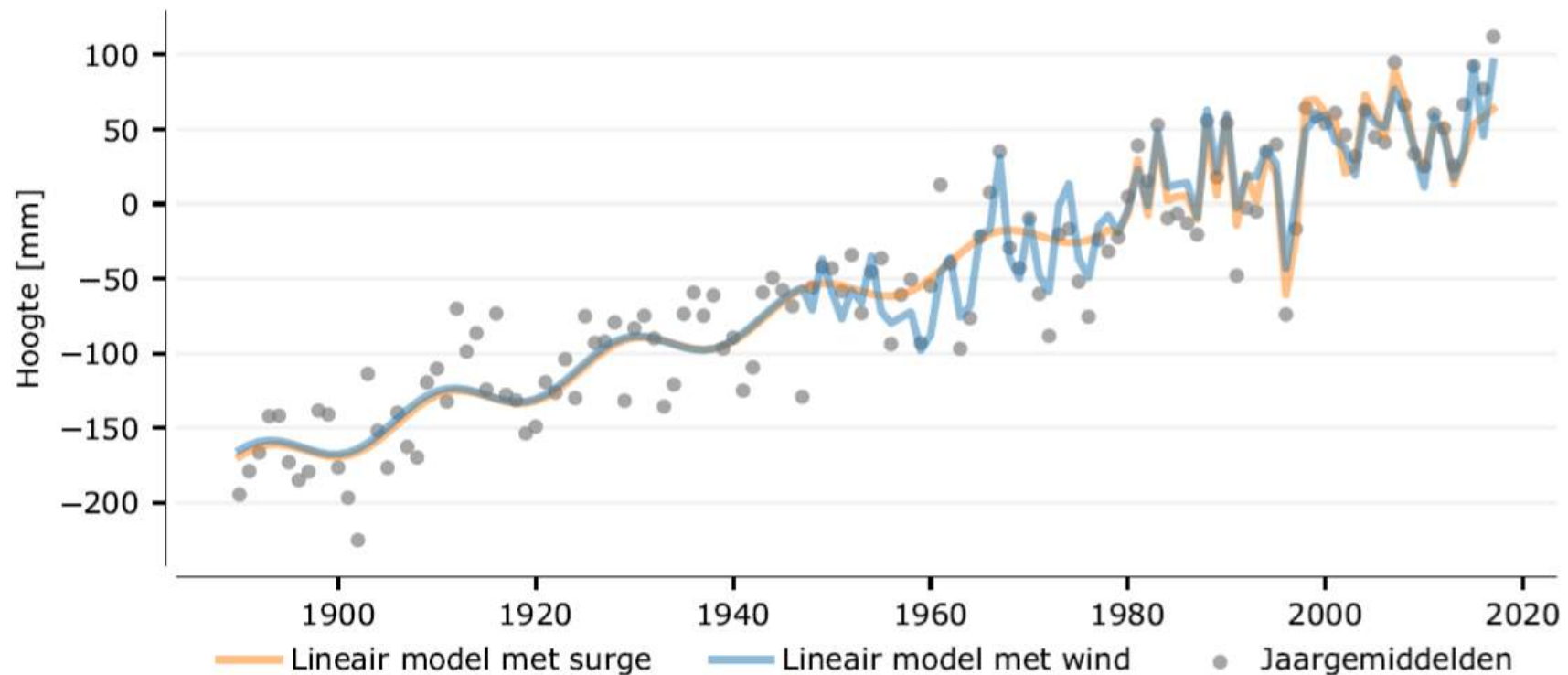


*Figuur 6.1: Huidige zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust.*



# Actuele trend - gemiddeld

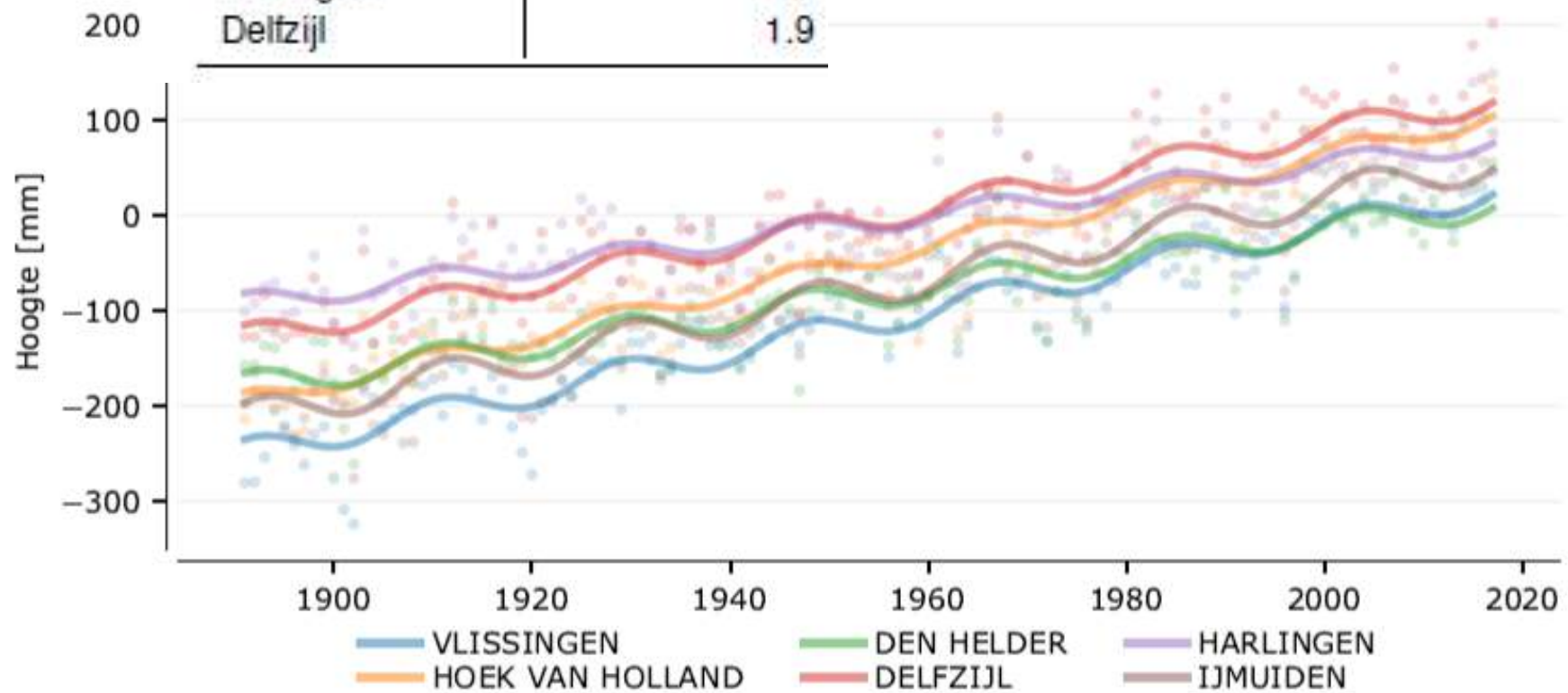
Windopzet (uit reconstructie) in plaats van wind als verklarende variabele



Figuur 6.11: Huidige zeespiegelstijging volgens het lineaire model met *GTSM* en met geobserveerde wind. De trend is gefit op de jaargemiddelde waarden voor de 6 stations.

