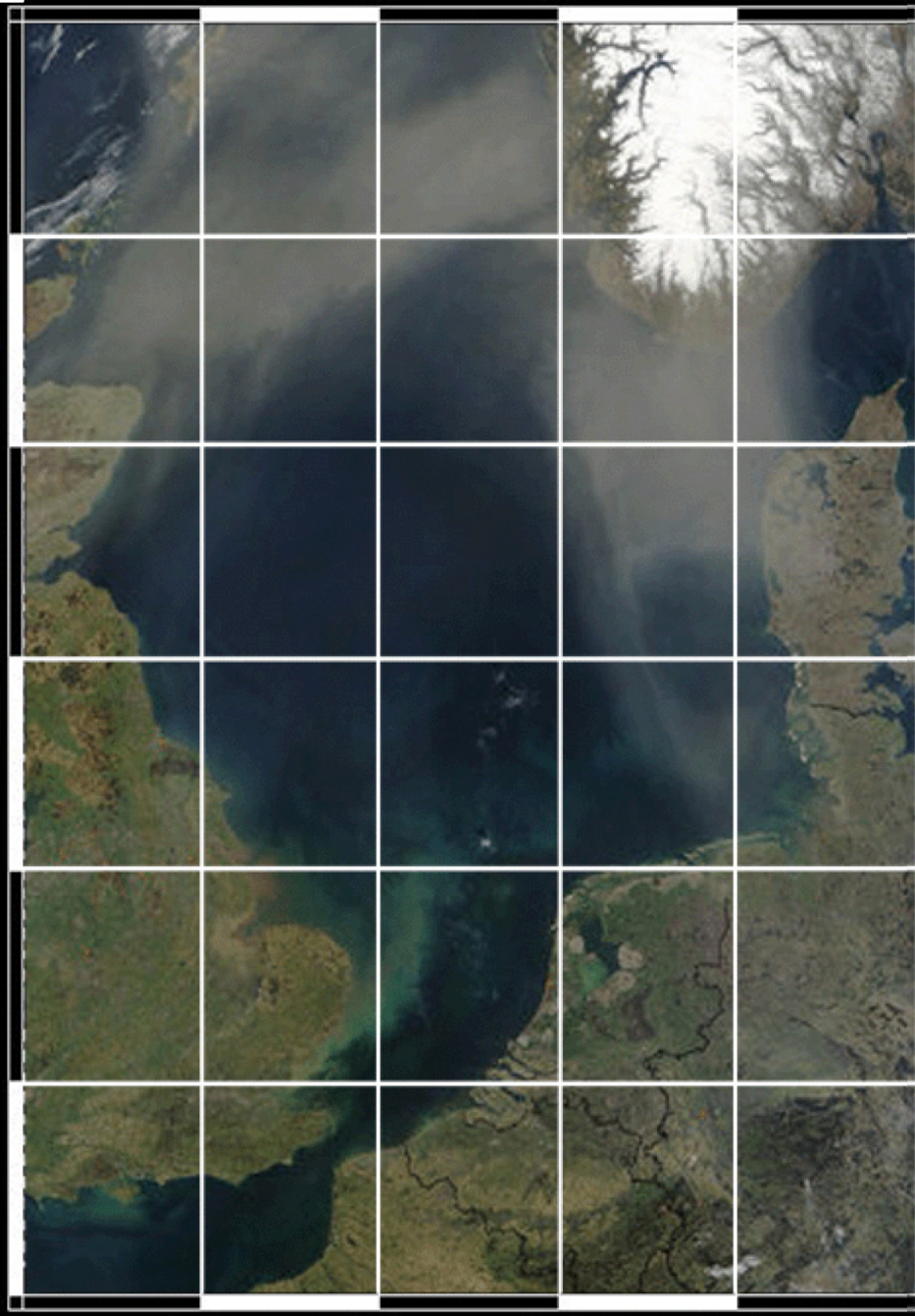




NOORDZEE – SYMPOSIUM 2007

Morfologie van kust en Schelde estuarium en toegankelijkheid van Vlaamse havens

Prof. Ir. Jean Jacques Peters
Raadgevend ingenieur
Hoogleraar VUB





Zeebrugge aan de Schelde



- Weinig mensen beseffen dat Zeebrugge geen echte zeehaven is, maar zijn toegang heeft via een arm van het Schelde-estuarium
- Om dit te begrijpen moeten we terug keren in de tijd om kustformaties zoals estuaria, lagunes en delta te verklaren
- We moeten uitleggen dat de Rijn-Maas-Schelde delta geen delta is en ook zo niet is ontstaan, en waarom de scheepsroute naar Antwerpen vroeger langs de Oosterschelde liep en nu door de Westerschelde, waarom Brugge een zeehaven was en vandaag niet meer
- De verbetering van de toegankelijkheid van de Antwerpse Haven is (grotendeels) natuurlijk, die van Zeebrugge niet!



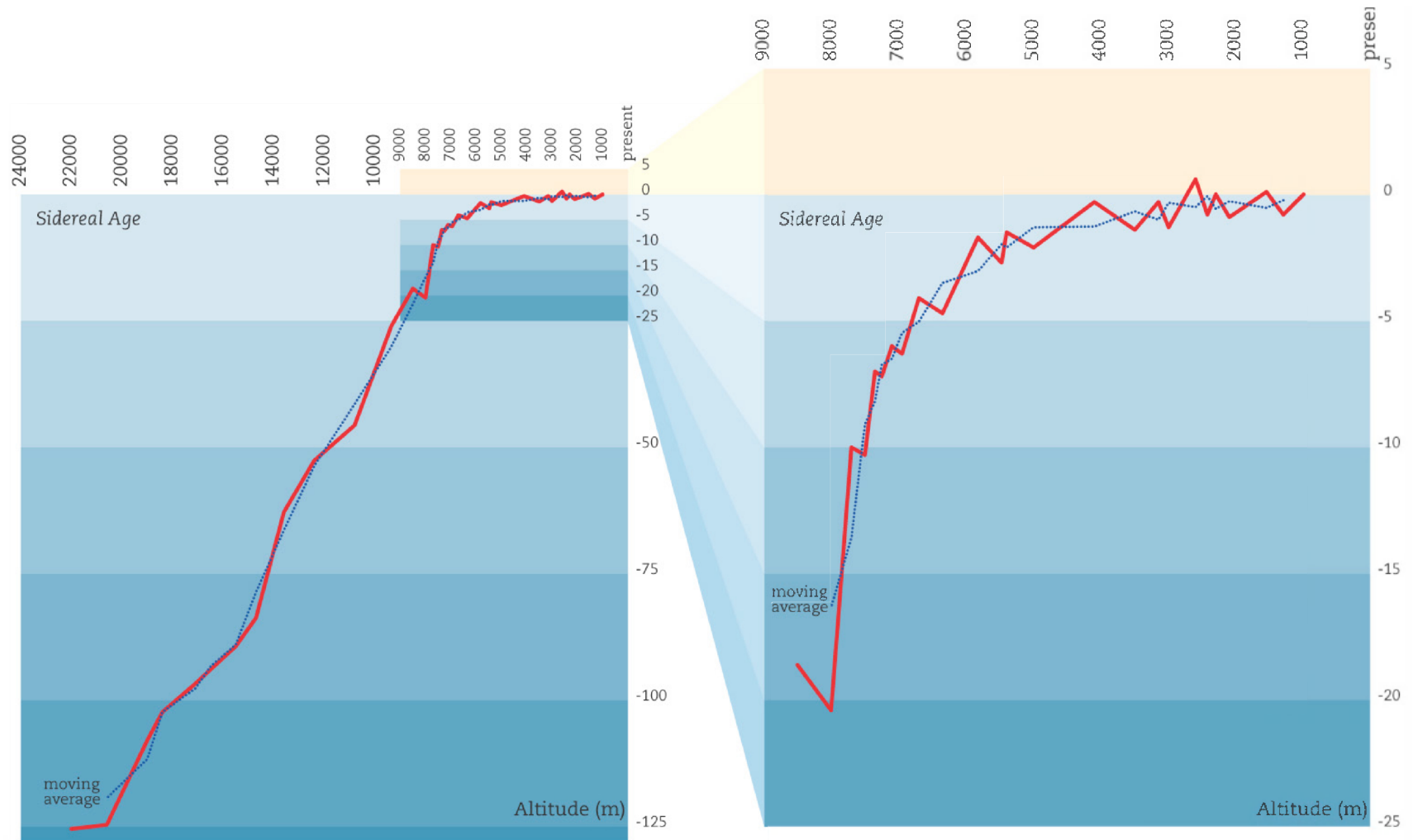
U zei “zeespiegelstijging”?



