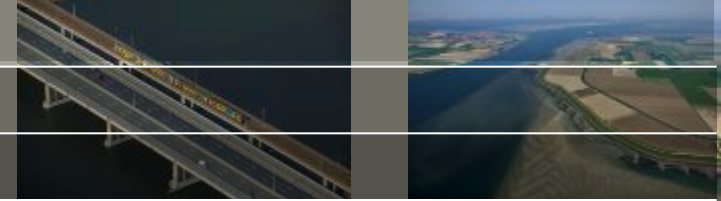




Overzicht van ontwikkelingen op megaschaal in de Nederlandse Waddenzee - *verleden, heden, toekomst*

Zheng Bing Wang, ...



Ontwikkelingen op geologische tijdschaal

Ontwikkelingen sinds Afsluitdijk

De huidige toestand

Toekomstige ontwikkelingen

Conclusies en aanbevelingen

An aerial photograph of a coastal region. On the left, a large body of water (likely a bay or estuary) is visible. A town with red-roofed buildings is situated on a peninsula. To the right, a large, curved dike separates the land from the water. Behind the dike, there are several large, rectangular agricultural fields in various shades of brown and green. A line of white wind turbines is visible along the dike. The sky is clear and blue.

Ontwikkelingen op geologische tijdschaal

Waddenzee op geologische tijdschaal



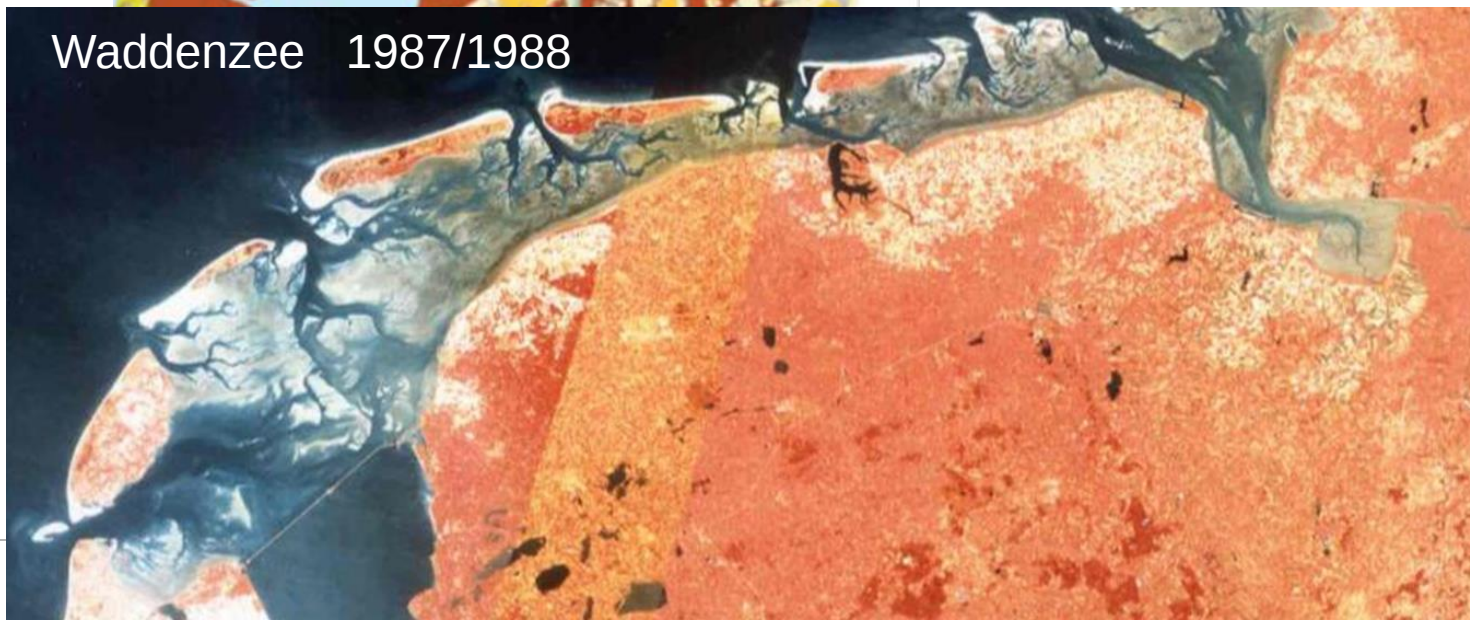
•Verleden:

- 6000-5000 jaar geleden ontstaan
- Dankzij relatieve zeespiegelstijging
- Menselijke invloeden

•Toekomst:

- Verlanding bij te langzame zss
- Verdrinking bij te snelle zss

Waddenzee 1987/1988



Kustontwikkeling - 'vraag' en aanbod sediment

aanbod > vraag :

overschot! → uitbouw

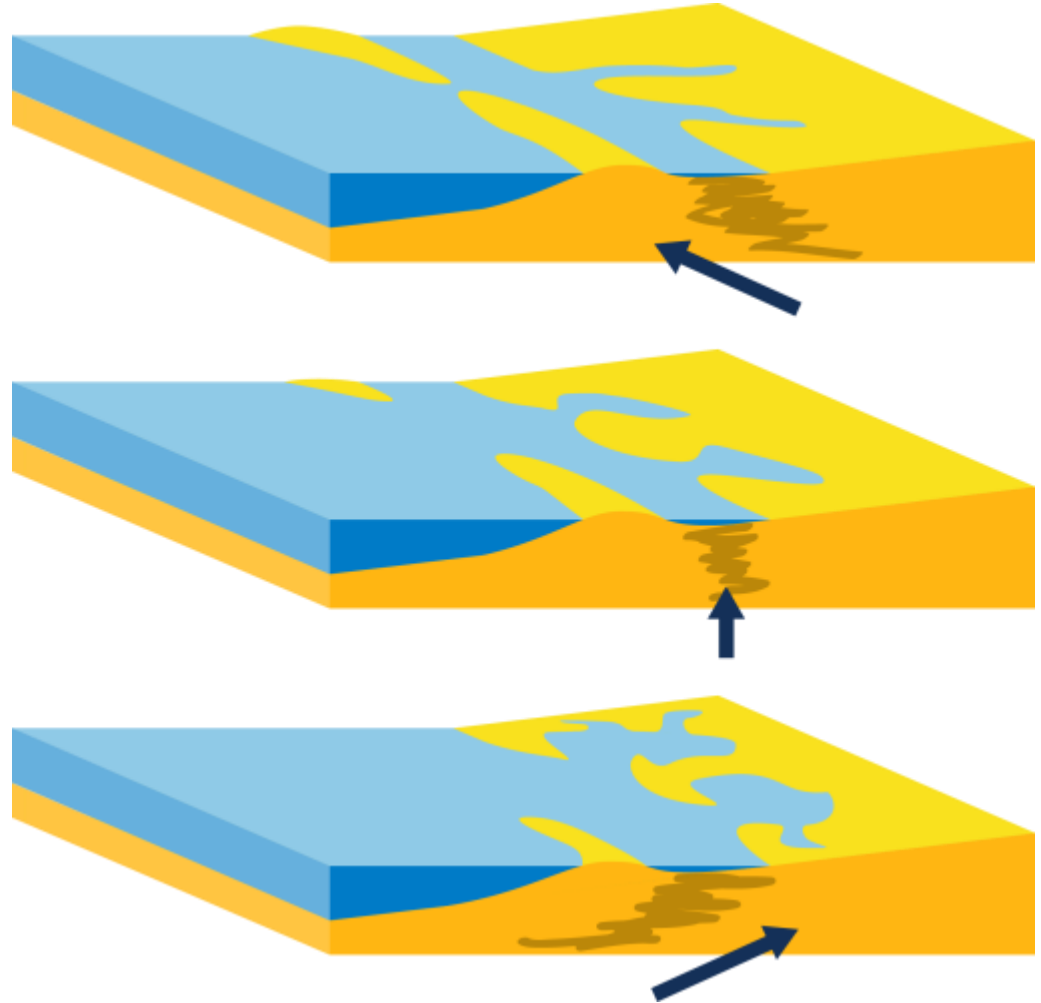
aanbod = vraag :

stabiel

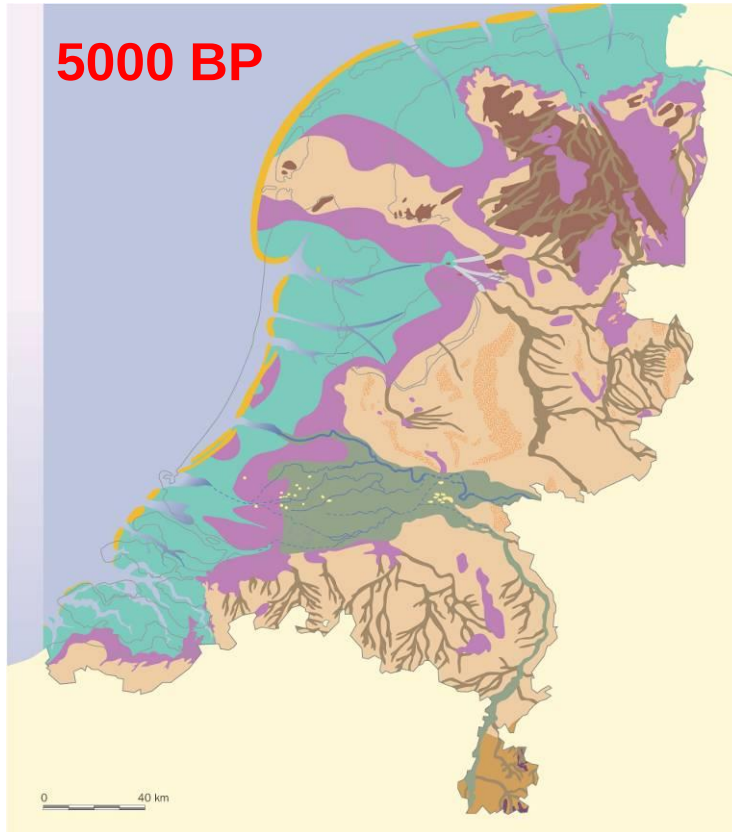
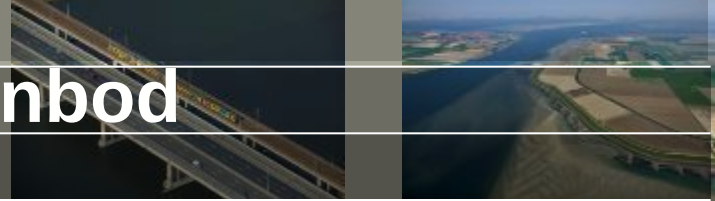
aanbod < vraag :

tekort ! → terugtrekking

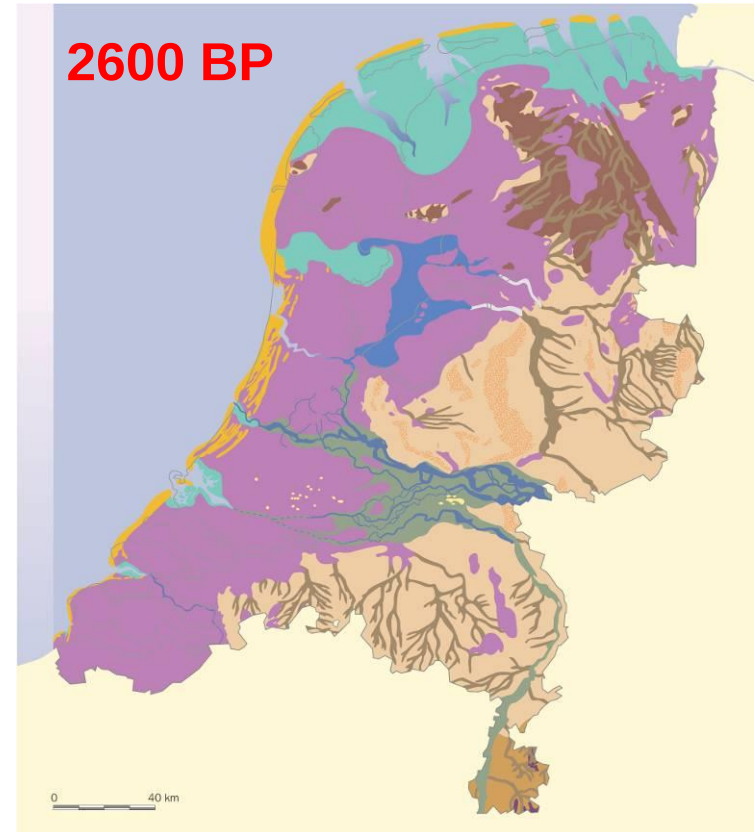
naar Nichols, 1989.



