

# Het water aan de lippen

## Is er nog vraag naar de waarheid?

- prof ir Han Vrijling  
Waterbouwkunde en Probabilistisch Ontwerpen  
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen  
Technische Universiteit Delft

# Inhoud

- Inleiding
- Historische ontwikkeling
- Oude of nieuwe waterbouw: Het verschil
- New Orleans 2005
- De veiligheidsketen
- Veiligheid van Nederland
- Duurzaam waterbeheer
- Als de zeespiegel rijst ...
- Conclusies

# Inleiding

- Er gaat geen dag voorbij of de media melden:
  - het klimaat verandert,
  - de zeespiegel rijst,
  - de stormen heviger
  - en frequenter worden
  - de neerslag extremer.

# Inleiding

- Ook schrijft men dat
  - dijkversterking niet meer mogelijk is.
  - Er nog maar één oplossing is:
  - Het water de ruimte geven anders neemt

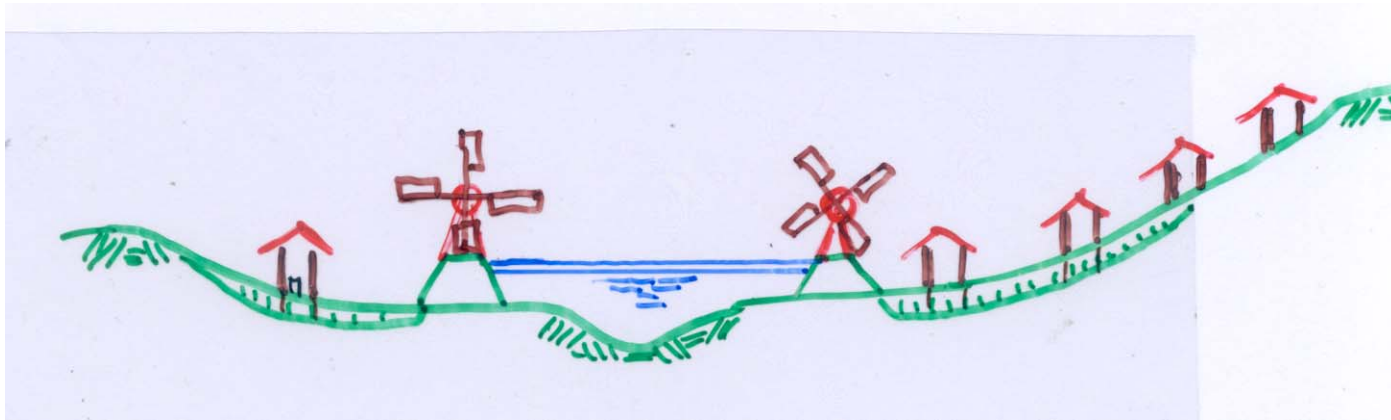
# Inleiding

- Ook schrijft men dat
  - dijkversterking niet meer mogelijk is.
  - Er nog maar een oplossing is: het water de ruimte geven anders neemt
- Gaat het hier om **feiten** en staat het water ons aan de lippen of zijn het **meningen**?

# Inleiding

- Laten we de discussie starten
  - gaat het hier om feiten gaat of slechts om meningen.
- Dat is nodig om verstandige besluiten te kunnen nemen over de toekomst van ons polderland.