- Onze kusten veranderden permanent omwille van vele processen, onder andere tektoniek, landerosie, sedimentatie, zeespiegelstijging (Du Four et al. 2006)
- In het quartair tijdperk (laatste 2.6 miljoen jaar) was er afwisseling van ijstijden en interglaciale periodes
- Op het einde van de laatste ijstijd (Pleistoceen) begon de laatste zeespiegelstijging: **125 m over 20 000 jaar!**
- Tot het begin van het Holocene was de snelle stijging van +/- 100 m veroorzaakt door afsmelten van de grote landijskappen van Noord-Amerika en Scandinavië.
- De stijging vertraagde omstreeks 3 000 jaar geleden in het Holocene (laatste 9 - 10 000 jaar); het zeepeil stabiliseerde

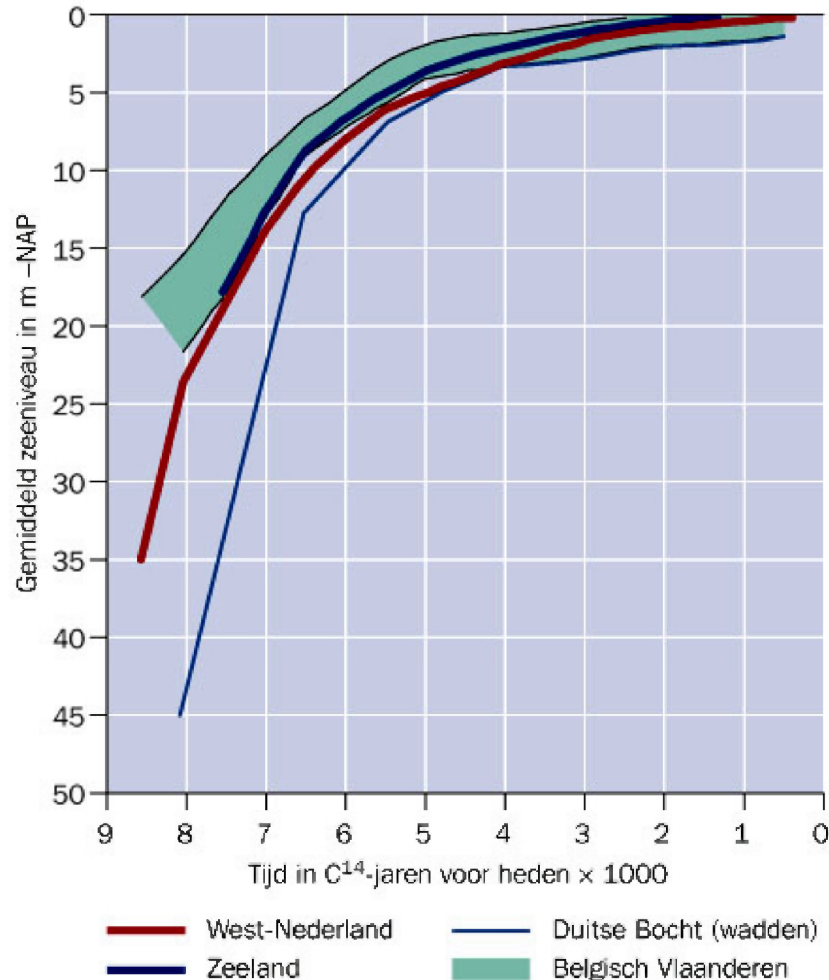


Zeespiegelstijging





Zeespiegel en Tektoniek



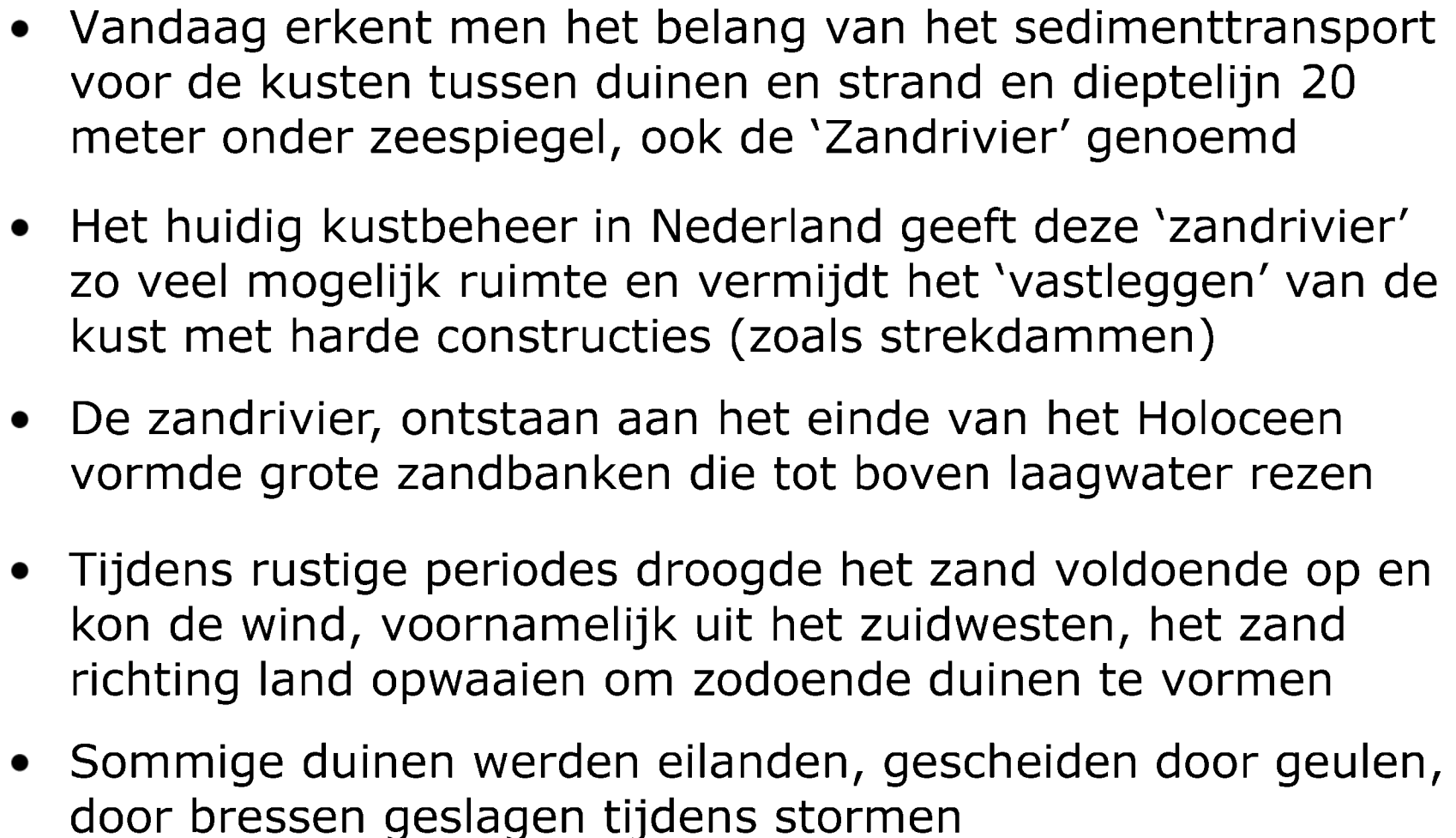
- Niet alleen de zeespiegel verandert, ook de bodem beweegt in het Holocene
- Er is de natuurlijke tektoniek (aardbevingen zoals nog in 1992 bij Roermond), maar ook bodemdaling wordt veroorzaakt door de mens in gebieden met dikke veen- en kleilagen, zoals polders
- Deze bodemdaling is vooral te wijten aan bemalingen, winningen van grondwater en aardgas