Kustontwikkeling: vraag en aanbod



vraag > aanbod

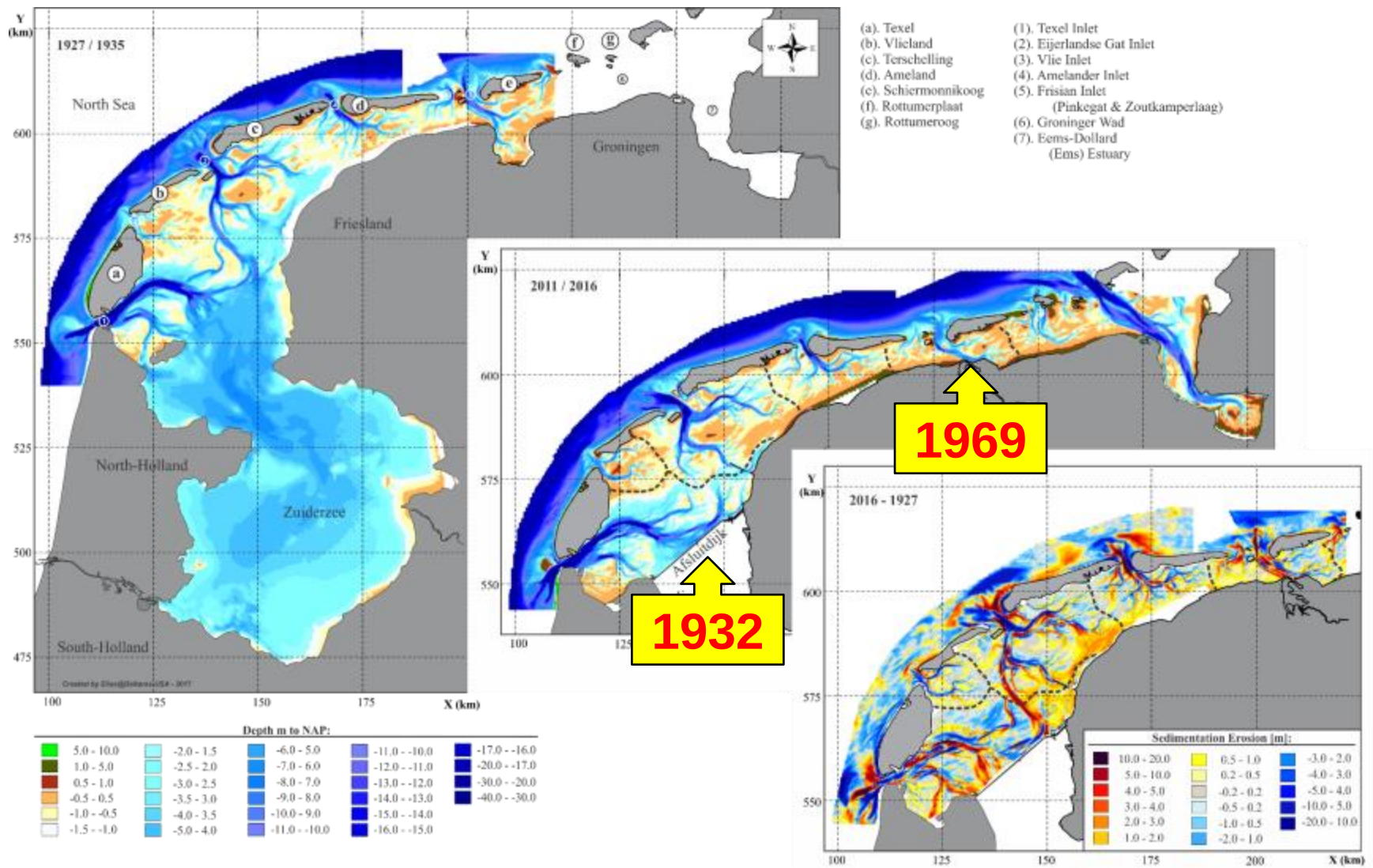


vraag < aanbod

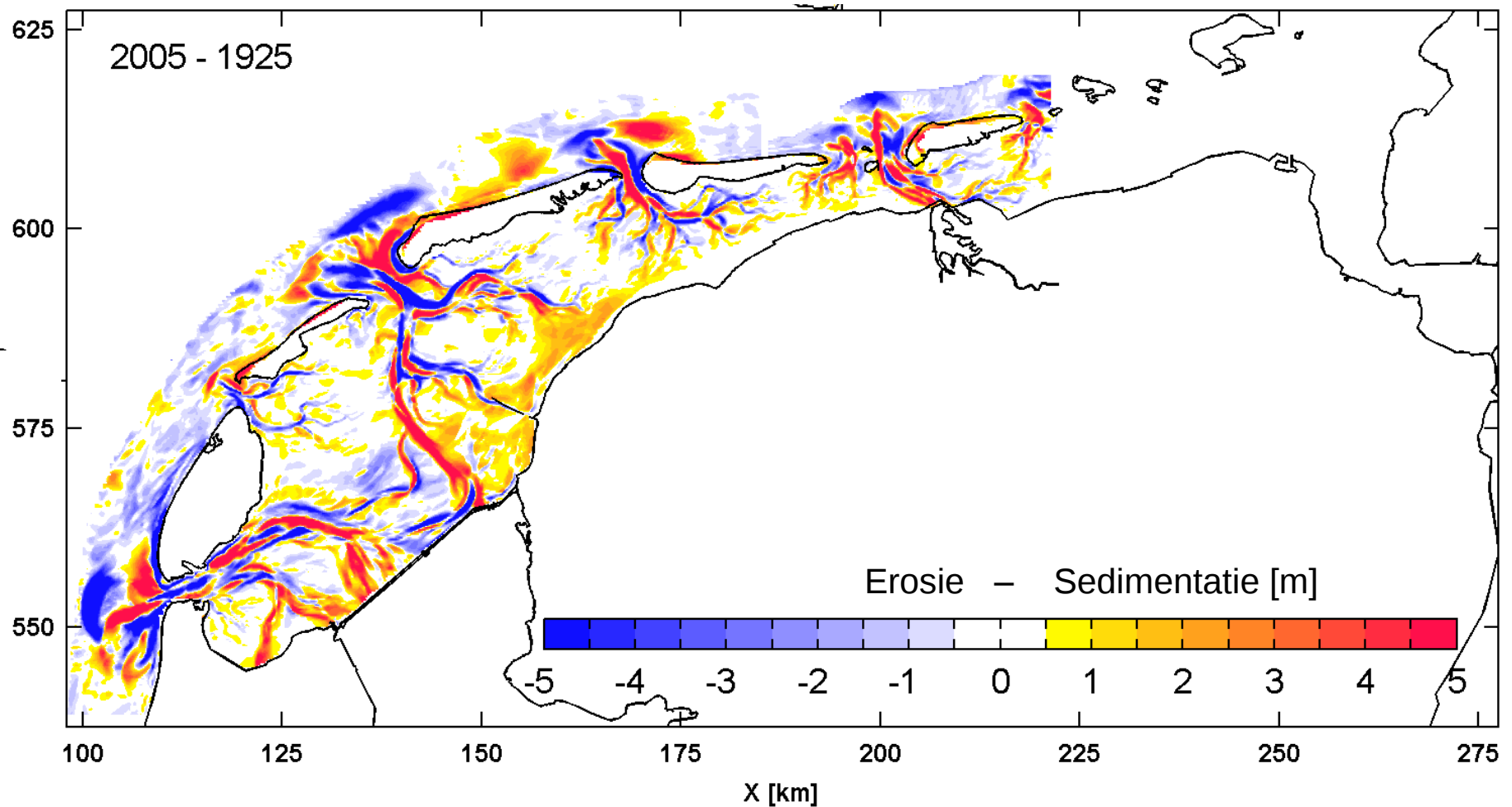
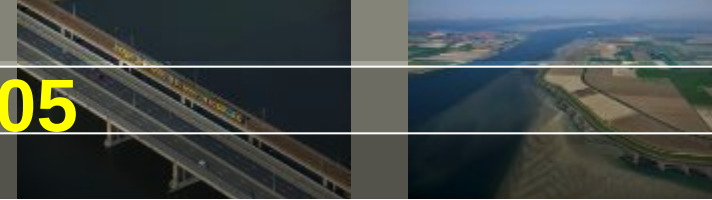
An aerial photograph showing a coastal region. On the left, a large body of water (likely a bay or estuary) is visible. A town with red-roofed buildings is situated on a peninsula. To the right of the town, a long dike system runs along the coast, separating the land from the water. The land behind the dike is divided into large, rectangular agricultural fields in various shades of green and brown. The dike itself has a green grassy top and a concrete structure with several small openings or gates. The sky is clear and blue.

Ontwikkelingen sinds Afsluitdijk

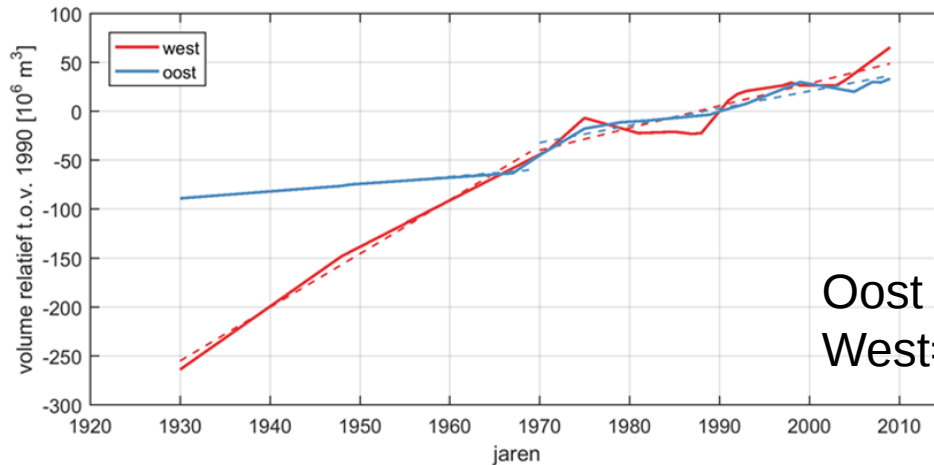
Recente veranderingen 1927 - 2016



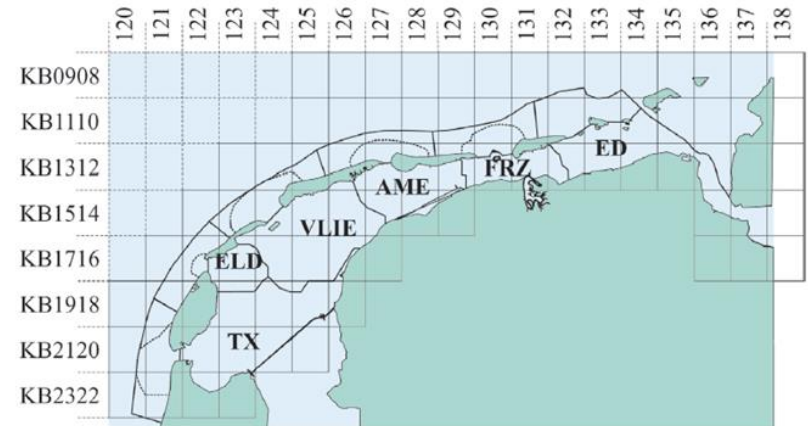
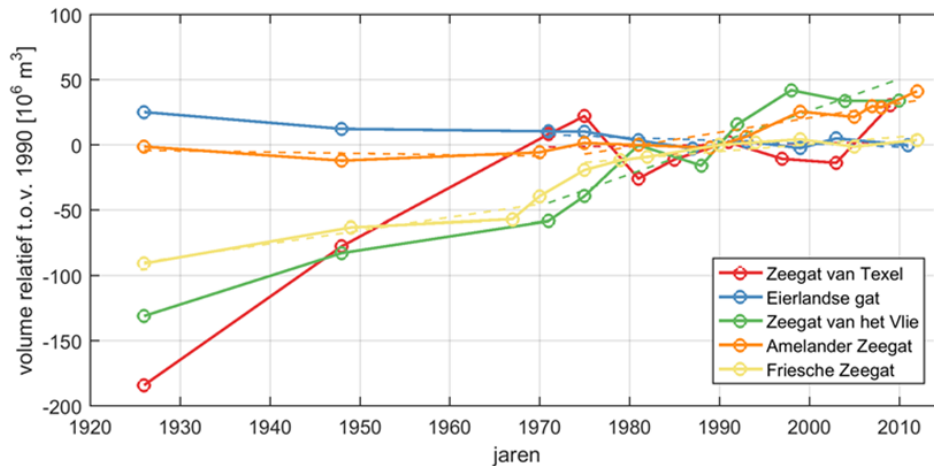
Sedimentatie - erosie 1925-2005



