



## een andere kijk op klimaatadaptatie

Jan Mulder

24 mei 2011

# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant

## Observed changes

"Warming of the climate system is unequivocal, as is now evident from observations of increases in global average air and ocean temperatures, widespread melting of snow and ice, and rising global average sea level."

## Five reasons for concern

Risks to unique and threatened systems, such as polar or high mountain ecosystems, coral reefs and small islands.

Risks of extreme weather events, such as floods, droughts and heatwaves.

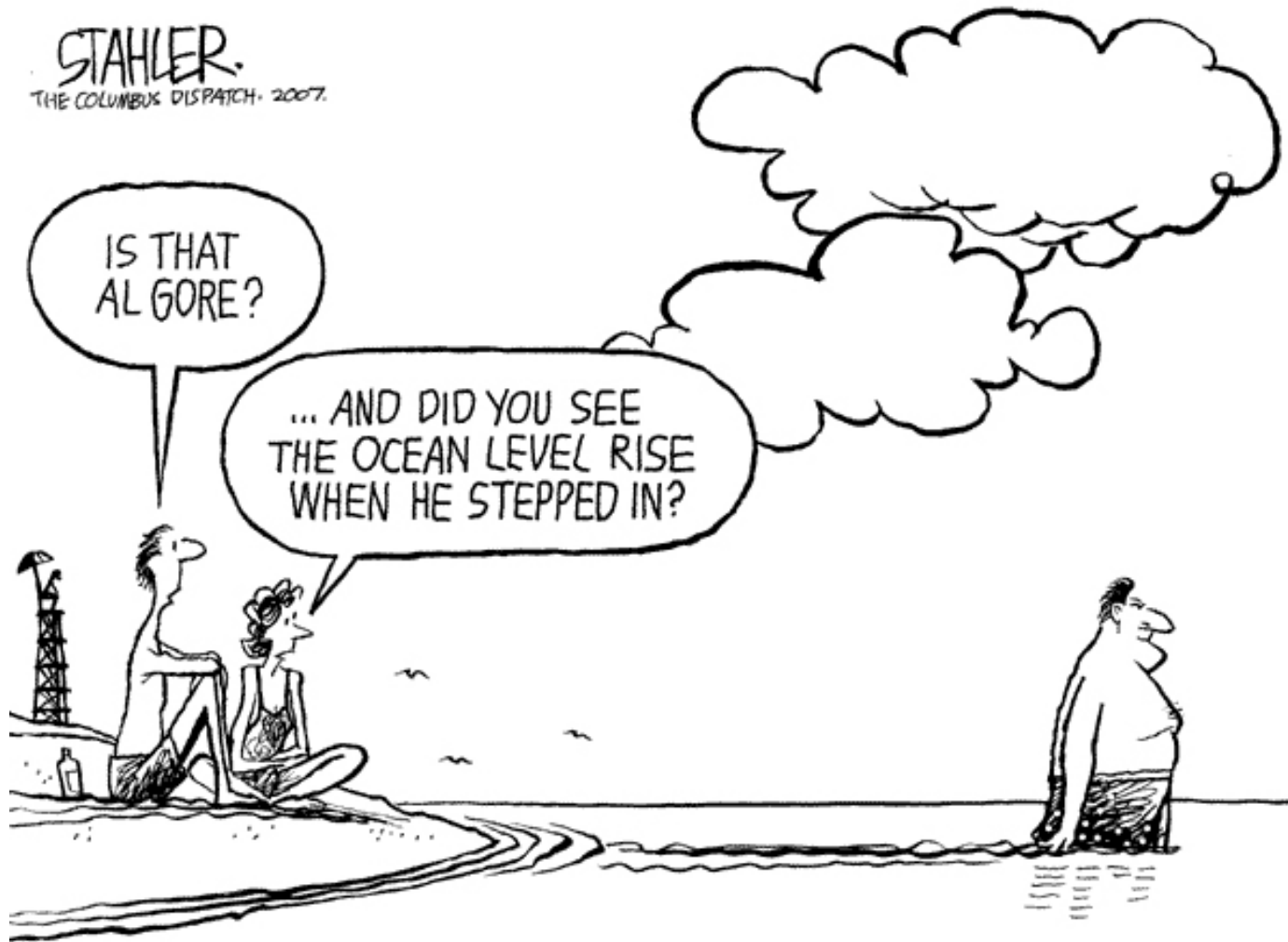
Distribution of impacts - the poor and the elderly are likely to be hit hardest, and countries near the equator, mostly the poor in Africa and Asia, generally face greater risks such as of desertification or floods.

Overall impacts - there is evidence since 2001 that any benefits of warming would be at lower temperatures than previously forecast and that damages from larger temperature rises would be bigger.

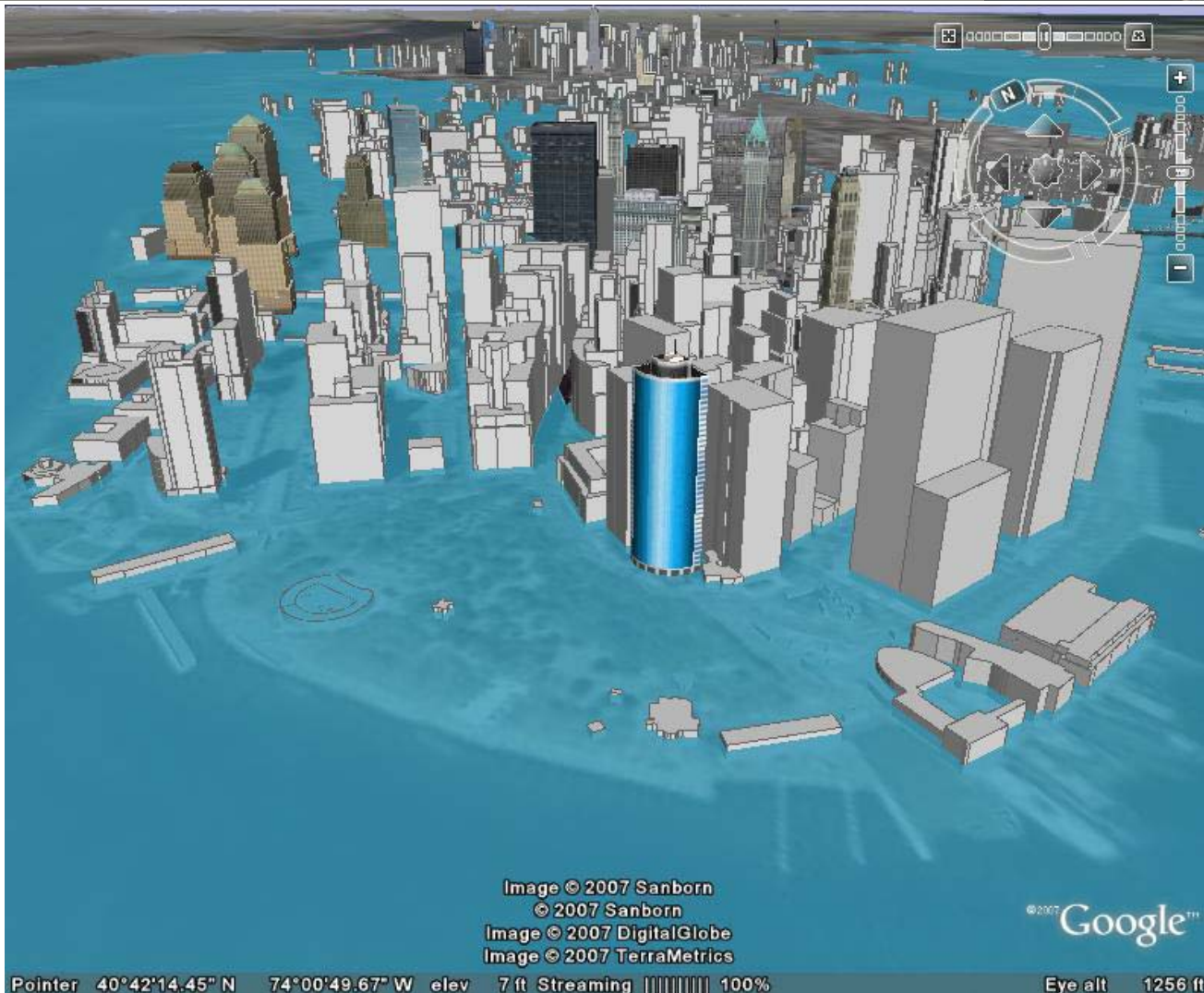
Risks of "large-scale singularities", such as rising sea levels over centuries; contributions to sea level rise from Antarctica and Greenland could be larger than projected by ice sheet models.



# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant

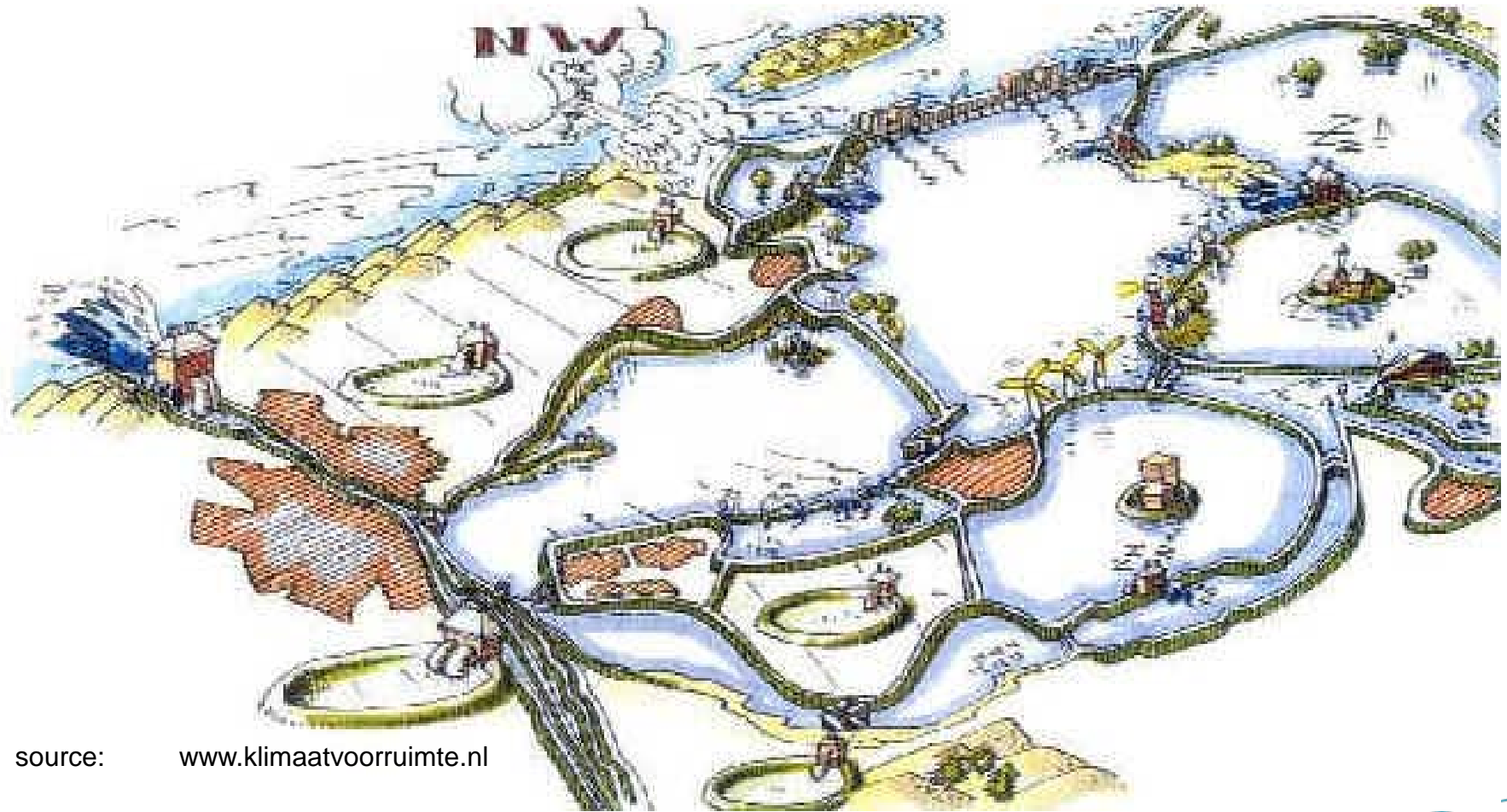


# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant





# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant



source: [www.klimaatvoorruijnte.nl](http://www.klimaatvoorruijnte.nl)



# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant





# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant



## Samen *werken* met **water**

Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst

Bevindingen van de Deltacommissie 2008





# Klimaatverandering: WATER perspectief dominant



2009 - 2015

## Nationaal Waterplan



Bredene\_110524

# Klimaatverandering: **WATER** perspectief dominant

maar ....

