

Bescherming tegen overstroming in tijden van Klimaatverandering

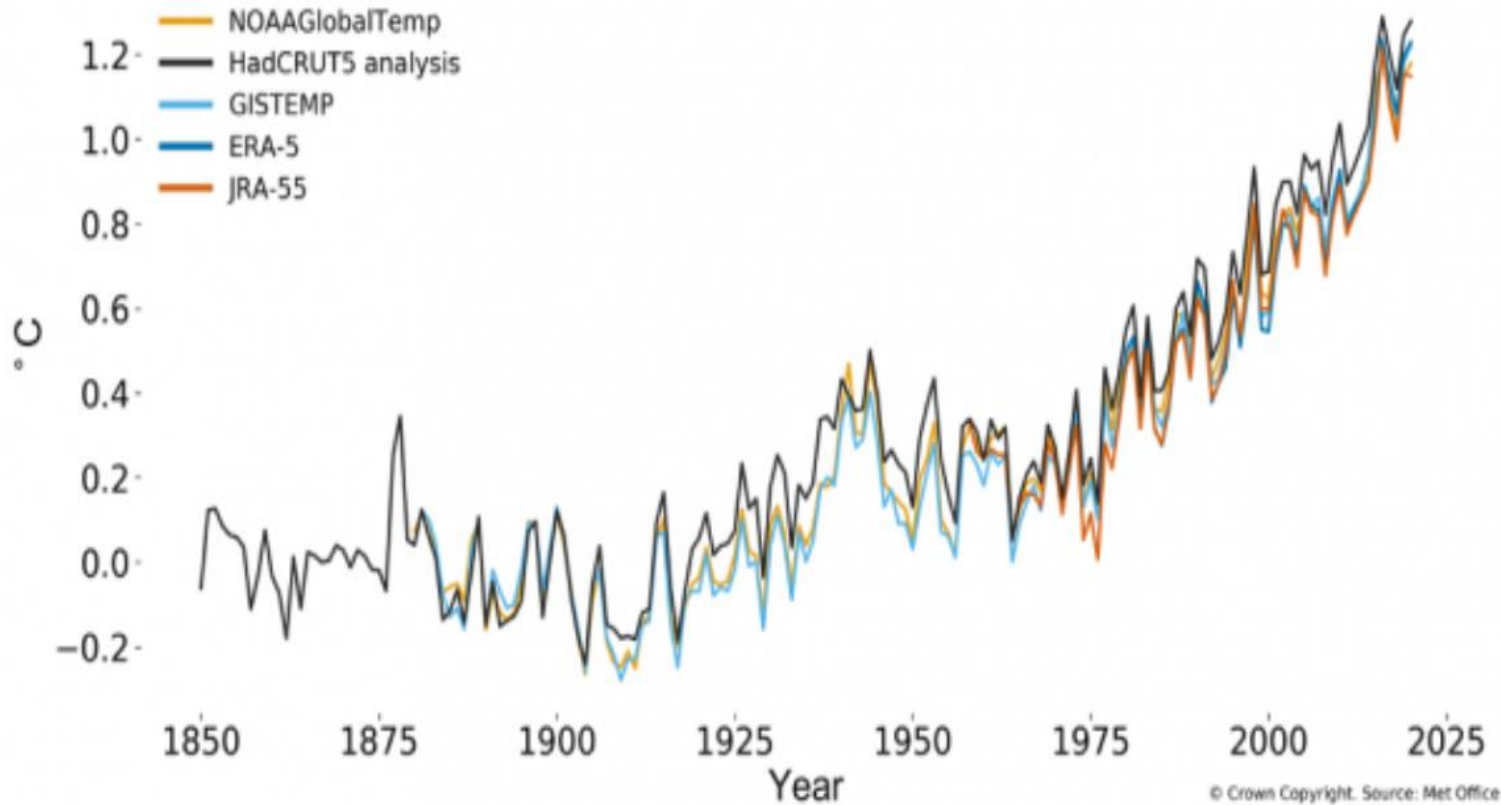
-wat moet je nu doen om ook in 2100 aantrekkelijk en veilig te
kunnen wonen en werken in Zeeland-

Urgenda Regiotour
Bruinisse
7 April 2022

Pier Vellinga
hgl. Klimaatverandering
en maatschappelijke implicaties.
VU en voorheen ook Wageningen

- Klimaatverandering, de metingen, temperatuur en zeespiegel
- De toekomst, zeespiegelstijging en stormpatronen;
- De dijken, bescherming tegen overstroming en verzilting.

Global mean temperature difference from 1850-1900 (°C)



De trend van temperatuurstijging is nu zo dat het in 2050 wereldwijd gemiddeld ongeveer 2 graden warmer is en in 2100 ongeveer 3 graden warmer is dan in 1920.

jaar

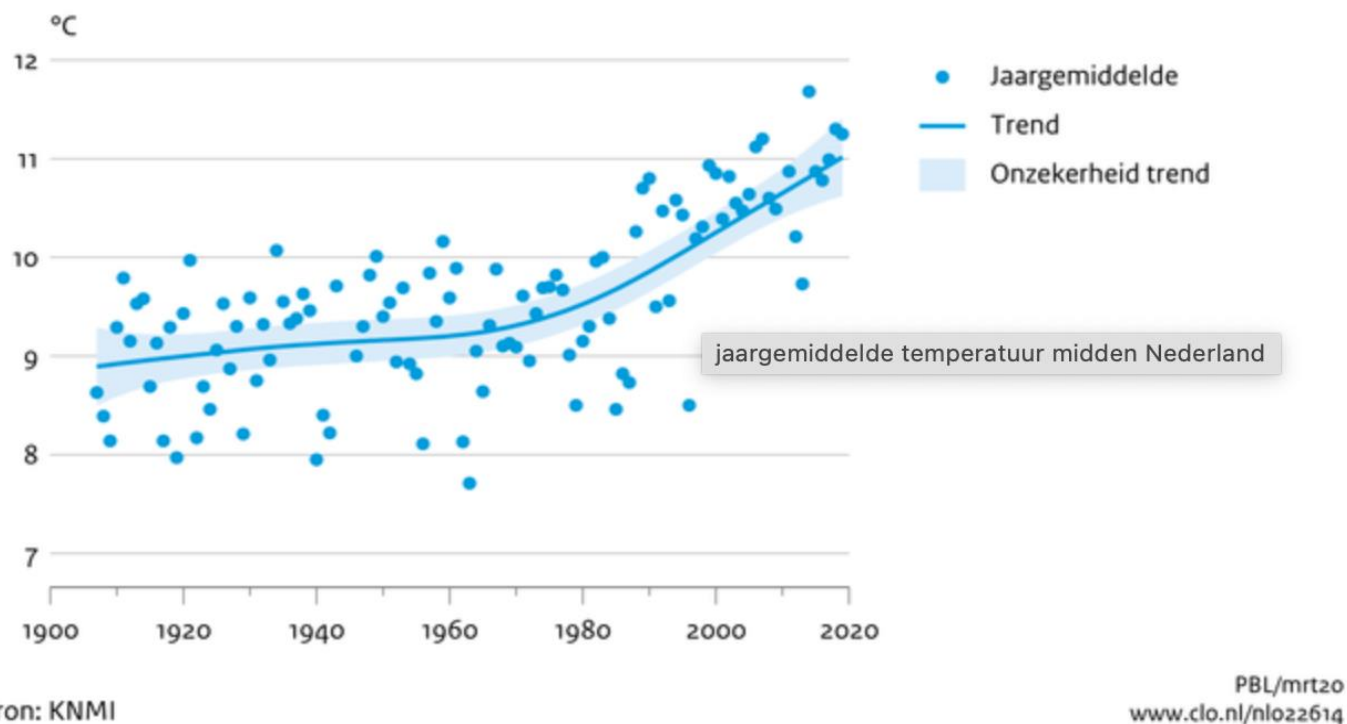
lente

zomer

herfst

winter

Jaartemperatuur op vijf KNMI-hoofdstations

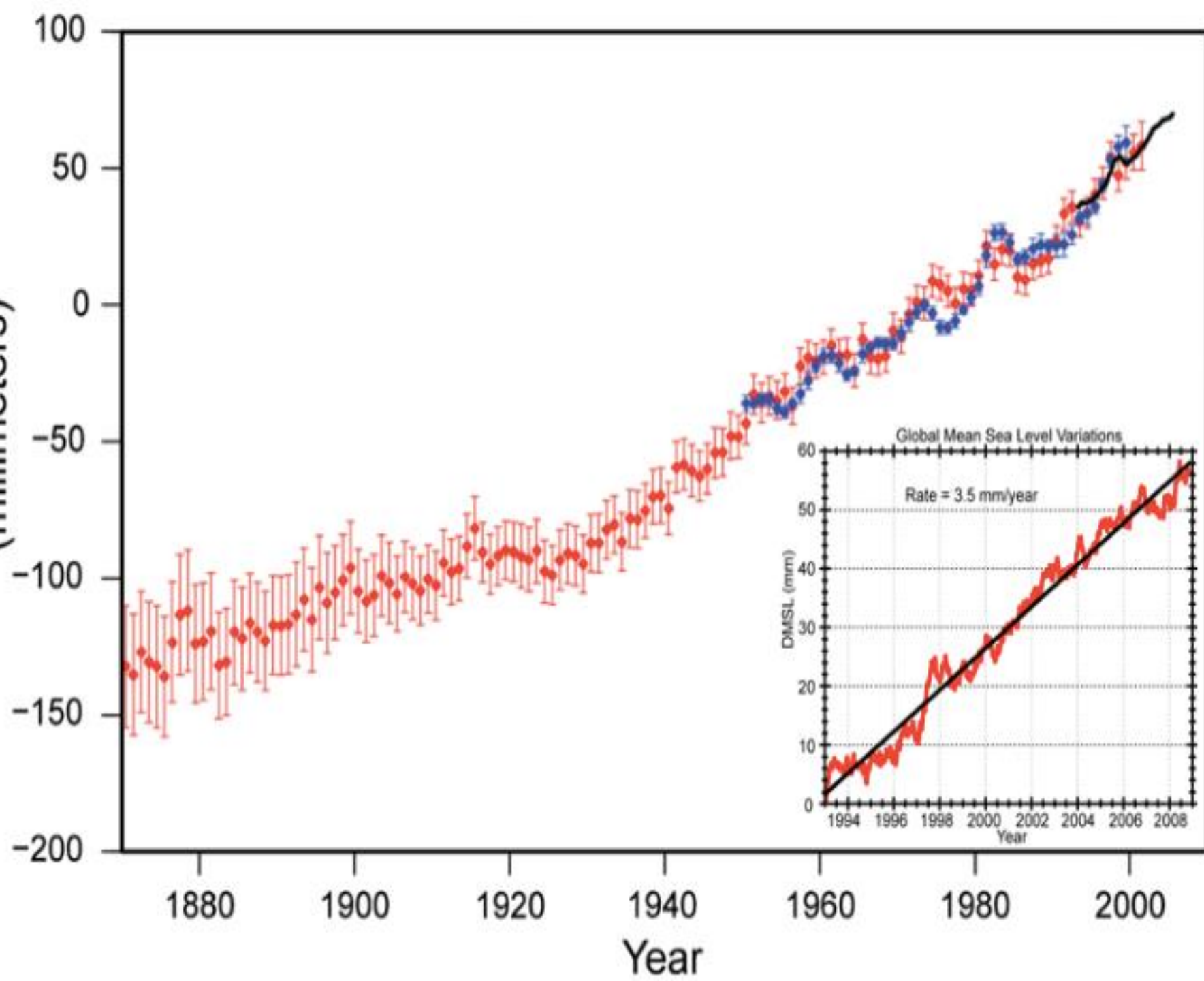


De gemiddelde temperatuur in Nederland is nu ruim 2 graden hoger dan in 1920.