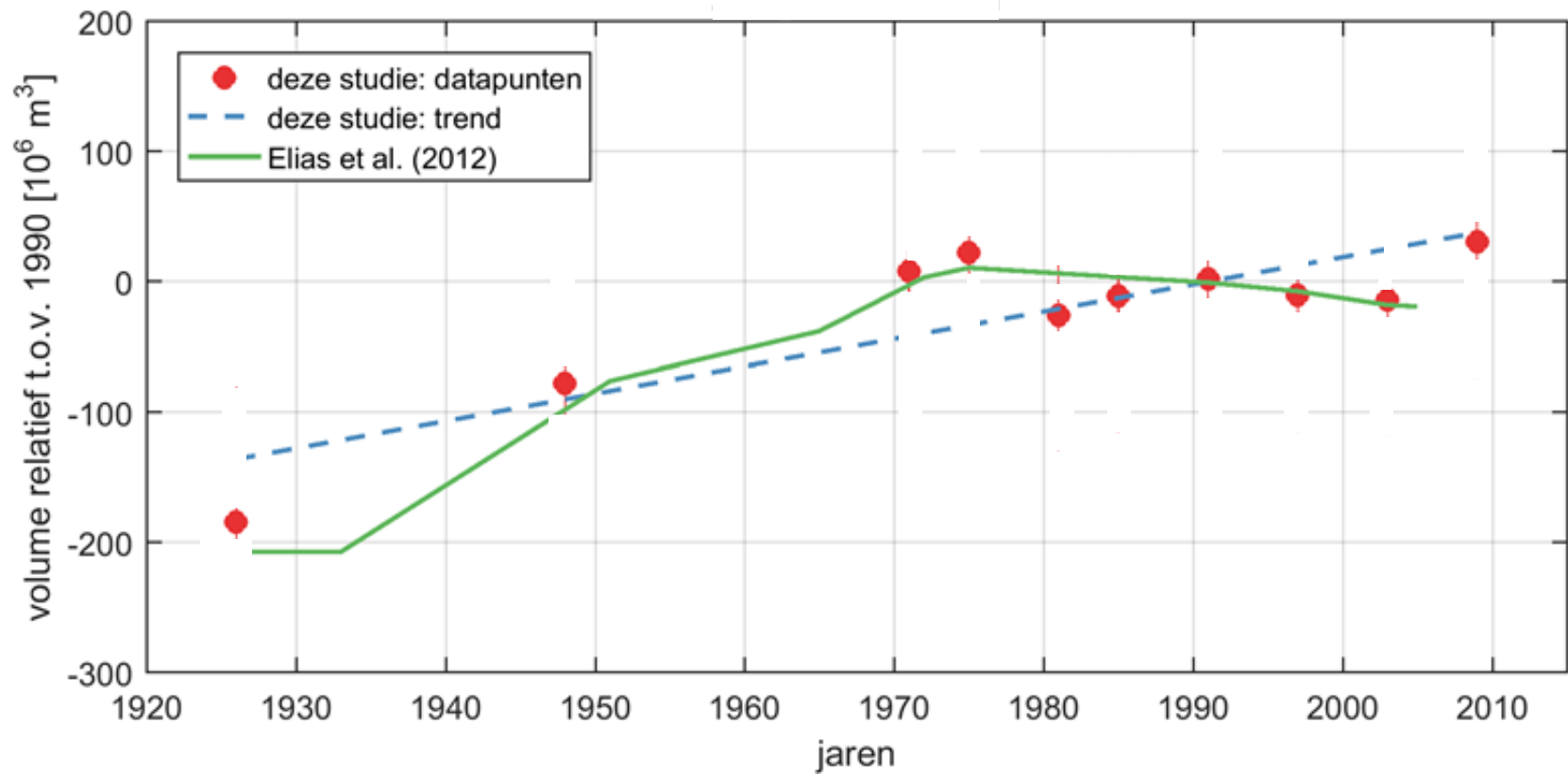
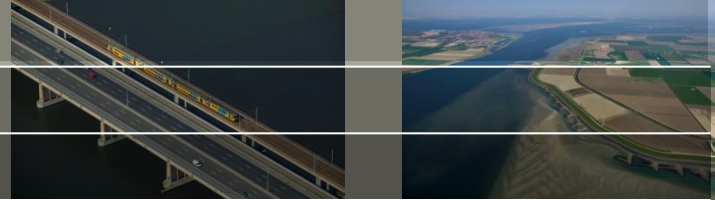
Ontwikkelingen sedimentvolume bekkens



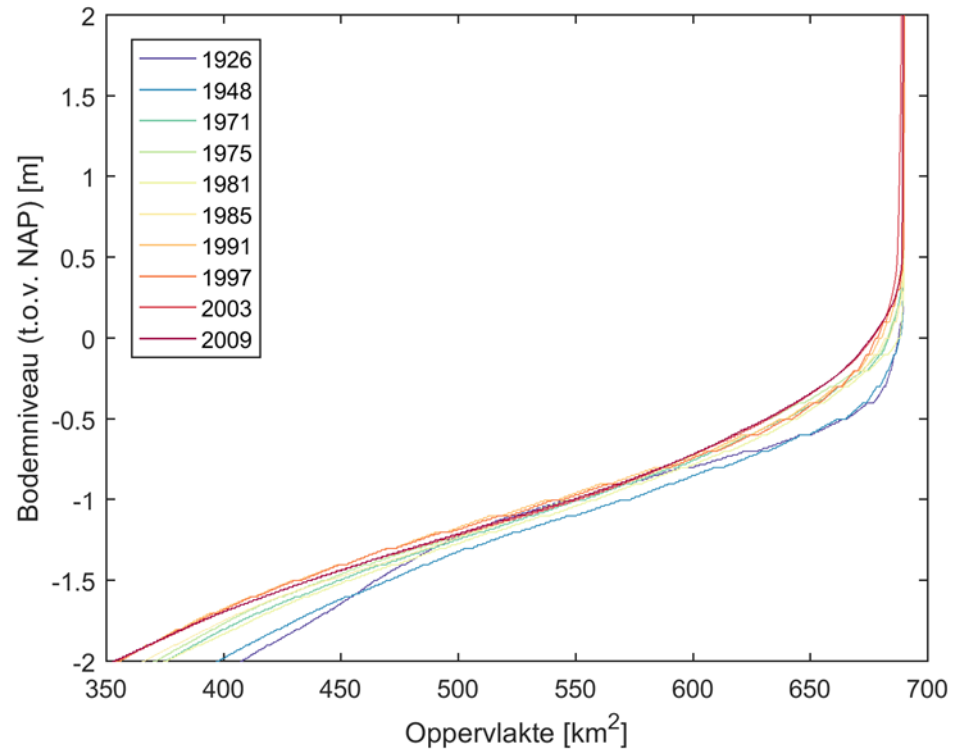
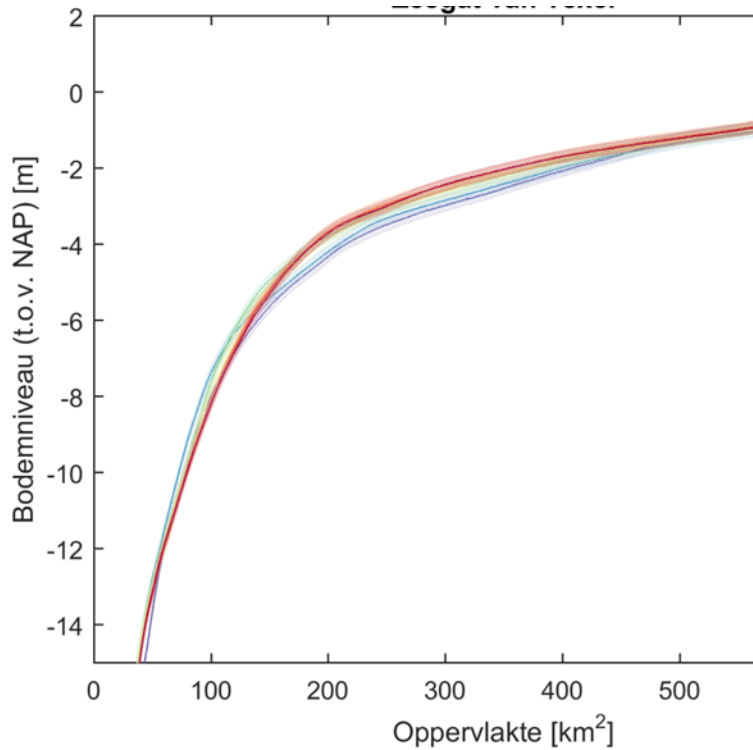
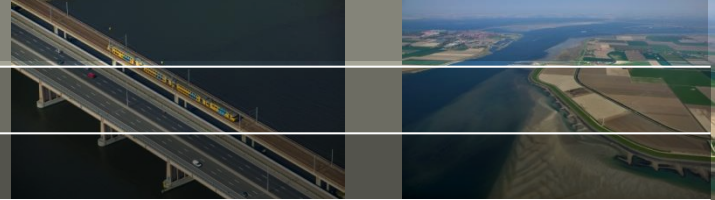
Oost = Amelanderveegat + Friesch Zeegat
West = Marsdiep + Eierlandseegat + Vlie



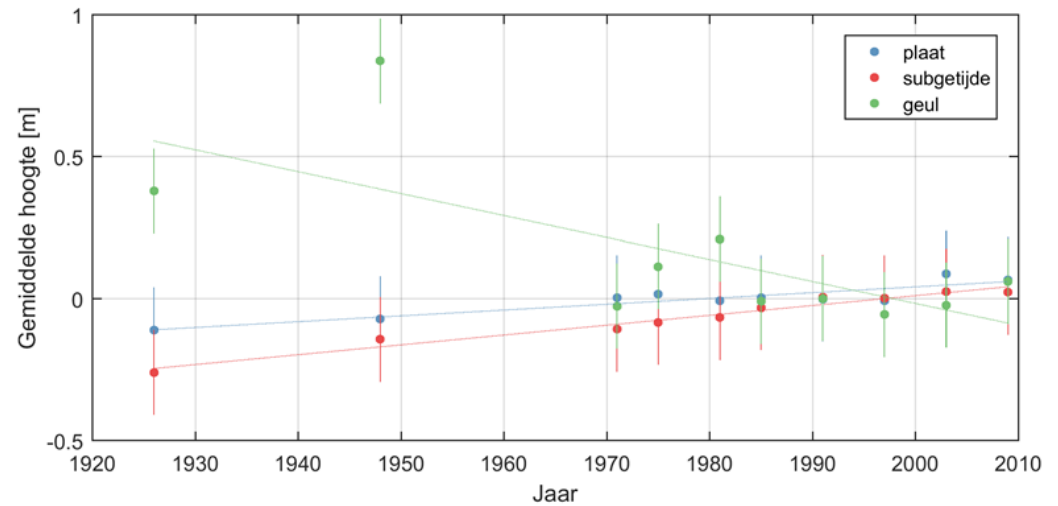
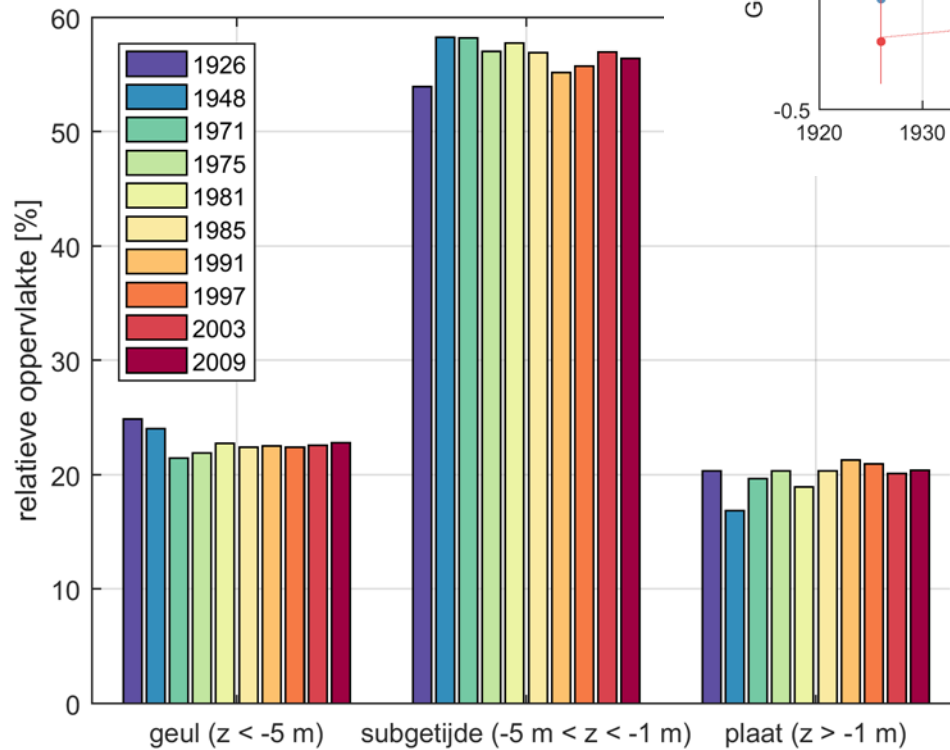
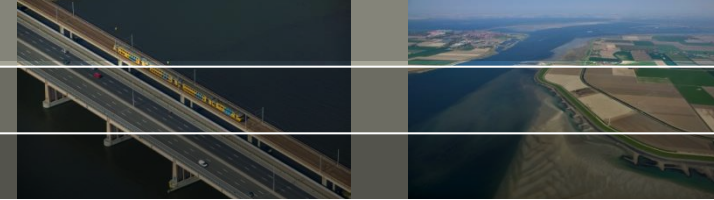
Marsdiep