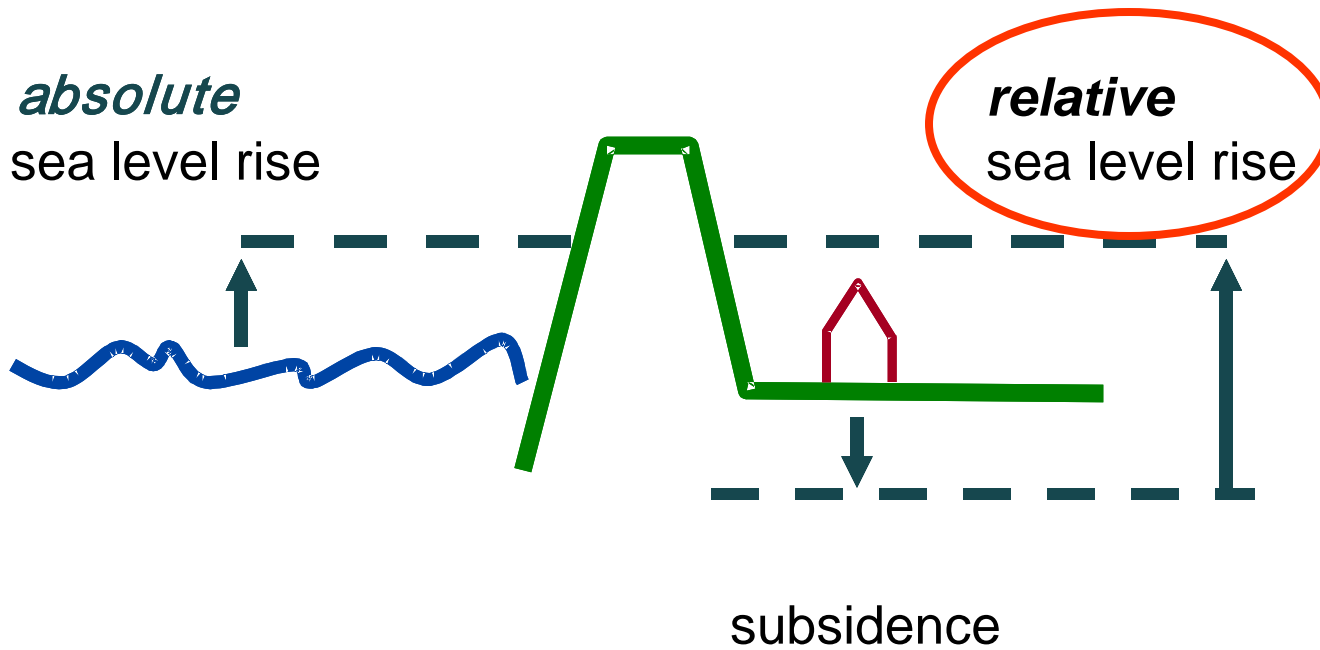


*te veel water ?*

*of*

*te weinig zand ?*

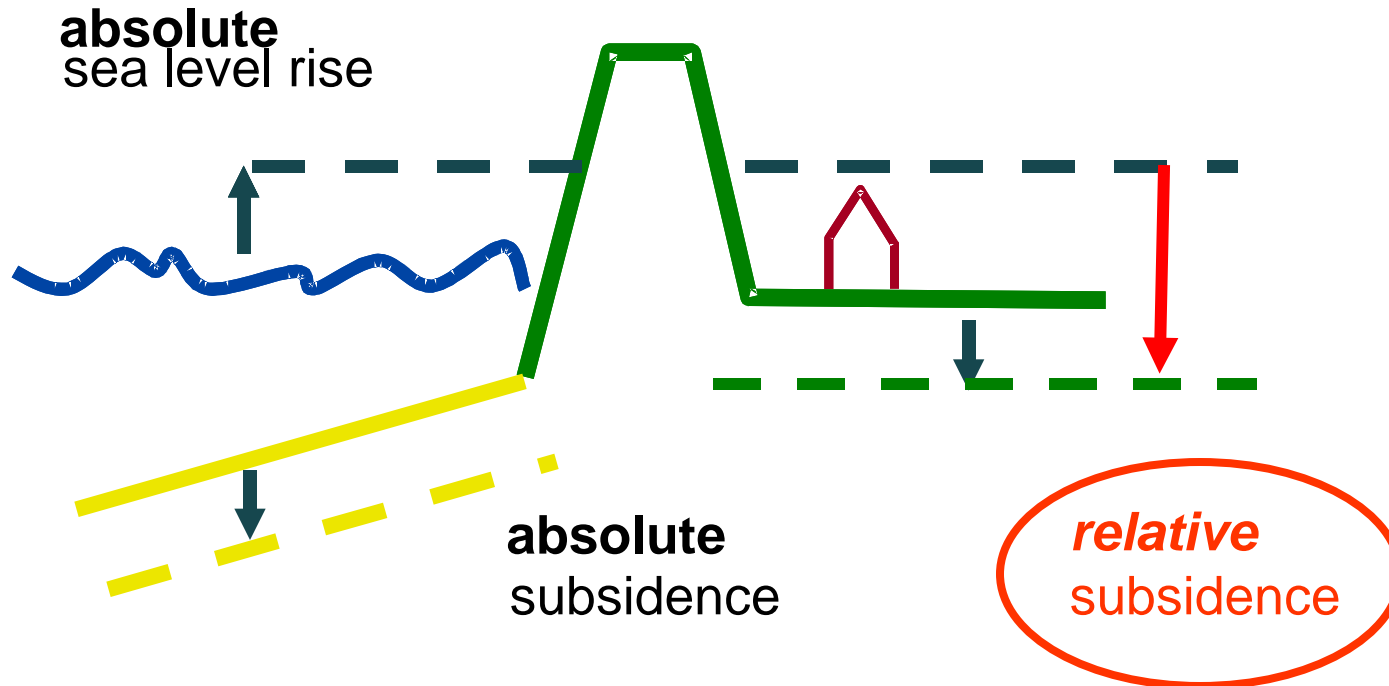
# WATER perspectief : probleem is WATER probleem



bron: KNMI (2006)



# BODEM perspectief : probleem is BODEM probleem





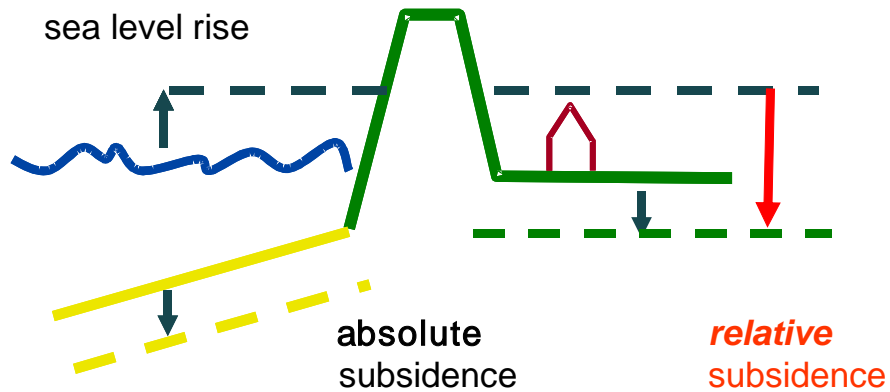
# **Zeespiegelstijging ? Zand erover !**

**een andere kijk op klimaatadaptatie**

Jan Mulder

24 mei 2011

# kustontwikkeling: vraag en aanbod van sediment



*geologische benadering:*

relatieve bodemdaling = bergingsruimte  
sediment transport door rivier en uit zee

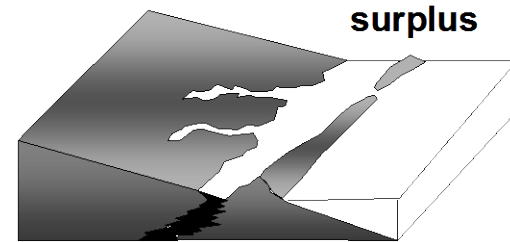
= sediment **VRAAG**


= sediment **AANBOD**

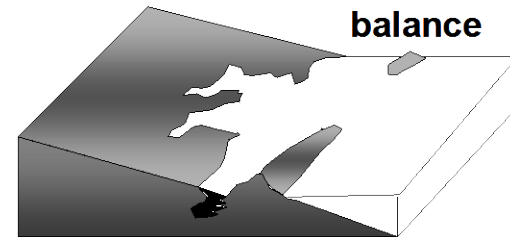
\_\_\_\_\_ +  
kustontwikkeling




# vraag en aanbod van sediment



demand < supply 



demand = supply 



demand > supply 

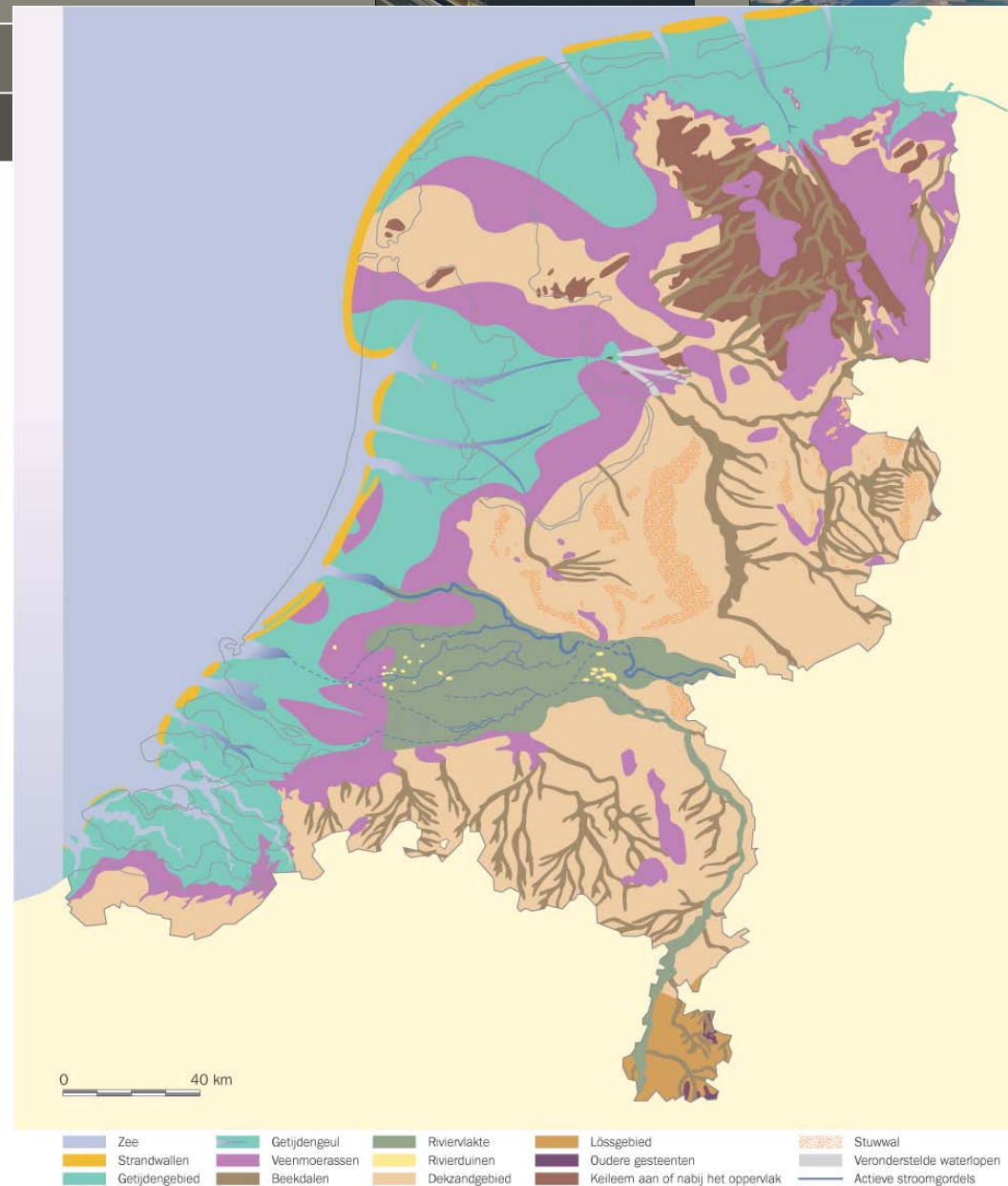
after: Nichols et al., 1989

# Paleo-geografie NL

c. 5000 BP

- *vraag > aanbod*
- *sediment tekort*
- terugtrekkende kust

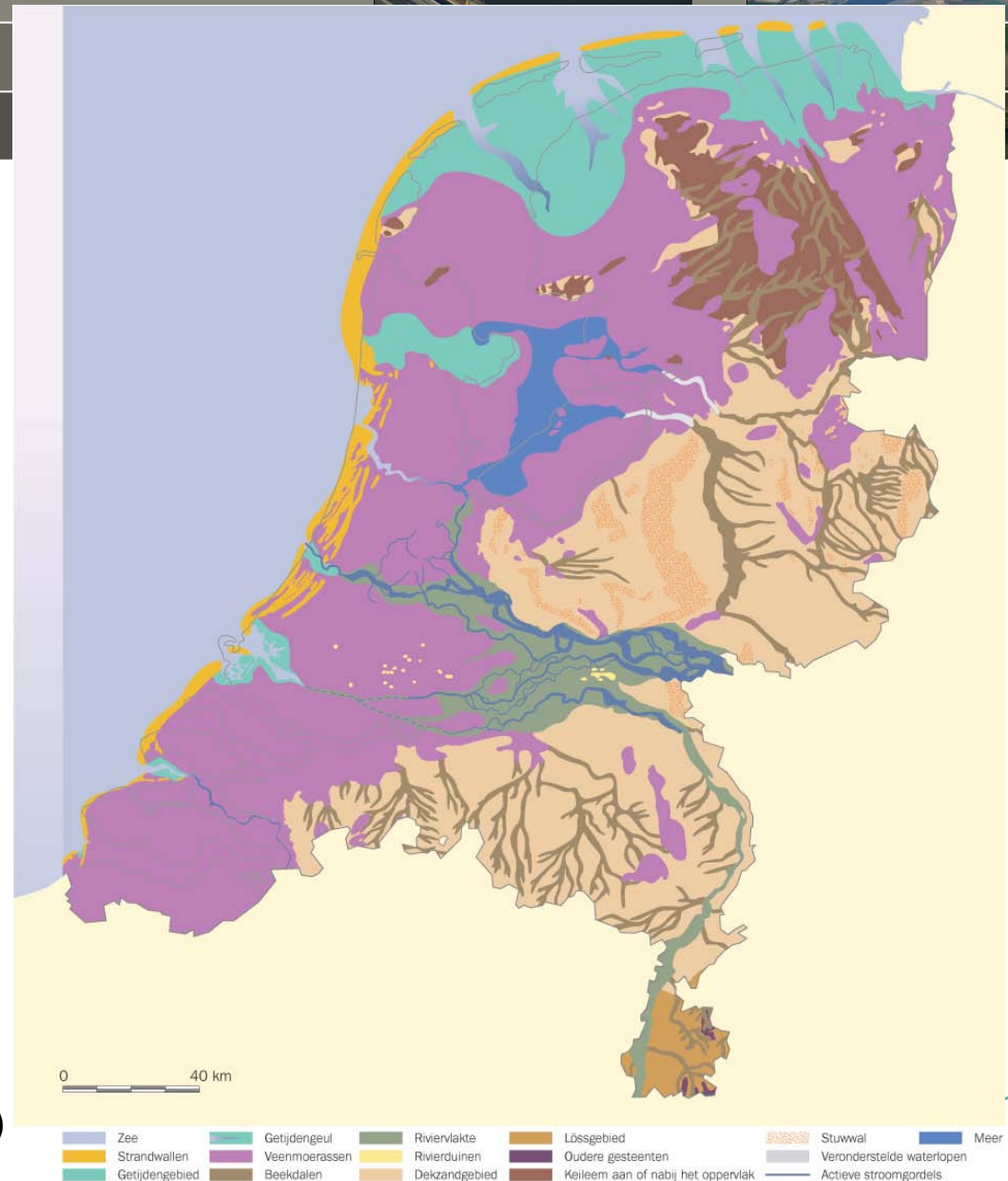
( Westerhoff et al., 2003)