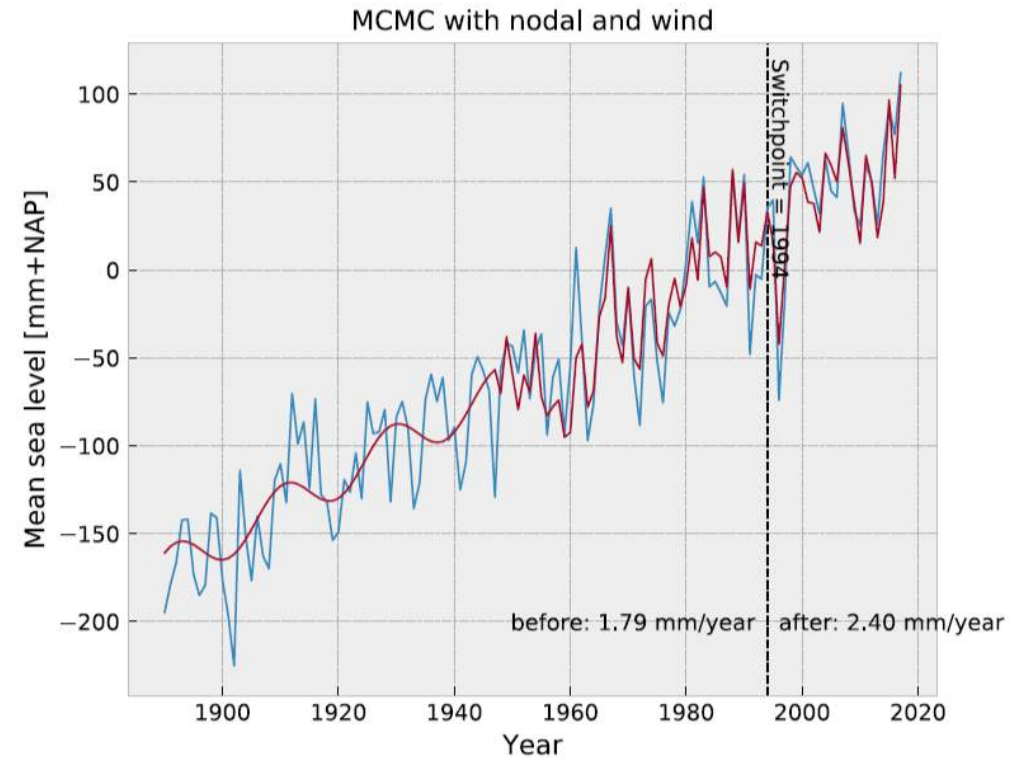
# Actuele trend – per kuststation

Station	Trend (mm/jaar)
Vlissingen	2.1
Hoek van Holland	2.3
Ijmuiden	2.1
Den Helder	1.4
Harlingen	1.3
Delfzijl	1.9



# Knik? Versnelling?

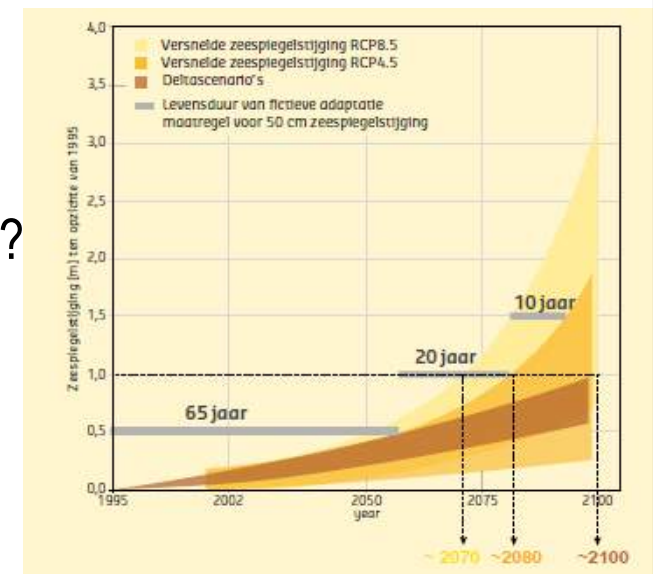
- Nee, geen **significante** versnelling of knik gedetecteerd.
- Maar ... 1993/94 lijkt een kandidaat voor een knik
- +0.6 mm/jaar