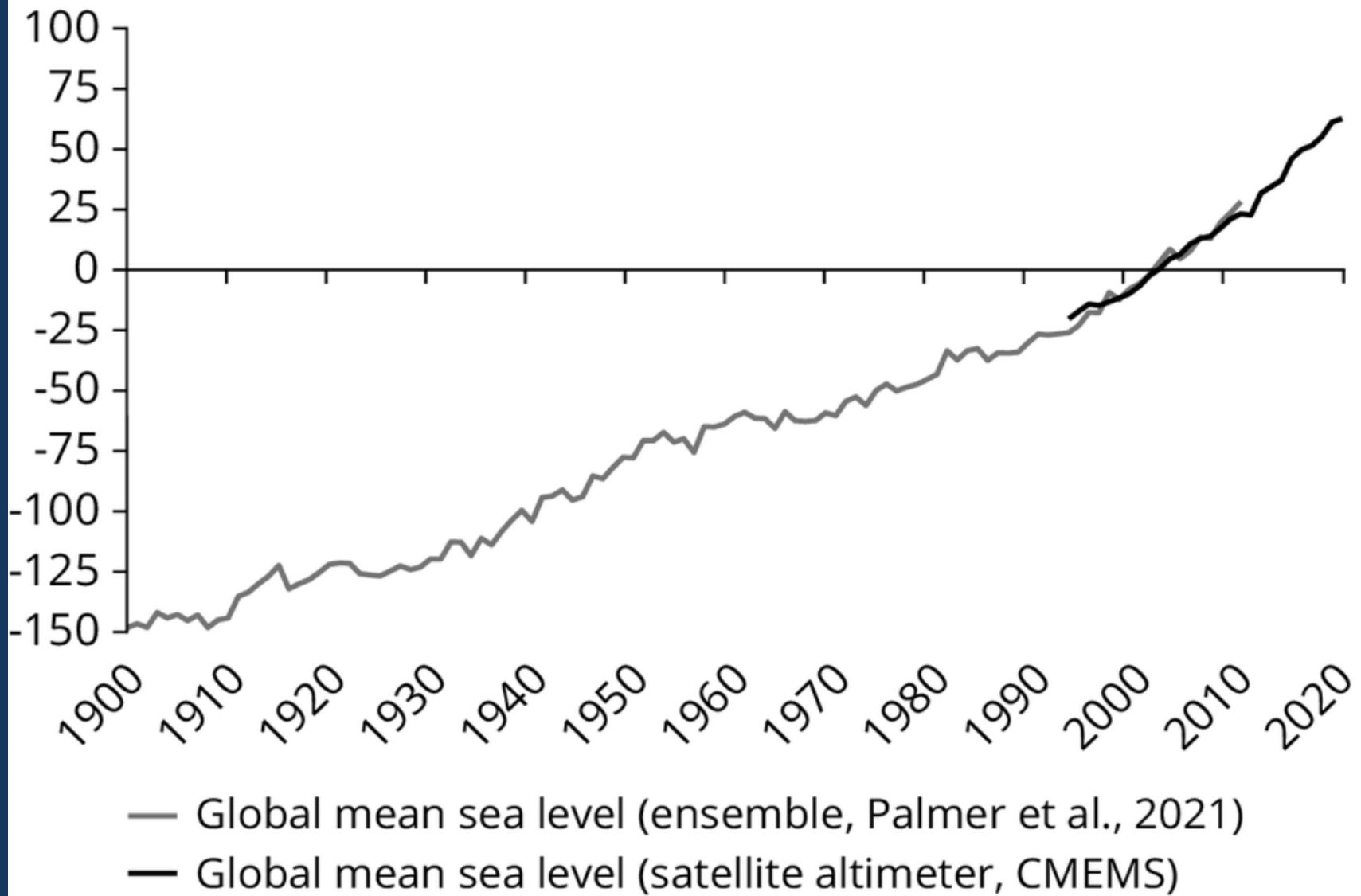
Als dit zo doorzet is het in 2050 3 graden warmer dan in 1920 (denk aan midden Frankrijk) .

En in 2100 is het 5 graden warmer dan in 1920 (zoals in Spanje, Portugal en Griekenland).

Sea-level deviation
(millimeters)



Millimetres



Wereldwijd gemiddelde snelheid van zeespiegelstijging in de periode 2010-2020: 4 mm per jaar.

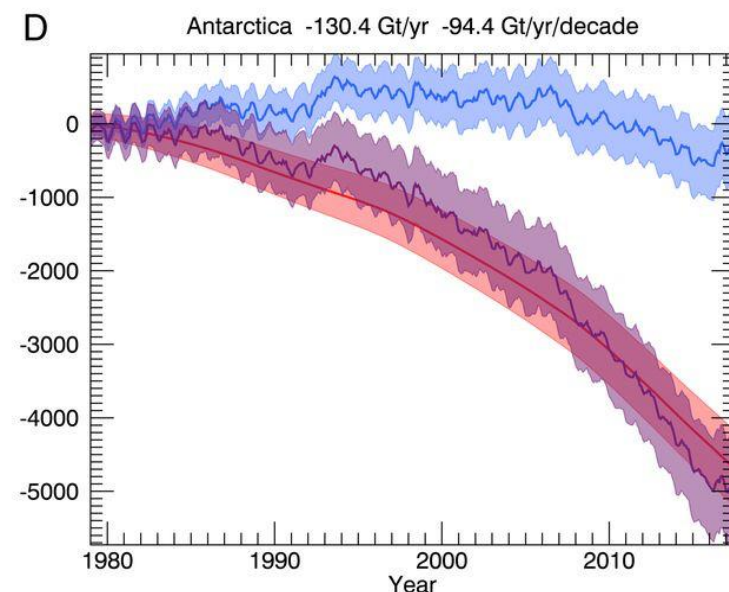
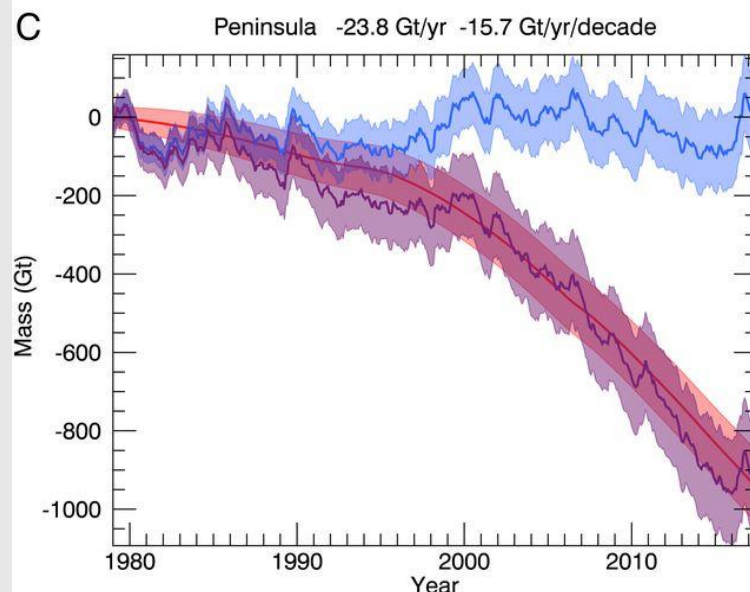
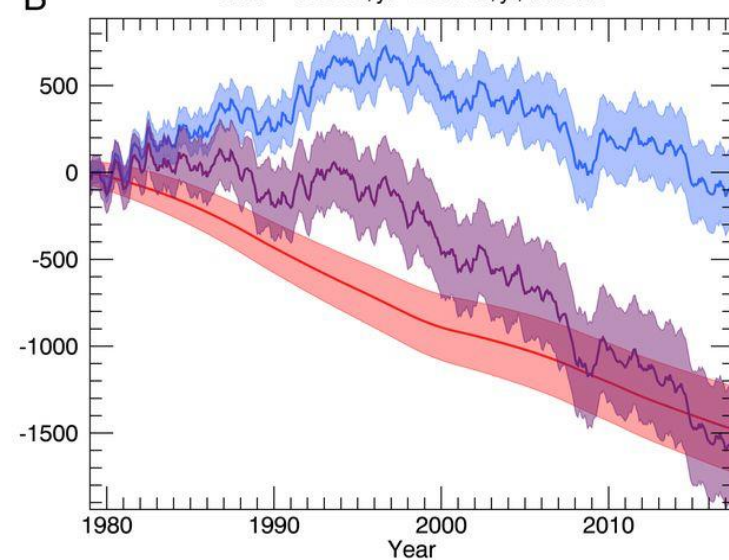
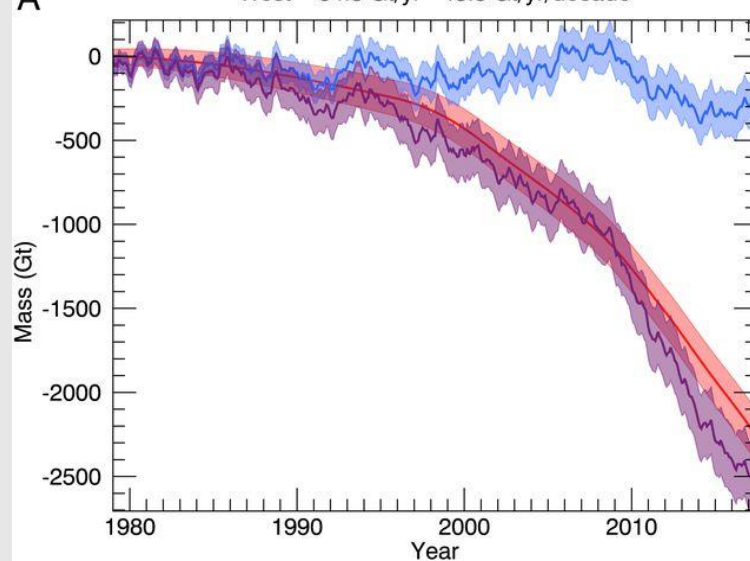
Antarctic Mass Loss

Blue=SMB
Red=Discharge
Purple=S+D

1 mm/yr = 360 Gt/yr



Universiteit Utrecht



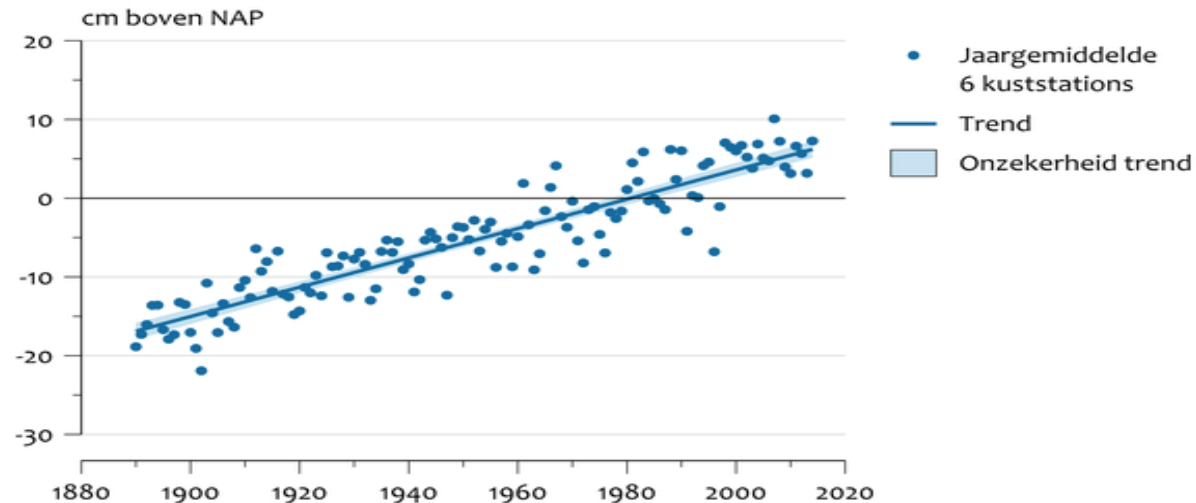
Time series of cumulative anomalies in SMB (blue), ice discharge (D, red), and total mass (M, purple) with error bars in billions of tons for (A) West Antarctica, (B) East Antarctica; (C) Antarctic Peninsula, and (D) Antarctica, with mean mass loss in billions of tons per year and an acceleration in billions of tons per year per decade for the time period 1979 to 2017. Note that the total mass change, $M = \text{SMB} - D$, does not depend on SMB1979–2008.

De zeespiegel voor de Nederlandse kust is in 125 jaar gelijkmatig gestegen met circa 23 cm, ofwel een verandering met 1,9 mm per jaar. Dit komt in grote lijnen overeen met de wereldwijde stijging van de zeespiegel van circa 22 cm over dezelfde periode. Vanaf 1993 vertoont de mondiale zeespiegel een versnelling.