# Paleo-geografie NL

ca. 2600 BP

- *vraag < aanbod*
- *sediment overschot*
- uitbouwende kust



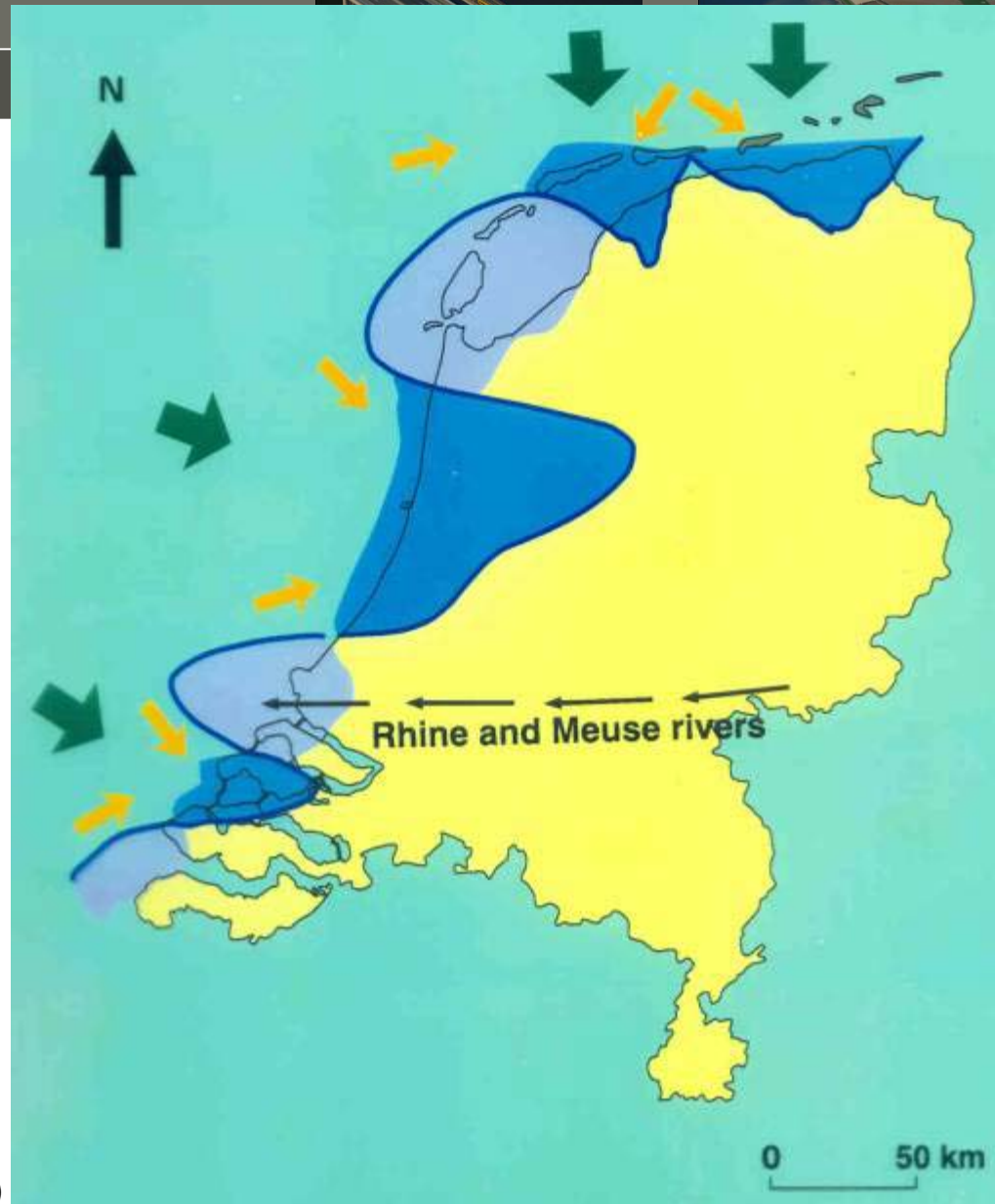


## 1. bronnen

bronnen:

- Noordzee bodem
- Pleistocene afzettingen
- Rivieren
- Omwerking kustafzettingen

(van der Spek, 1995; Beets en van der Spek, 2000)

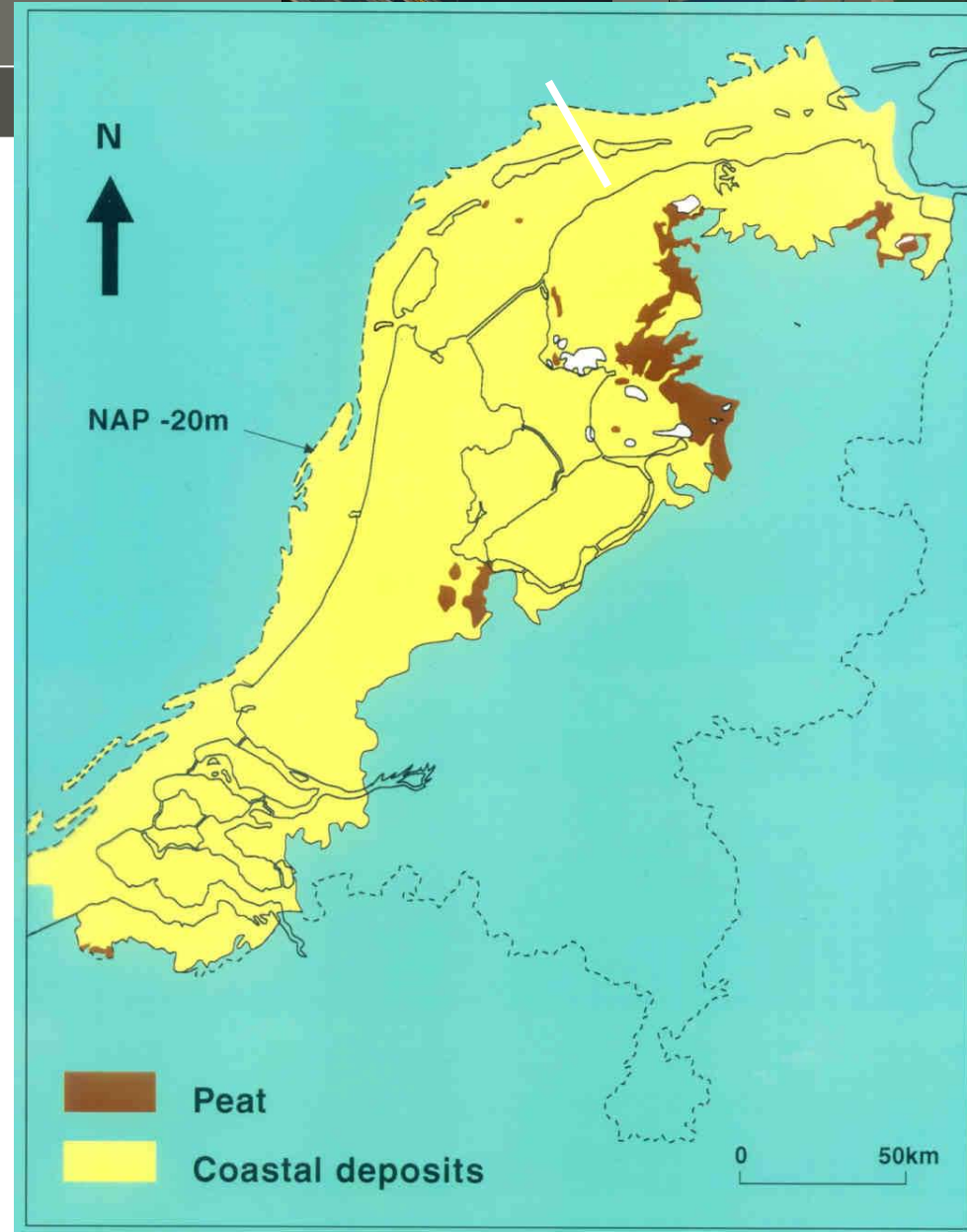


## 2. putten

kustvlakte:

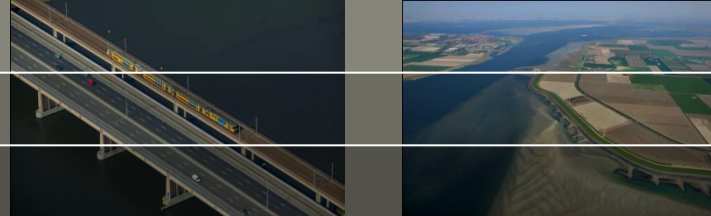
- getijde bekkens
- estuaria
- strandwallen

(van der Spek, 1995; Beets en van der Spek, 2000)



# Holocene sediment balans

## *Opvulling in de tijd*



period	percentage	volume (billion m <sup>3</sup> )	volume / yr (million m <sup>3</sup> )
--------	------------	-------------------------------------	------------------------------------------

---

**Atlantic**  
(8000-5000 BP)

60 %

136

41

**Subboreal**  
(5000-2900 BP)

30 %

67

27

**Subatlantic**  
(since 2900 BP)

10 %

23

7

---

(van der Spek, 1995; Beets en van der Spek, 2000)



sediment  
aanbod  
verwaarloosbaar  
!!!

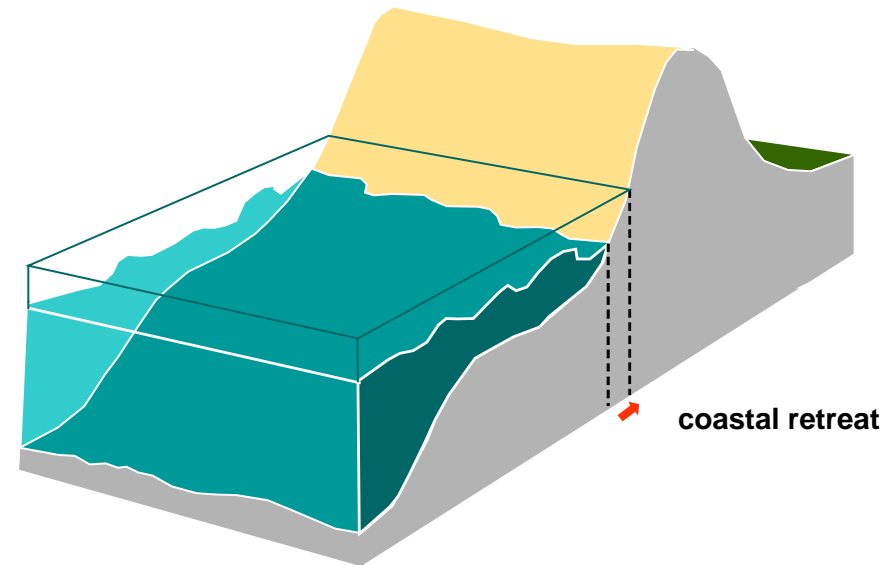
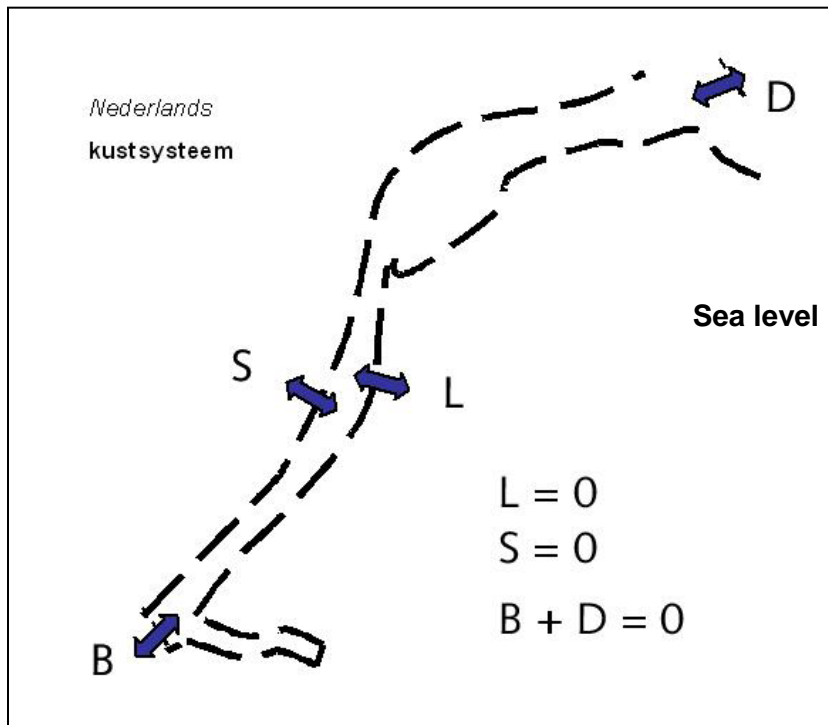
**Deltares**