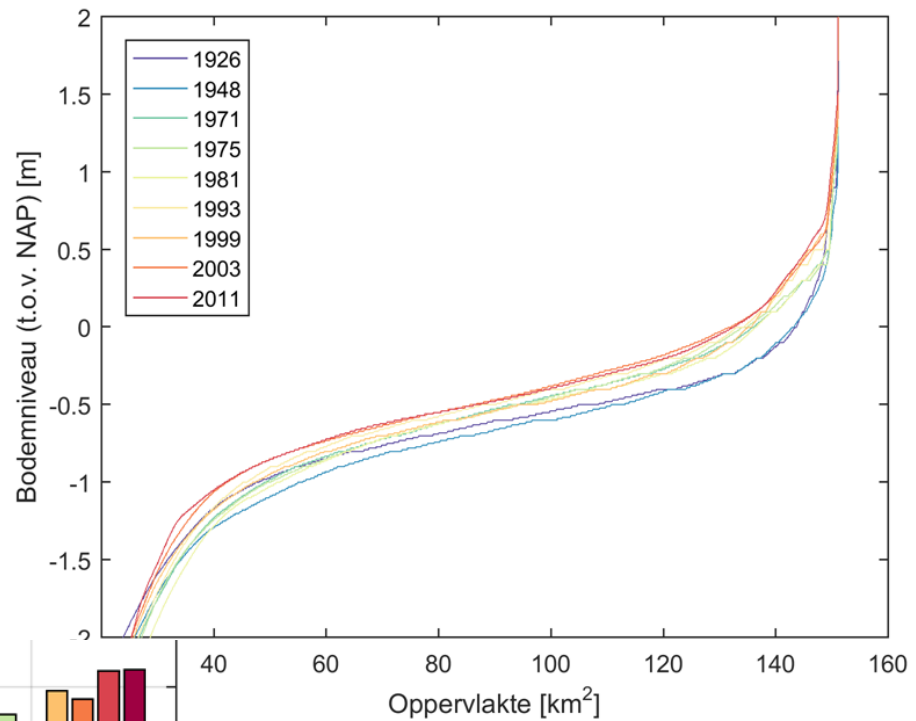
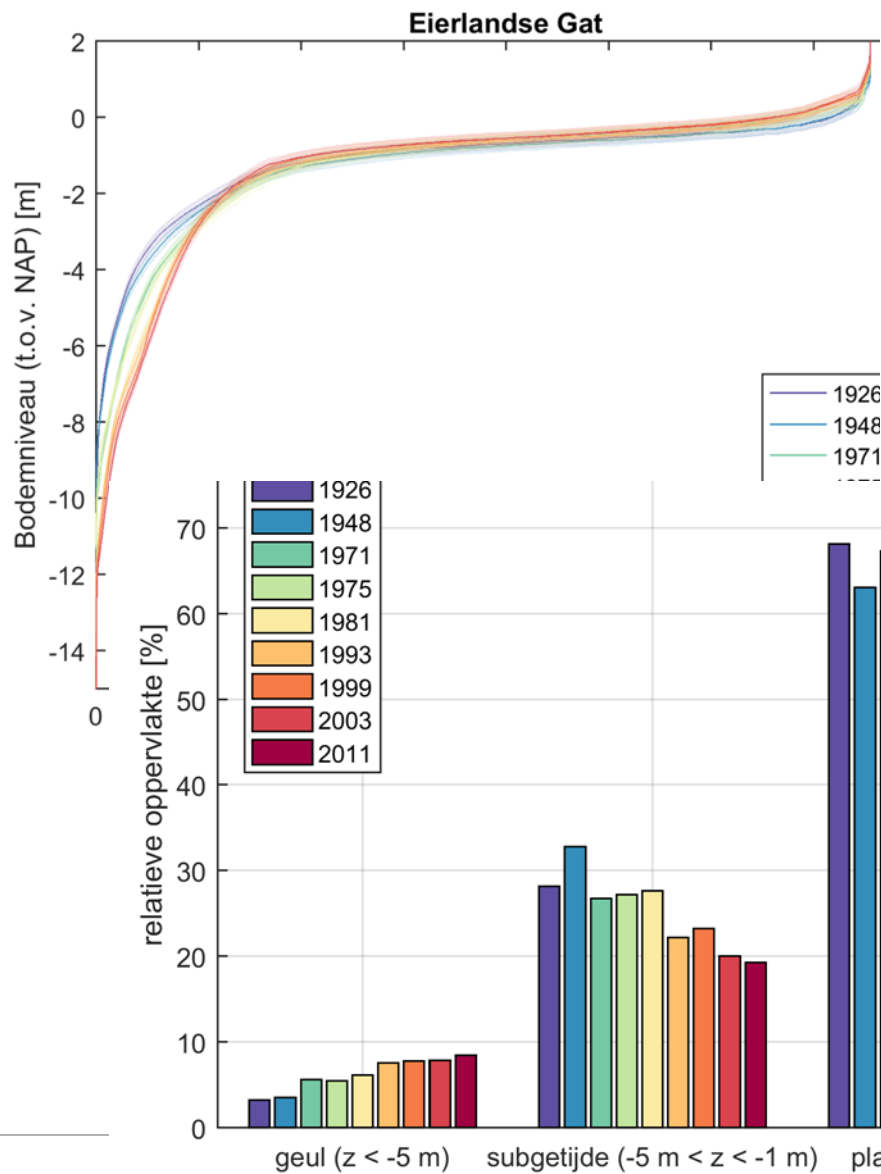
Marsdiep



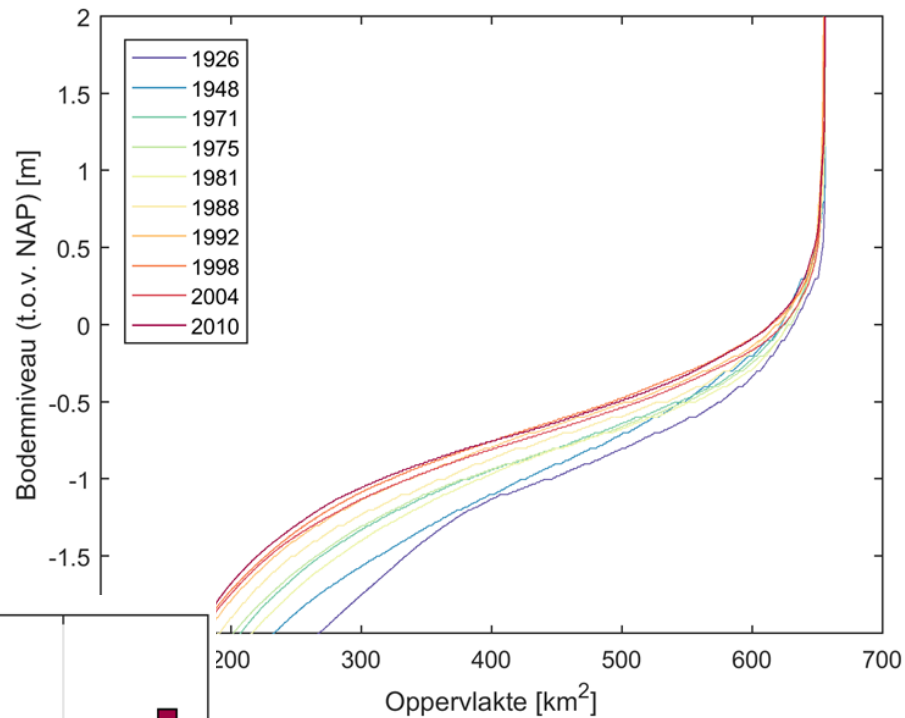
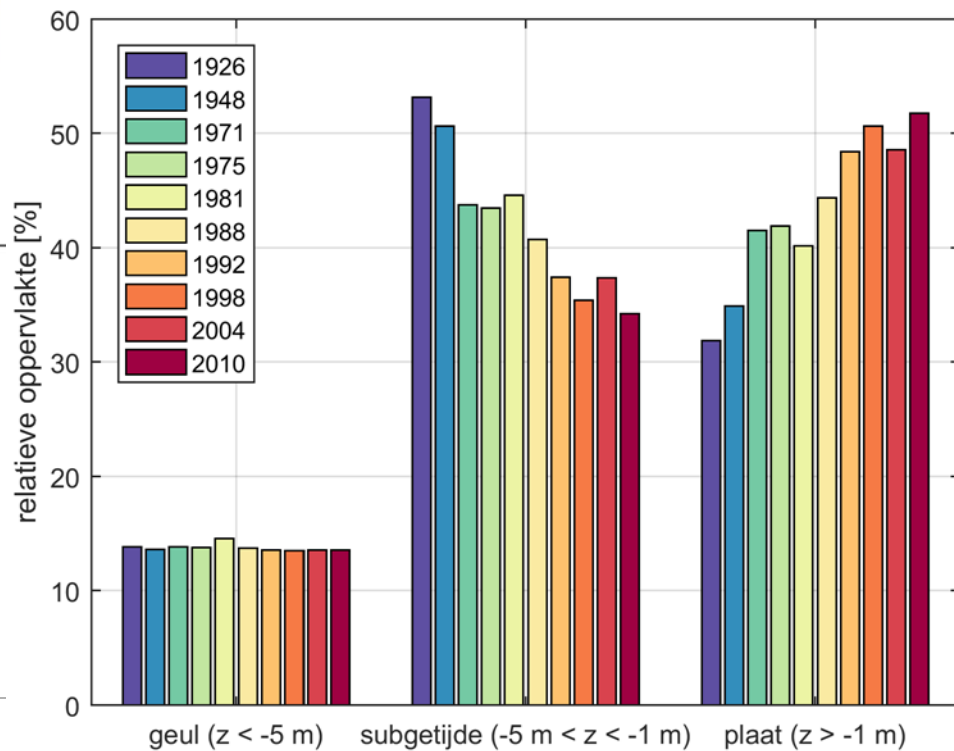
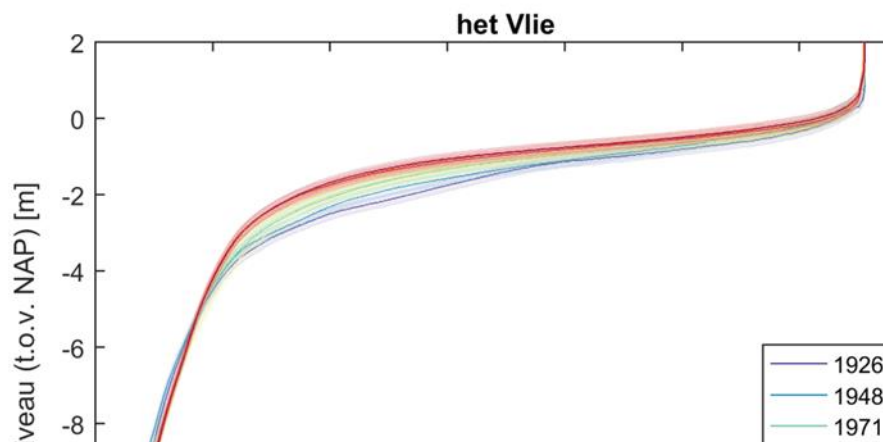
Marsdiep