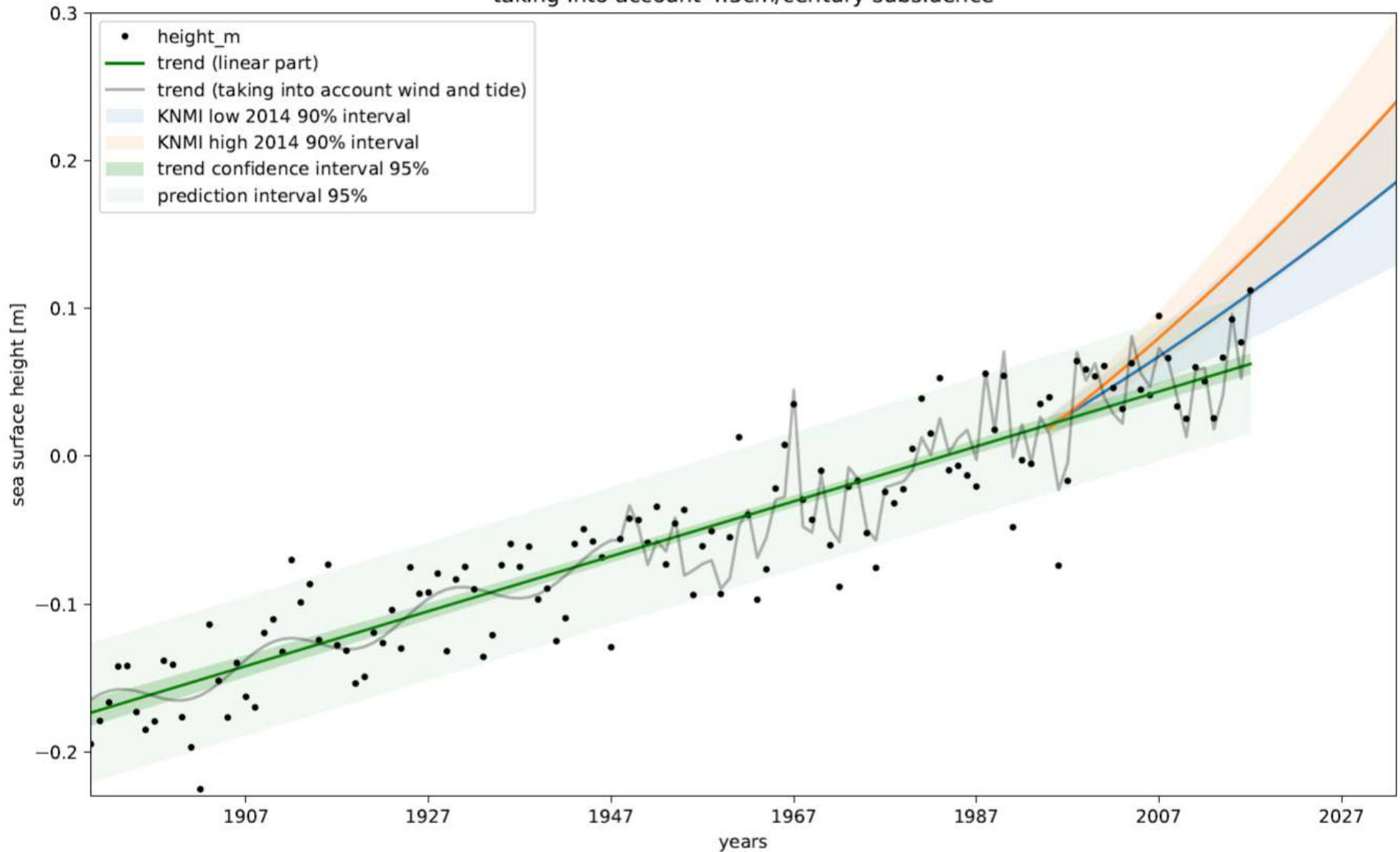
Figuur 6.2: Huidige zeespiegel voor en na het meest waarschijnlijke knikpunt.

# ~~Voorspellingen~~ Projecties

- KNMI scenario's op basis van IPCC rapporten
- RCP's
  - Representative Concentration Pathways
- Hoeveel zeespiegelstijging dan in 2100?