# vraag en aanbod van sediment NL kust

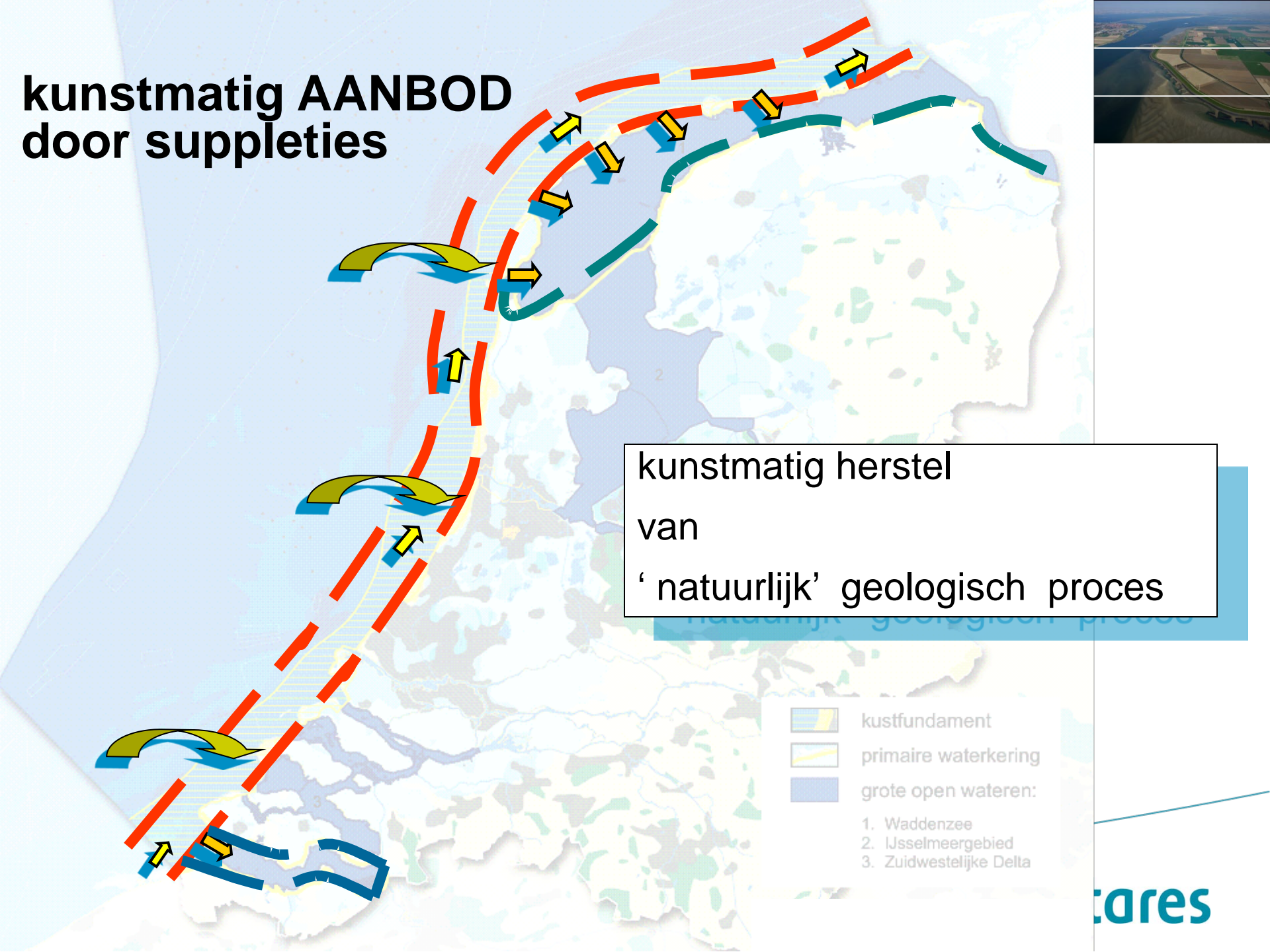
AANBOD is verwaarloosbaar

VRAAG evenredig aan zeespiegelstijging



7 miljoen m<sup>3</sup>  
per mm zeespiegelstijging

# kunstmatig AANBOD door suppleties



kunstmatig herstel van 'natuurlijk' geologisch proces

- kustfundament
- primaire waterkering
- grote open wateren:
  1. Waddenzee
  2. IJsselmeergebied
  3. Zuidwestelijke Delta

# Samen *werken* met **sediment**

Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst

Bevindingen van de Deltacommissie 2008

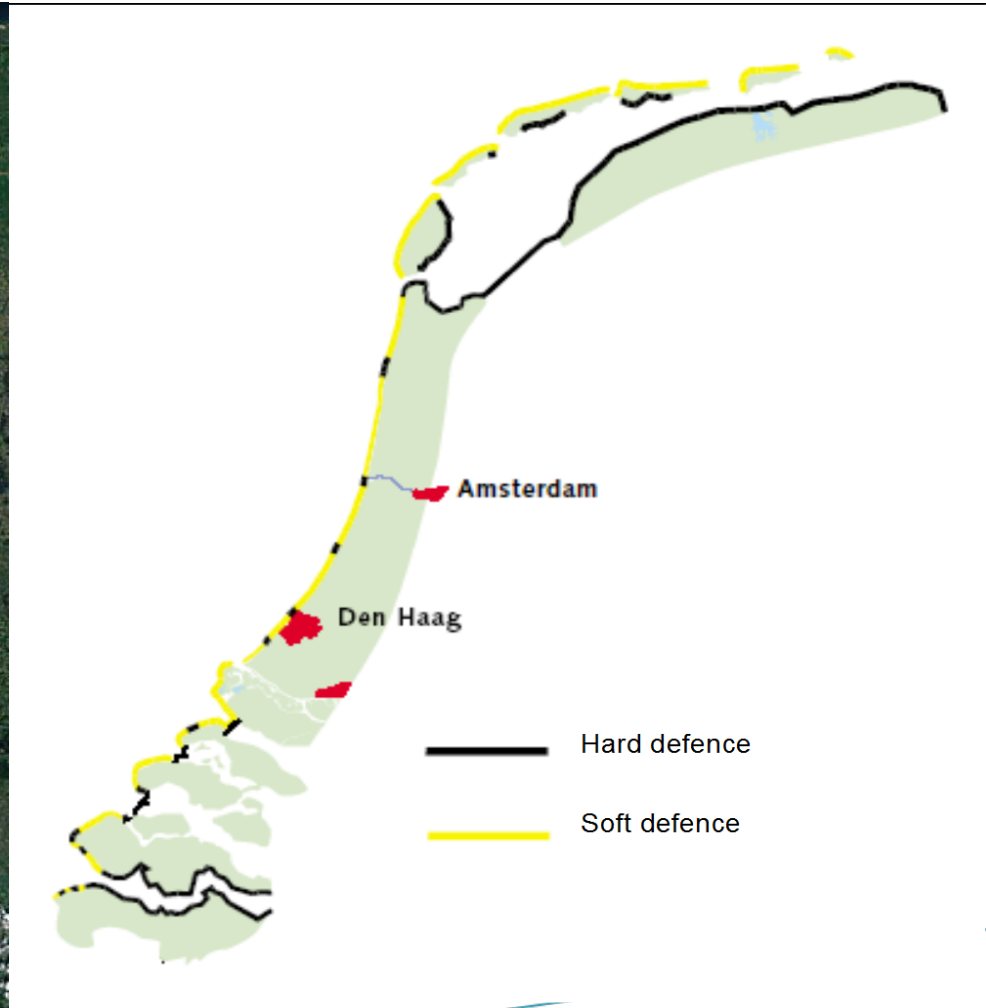




# NL kust is zand



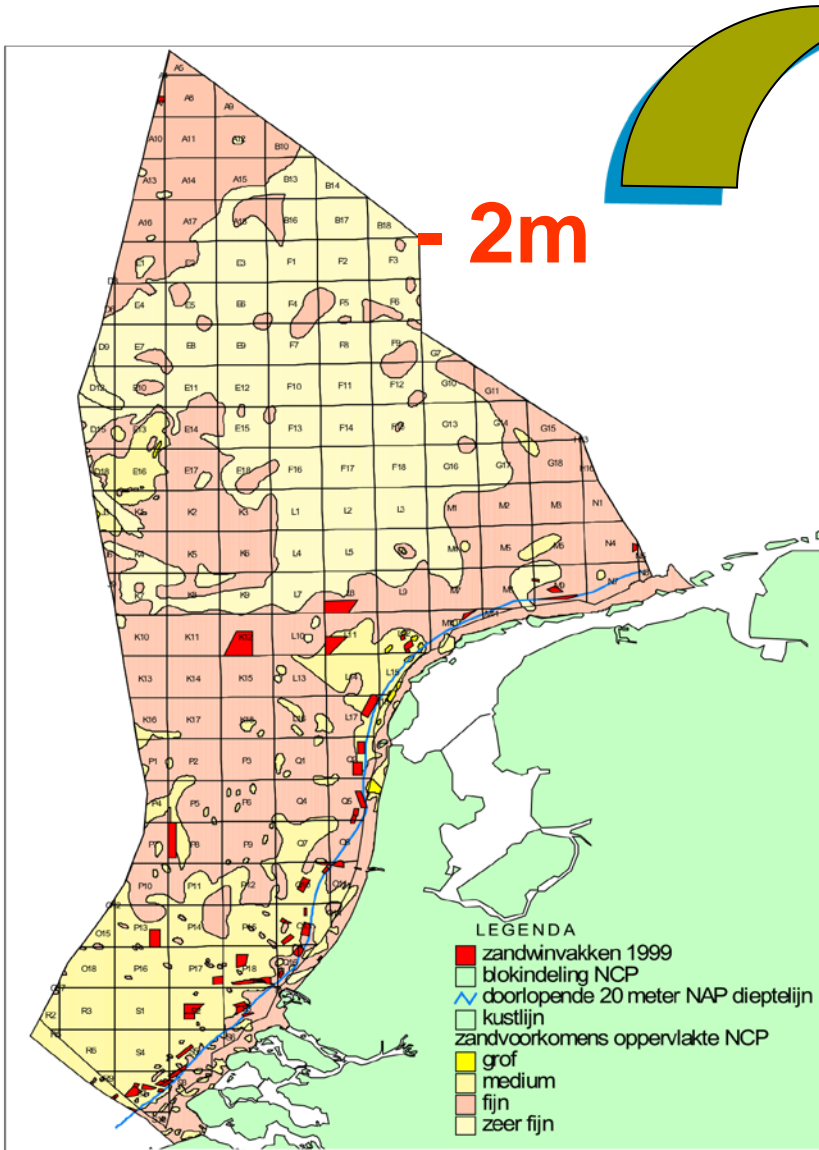
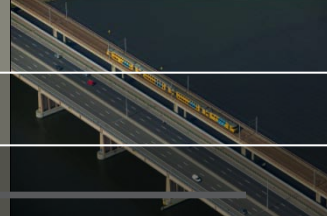
# Zand : belangrijkste kustverdediging