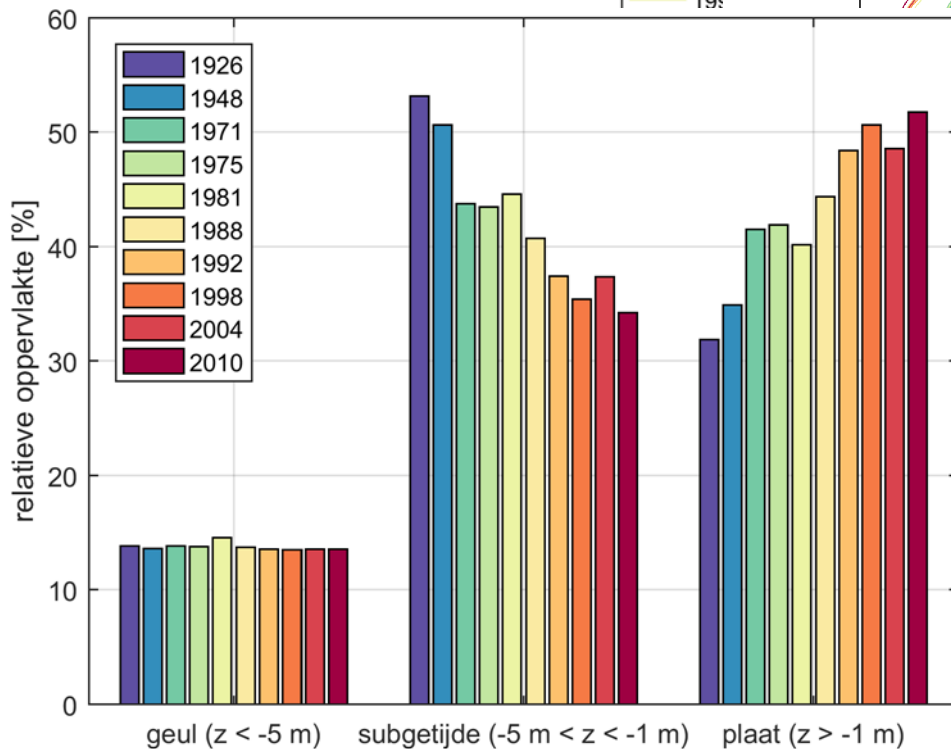
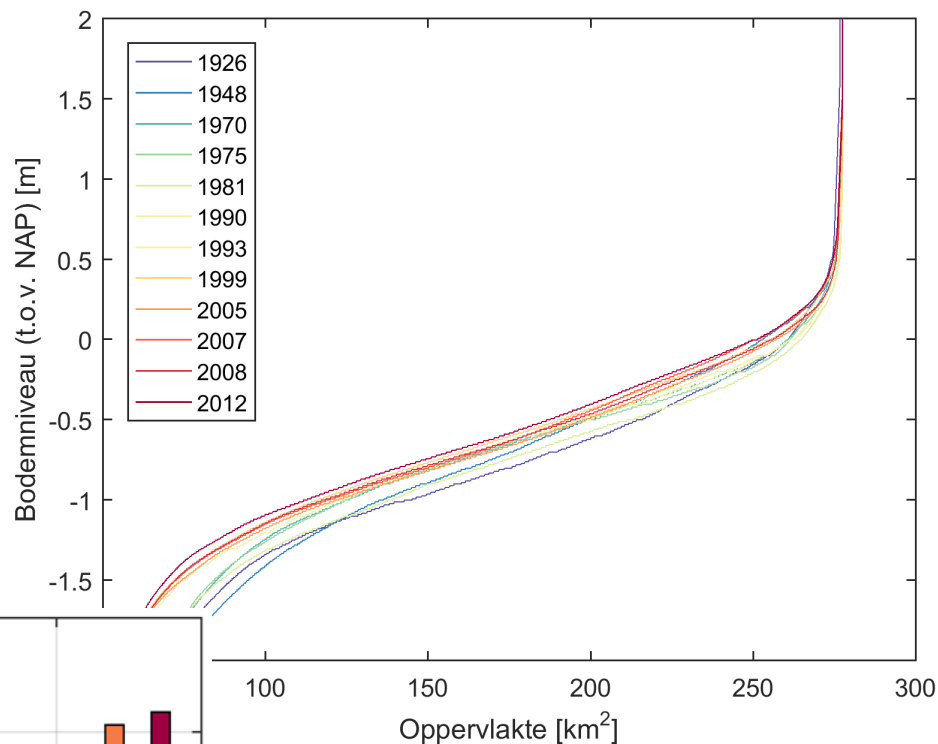
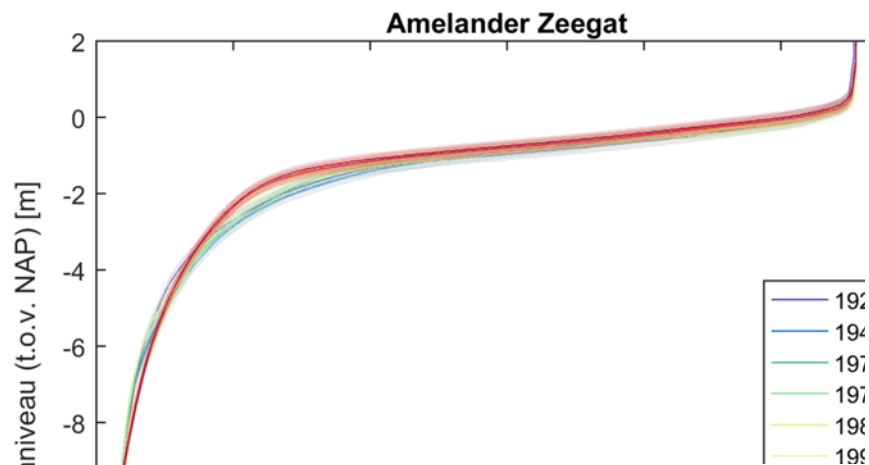
Eierlandse gat



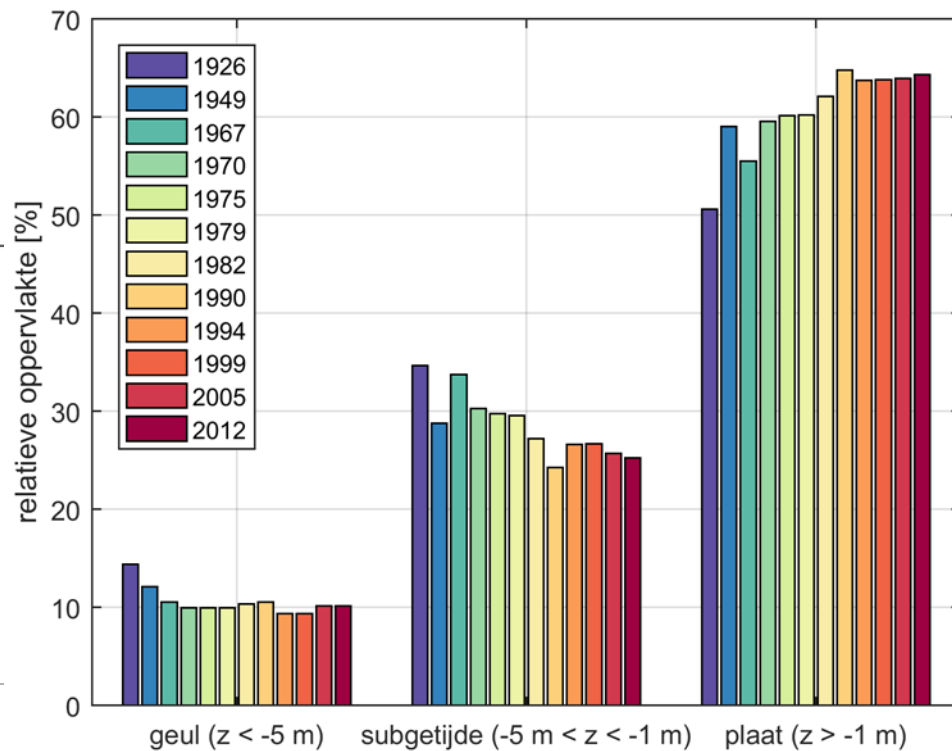
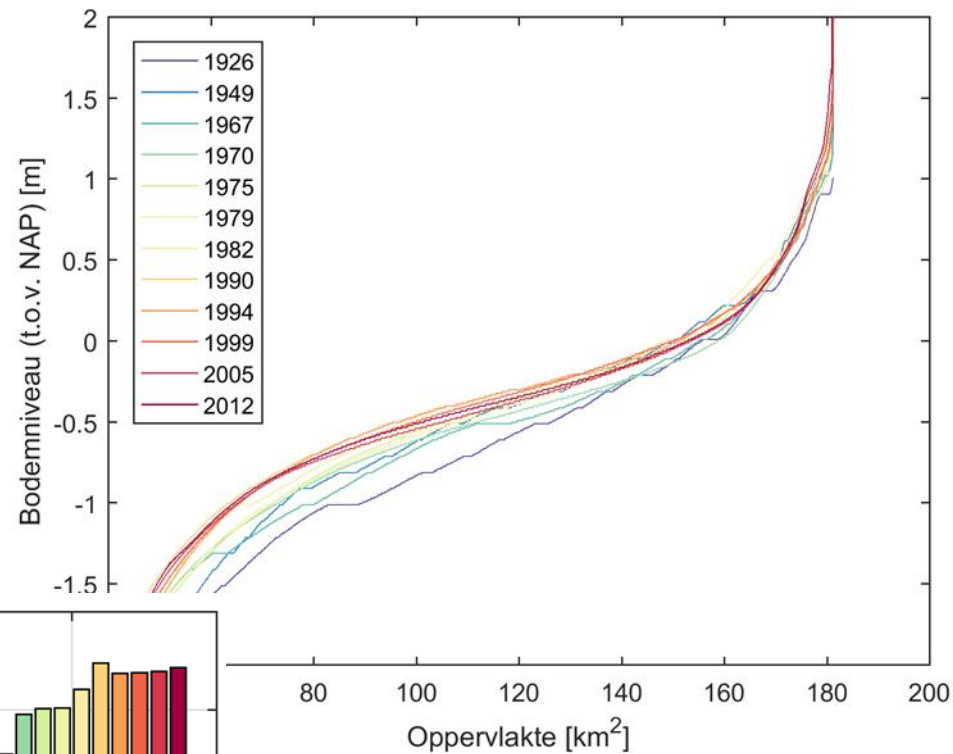
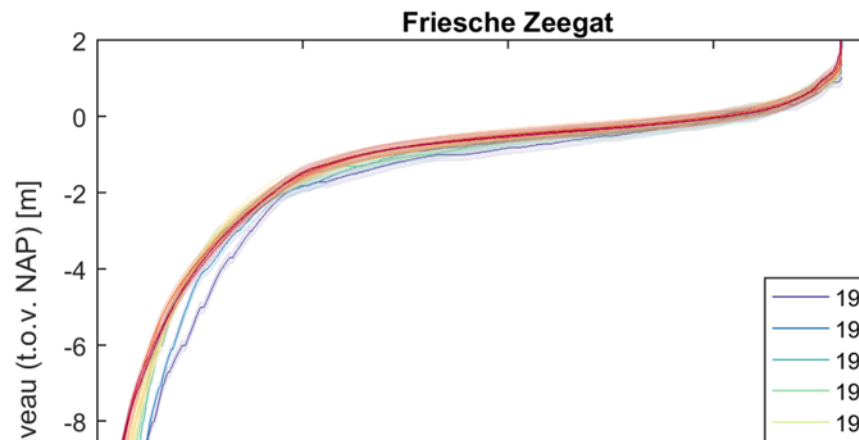
Vlie