Nederland

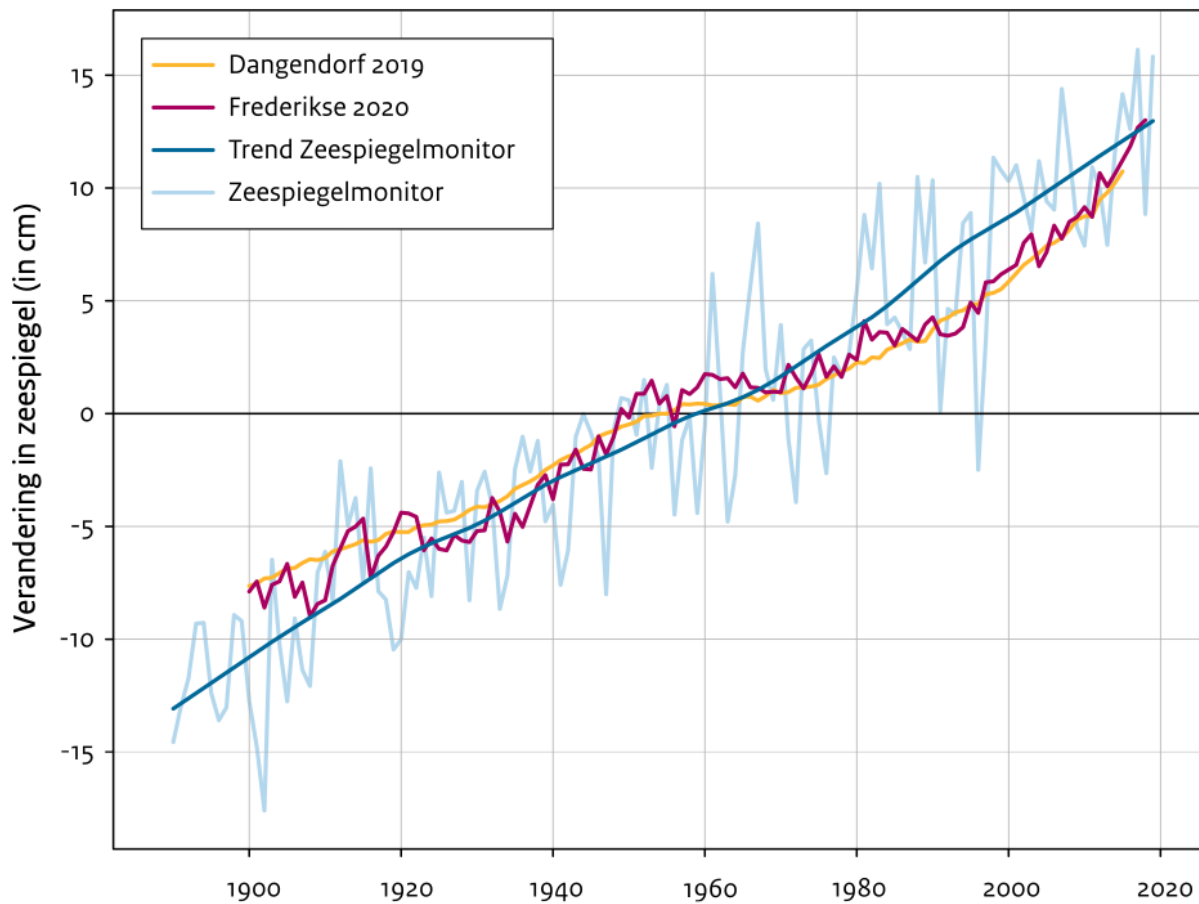
Mondiaal

Zeespiegel voor kust Nederland

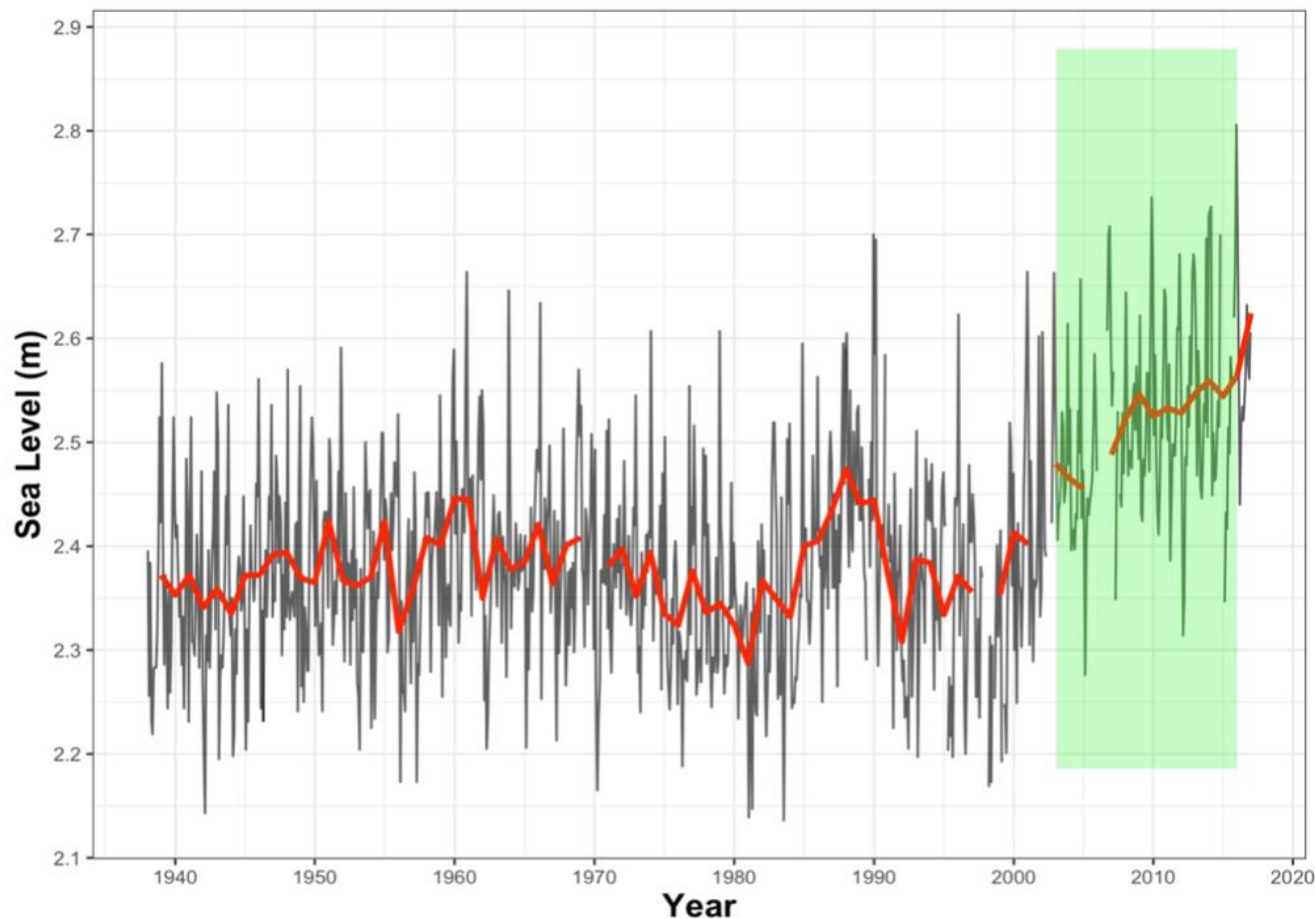


Bron: RWS; PSMSL.

PBL/feb16
www.clo.nl/nl022909



Figuur 4.1 Zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust (blauw gebaseerd op zes getijdestations) versus twee reconstructies van de wereld-gemiddelde zeespiegelstijging. [Zeespiegelmonitor → 4.1](#)
[Dangendorf 2019 → 4.2](#)
[Frederikse 2020 → 4.3](#)



SEA LEVEL RISE
DUBLIN AREA
IN PERIOD
2005-2015:
1,0 CM PER YEAR

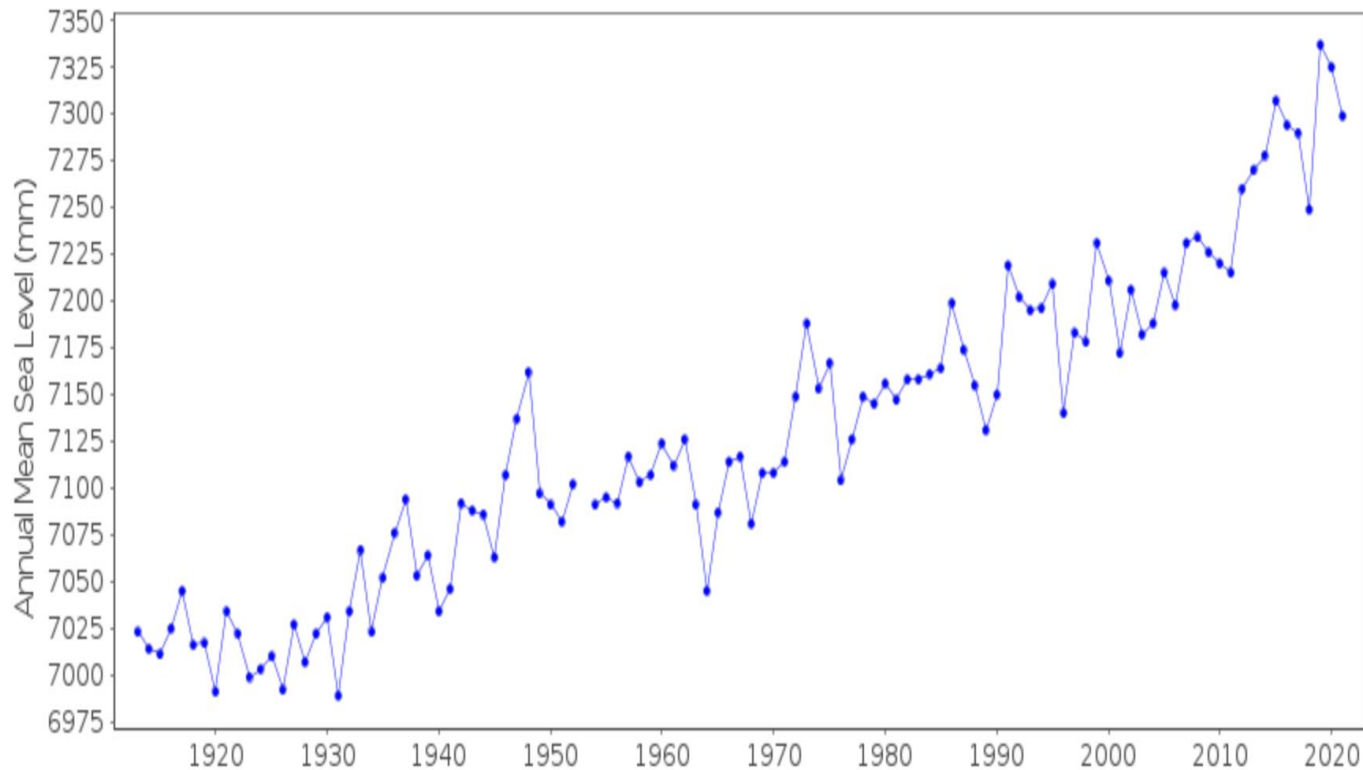
Figure 12: Monthly average of sea level at Dublin bay (black) with its annual average superimposed (red). The green band shows the data that has been validated by comparing to other local tide gauges.