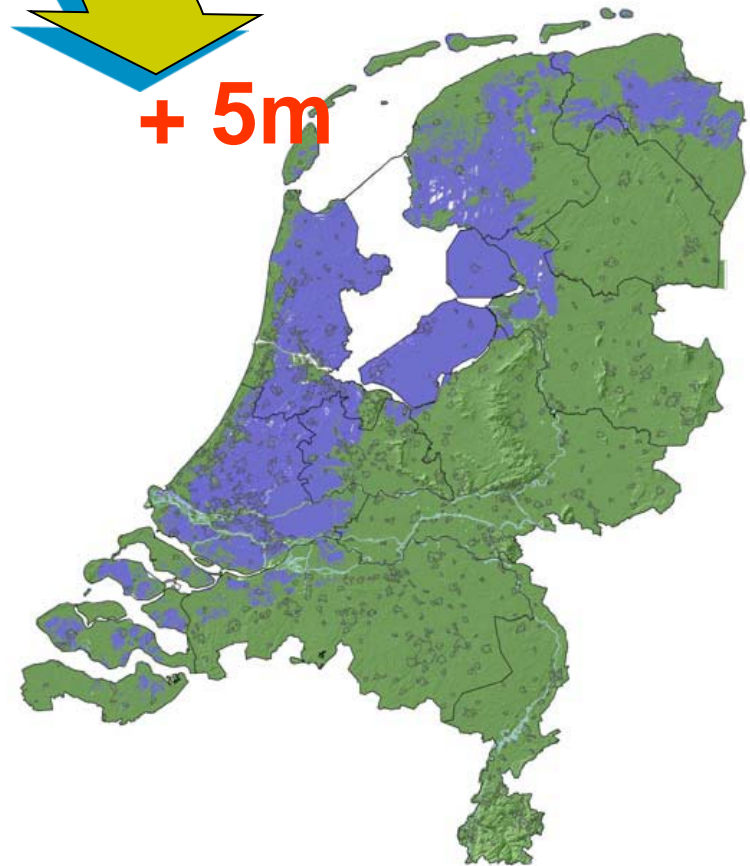




# Noordzee: volop zand!



Bodemhoogtebestand Nederland (AHN)  
ter NAP kaart



Schaal 1: 1.500.000



# samen werken met zand



## Meegroeien met zeespiegel:

Zeespiegelstijging 18 60 85 cm/eeuw

Kustfundament +7 +23 +33

Waddenzee +4,5 +15 +21

Westerschelde +0,5 +1,7 +2,4

---

**totaal**

suppletievolume 12 40 57 Mm<sup>3</sup>/jaar

# meegroeien met de zeespiegel



Theorie

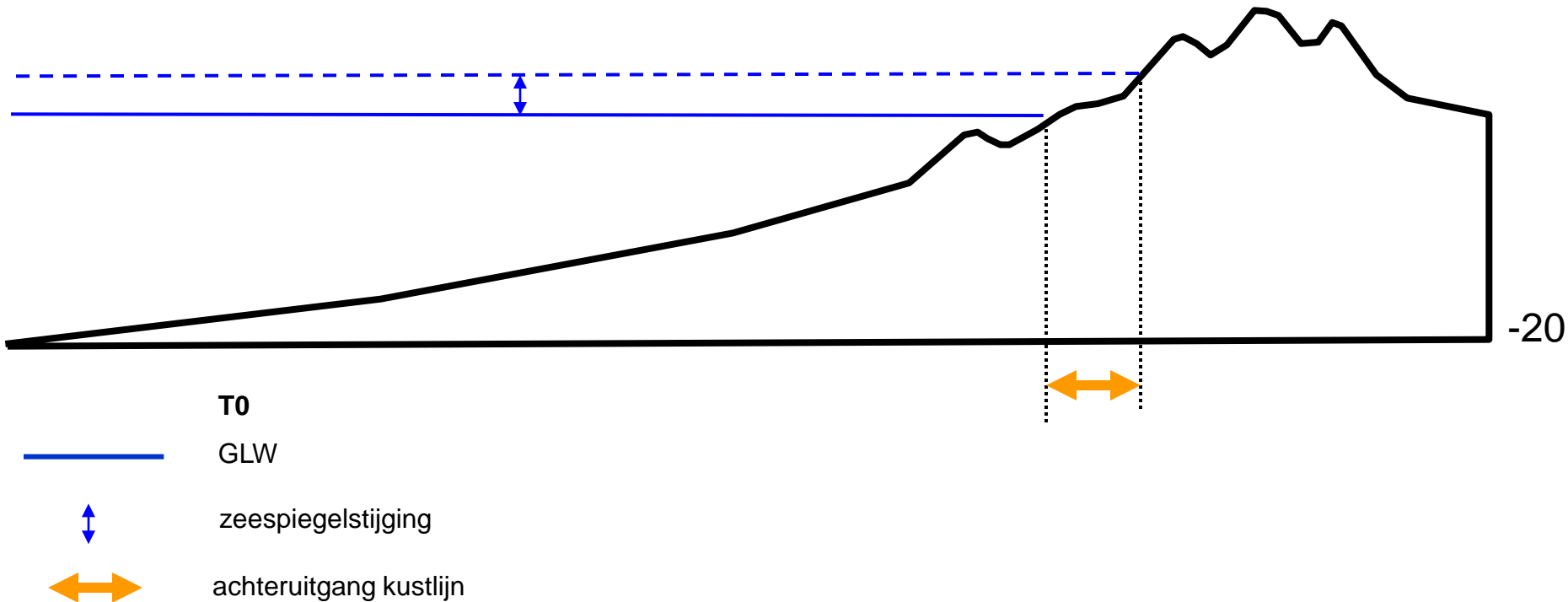
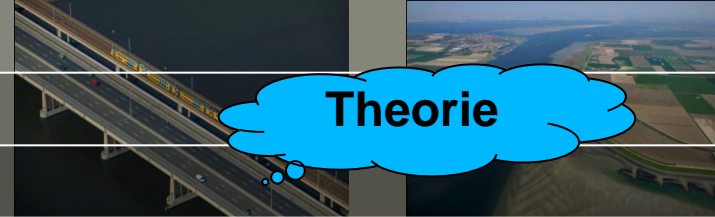
en

praktijk

zeespiegelstijging :

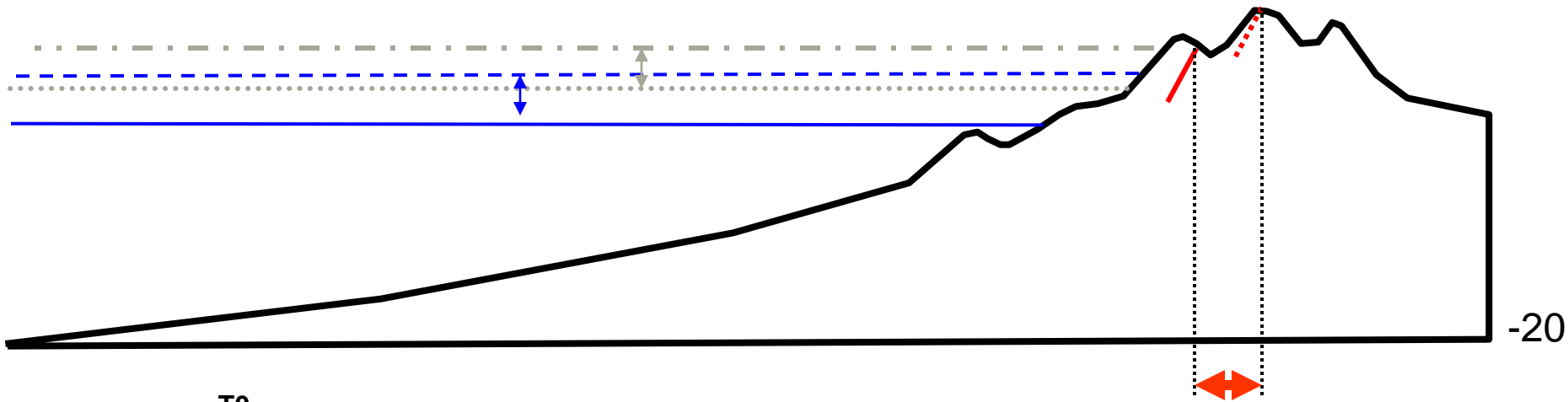
# achteruitgang kustlijn

schematische dwarsdoorsnede kustfundament



# landwaartse verplaatsing afslaglijn

schematische dwarsdoorsnede kustfundament



T0

GLW



zeespiegelstijging



stormvloedpeil



stijging stormvloedpeil



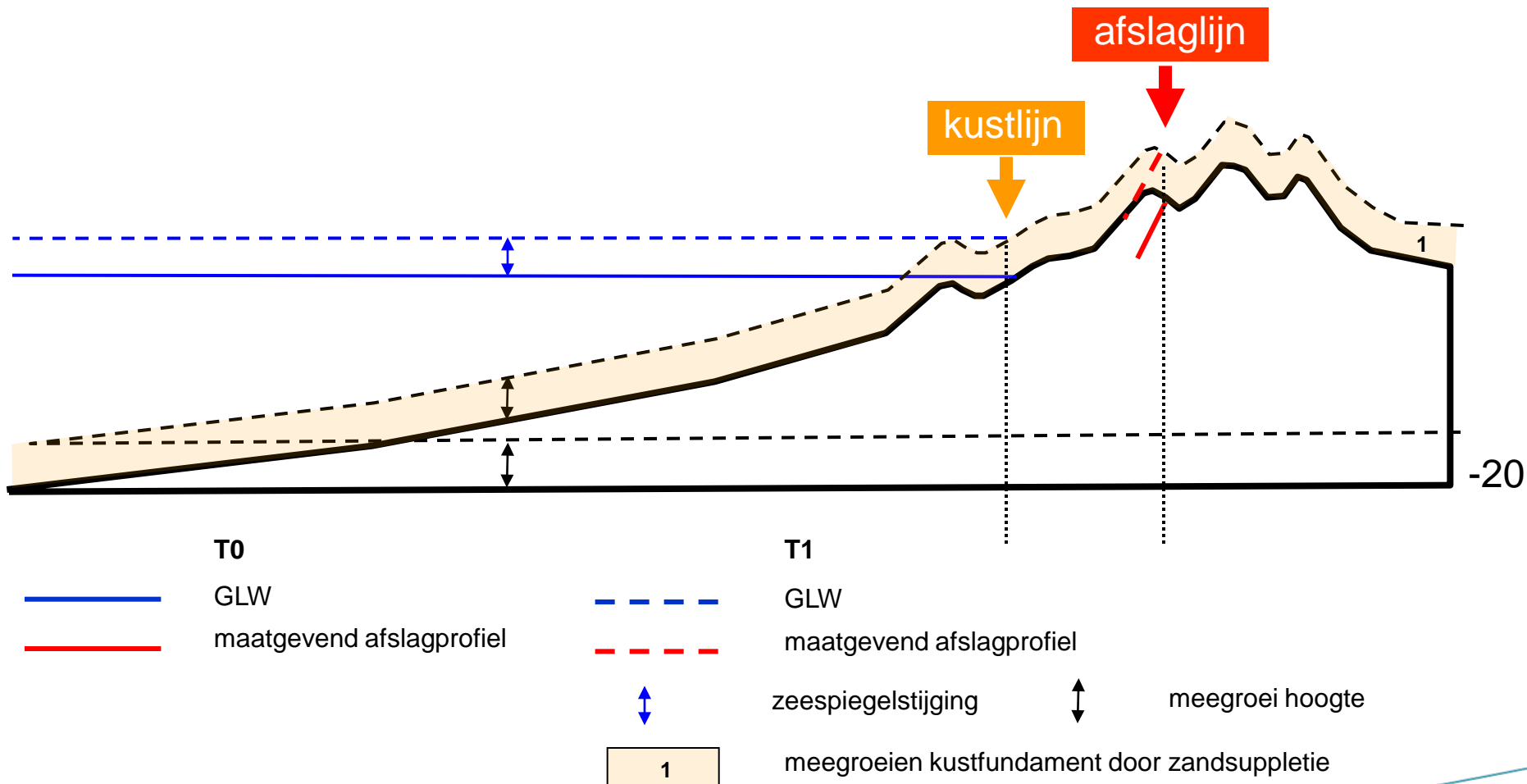
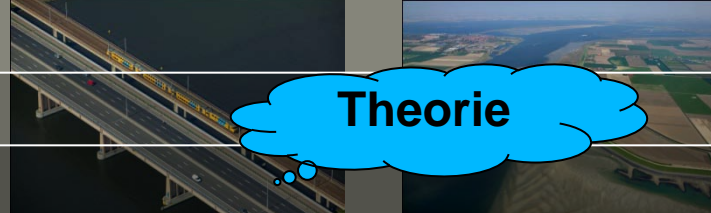
maatgevend afslagprofiel