Amelandezeegat

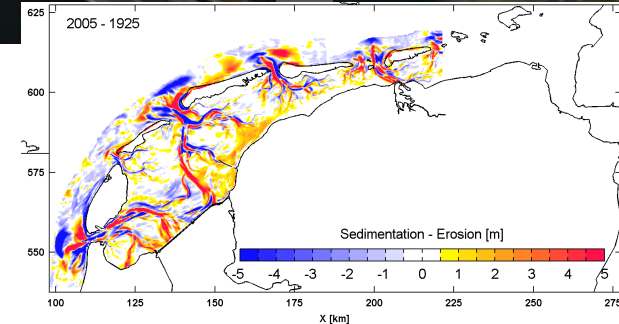


Friesche Zeegat



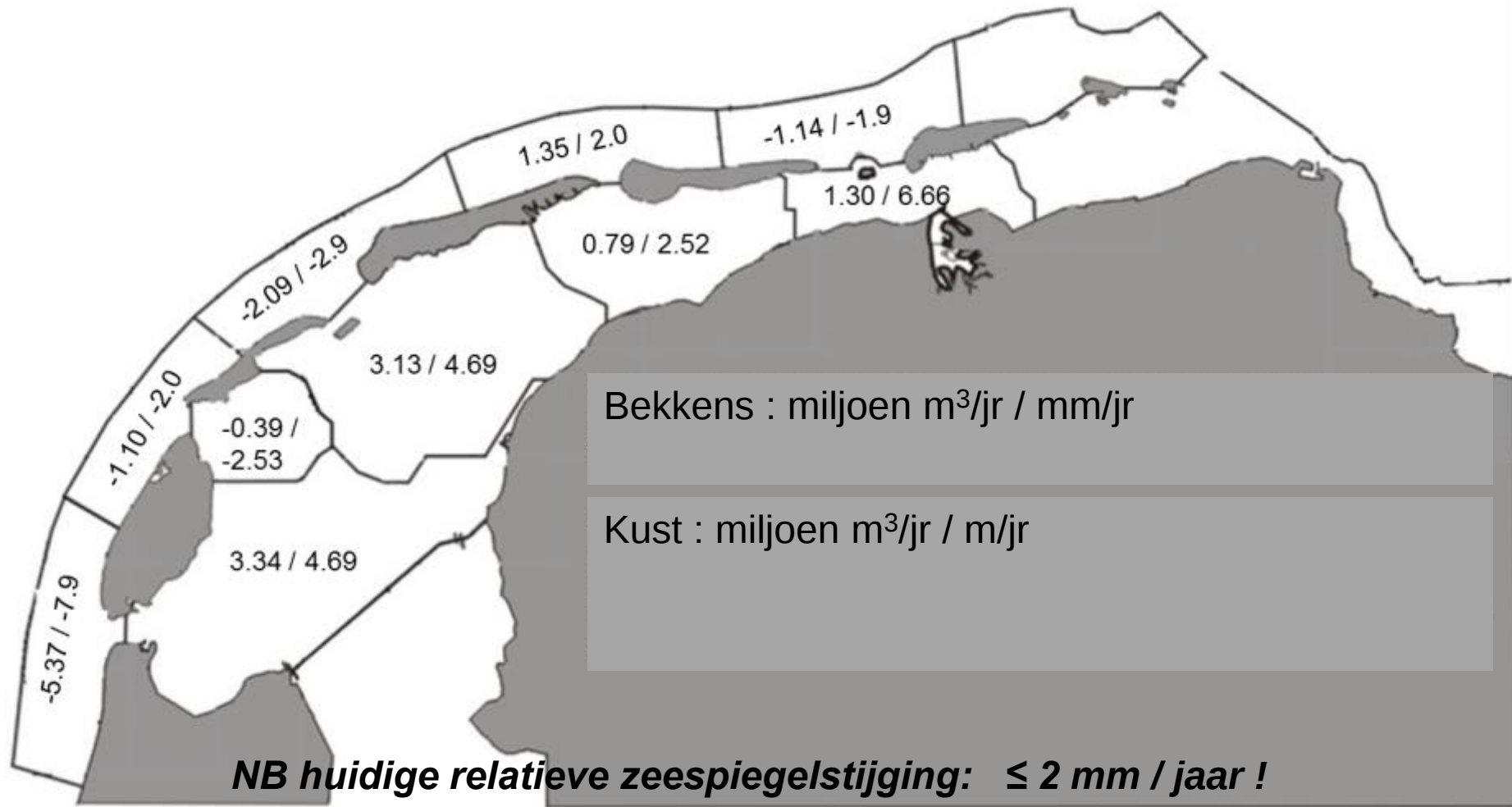
Volumeveranderingen 1935 – 2005

1. **Erosie** eilandkusten en buitendelta's
2. **Sedimentatie** in getijdebekkens



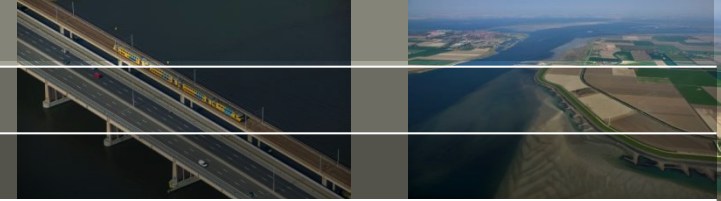
	Kust (miljoen m ³)			Bekken (miljoen m ³)		
	1935- 1990	1990- 2005	1935- 2005	1935- 1990	1990- 2005	1935- 2005
Zeegat						
Texel	-282.2	-93.4	-375.6	253.0	-19.1	233.9
Eierland	-30.5	-46.8	-77.3	-24.4	-2.7	-27.1
Vlie	-110.0	-36.3	-146.3	166.5	22.9	189.4
Ameland	90.5	3.7	94.2	34.2	21.4	55.6
Friesch	-48.4	-31.7	-80.1	88.5	2.4	90.9
Totaal	-380.6	-204.5	-584.9	517.8	24.9	542.7

Volumebalans – verandering per jaar



Sedimentatie in bekkens overtreft huidige relatieve zeespiegelstijging !!

Samenvattingen



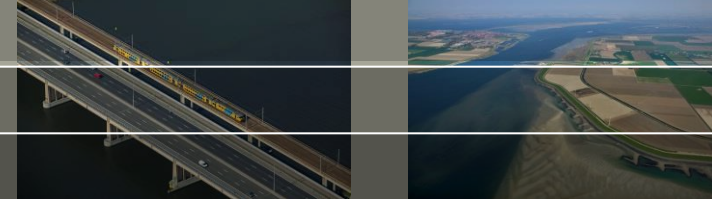
Sedimentatie in NL Waddenzee, met een gemiddelde snelheid hoger dan de relatieve ZSS

Alleen Eierlandsegat erodeert en allen andere bekkens sedimenteren.

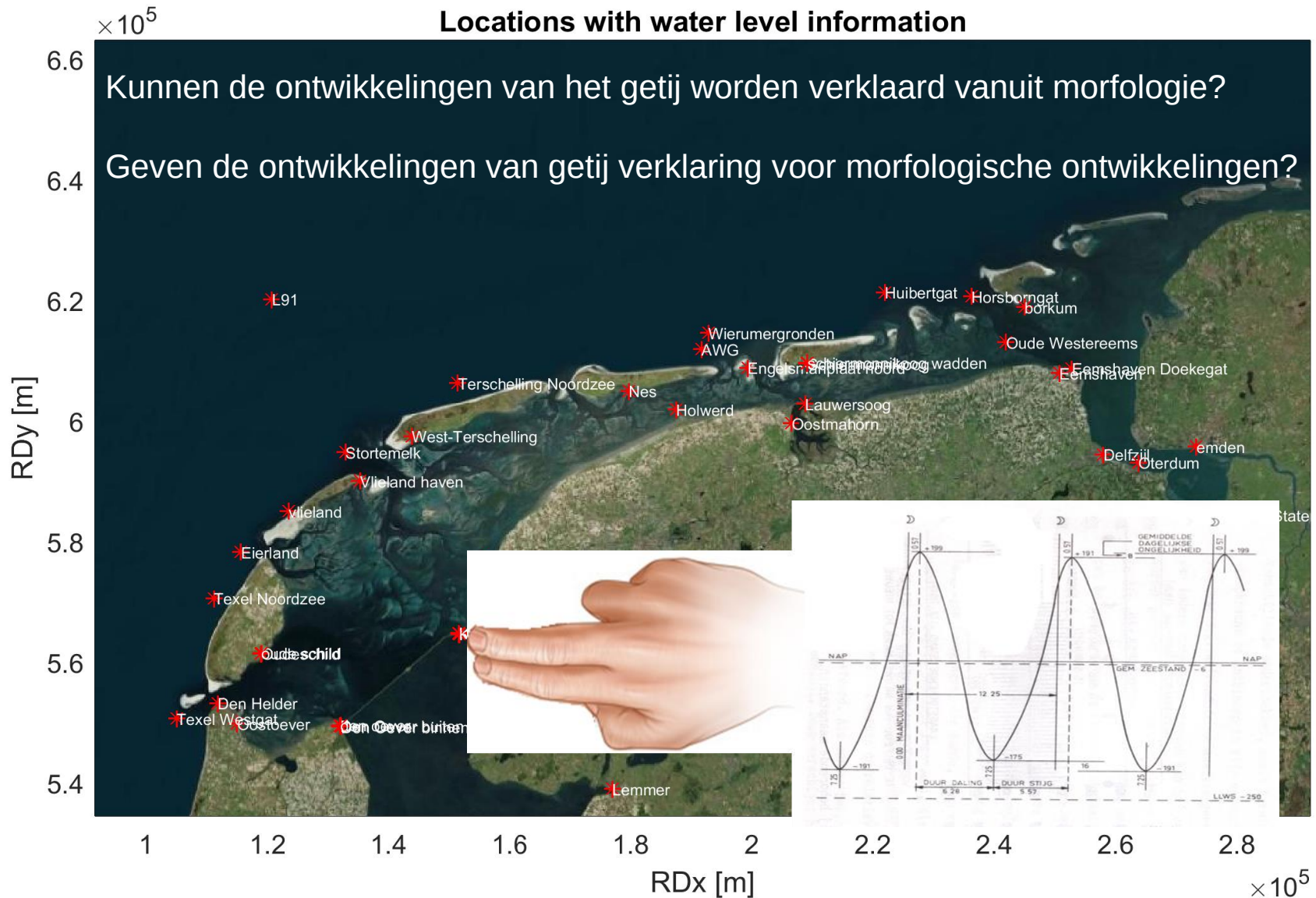
Grootste veranderingen gevolg van ingrepen: afsluitingen Zuiderzee en Lauwerszee

Sedimentatie intergetijdendeel, d.w.z. de wadplaten, in alle bekkens, ook in Eierlandsegat