Recent sea level rise on Ireland's east coast based on multiple tide gauge analysis

Amin Shoari Nejad¹, Andrew C Parnell¹, Alice Greene², Brian P Kelleher³, Gerard McCarthy²

¹Hamilton Institute, Insight Centre for Data Analytics, Maynooth University, Kildare, Ireland ²ICARUS, Department of Geography, Maynooth University, Maynooth, Ireland

³School of Chemical Sciences, Dublin City University, Dublin 9, Ireland

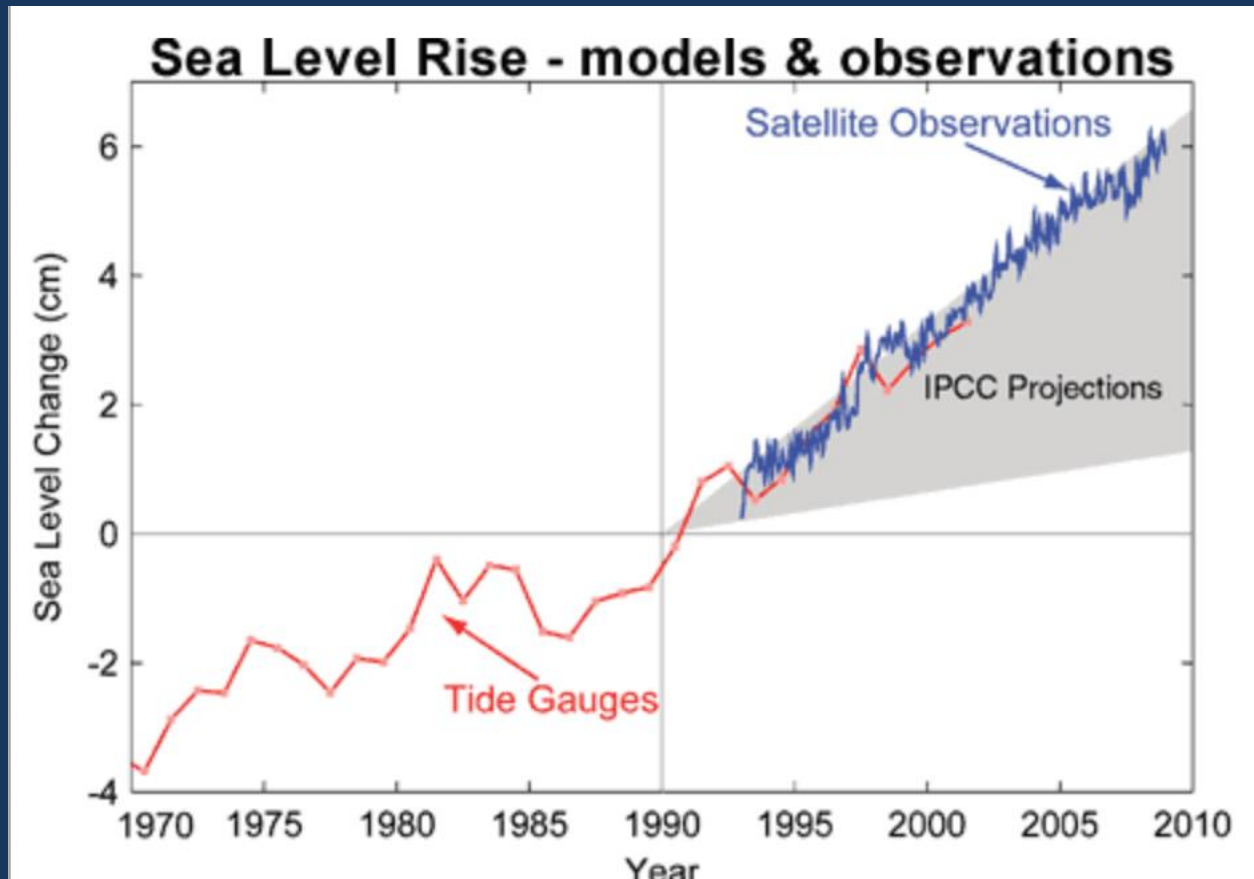


Rate of sea level rise
Key West Florida
period 2010-2020:
1,0 cm per year.

Mean sea level data Key West Florida,
rate of sea level rise 2010- 2020: 1,0 cm per year. Source PSML, permanent
service for mean sea level, [National Oceanography Centre](#) (NOC) UK Liverpool.

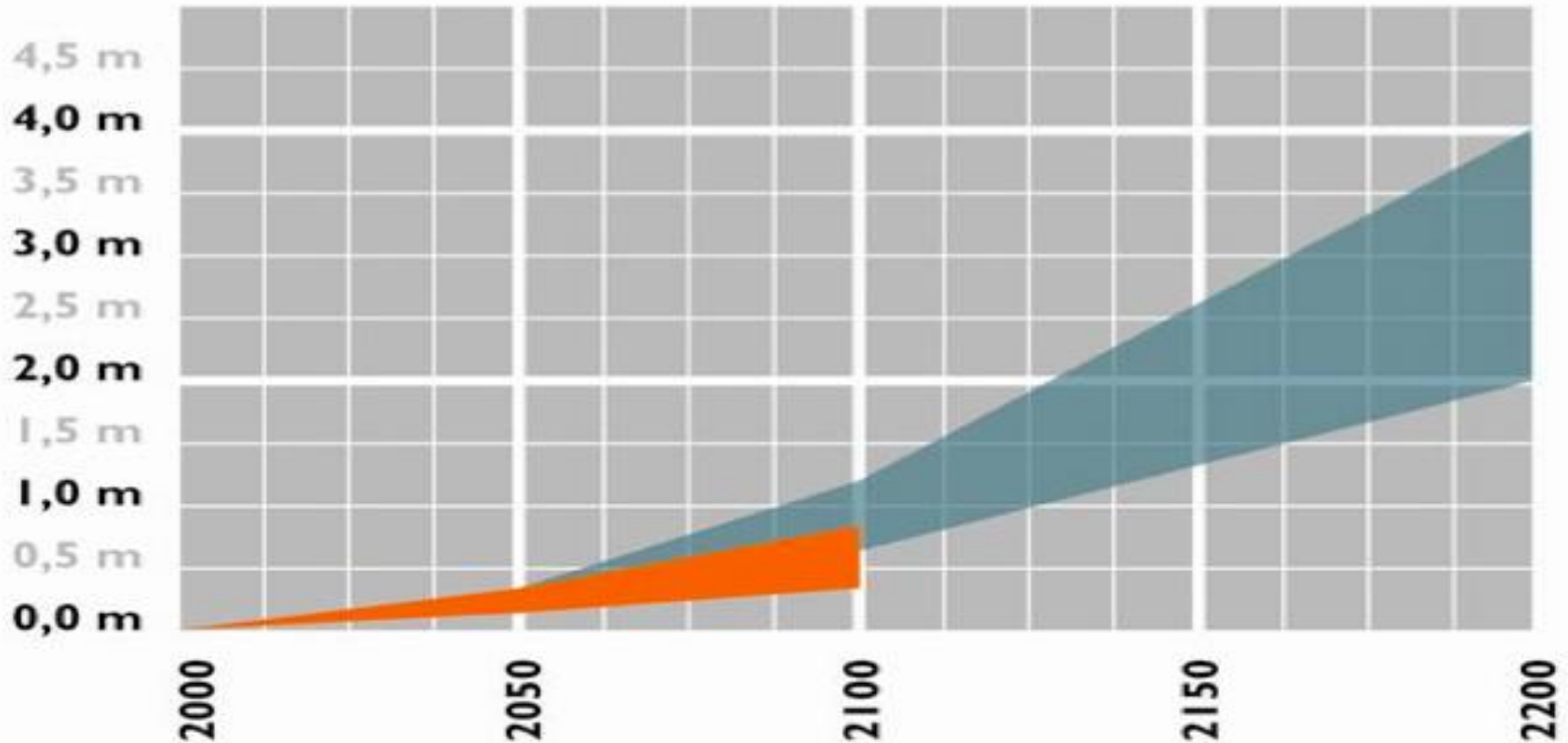
Klimaatverandering en de kans op overstromen:

- Zeespiegelstijging (stijgt per jaar 0,5 tot 2 cm per jaar)
- Stormvloeden (invloed klimaatverandering is onzeker)



Sea level change. Tide gauge data are indicated in red and satellite data in blue. The grey band shows the projections of the IPCC Third Assessment report

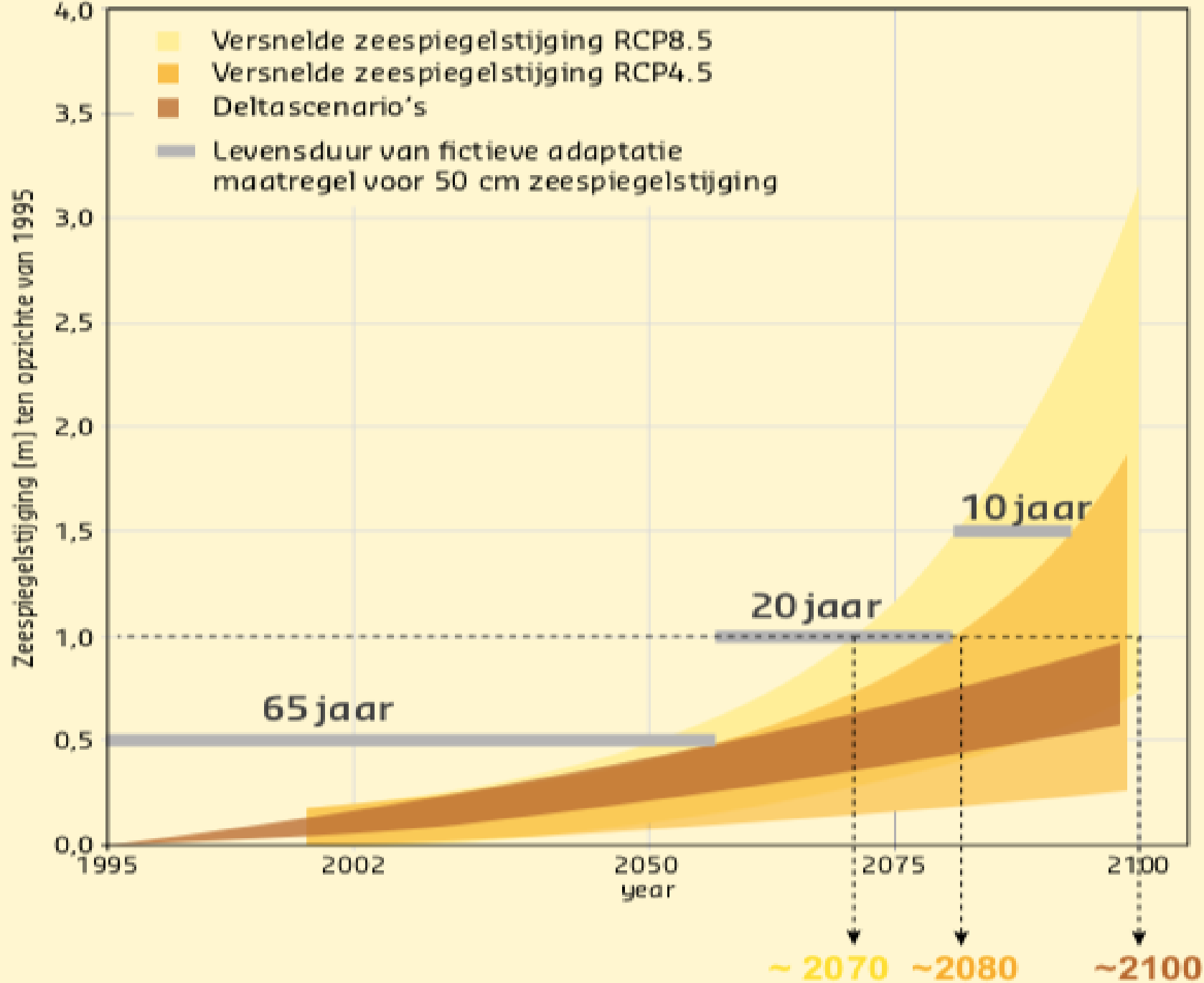
Zeespiegelstijging in meters, beste schatting (KNMI, oranje)
en wanneer het tegen zit (groen, Delta Commissie)
Neerslag in winters 1971-2010 tov 1902-2010