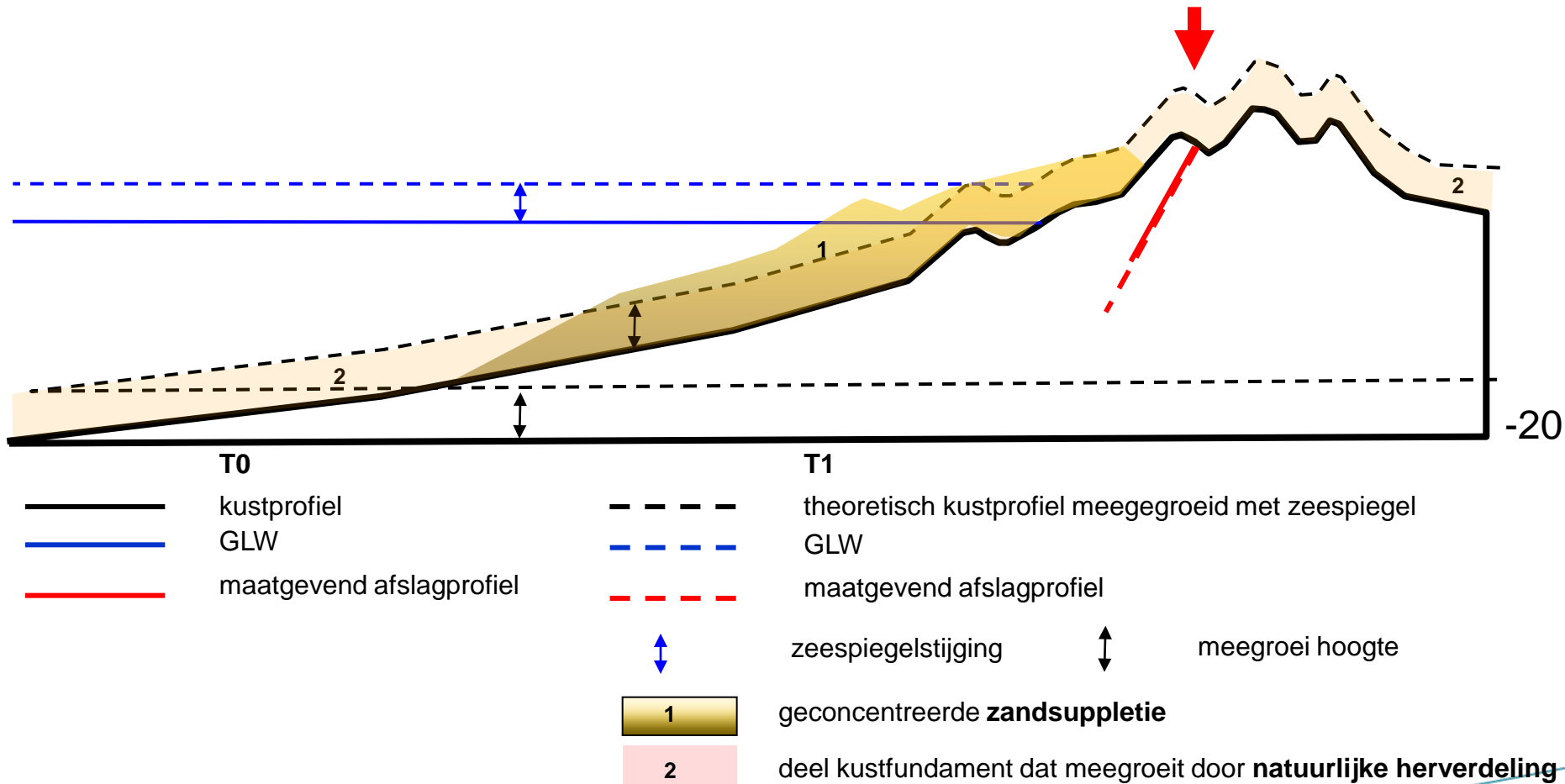


landwaartse verplaatsing maatgevend afslagprofiel



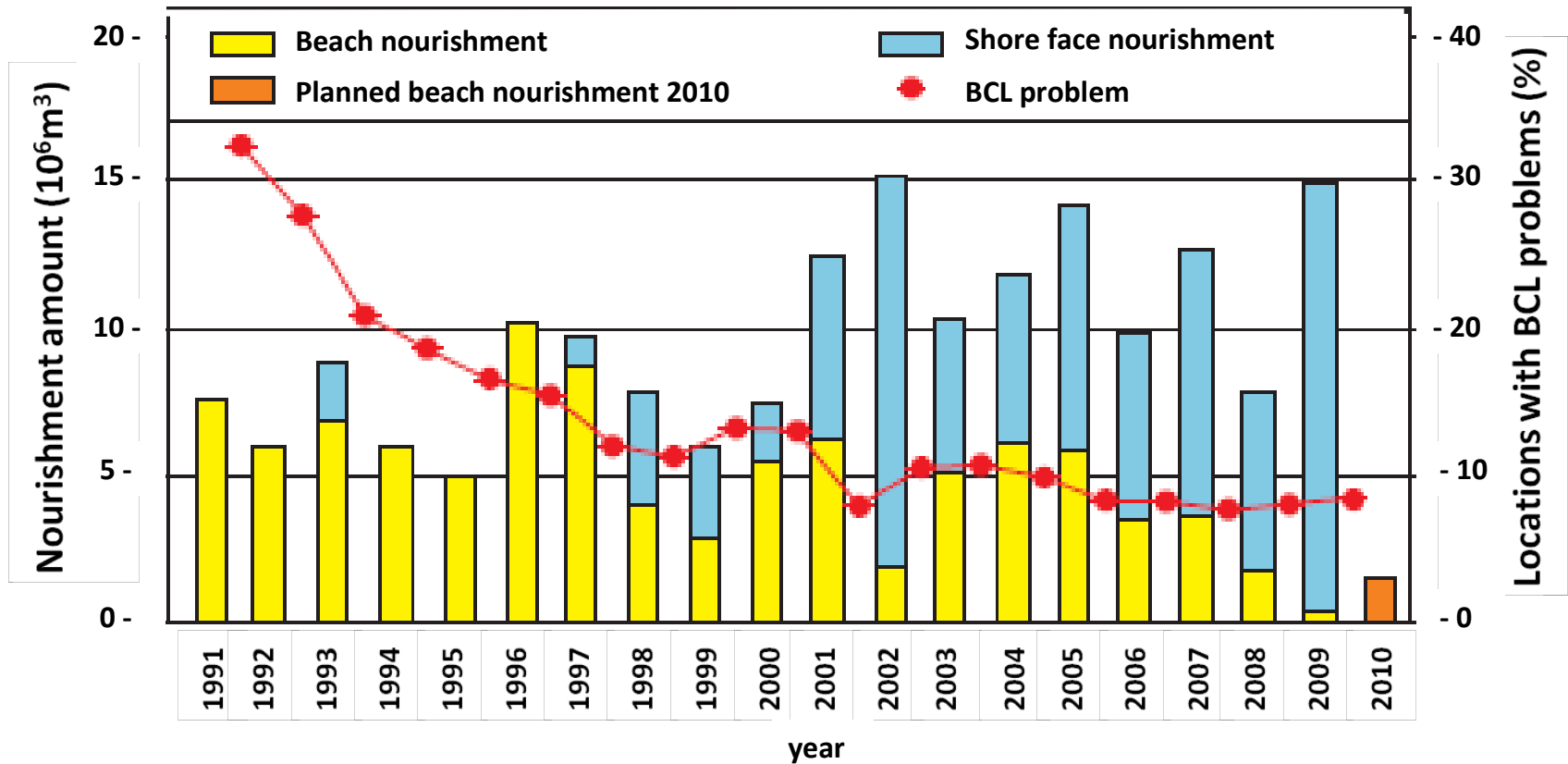
# meegroeien met zeespiegelstijging ; handhaving functies





# suppleties en aantal BKL overschrijdingen

praktijk



( Rijkswaterstaat, 2010 )

**praktijk**

**natuurlijke aangroei kust**

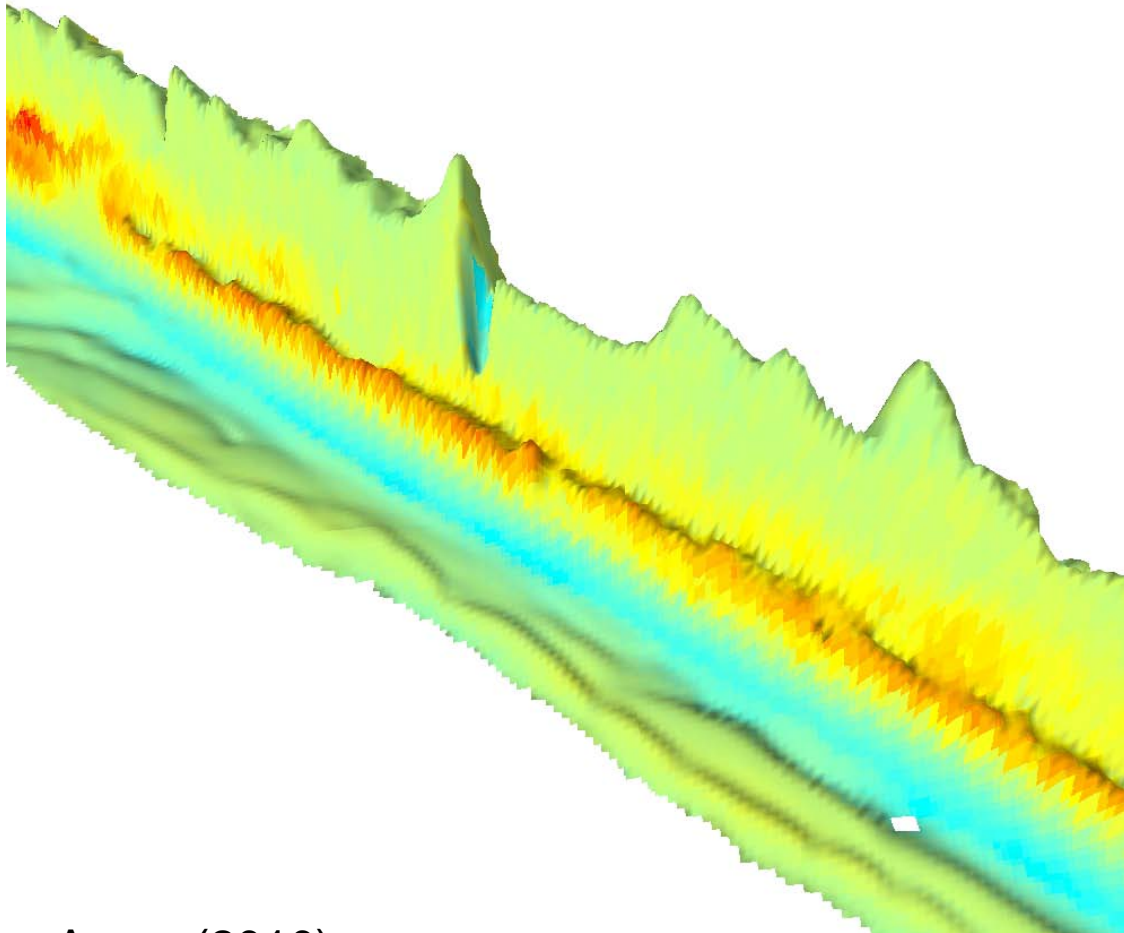




# duingroei 1998 - 2007



praktijk



Verschilkaart Rijnland 1998-2007. De geel-oranje zone wordt gevormd door nieuwe duinen die in de periode zijn ontstaan. Lichtblauw geeft erosie, groen geen verandering.

Arens (2010)

# eilanden voor de kust

Theorie

*Deltacommissie (2008)*

([www.deltacommissie.com](http://www.deltacommissie.com)):

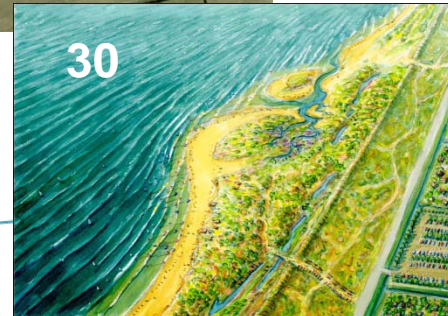
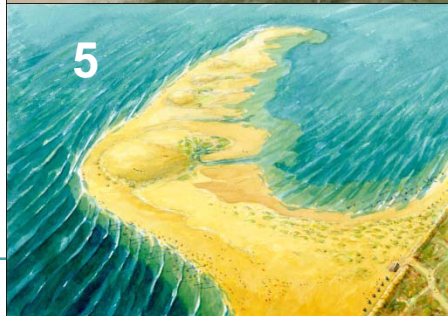
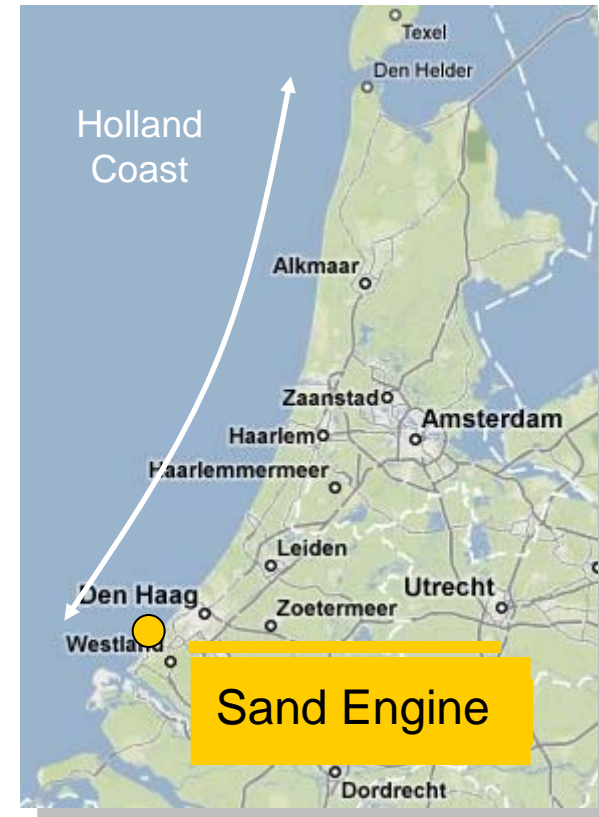
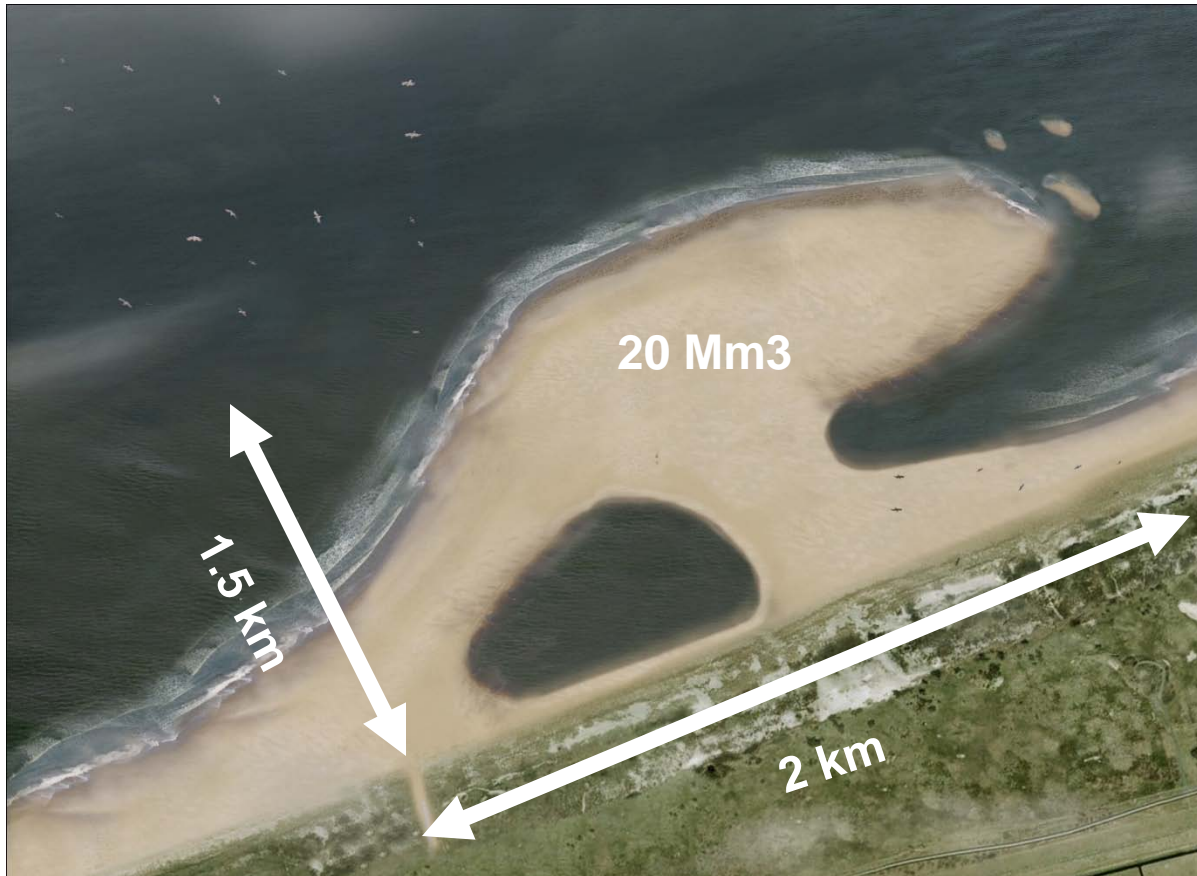
- beperking golfwerking en -oploop
- licht positief effect op kustveiligheid
- grote verlenging van kustlijn
- aanzienlijke toename kustonderhoud
- verstoring natuurlijk herstel na storm
- afname stabiliteit kustprofiel
- versterking kustachteruitgang