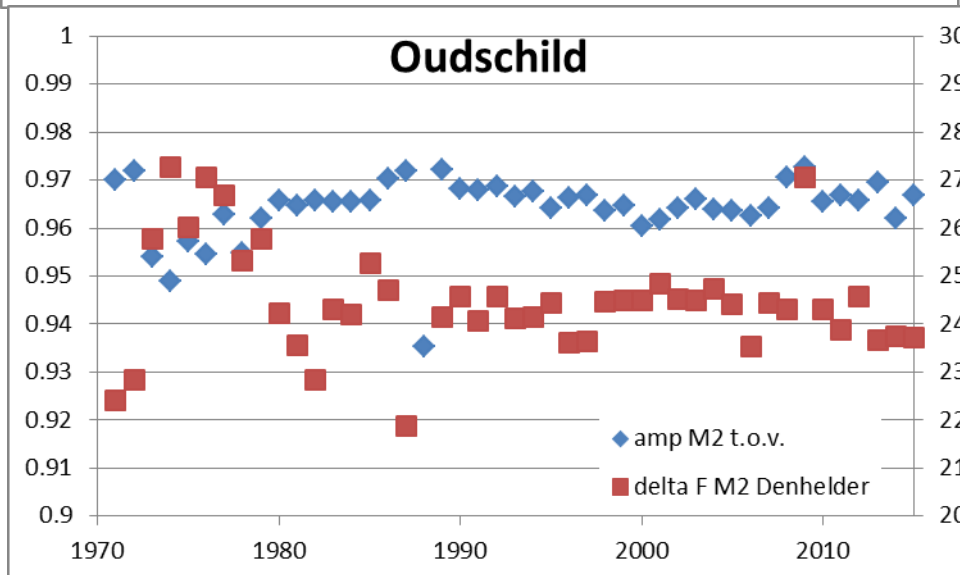
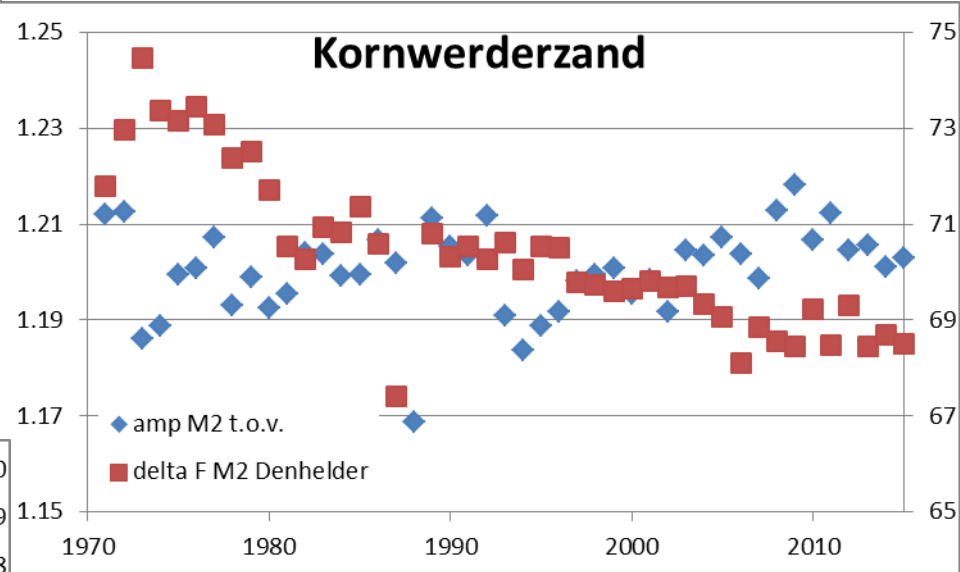
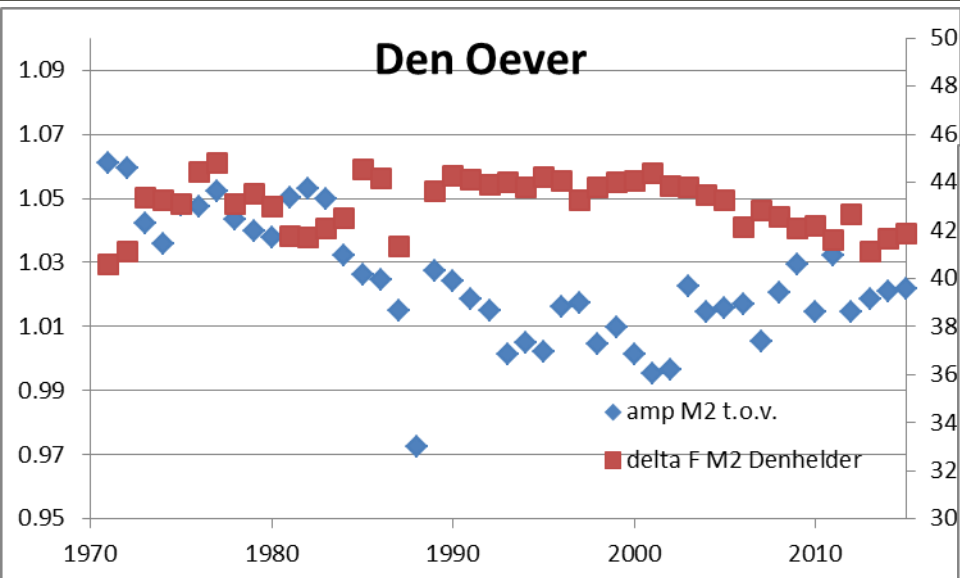
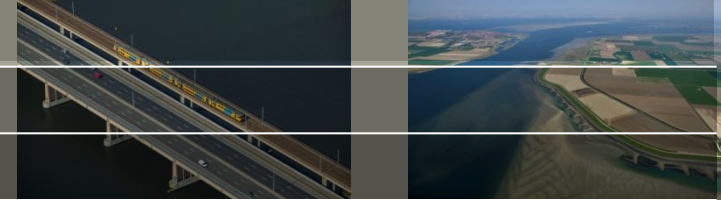
Gegevens waterstanden



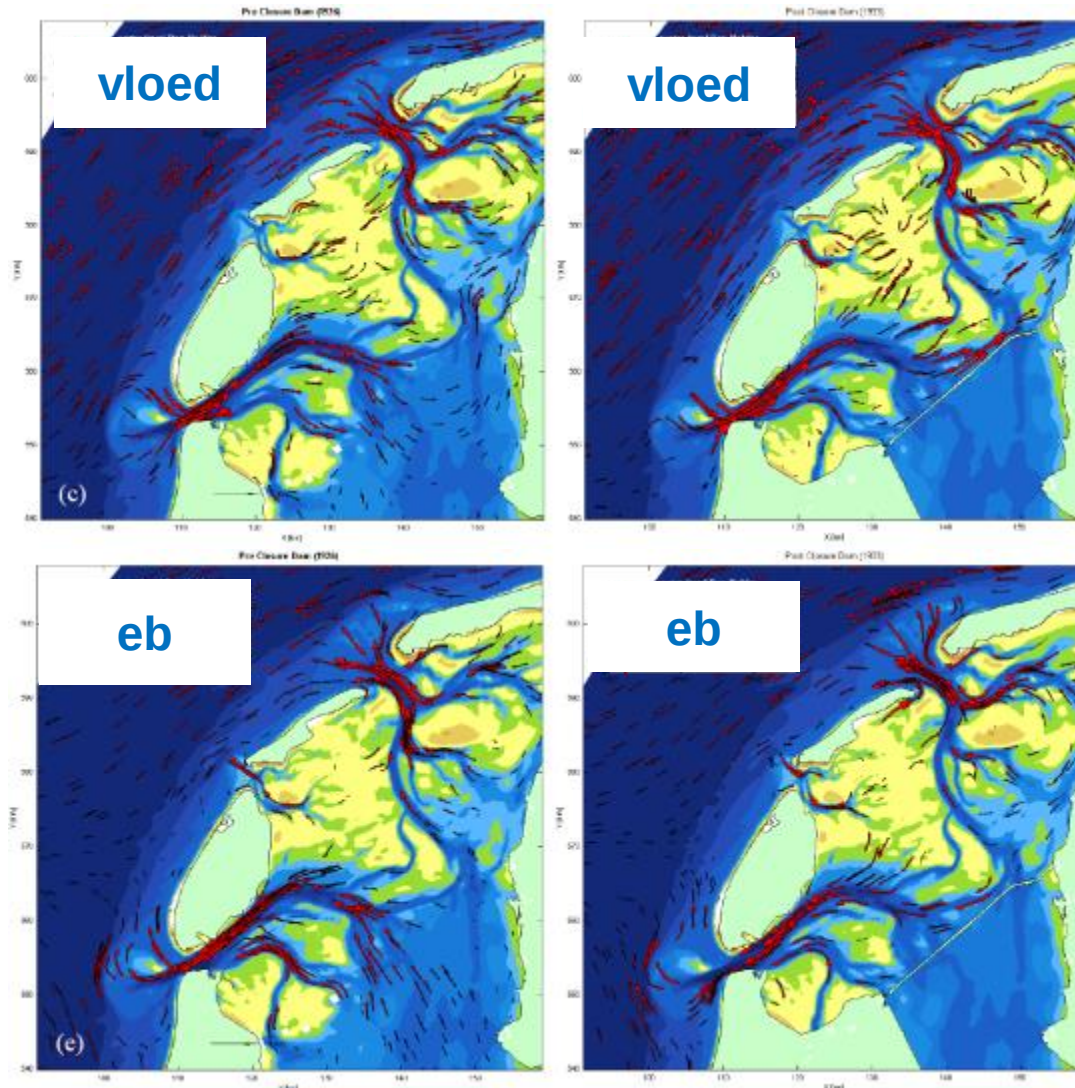
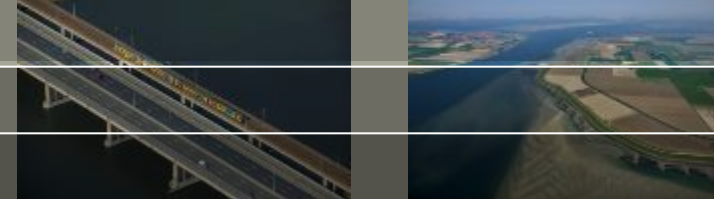
Locations with water level information



Dubbeldaags getij Marsdiep



Afsluitdijk: veranderend getij



Getijverschil : +

- Den Helder: 1.2 → 1.4m

Getijvolume : +

- Zeegat van Texel : 14%
→ 20%

Getijstroming :

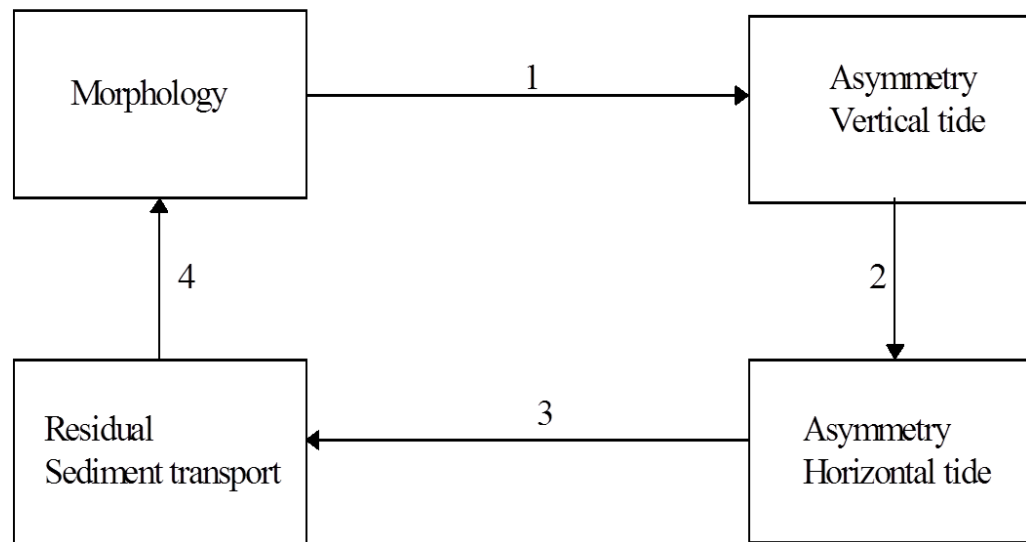
- van N-Z naar E-W

(Vroom et al., 2012)

Relatie morfologie-getij-sedimenttransport

Ontwikkelingen van het getij goed te verklaren door de waargenomen morfologische veranderingen

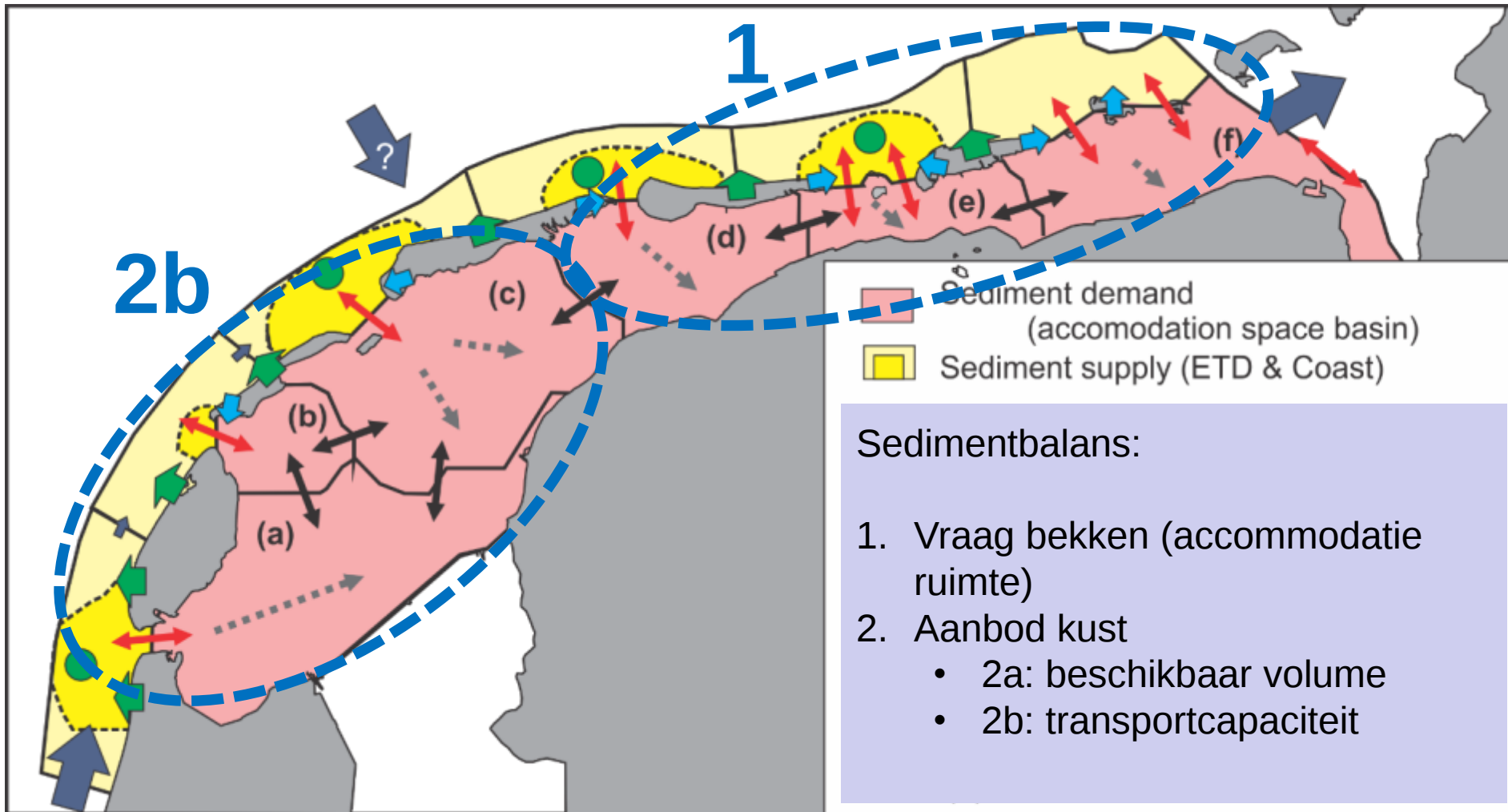
De ontwikkelingen van de sediment-import naar de bekkens, afgeleid van de waargenomen morfologische veranderingen, kunnen niet goed worden gerelateerd aan de veranderingen van het verticale getij (vooral de asymmetrie ervan)