= KNMI 2006 scenario's



= Delta Commissie 2008



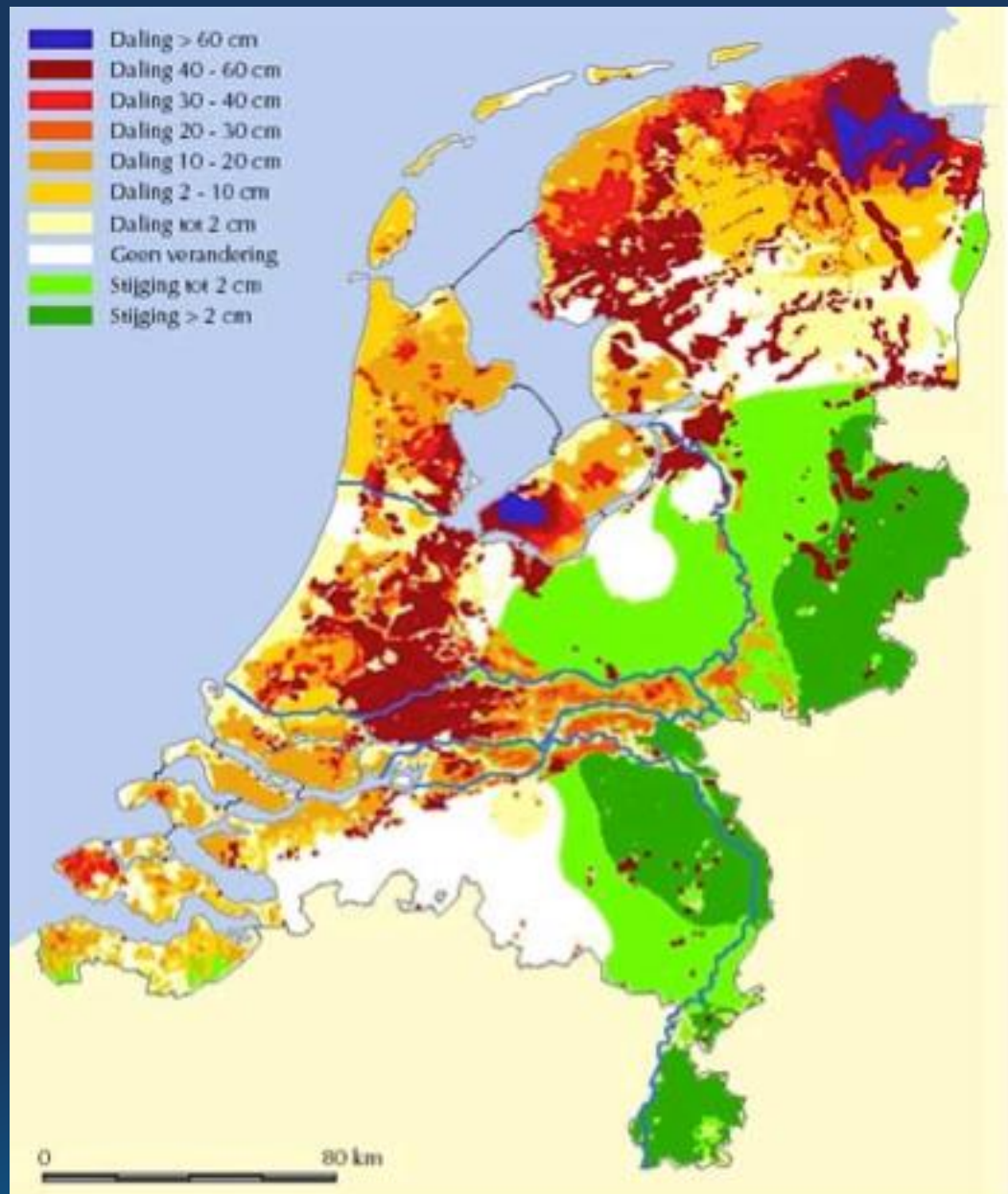
Tabel 4 Indicatieve zeespiegelscenario's voor de Nederlandse kust

Jaar	2050	2050	2050	2100	2100	2100
Uitstoot-scenario	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP5-8.5
Zeespiegelstijging in cm	14-38 cm	15-41 cm	16-47 cm	30-81 cm	39-94 cm	54-121 cm
Stijgsnelheid in mm/jaar	2,8-8,7 mm/jaar	5,2-10,6 mm/jaar	5,8-12,1 mm/jaar	2,9-9,1 mm/jaar	4,4-10,5 mm/jaar	7,2-16,9 mm/jaar

Indicatieve zeespiegelscenario's voor de Nederlandse kust onder verschillende emissiescenario's, rond 2050 (2046-2055) en rond 2100 (2096-2105), ten opzichte van 1995-2014, met zeer waarschijnlijke bandbreedte (90%). Hierbij is de bodemdaling inbegrepen. De definitieve KNMI'23-zeespiegelscenario's kunnen hiervan afwijken, omdat voor KNMI'23 een bredere groep CMIP6-modellen beschikbaar zal zijn.

Erratum: Deze digitale tabel 4 verschilt in details met tabel 4 in de gedrukte versie. Deze digitale tabel is de geldende versie.

Bodemdaling 2050



Flood-prone area

Within dyke rings

Below NAP: 26%

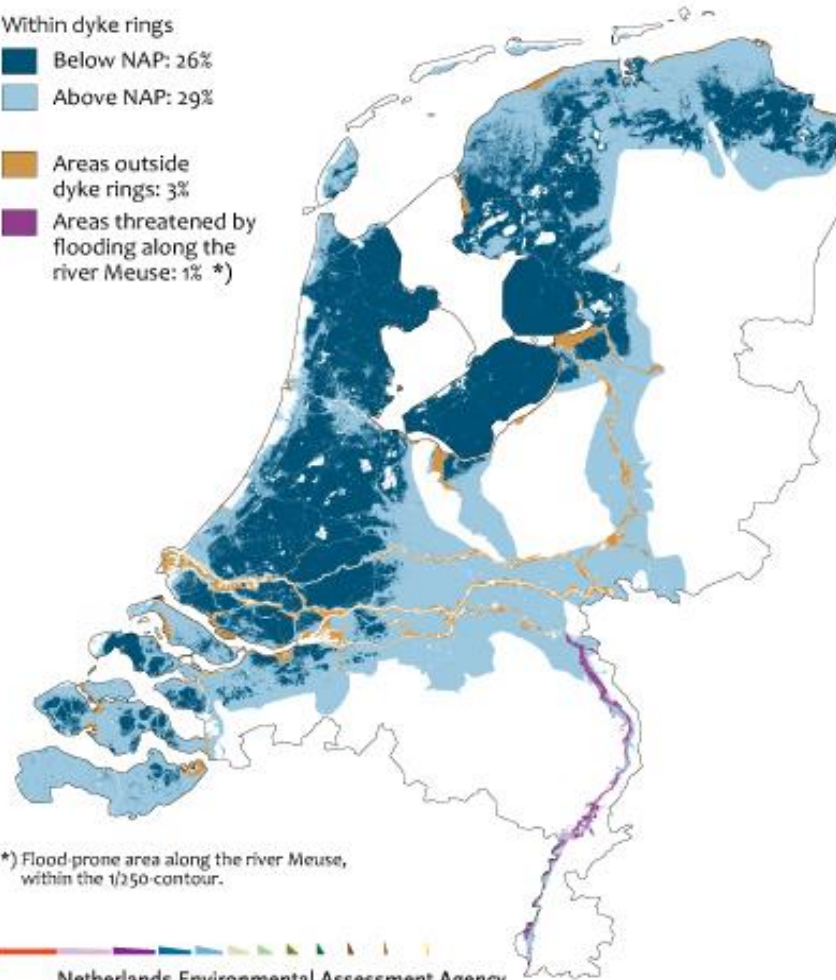
Above NAP: 29%

Areas outside
dyke rings: 3%

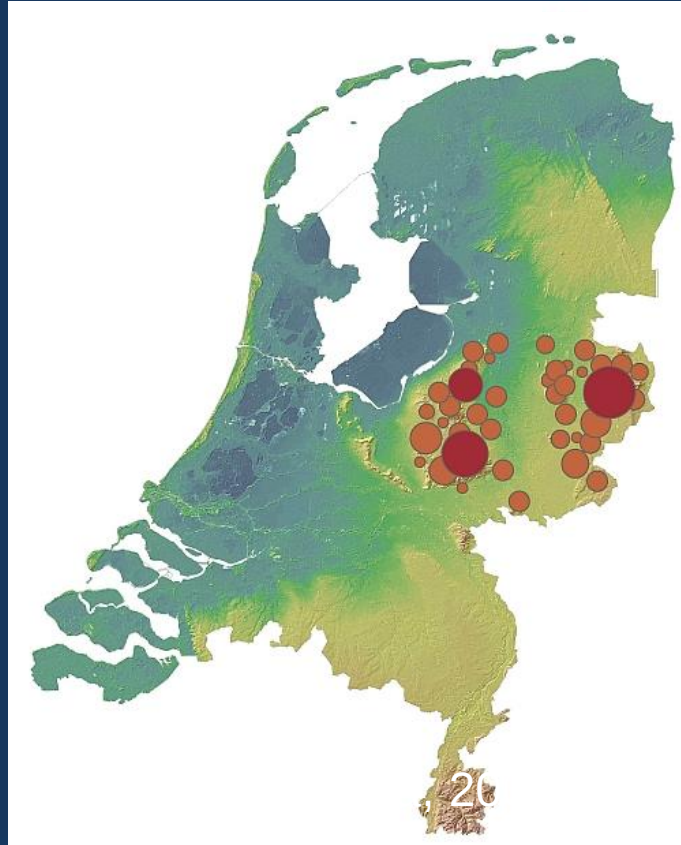
Areas threatened by
flooding along the
river Meuse: 1% *)

*) Flood-prone area along the river Meuse,
within the 1/250 contour.

Netherlands Environmental Assessment Agency



“Verhuizen naar hoge gronden”

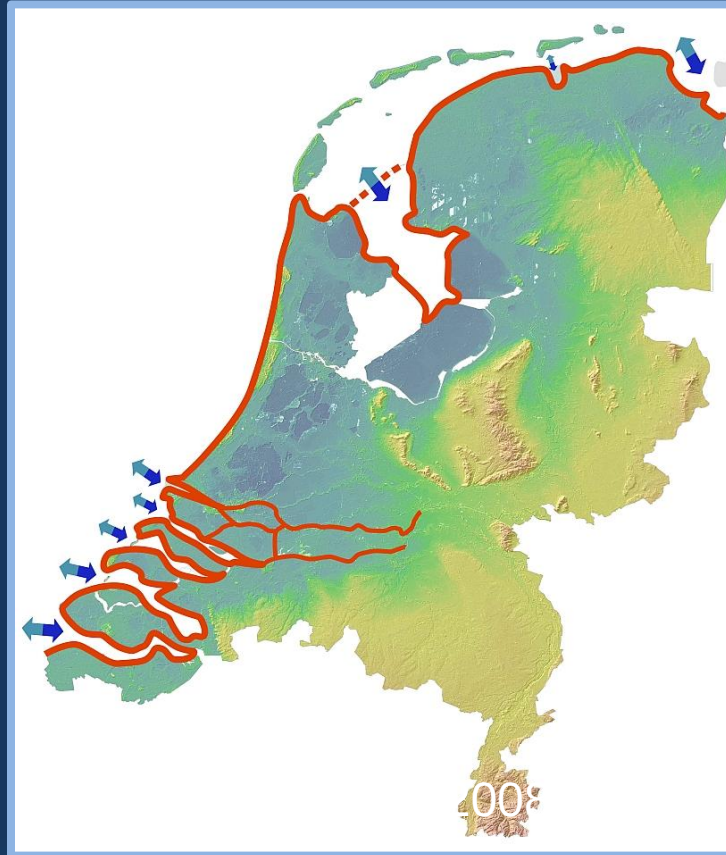


“Aanvallend verdedigen”:



Bron Pier Vellinga, 2013

Verdedigen binnen bestaande contouren, “open” variant



Klimaatverandering en de kans op overstromen:

- Zeespiegelstijging (stijgt per jaar 0,5 tot 2 cm per jaar)
- Stormvloeden (invloed klimaatverandering is onzeker)

Klimaatmodellen houden superstorm voor mogelijk



23 maart 2005

Zeer uitzonderlijke omstandigheden, waarbij twee stormdepressies samenvloeien tot één depressie, kunnen leiden tot superstormen. Superstormen worden gekenmerkt door ongekeerde windsnelheden en zeer extreme neerslag.