~~praktijk~~



# Zandmotor

Theorie



Deltares

# Zandmotor

praktijk



aanlegfase 22 maart 2011 (foto: Rijkswaterstaat)



# Hondsbossche- en Pettemer zeewering

Theorie



Deltacommissie + Zwakke schakel Hondsbossche en Pettemer Zeewering =



Petten aan Zee

Petten aan Zee - September 2008 - West8 i.o.v. Gemeente Zijpe

# meegroeien ?



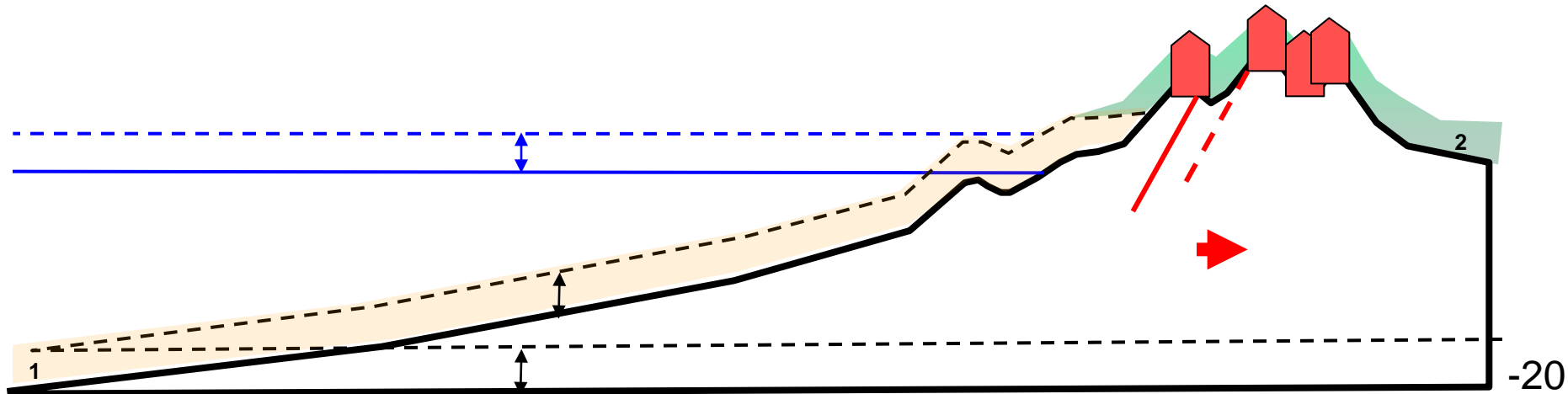
Theorie


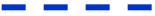




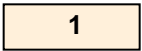

en

praktijk

# bestaande bebouwing groeit niet mee

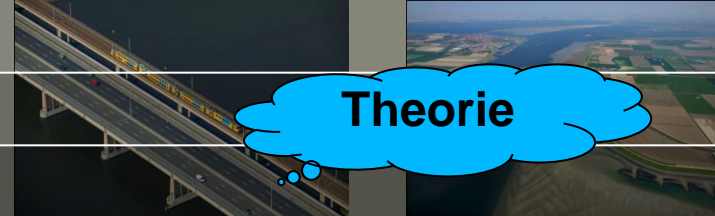
Theorie



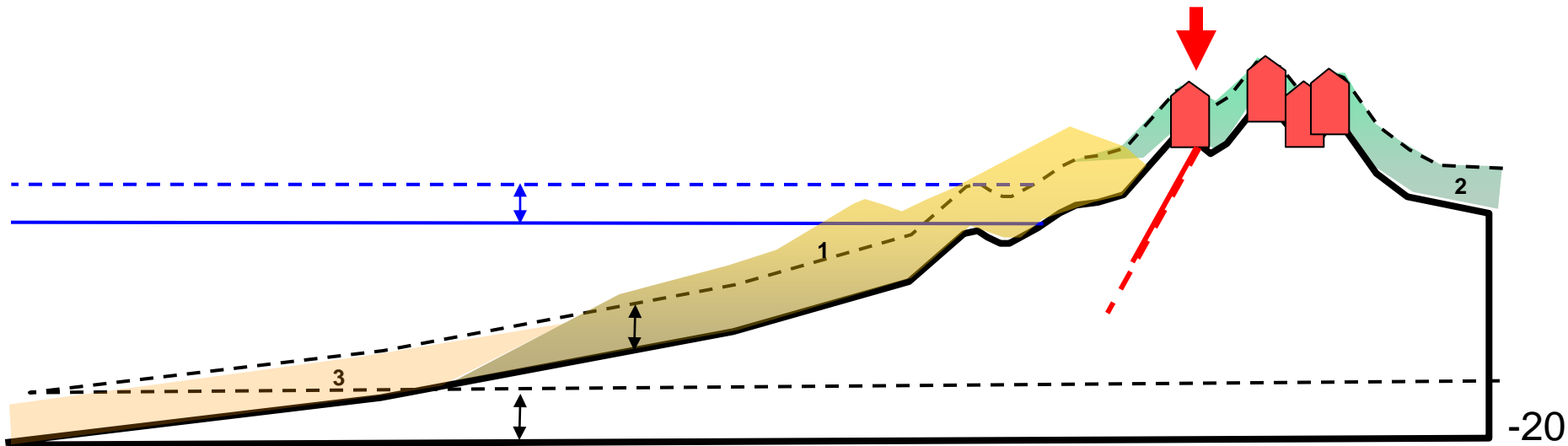
- |                                                                                  |                          |                                                                                       |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|  | <b>T0</b>                |      | <b>T1</b>                                               |
|  | GLW                      |      | GLW                                                     |
|                                                                                  | maatgevend afslagprofiel |                                                                                       | maatgevend afslagprofiel                                |
|                                                                                  |                          |    | zeespiegelstijging                                      |
|                                                                                  |                          |  | meegroei hoogte                                         |
|                                                                                  |                          |    | gelijkmatig meegroeien kustfundament door zandsuppletie |
|                                                                                  |                          |    | deel kustfundament dat <b>NIET</b> meegroeit            |



# tenzij..... zeewaartse buffer



Theorie



- |  |    |                          |  |    |                                                                       |
|--|----|--------------------------|--|----|-----------------------------------------------------------------------|
|  | T0 | kustprofiel              |  | T1 | theoretisch kustprofiel meegegroeid met zeespiegel                    |
|  |    | GLW                      |  |    | GLW                                                                   |
|  |    | maatgevend afslagprofiel |  |    | maatgevend afslagprofiel                                              |
|  |    |                          |  |    | zeespiegelstijging                                                    |
|  |    |                          |  |    | meegroei hoogte                                                       |
|  |    |                          |  |    | geconcentreerde <b>zandsuppletie</b>                                  |
|  |    |                          |  |    | deel kustfundament dat <b>NIET</b> meegroeit                          |
|  |    |                          |  |    | deel kustfundament dat meegroeit door <b>natuurlijke herverdeling</b> |

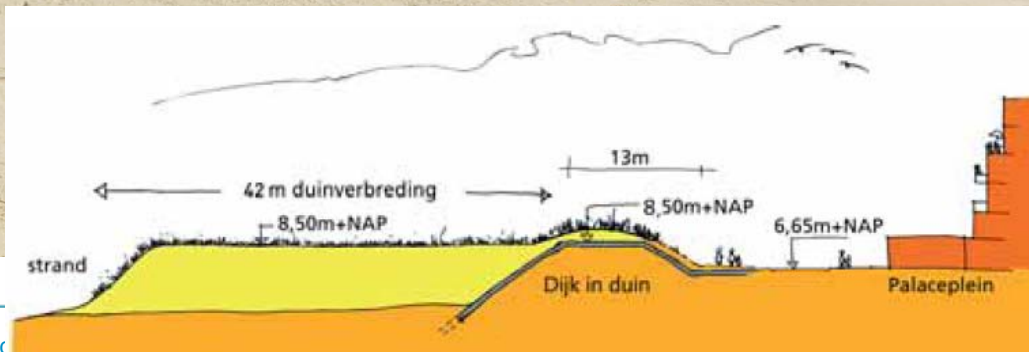
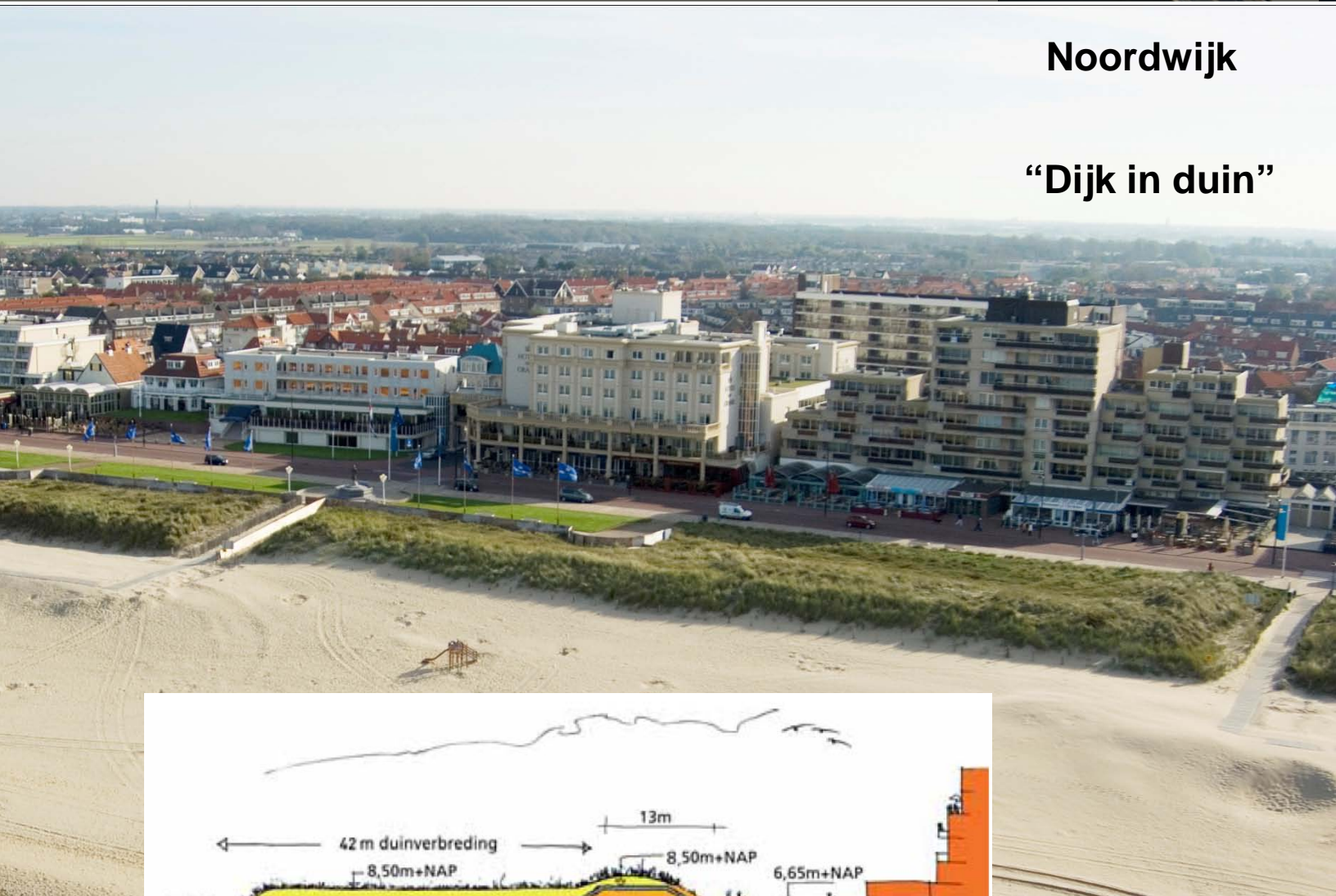


# zeewaartse buffer

praktijk

Noordwijk

“Dijk in duin”