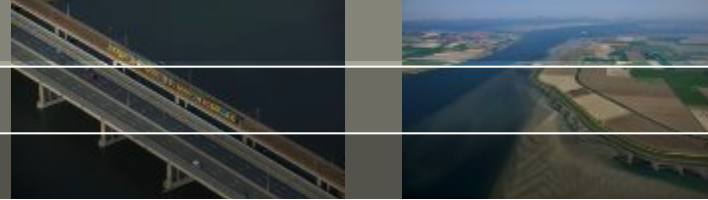


Huidige toestand NL Waddenzee

Sediment-delend systeem Waddenzee



Huidige toestand Waddenzee



Sedimentbalans: vraag en aanbod van sediment

1. *'Vraag'*: toename accommodatie ruimte voor sediment
2. *'Aanbod'*: aanvoer sediment → import in bekkens

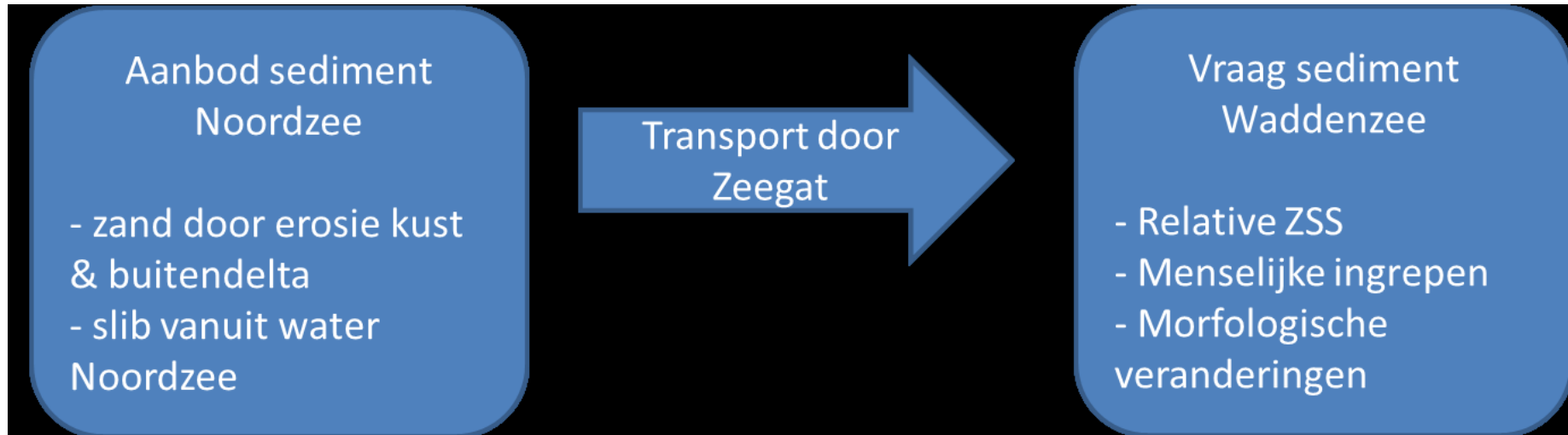
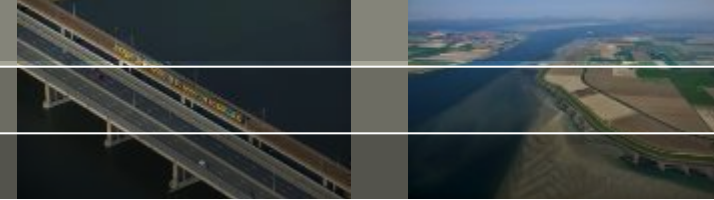
Westelijke Waddenzee:

- Nu al sediment tekort
- Genoeg voorraad kust
- Transportcapaciteit gelimiteerd

Oostelijke Waddenzee:

- $\pm$ evenwicht
- Tekorten onmiddellijk aangevuld
- Geen ruimte voor méér sediment → vraag gelimiteerd

Een denkmodel



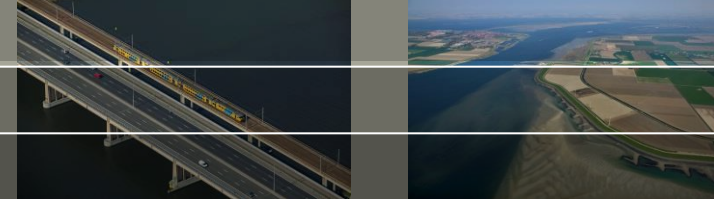
Sedimenttransport naar de Waddenzee:

- Vraag gestuurd, maar beperkt door transportcapaciteit
- West: transportcapaciteit gelimiteerd
- Oost: vraag gelimiteerd



Toekomstige ontwikkelingen NL Waddenzee

Effecten van ZSS

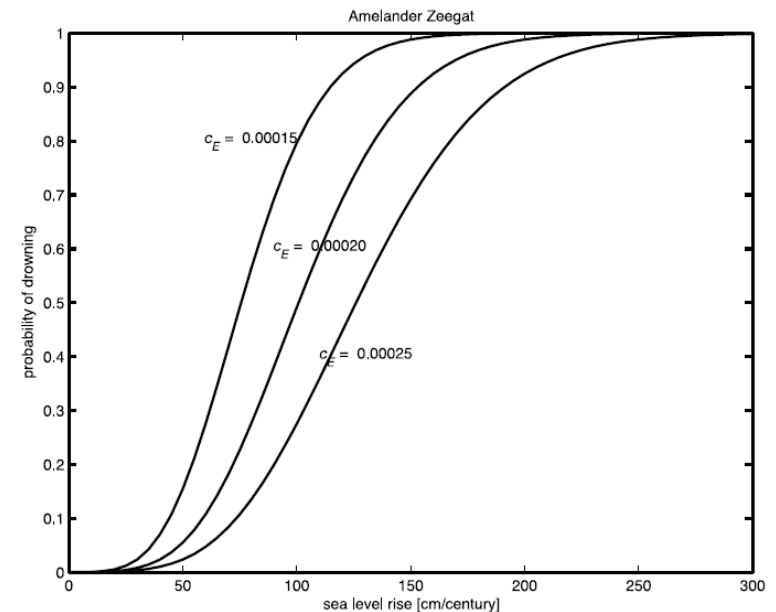
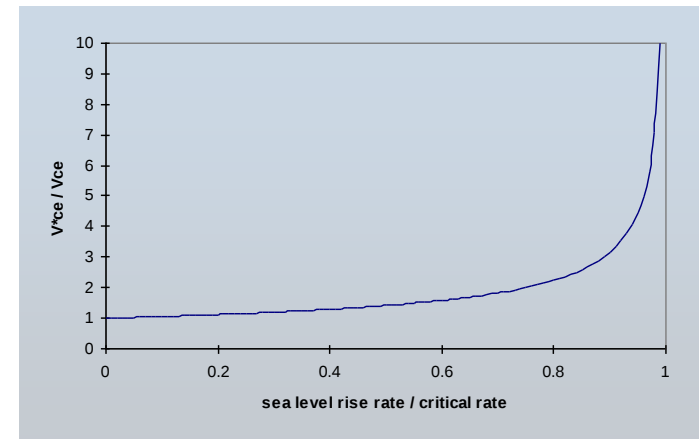


Kritische snelheid van zss, Van Goor e.a. (2003), ...

Kanttekeningen:

- Ook als de snelheid van zss onder de kritische grens ligt is er effect van (versnelde) zss.
- Bij overschrijding van de grens kan het nog eeuwen duren voordat de verdrinking plaatsvindt.
- Niet alleen morfologie, maar ook de bodemsamenstelling kan veranderen.

Ontwikkeling ZSS grootste onzekerheid voor de toekomst van Waddenzee



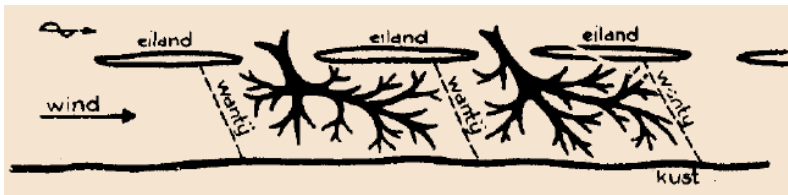
Effect menselijke ingrepen

De ingrepen in het verleden
blijven invloed uitoefenen
Suppletie voor kustonderhoud
belangrijk

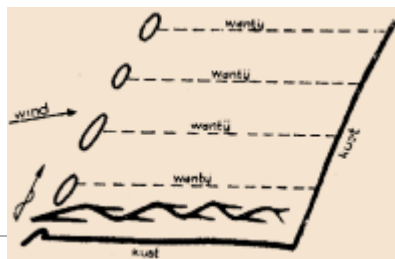
Het (NL) Waddenzeesysteem is
niet meer *natuurlijk*



Westelijke Waddenzee; naar nieuw evenwicht ? Welk ?



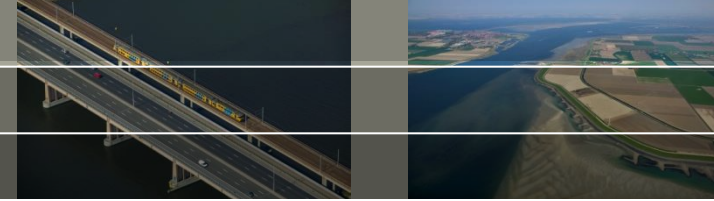
uit: van Veen, 1950



An aerial photograph of a coastal region. On the left, a large body of water (likely a bay or estuary) meets the land. A town with red-roofed buildings is situated on a peninsula. To the right, a large, curved dike system separates the land from the water. The dike is topped with a green grassy path and several white wind turbines. The land behind the dike is divided into large, rectangular agricultural fields in various shades of brown and green. The sky is clear and blue.

Conclusies & Aanbevelingen

Samenvatting



Op geologische tijdschaal

- Verlanding bij te langzaam zss & verdrinking bij te snel zss

Recente ontwikkelingen

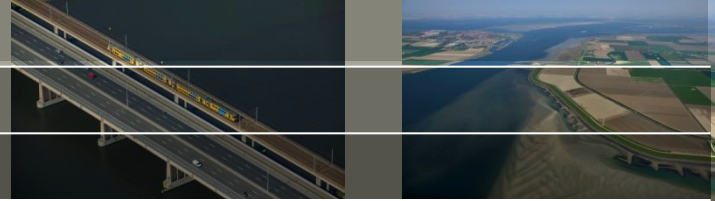
- Sterke invloed ingrepen
- Gemiddelde sedimentatie snelheid $>$ zss snelheid
- Wadplaten groeien mee met zss in alle bekkens

De huidige toestand

- West: ver van evenwicht, veel sedimentvraag, import gelimiteerd door transportvermogen
- Oost: dicht bij evenwicht, import gelimiteerd door vraag

Projectie toekomst

- Effect zss
- Effect menselijke ingrepen ... geen 'natuurlijk' systeem meer



Van sedimentbalans naar

- Netto zandtransport &
- Netto slibtransport

Processen en mechanismen voor de netto transporten, Nieuw morfologisch evenwicht?

Ontwikkelingen van de wantijen & uitwisselingen van water en sediment over de wantijen

Interactie ontwikkelingen op verschillende tijd- en ruimteschalen, plaat-geul interactie

Interactie met biologische processen

Modellering

Dank voor uw aandacht !