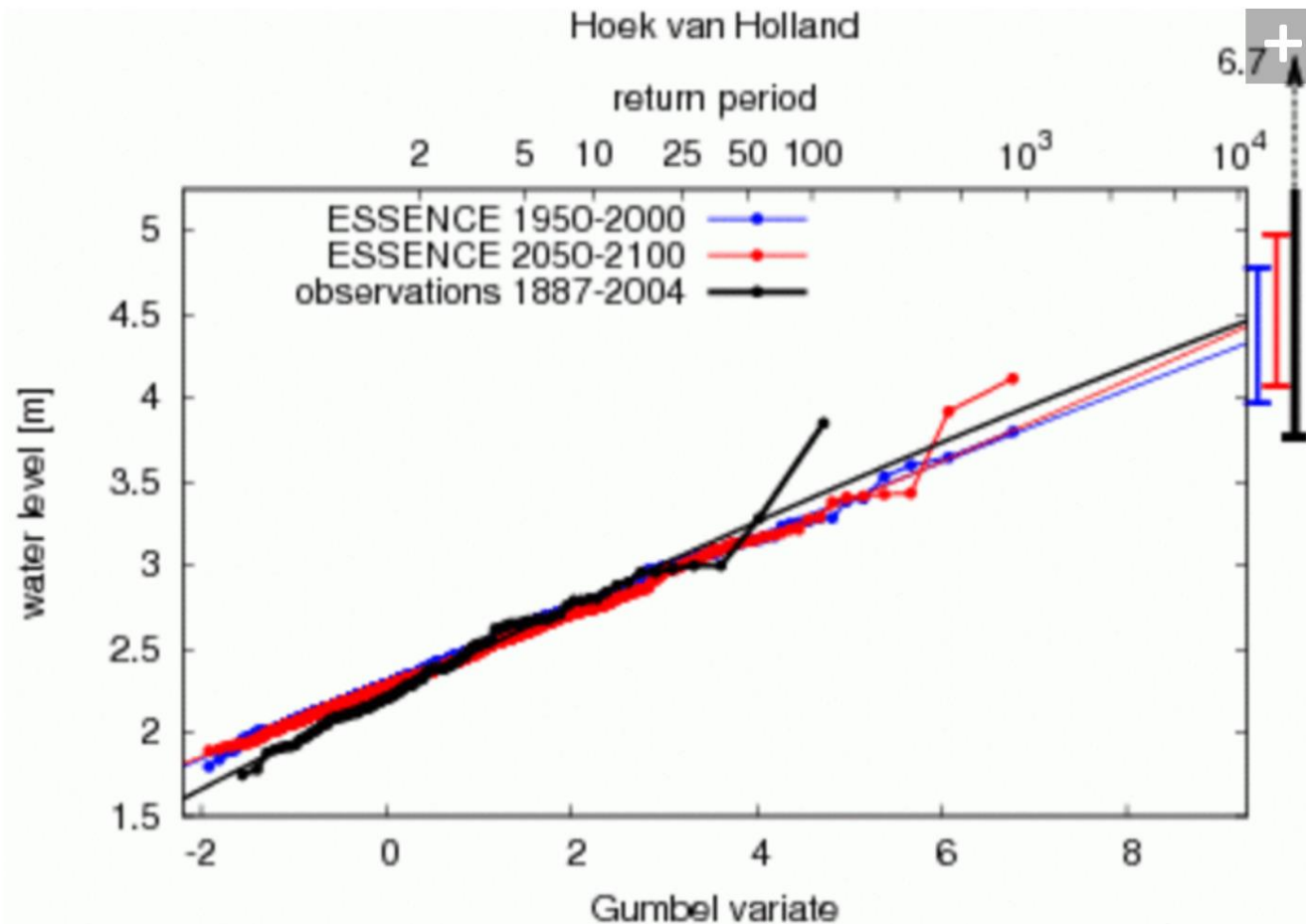
In onze regio zijn ze nog nooit waargenomen. Klimaatmodellen geven aan dat ze nu in principe zouden kunnen optreden boven de Noord-Atlantische Oceaan. Door het broeikaseffect op de hooggelegen straalstroom kan het gebied waar ze voorkomen richting Europa verschuiven. Ook Nederland zou er dan mee te maken kunnen krijgen. De tekortkomingen van de huidige klimaatmodellen maken evenwel dat de kans op deze verschuiving nog niet goed kan worden bepaald.

KNMI 2021 Klimaat signaal:

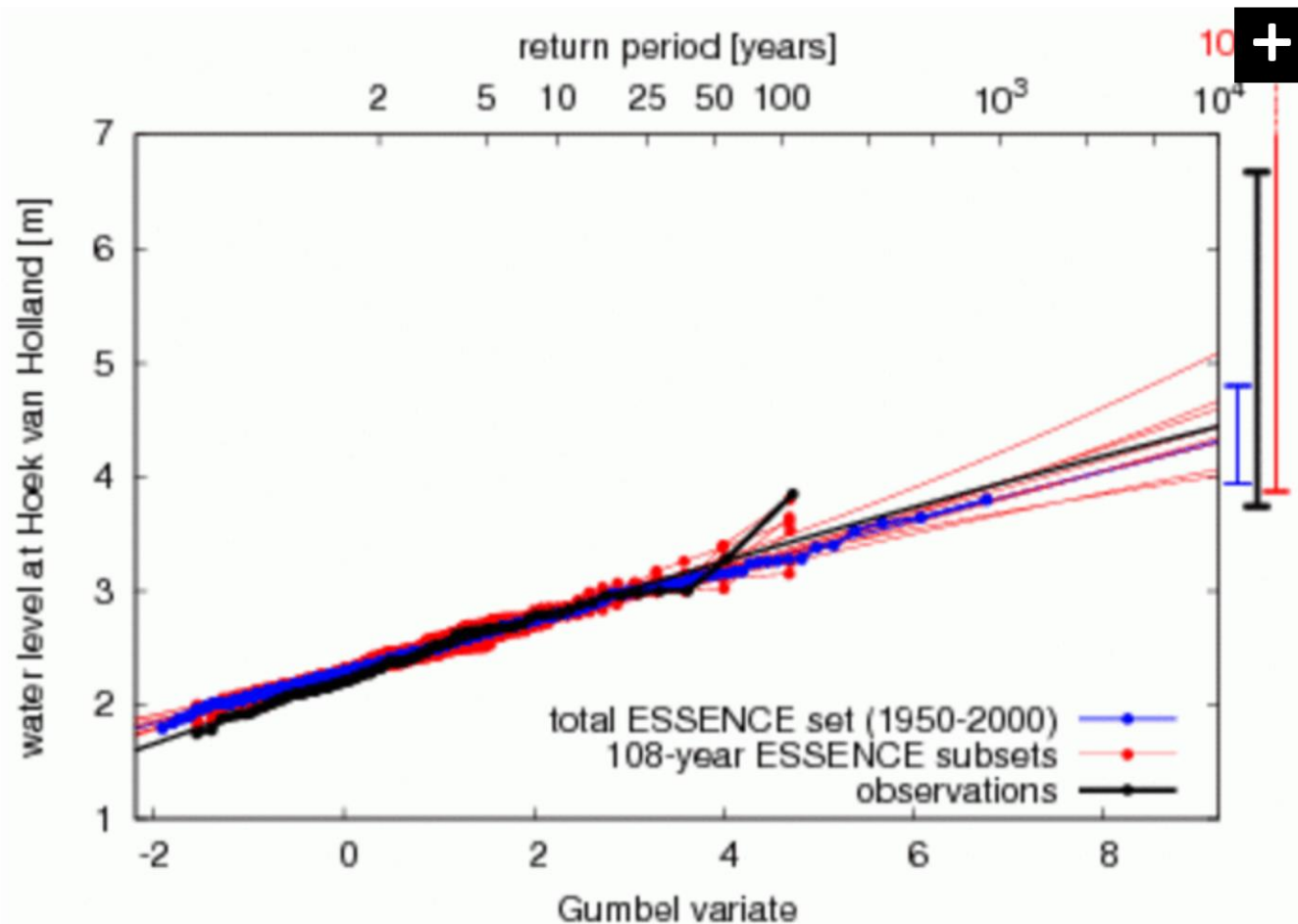
“Orkanen hebben niet alleen invloed op Caribisch Nederland, maar kunnen dat ook hebben op Europa. Dit is al een keer gebeurd met orkaan Ophelia in 2017. Restanten van tropische orkanen kunnen ook de Noordzee bereiken en gaan gepaard met veel wind en neerslag.

Het aantal stormen op de Noordzee neemt niet toe.

Het nieuwe onderzoek laat geen toename zien van de windsterkte op de Noordzee en de daarmee gepaard gaande stormvloeden.



Figuur 2: Gumbel plot voor waterstanden in Hoek van Holland volgens het ESSENCE-WAQUA/DCSM98 ensemble. Zwart: waarnemingen, blauw: huidig klimaat (1950-2000), rood: toekomstig klimaat (2050-2100). Waarnemingen en simulaties voor het huidige klimaat zoals



Figuur 1: Gumbel plot voor waterstanden in Hoek van Holland. Zwart: 120 jaar waarnemingen (1888-2005, dik) en GEV fit (dun). Rood: simulatie data van acht keer 108 jaar van ESSENCE-WAQUA/DCSM98 (dik) en bijbehorende fits (dun) voor het huidige klimaat (1

Figure 1.9: Gumbel plots and fits of the surges for the 5336-year control run in ECBilt-Clio for the North Sea representing grid point (6E,47N) and for the observational record in Delfzijl (118 years). Both the GEV and the Gumbel distribution are fitted to the control run.