Vorming van Noordzee

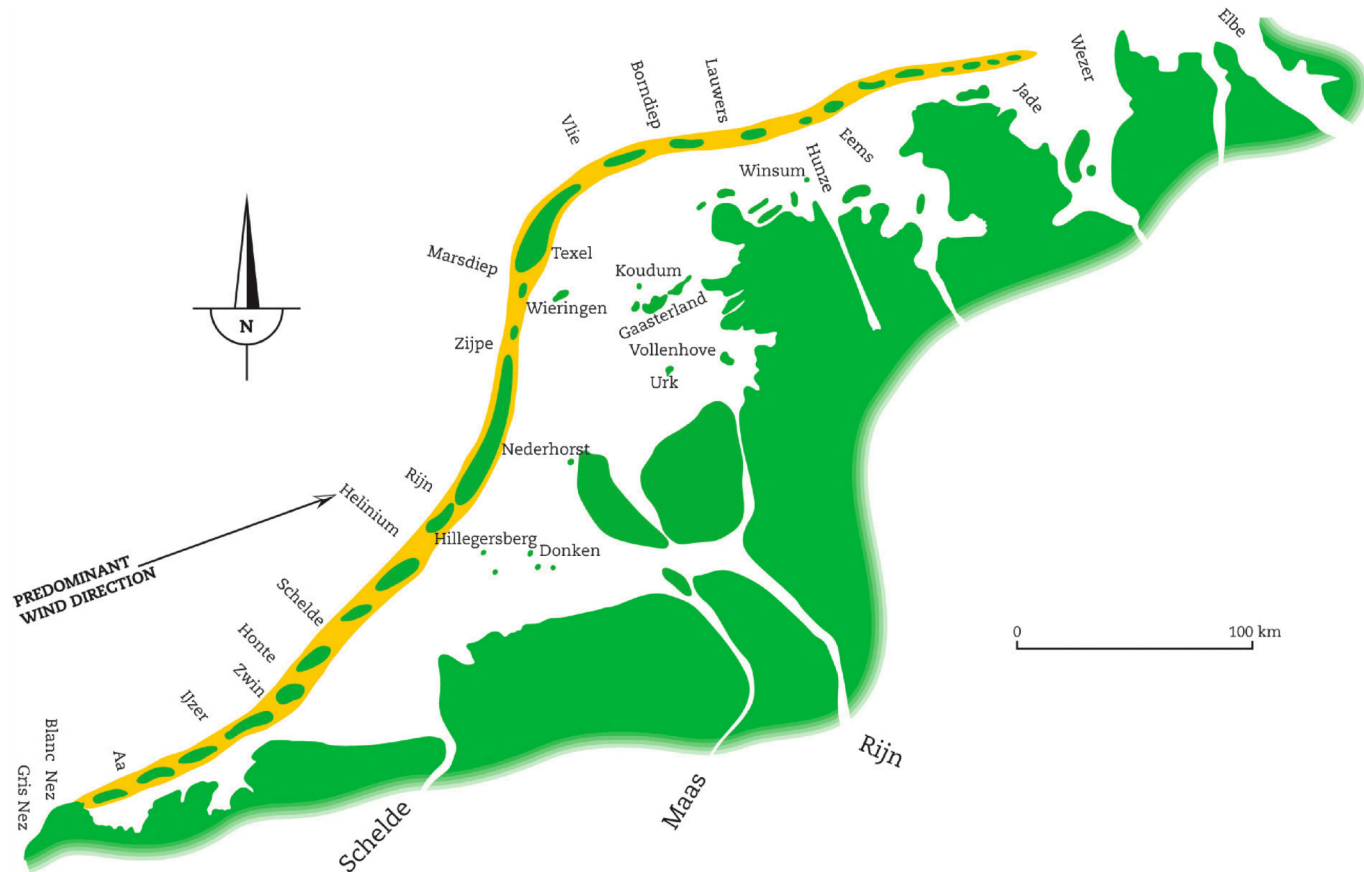


- Tijdens het Pleistoceen was de Noordzee beperkt tot het noordelijk deel en vele noordwest-Europese rivieren mondden toen uit ergens bij de Doggersbank
- In het Holoceen ontstond het zuidelijk deel van de Noordzee; door de tijwerking werd het kanaal tussen Frankrijk en Engeland uitgeschuurd
- De sedimenten vrijgemaakt door erosie bewogen noord-oostwaarts voor onze kusten





Kusten in Romeins tijdperk



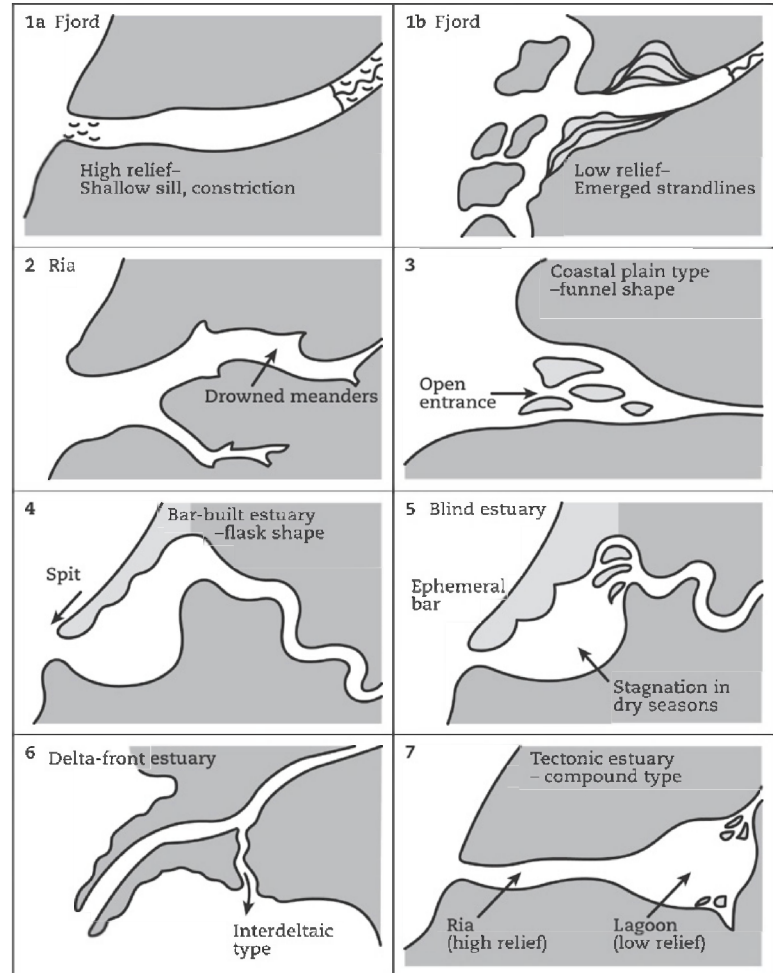
Tussen de eilanden en het vasteland ontstond een binnenzee, zoals nu nog de Waddenzee



Delta, Lagune, Estuarium?



- Om latere evolutie van kusten en estuaria te begrijpen moeten we de rol van getijden en van het sediment transport op het einde van de Holocene verklaren
- Fairbridge (1980) maakte een classificatie van riviermondingen
- Deze ontstaan met de invasie van rivierbeddingen tijdens de Holocene periode; ze worden dus bepaald door het reliëf en de vorm van de valleien die onderliepen





Delta, Lagune, Estuarium?



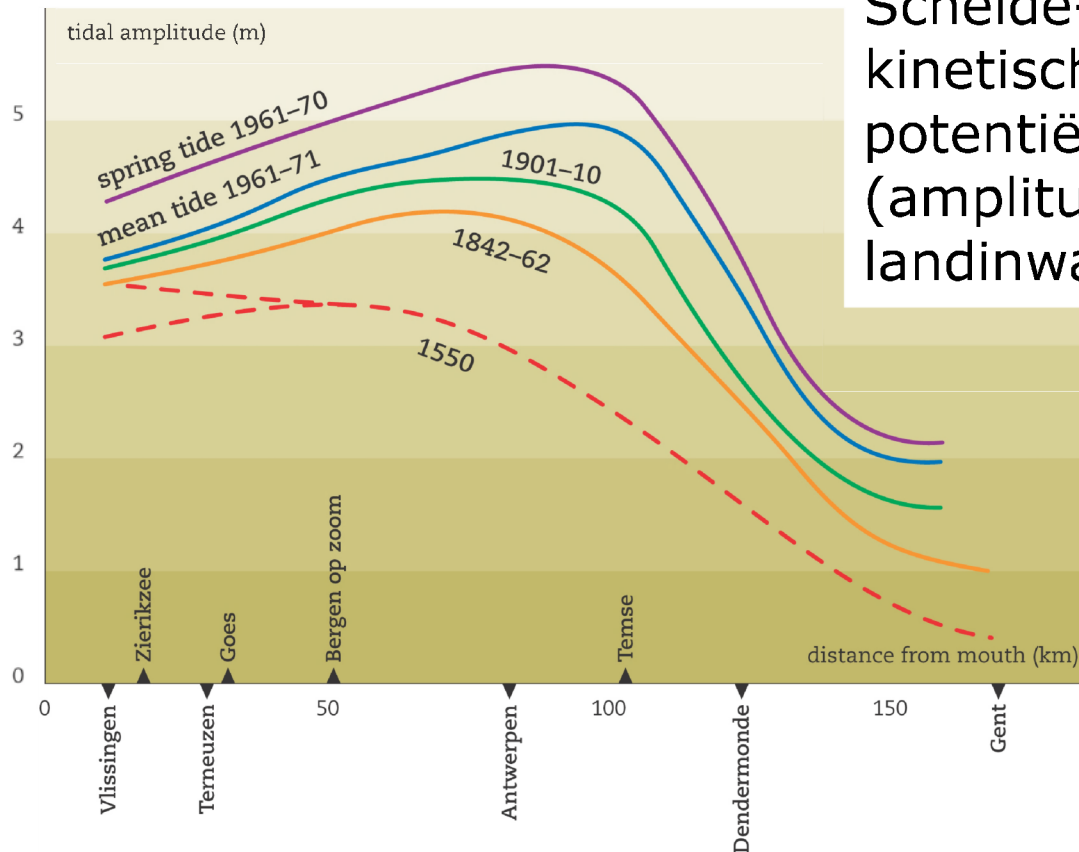
- Er bestaan verschillende theorieën betreffende de vorming van de Rijn-Maas-Schelde "delta"
- Veel natuurlijke en antropogene processen spelen hierin een rol, maar de morfologische veranderingen aan onze kust en aan het Schelde-estuarium worden voornamelijk bepaald door de werking van de getijden
- Enkele millennia geleden was de binnenzee (waddenzee) uitgestrekt en ondiep, zodat de energie van de getijdengolf, die door de openingen tussen de eilanden binnenliep, snel verminderde
- De getijdenstromingen schuurden echter altijd maar verder de geulen uit, zodat de getijden verder konden binnendringen in het gebied