Comparison of latest measurements with KNMI 2014 scenario's scenario relative to mean sea level of 1986-2005 taking into account 4.5cm/century subsidence



# En hoe verder met Nederland?

1. Allerbelangrijkst: onderzoek verschillende varianten op extreme zeespiegelstijging, in de range van **0-5** meter
2. Onderzoek wijst uit dat we **2** meter zeespiegelstijging technisch en economisch wel aan kunnen, maar maatschappelijk ook?
3. Meest kritisch gebied: Rijnmond waar de zee en rivier elkaar treffen. Moeten we de Rijnmond afsluiten (zoals bij Amsterdam)

# Conclusies

1. We meten op dit moment geen versnelling van de zeespiegelstijging in Nederland, is nu ca 20 cm per eeuw
2. Maar: geen reden om achter over te leunen, er kan wel een versnelling plaatsvinden
3. Op dit moment geen reden om grote delen van Nederland op te geven, maar dat wil niet zeggen dat we achterover kunnen leunen
4. Wat er ook beweerd wordt een beide spectra van de politiek (GL vs PVV/FvD): de zeespiegelstijging is onzeker



# Hogere dijken beschermen ons niet tegen het water

In Nederland denken we bedwingers van het water te zijn, schrijven *acht wetenschappers*. „Waarom redden we het in de toekomst niet met alleen hogere dijken en een extra waterkering bij Rotterdam?”

Prof. dr. **Maarten Kleinhans**, prof. dr. **Steven de Jong**, prof. dr. **Gerben Ruessink**, prof. dr. **Hans Middelkoop**, Fysische Geografie; prof. dr. **Appy Sluijs**, Aardwetenschappen; dr. **Patrick Witte**, Sociale Geografie en Planologie; dr. **Herman Kasper Gilissen**, prof. dr. **Marleen van Rijswijk**, Europees en Nationaal Waterrecht; allen aan de Universiteit Utrecht



## Geschiedenis van overstromingen

Waarom redden we het in de toekomst niet met alleen hogere dijken en een extra waterkering bij Rotterdam? De Nederlandse geschiedenis is rijk aan voorbeelden van watersnoodrampen en technische oplossingen tegen overstroming. Vele van die rampen vertonen een opmerkelijk zelfde patroon: de mens ontwaterde lage, natte gebieden voor landbouw en bewoning, en beschermde deze met dijken. Maar verlaging van het grondwaterpeil veroorzaakt bodemdaling, en dijken voorkomen dat de natuurlijke aanvoer van slib die bodemdaling compenseert. Zo worden de polders langzaam maar zeker klaargezet voor de laatste druppel die de emmer doet overlopen. Zoals bij de Sint Elisabethvloed in 1421, de Watersnoodramp in 1953 of, verder van huis, de overstromingen van New Orleans na orkaan Katrina.

Mees



## Reactie TU Delft (Bas Jonkman):

**“Als oplossing stellen ze voor om met regelmatige en gecontroleerde overstromingen het land op te laten slibben. Dit is een optie voor nieuwe natuurgebieden, maar niet voor bewoonde en geïndustrialiseerde gebieden. Bovendien duurt het opslibbingsproces decennia.**

De wetenschappers suggereren ook om na te denken over het opgeven van westelijke delen van Nederland. Dit zijn slechts mogelijkheden in theorie.

Gelukkig zijn er betere oplossingen die meer maatschappelijk acceptabel zijn dan overlopende polders of volksverhuizingen. Door het opspuiten van zand kunnen we onze kust veilig en aantrekkelijk houden.

Door slimme dijkversterkingen en rivierverruiming onze rivieren.

Deze maatregelen zijn technisch haalbaar, betaalbaar (nu minder dan 0,2 procent van ons nationaal product) én ruimtelijk beter inpasbaar – ook bij stijgende zeespiegel” (NRC, 11-12-2019).



watersnoodramp in 1955 Or, verder van huis, de overstromingen van New Orleans na orkaan Katrina.

# And what do citizens pay?