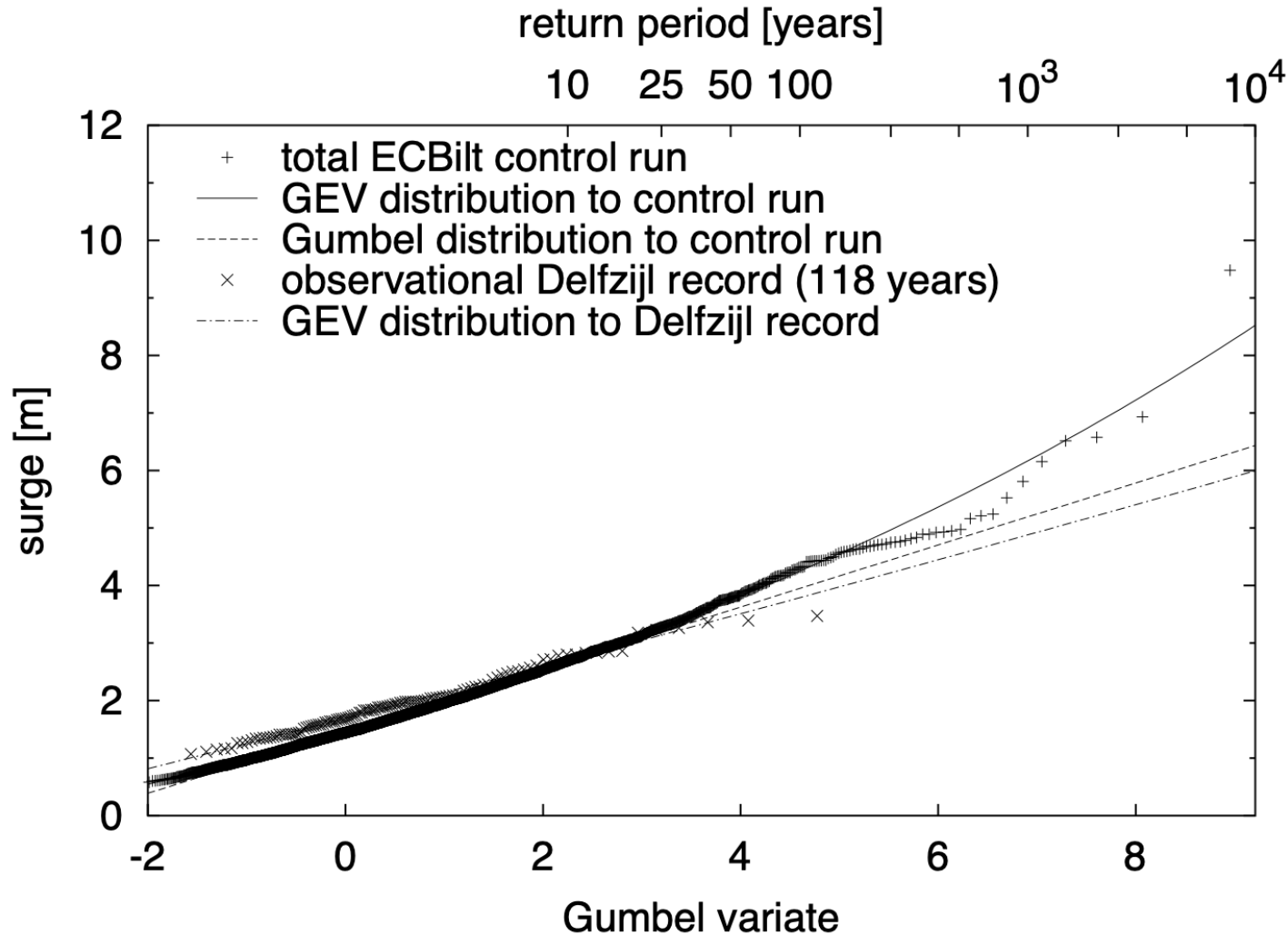
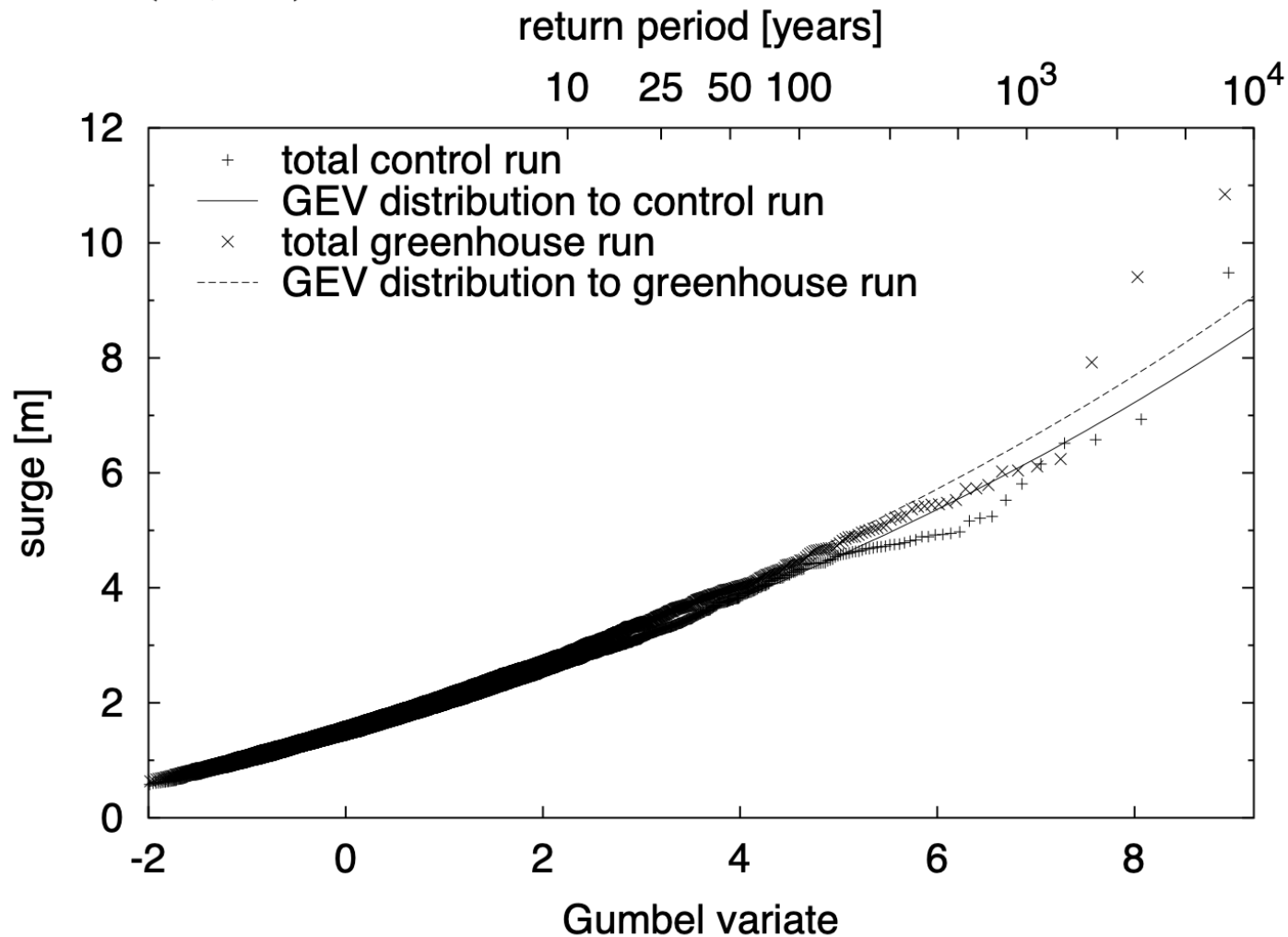


Figure 1.15: Gumbel plots and fits of the surges for the 5336-year control- and greenhouse runs in ECBilt-Clio for the North Sea representing grid point (6E,47N).



De Hondsbossche zeewering van hard naar zacht



Examples of existing broad (super) dikes, “unbreakable dikes”





Ontwikkelingen in het concept beschermen tegen overstroming.

1) Veiligheids criterium was: de dijk mag niet bezwijken:

Bij een met kansberekening vastgesteld maatgevende stormvoeld mag de dijk net niet bezwijken.

2) Is nu, (tweede Deltaprogramma): De kans dat je als inwoner verdrinkt door overstroming mag niet meer zijn dan 1 op 100.000 per jaar (evacuatie mogelijkheid telt ook mee);

Hierbij wordt voor verdrinken door overstroming een 10 keer groter risico geaccepteerd dan voor overlijden door een chemische ramp of een kernramp (kans 1 op 1 miljoen).

3) Ontwikkeling in risicodenken zoals bij kerncentrales en ook bij klimaatverandering, vanwege de blijvende onzekerheden: meer uitvan worst case met daarbij de focus op schade minimalisatie en streven naar inherente veiligheid.

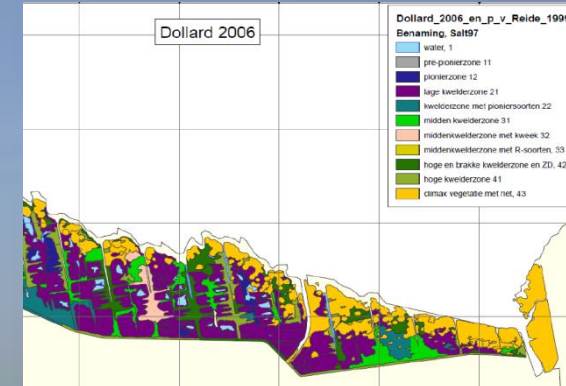
Worst case voor Nederland is een orkaan/depressie die de Noordzee niet 5 maar 6 of 7 meter opstuwd; daar zijn de bestaande dijken beslist niet op berekend.

Nieuw (2008) concept, nu nog in experimenteer fase is:

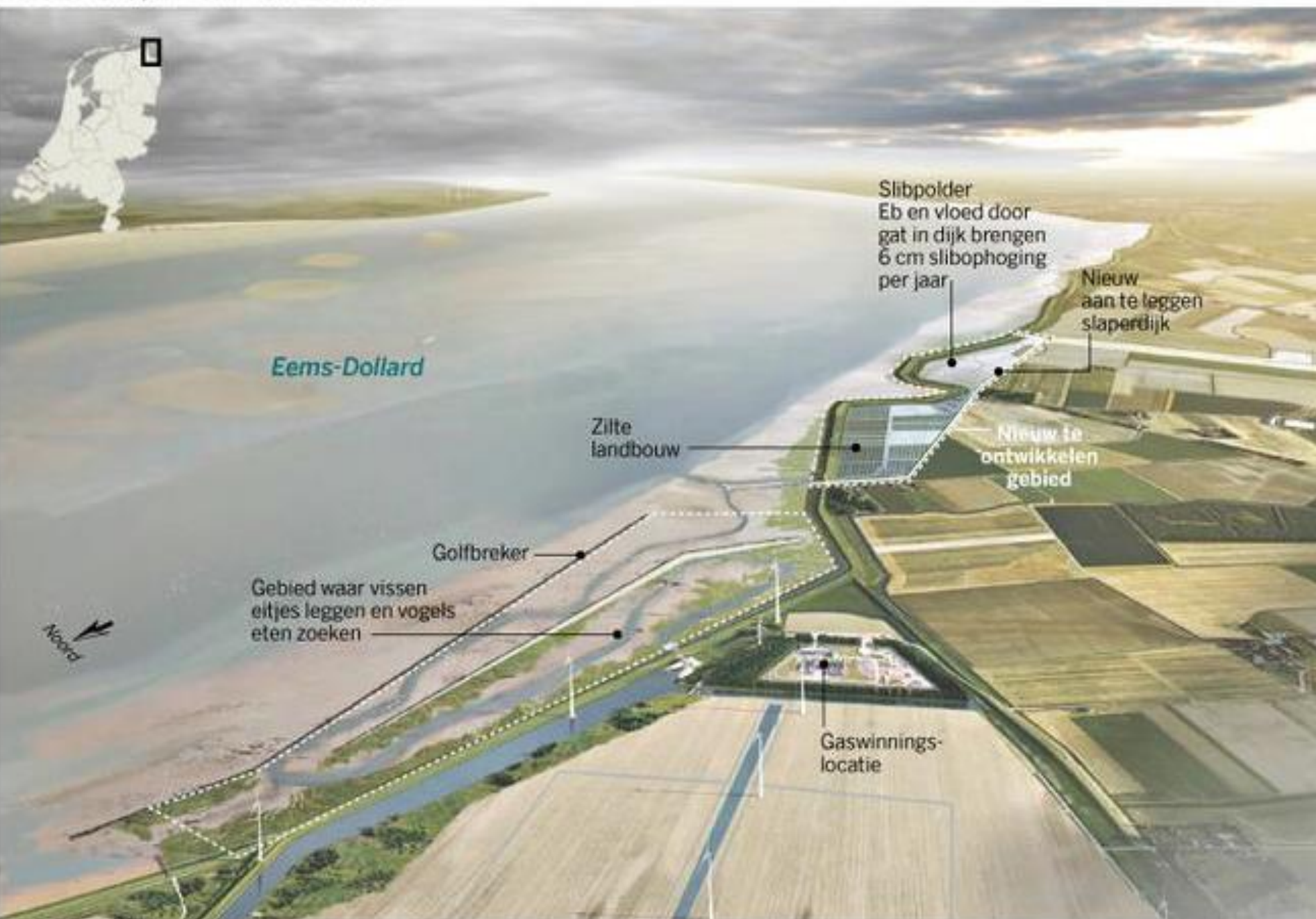
Dijken die wel kunnen overstromen, maar niet kunnen doorbreken en dubbele dijken, dan blijft de schade beperkt.

Brede Groene Dijk langs de Dollard

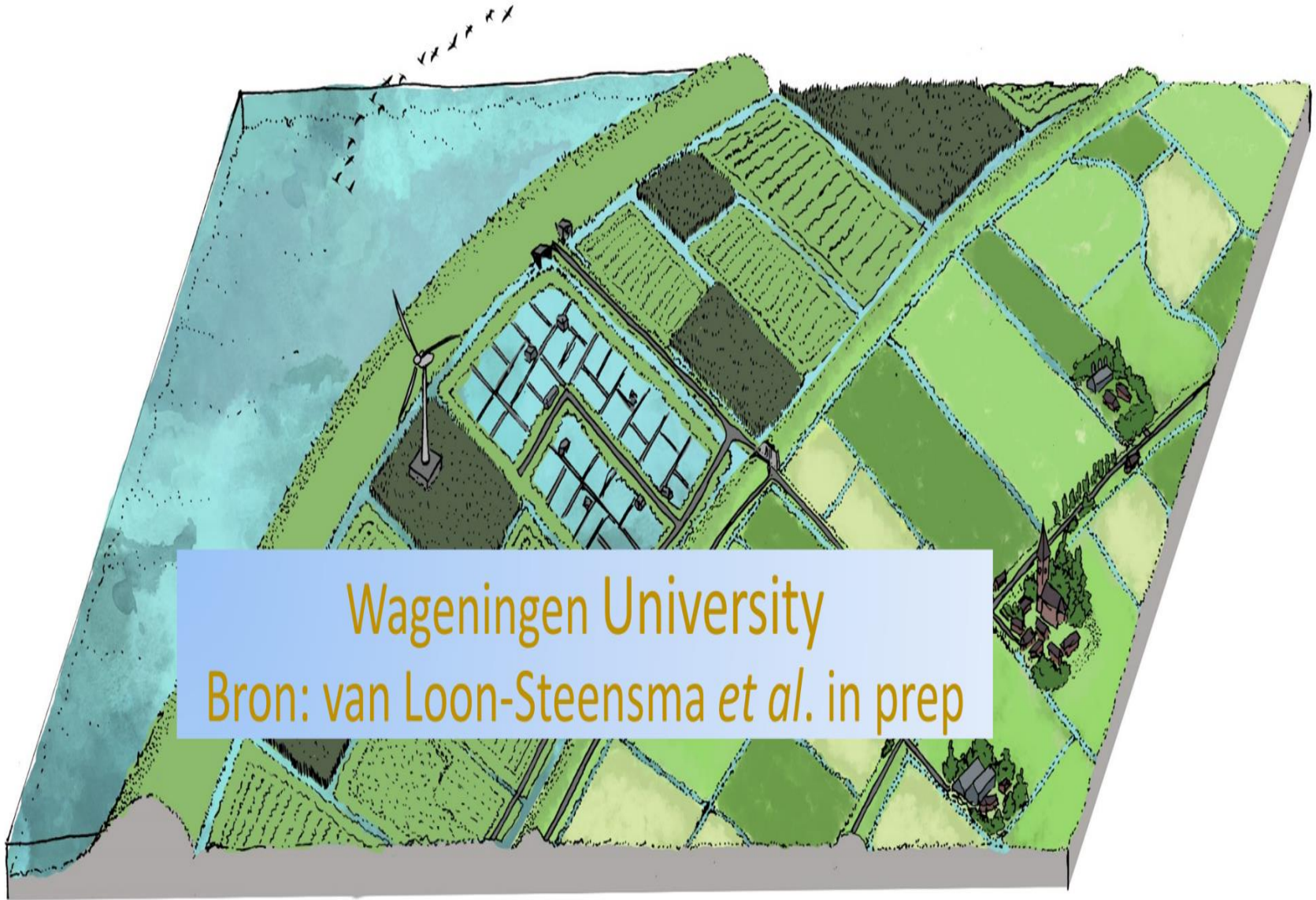
- Effect op waterveiligheid (i.s.m. Deltares)
- Effect op natuur en landschap