Getijden in het estuarium



Door de trechtervorm van het Schelde-estuarium wordt de kinetische energie omgezet in potentiële, zodat de getijdenslag (amplitude) groter wordt meer landinwaarts



Vóór de Middeleeuwen was er geen getijde in Gent, maar die is onder-tussen gestegen tot meer dan 2 meter

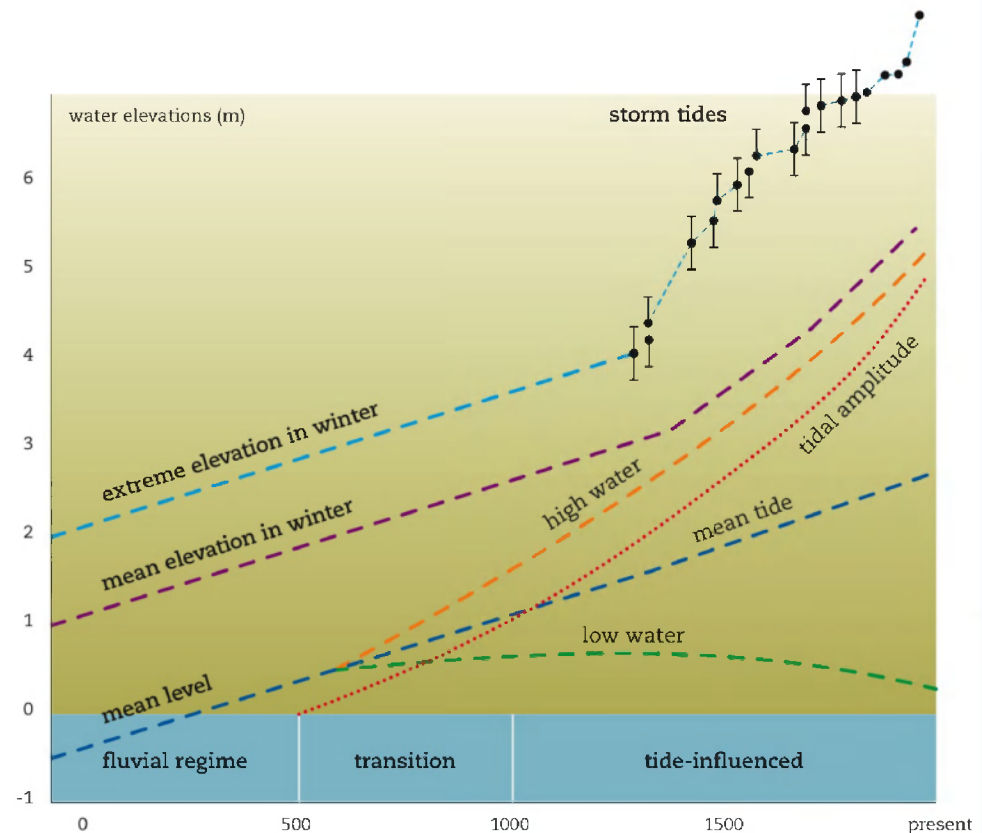
In Antwerpen steeg het van 3 meter tot meer dan 5.5 meter



Getijden in Antwerpen

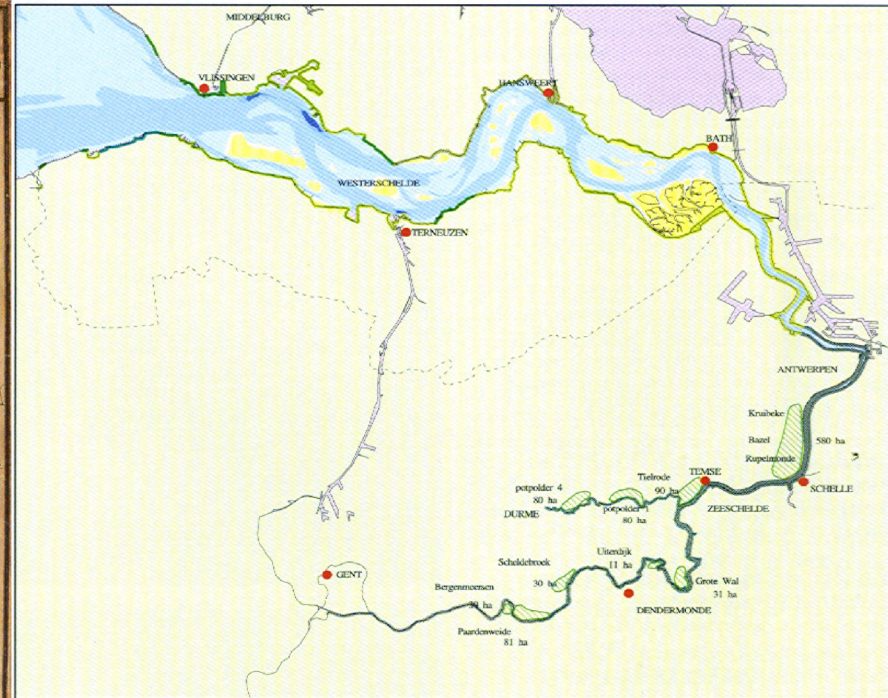
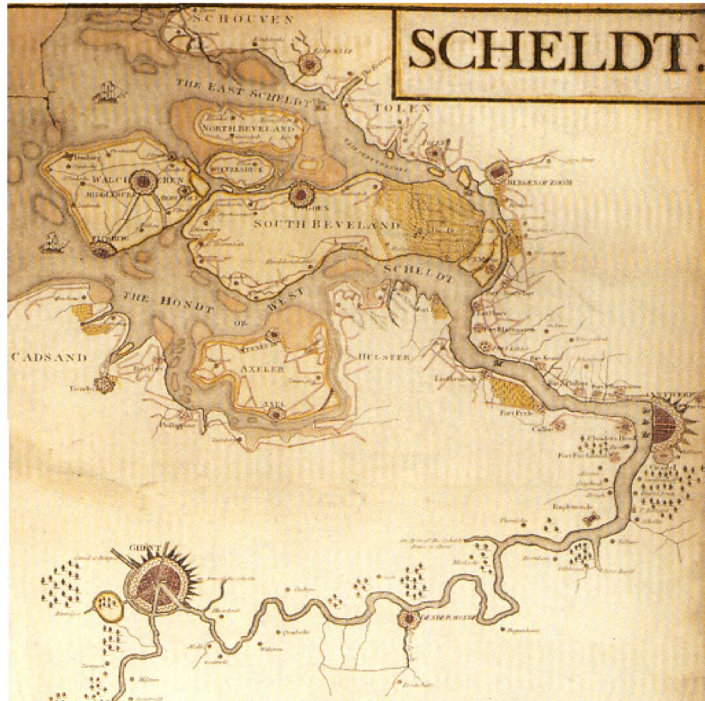


- De Schelde rivier mondde vroeger uit in de binnen-zee bij Antwerpen
- Tot +/- jaar 500 was er geen waarneembaar getijde in Antwerpen (fluviaal regime)
- Na een overgang tussen de jaren 500 en 1000 steeg de mariene invloed
- Hoogwater stijgt sneller dan de zeespiegel, terwijl laagwater daalt, dit alles omdat de geulen verruimen