Bred

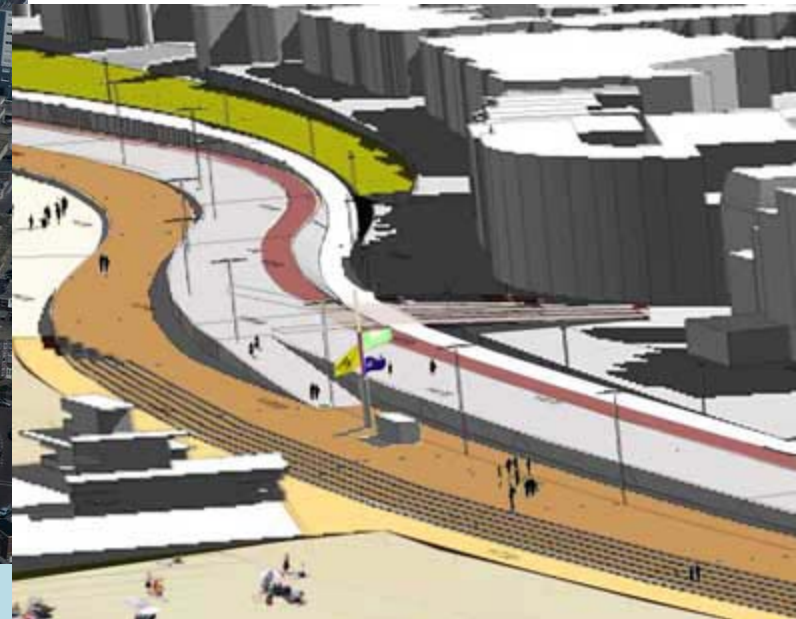
Deltares

# zeewaartse buffer

praktijk

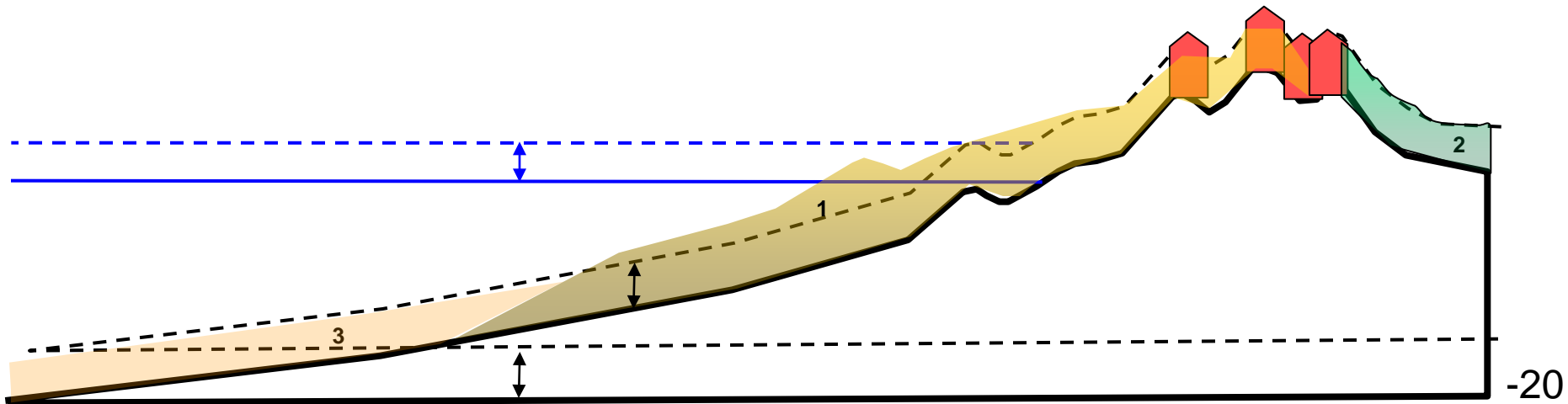
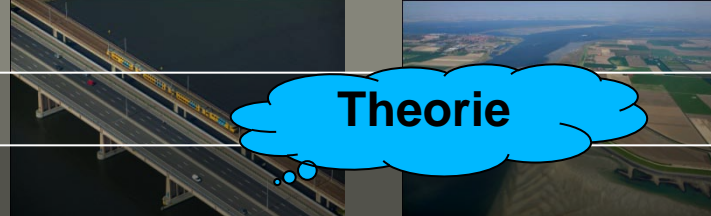
Scheveningen

“Dijk in Boulevard”



Doorsnede Keizerstraat - De verharde zeekering

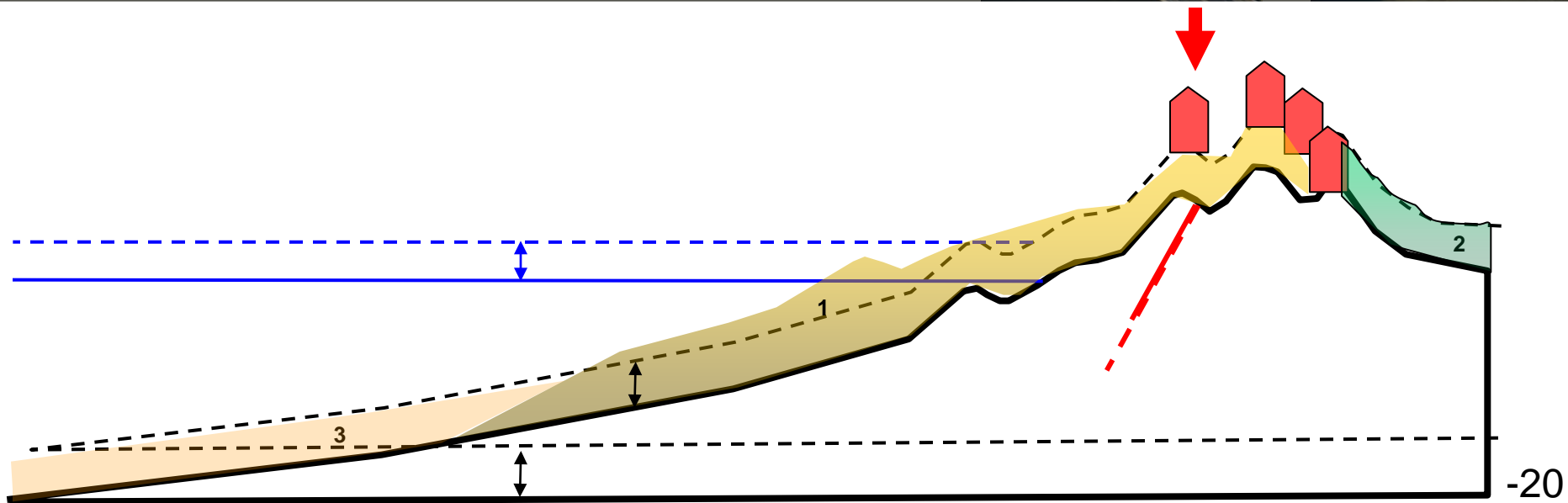
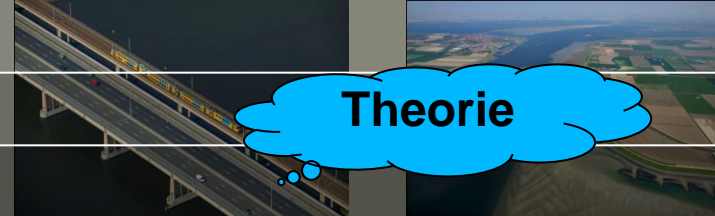




- |  |    |                          |  |    |                                                                       |
|--|----|--------------------------|--|----|-----------------------------------------------------------------------|
|  | T0 | kustprofiel              |  | T1 | theoretisch kustprofiel meegroeid met zeespiegel                      |
|  |    | GLW                      |  |    | GLW                                                                   |
|  |    | maatgevend afslagprofiel |  |    | maatgevend afslagprofiel                                              |
|  |    |                          |  |    | zeespiegelstijging                                                    |
|  |    |                          |  |    | meegroei hoogte                                                       |
|  |    |                          |  |    | geconcentreerde <b>zandsuppletie</b>                                  |
|  |    |                          |  |    | deel kustfundament dat <b>NIET</b> meegroeit                          |
|  |    |                          |  |    | deel kustfundament dat meegroeit door <b>natuurlijke herverdeling</b> |



# ..of ..... ophogen



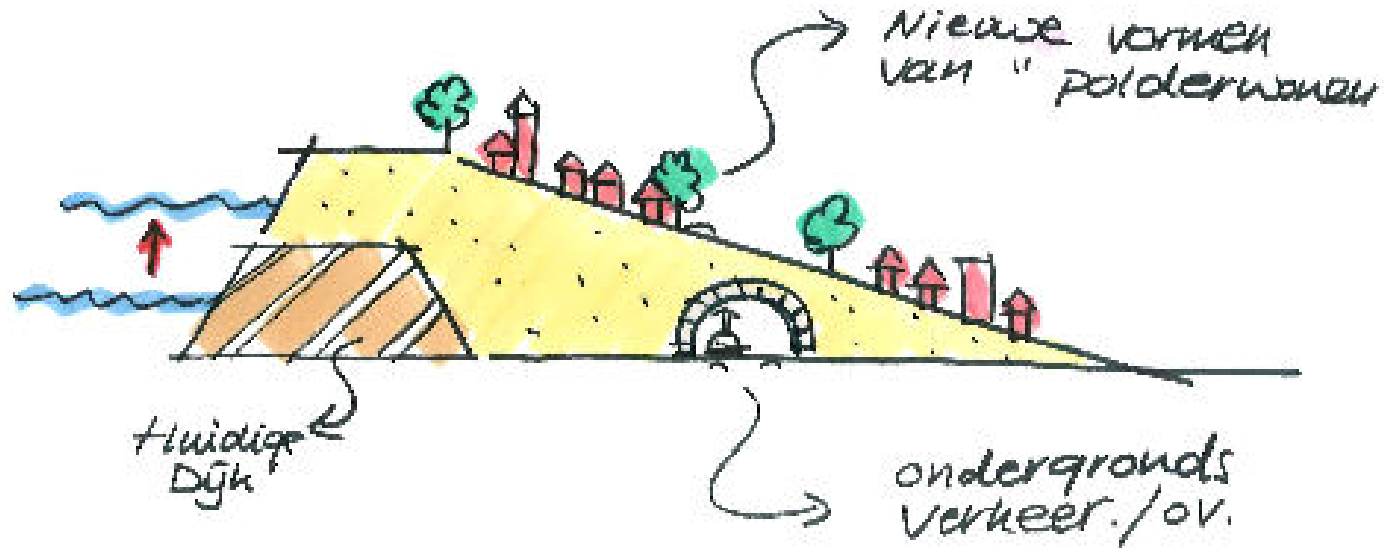
- |           |                          |           |                                                                       |
|-----------|--------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>T0</b> |                          | <b>T1</b> |                                                                       |
|           | kustprofiel              |           | theoretisch kustprofiel meegegroeid met zeespiegel                    |
|           | GLW                      |           | GLW                                                                   |
|           | maatgevend afslagprofiel |           | maatgevend afslagprofiel                                              |
|           |                          |           | zeespiegelstijging                                                    |
|           |                          |           | meegroei hoogte                                                       |
|           |                          |           | geconcentreerde <b>zandsuppletie</b>                                  |
|           |                          |           | deel kustfundament dat <b>NIET</b> meegroeit                          |
|           |                          |           | deel kustfundament dat meegroeit door <b>natuurlijke herverdeling</b> |



.. denk aan ..

Theorie

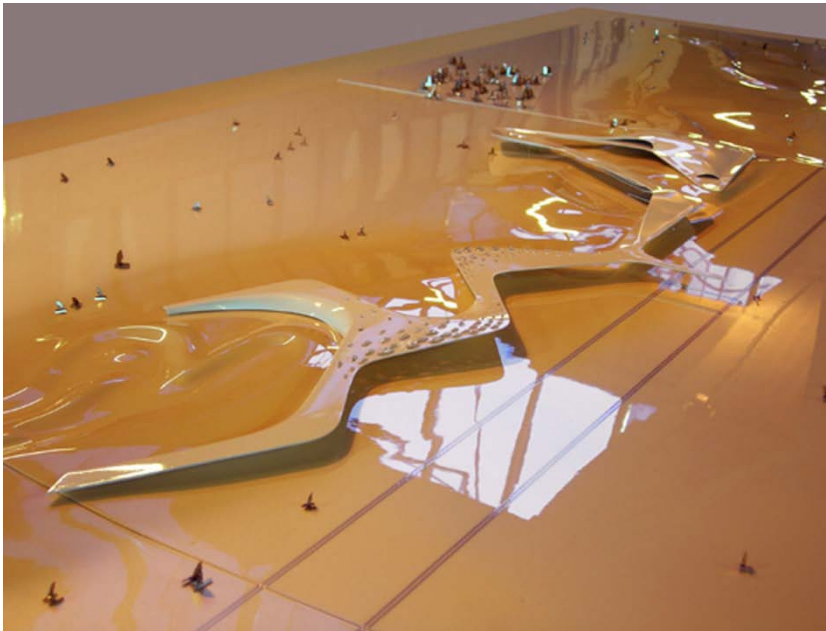
## ~ Delta dijken



source: Grontmij / WUR

# ..of .... Catamaran City .....

Theorie

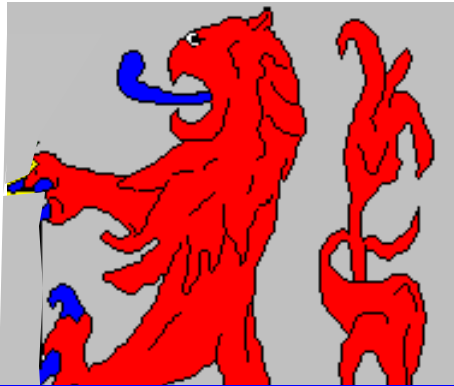


© Spacegroup



- no more black-or-white approach to water management - 100% 'secure' or not.
- a more adventurous relationship to nature
- a strategy that exploits impermanence and temporality – providing a framework for occupation
- Catamaran city is not for everyone, sometimes it is not for anyone. .
- **The field is constantly transforming - physically and conceptually**

Ik worstel ...  
.. en kom boven ...



wapen en zinspreuk Provincie Zeeland