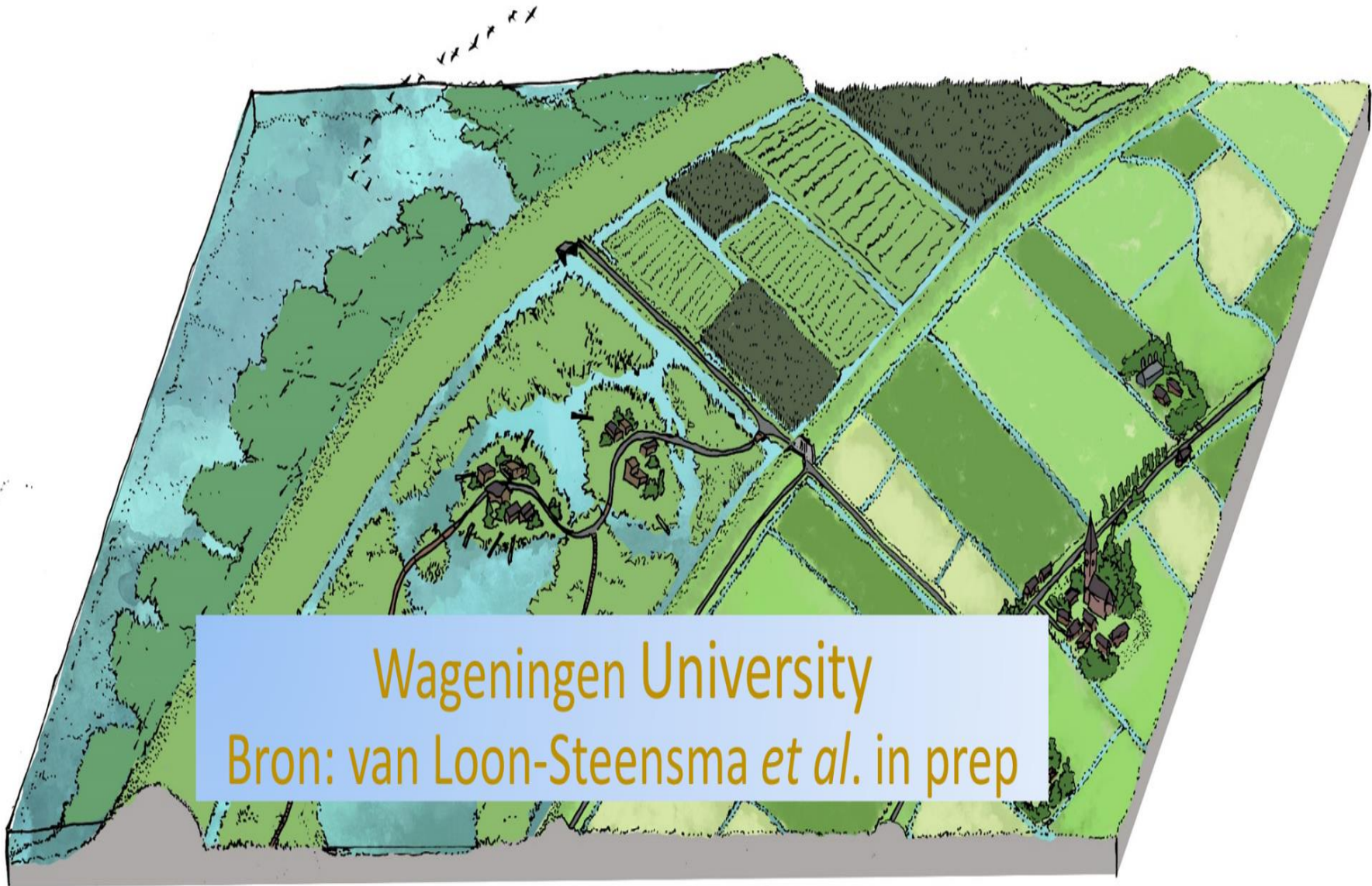
Dubbele dijken aan de Dollard







Wageningen University
Bron: van Loon-Steensma *et al.* in prep



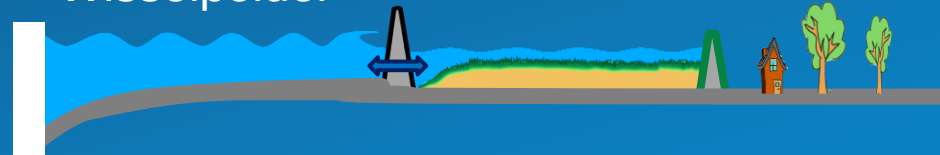
Wageningen University
Bron: van Loon-Steensma *et al.* in prep



Traditionele dijk

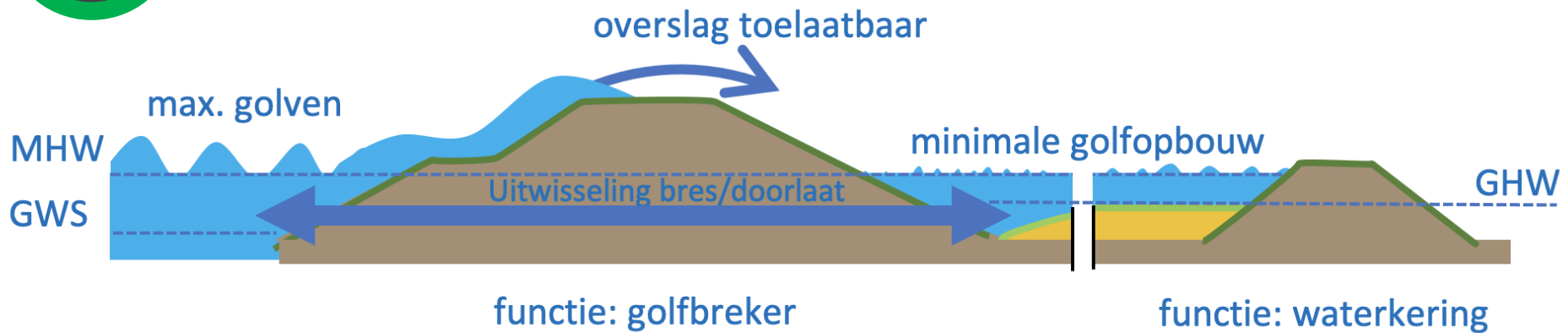


Dubbele dijk met
Wisselpolder





Werking en functies dubbele dijken en wisselpolder



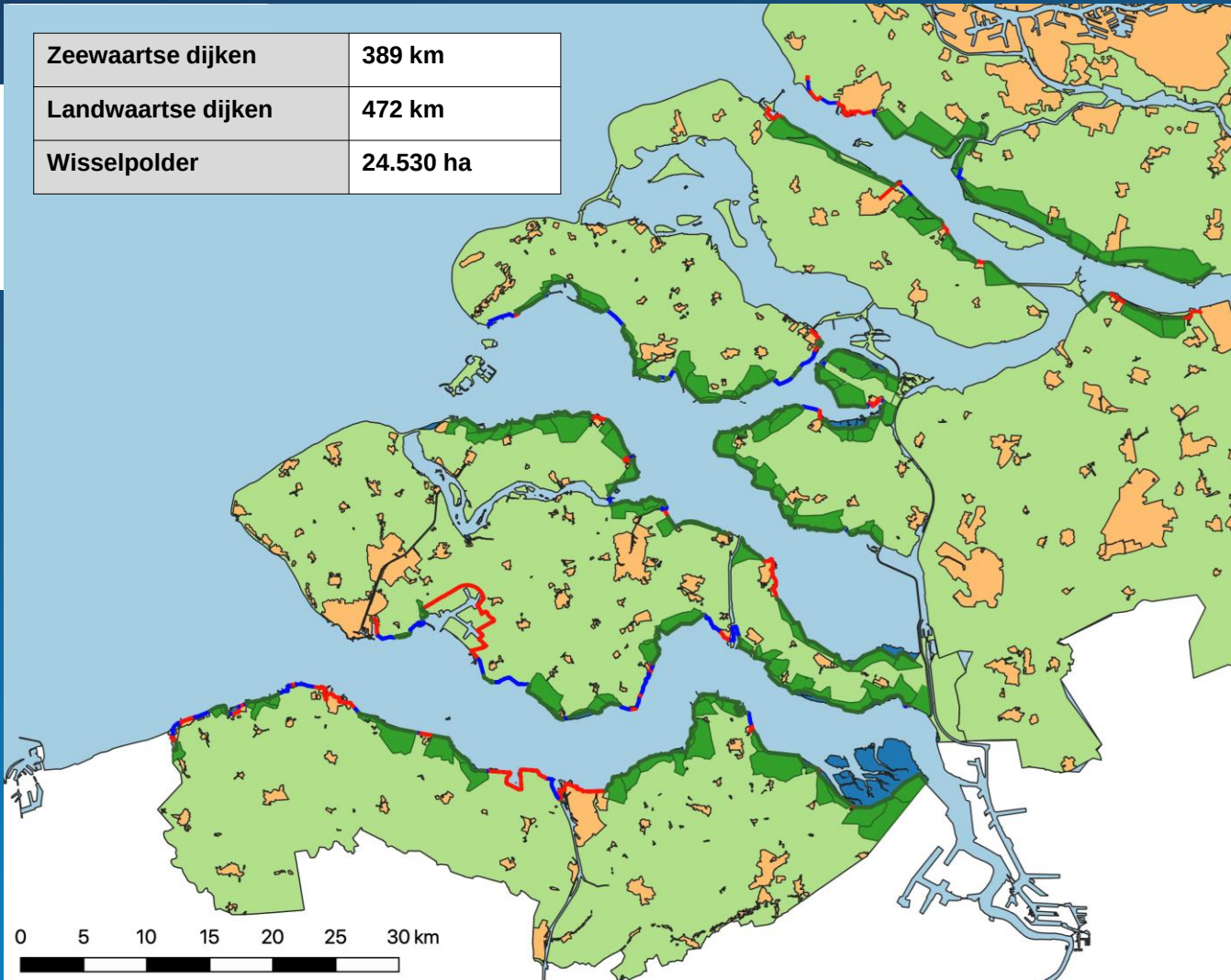
GWS: Gemiddelde waterstand
GHW: Gemiddelde Hoog Water
MHW: Maatgevend Hoog Water



- Conventionele dijk
- Overslagbestendige dijk
- Dubbele dijken
- Wisselpolder



Zeewaartse dijken	389 km
Landwaartse dijken	472 km
Wisselpolder	24.530 ha



Prachtige kansen voor Zeeland
om ook in 2100 aantrekkelijk en
veilig te zijn, maar dan wel nu beginnen

Ik dank u voor uw aandacht