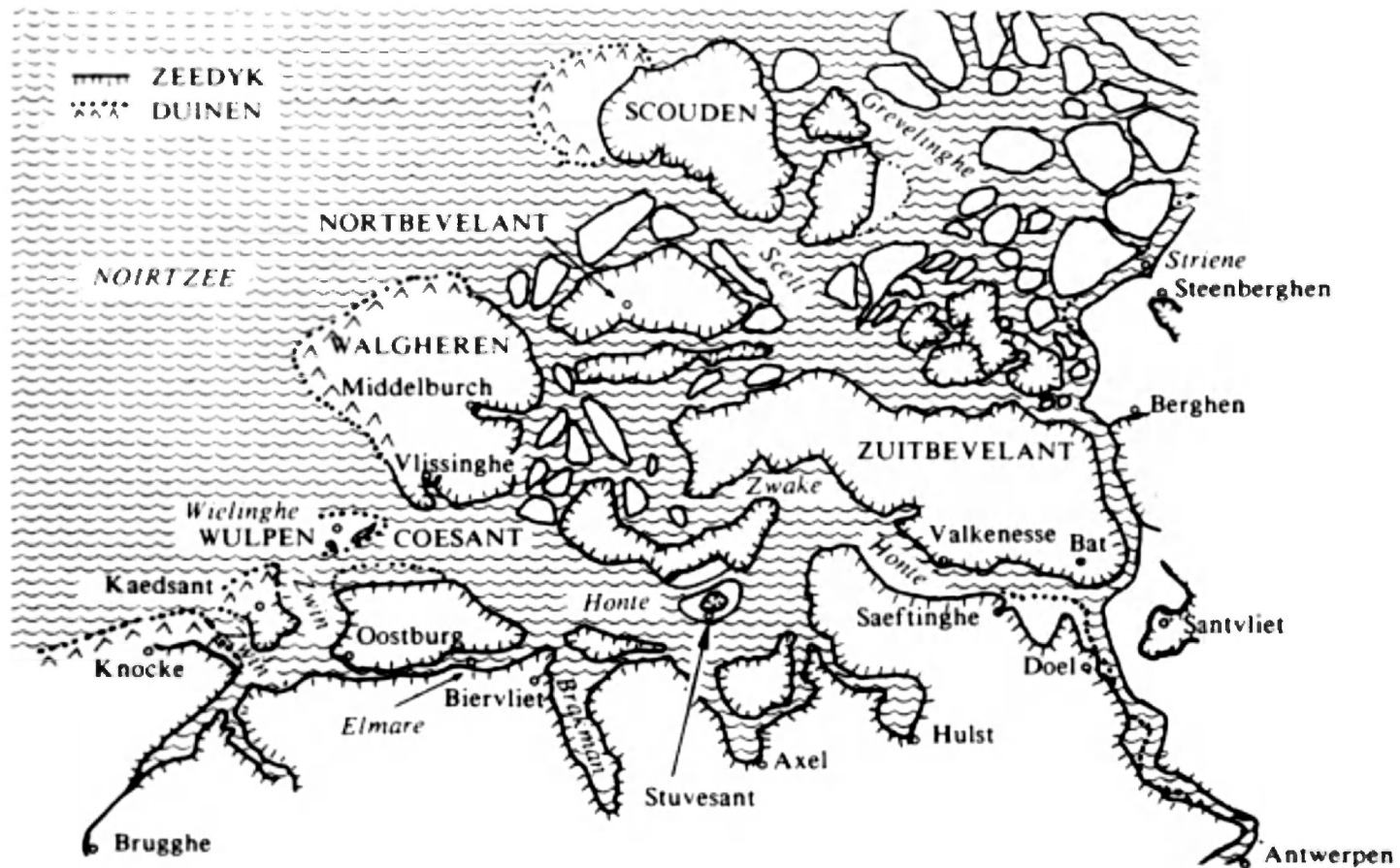
Hoe verandert de Schelde?



Waarom ziet de Schelde er anders uit na maar enkele eeuwen?
Hoe staat dat in verband met onze kust?
Is de Westerschelde nu morfologisch stabiel of niet?



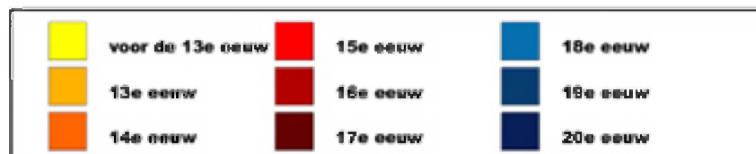
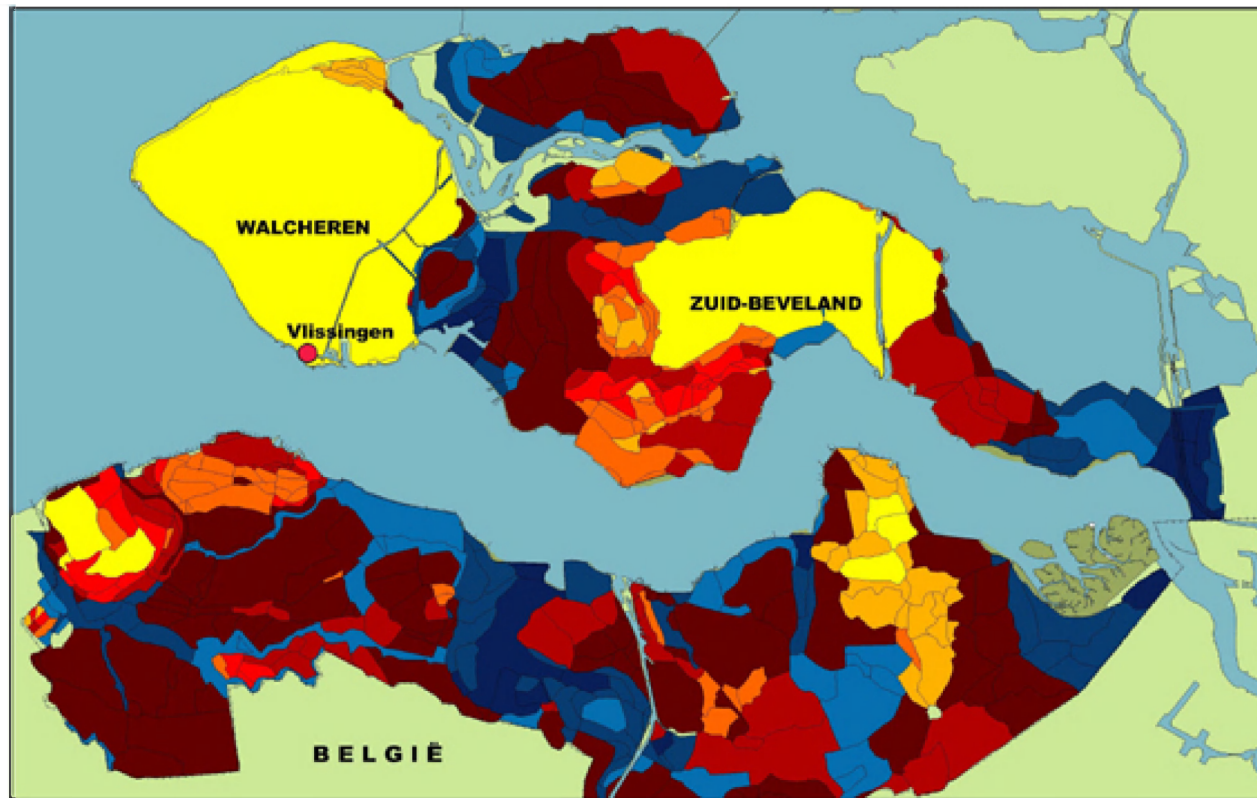
Situatie in de 14^{de} eeuw



De Schelde liep naar de Noordzee door de Oosterschelde



Invloed van landwinning



0 5 10 km

Landwinning is de grootste oorzaak van de morfologische veranderingen



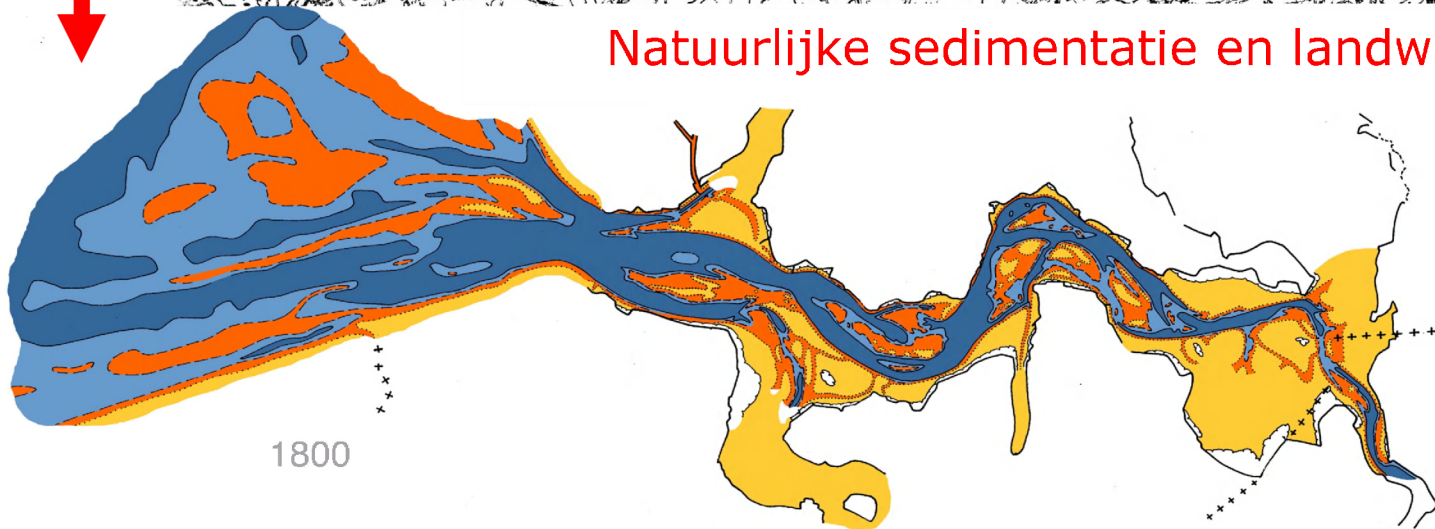
Evolutie 1636 - 1800



1636

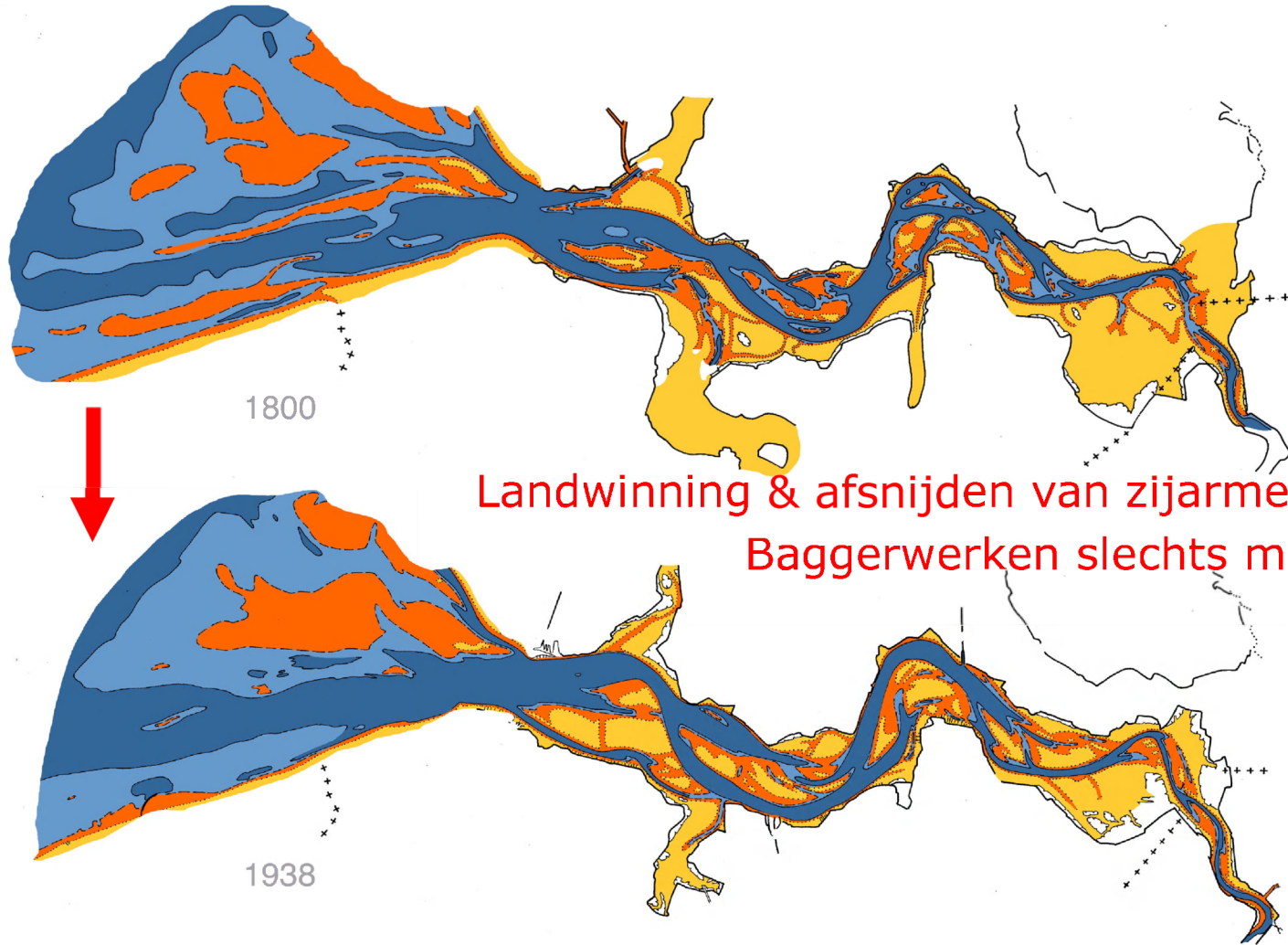


Natuurlijke sedimentatie en landwinning





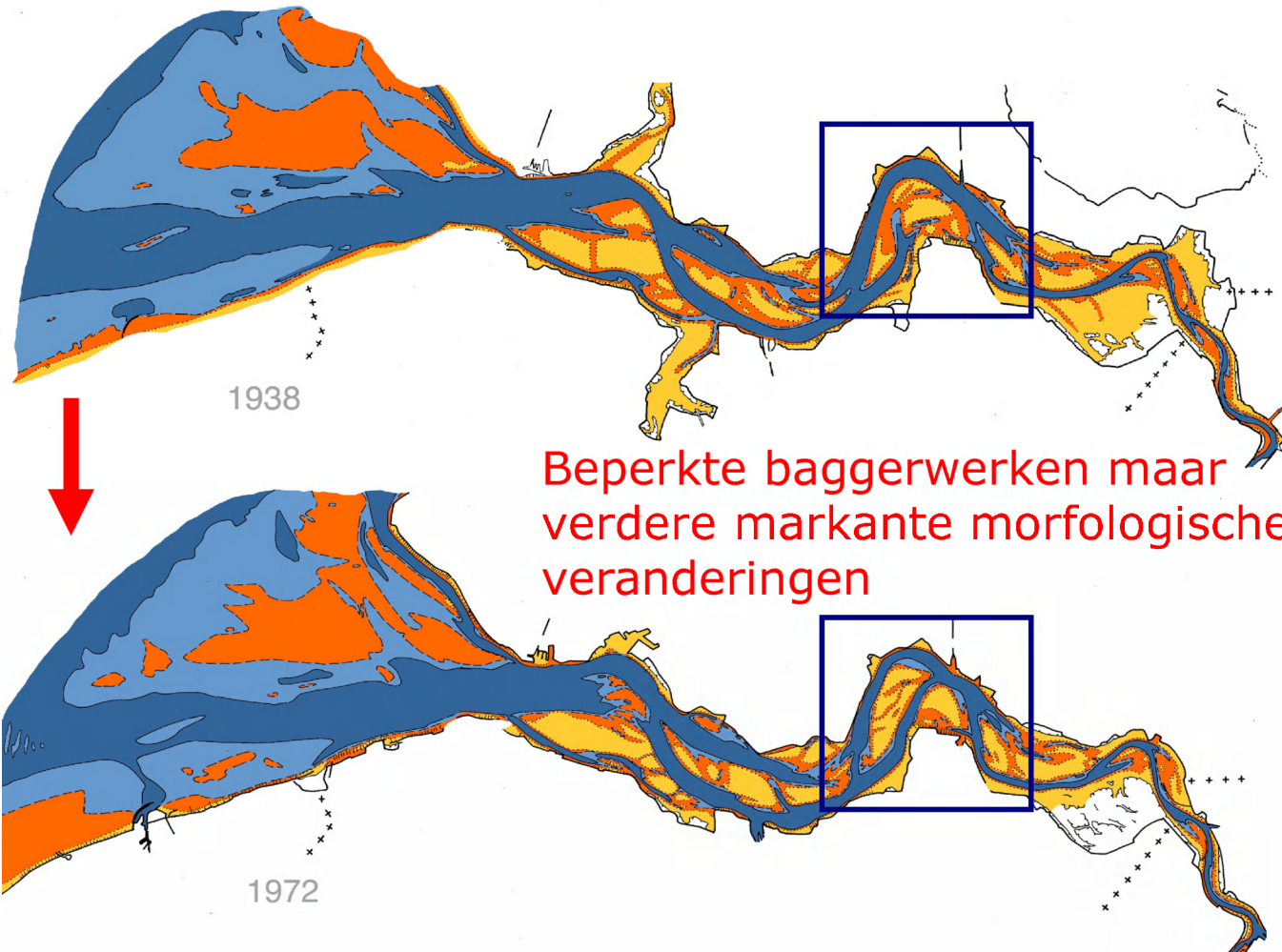
Evolutie 1800 - 1938



Landwinning & afsnijden van zijarmen
Baggerwerken slechts marginaal

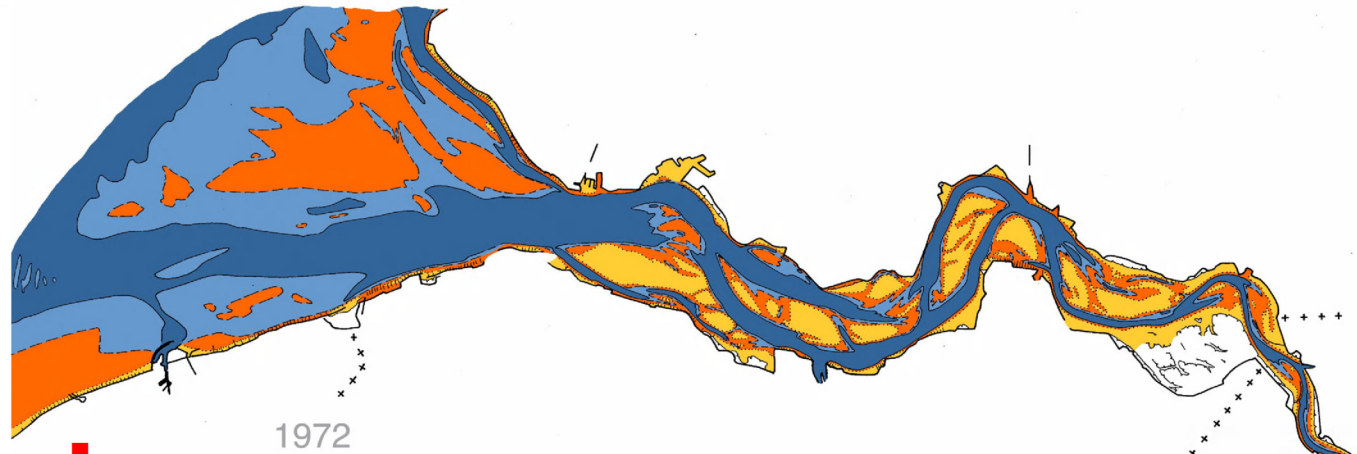


Evolutie 1938 - 1972





Evolutie 1972 - 1997



Baggeren en verdieping drempels
hadden slechts beperkte invloed op de
morfologie van de Westerschelde



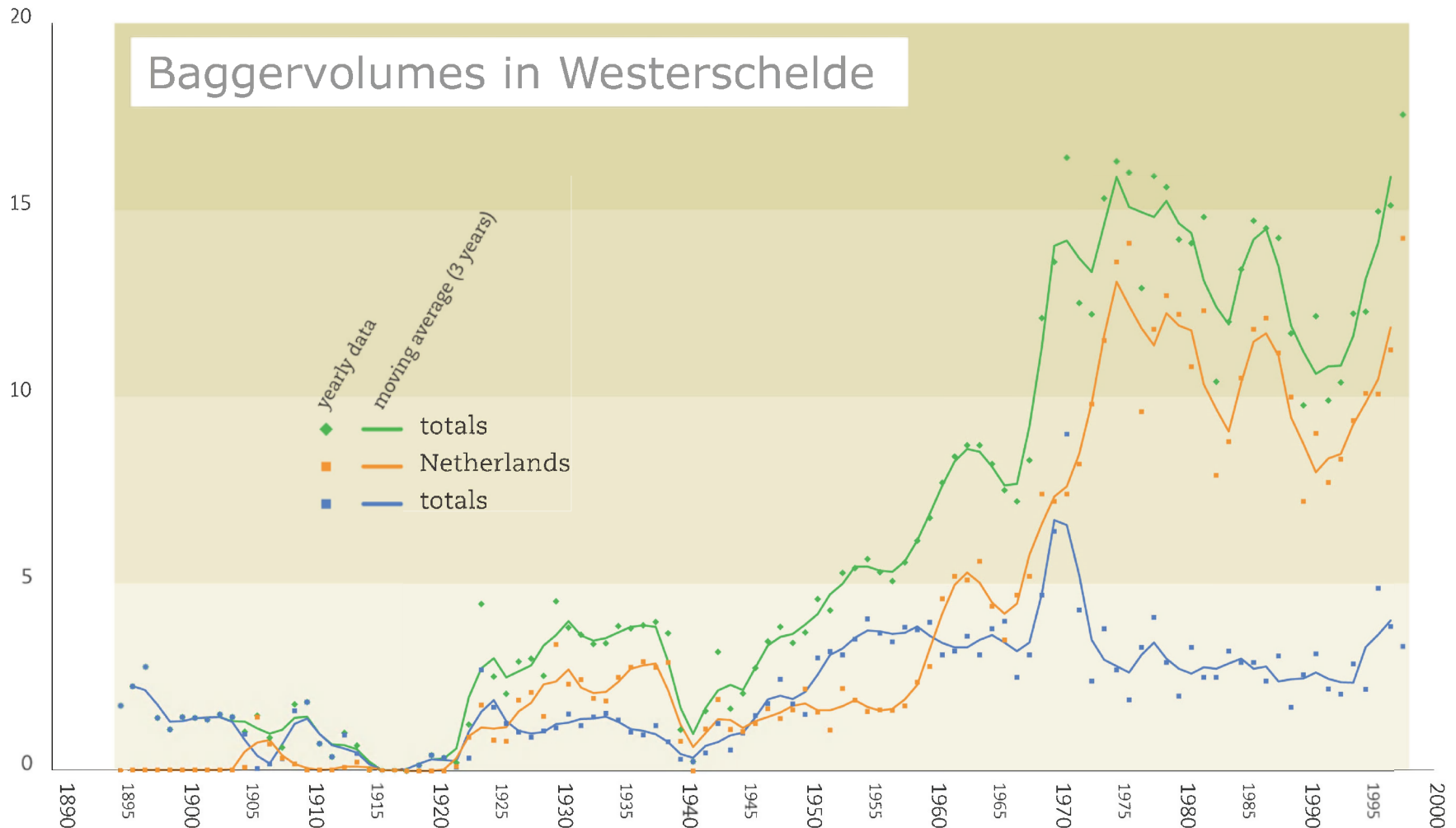
Toegankelijkheid havens



- De schurende werking van de getijden heeft de geulen in het Schelde-estuarium op natuurlijke wijze verder verruimd
- Vóór de eerste verdieping (1970-1975) was er maar een beperkte baggeractiviteit op de Westerschelde, tussen de grens en Vlissingen en het onderhoud van de vaargeul gebeurde vooral in de Beneden-Zeeschelde (België)
- Baggerwerken stegen na de jaren zestig voornamelijk in Nederland maar bleven tamelijk stabiel in Vlaanderen
- Na elke verdieping verminderde het onderhoudsbaggerwerk en dit heeft waarschijnlijk te maken met de morfologische aanpassing van geulen en zandbanken
- Door het toegenomen trafiek aan grotere containerschepen stegen de baggervolumina in Vlaanderen



Baggerwerken

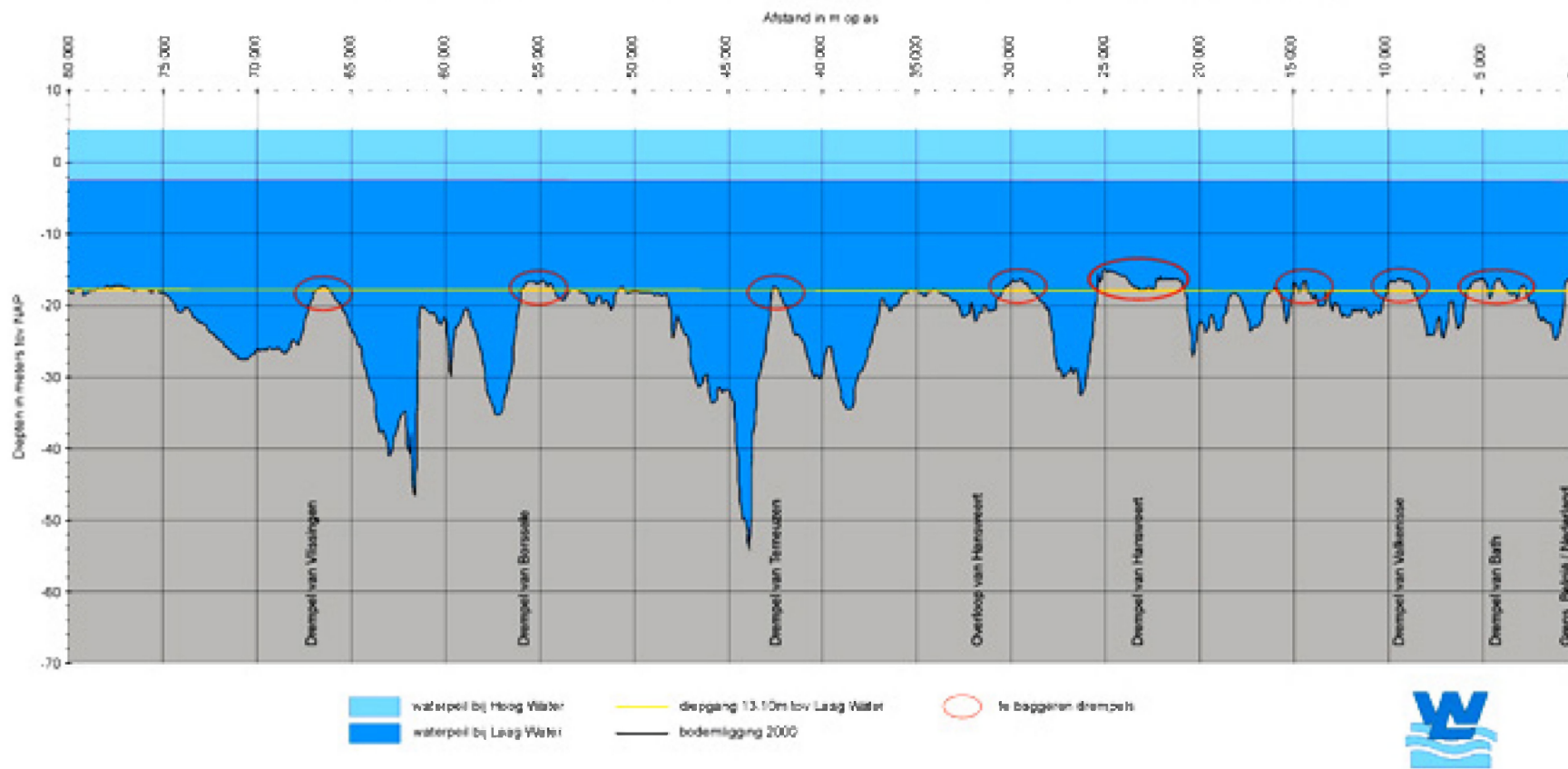




Baggerwerken



Hoofdvaarroute Westerschelde vanaf grens België/Nederland tot Noordzee (Wielingen)





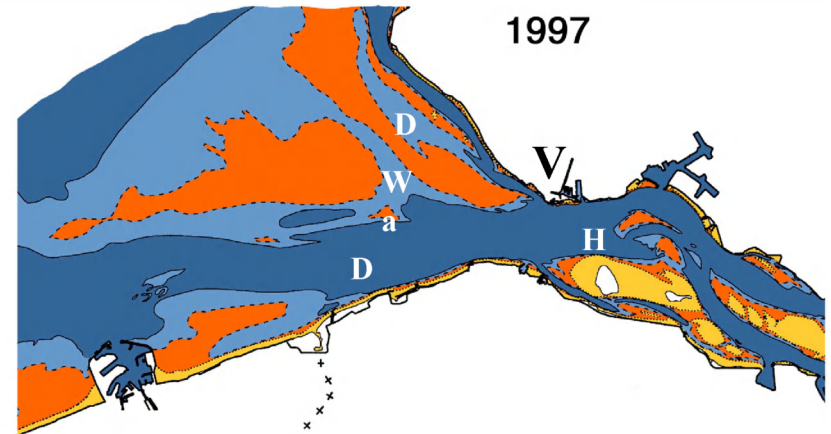
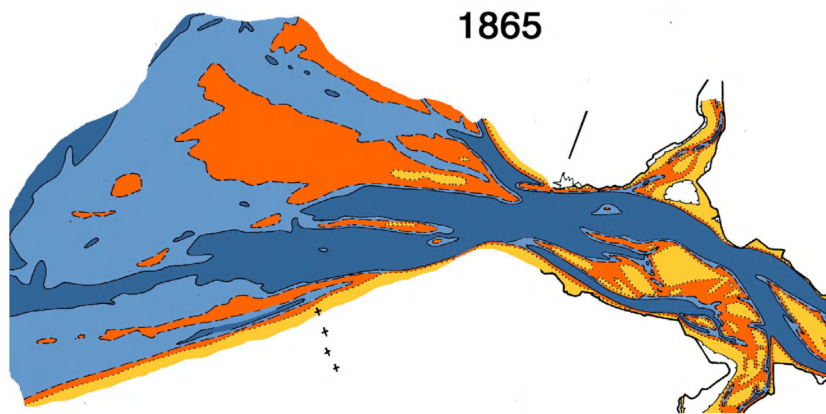
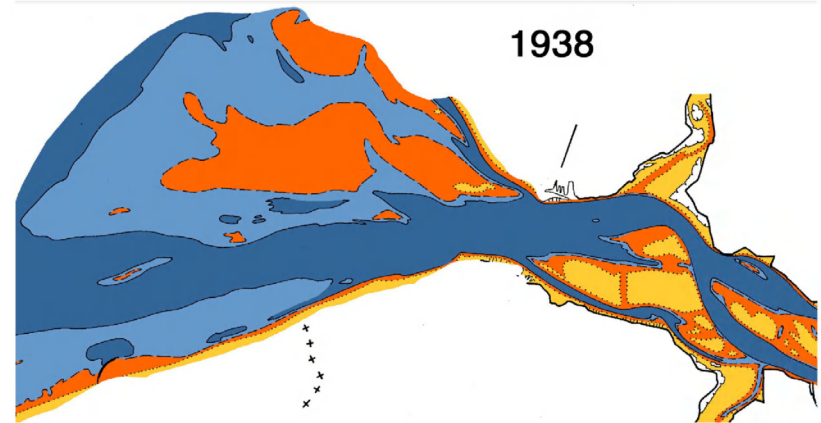
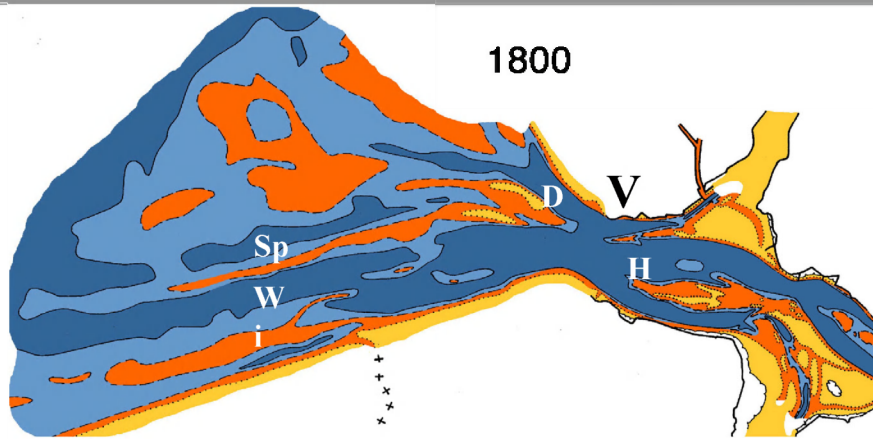
Toegankelijkheid havens



- Zeebrugge ligt in het mondinggebied op een arm van het Schelde-estuarium, waarin de vloed- en ebstromingen hebben gezorgd voor een natuurlijke verruiming
- De ontwikkeling van Zeebrugge noodzaakte het uitbaggeren van een artificieel kanaal (Pas van 't Zand) dwars door een zandbank
- De getijdenstromingen lopen dwars op deze pas die hierdoor niet op een natuurlijke manier wordt onderhouden
- De totale baggerinspanning in het mondinggebied (afwaarts Vlissingen) bedraagt per jaar +/- 4.5 miljoen kubieke meters slib, waarvan 2 miljoen in het Pas van 't Zand
- Ter vergelijking: in de Westerschelde werd in 2005 in het Nederlands en in het Vlaams gedeelte respectievelijk 6.5 en 3.8 miljoen kubieke meters gebaggerd, voornamelijk zand



Evolutie monding (1800 - 1997)



De veranderingen in de Westerschelde hebben verband met deze in de monding en kuststreek



Besluiten



- De toegankelijkheid van onze havens houdt verband met de zeespiegelstijging tijdens het Holocene en de daarop volgende aanpassing van onze kust en Schelde-estuarium
- De historische ontwikkeling van de Antwerpse Haven gebeurde dank zij de morfologische veranderingen in het Schelde-estuarium, deels natuurlijk en deels antropogeen
- De toegang tot de Haven van Zeebrugge is mogelijk via de geul Scheur West en door een onnatuurlijke doorsteek Pas van 't Zand



Kaart kust 1866