# De historische ontwikkeling



# De historische ontwikkeling



**1533** Achtermeer – 35 ha

**1564** Egmondermeer (686 ha)

**1564** Bergermeer (620 ha)

**1612** Beemster (7,100 ha)

**1622** Purmer (2.756 ha)

**1626** Wijde Wormer (1,620 ha)

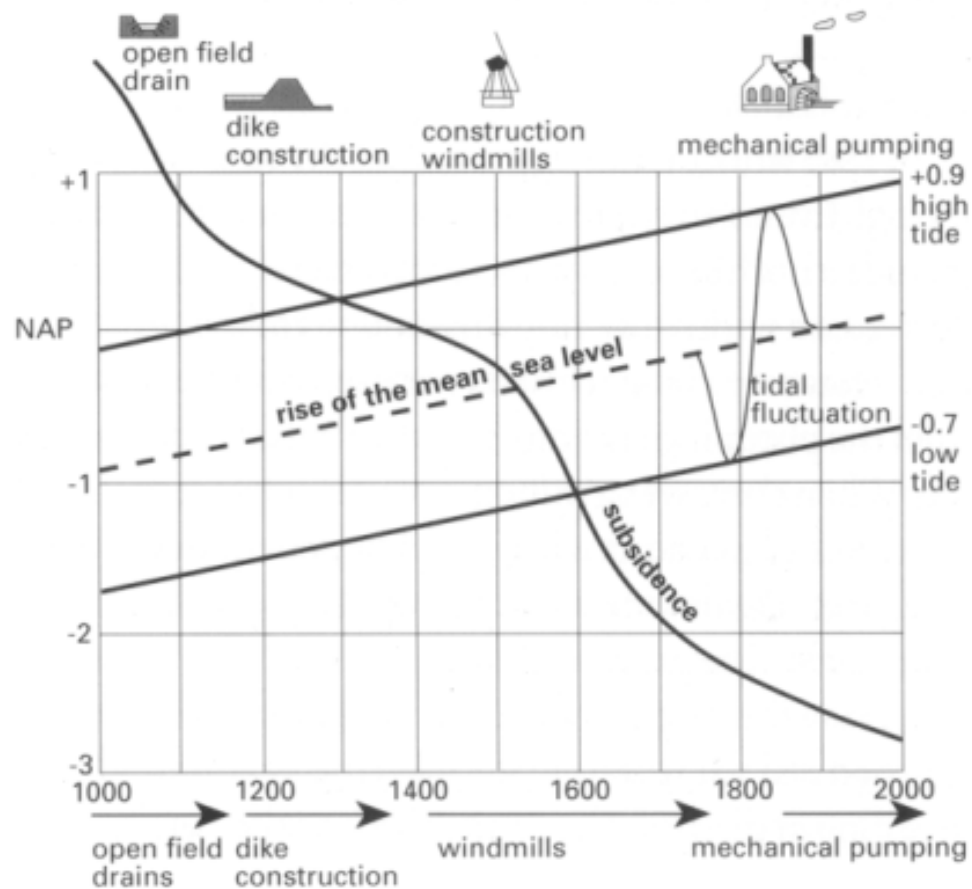
**1635** Heerhugowaard (3,500)

**1635** Schermer (4,770 ha)

**1854** Haarlemmermeer (18,100 ha)



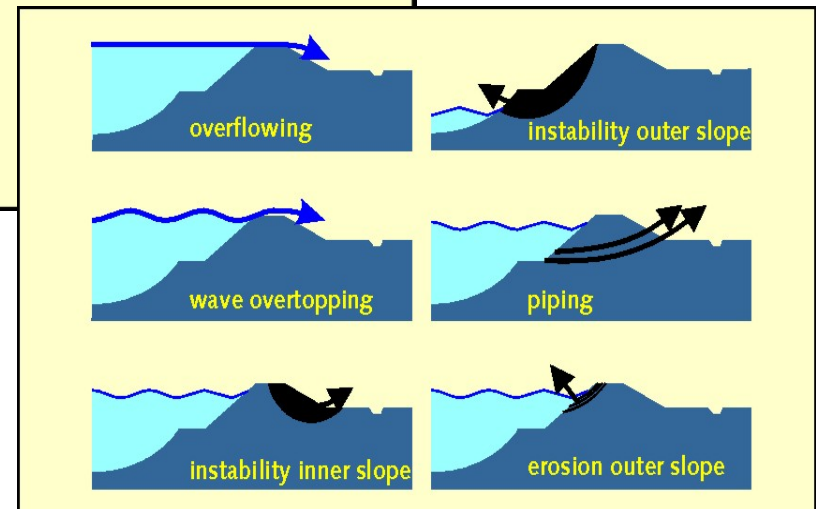
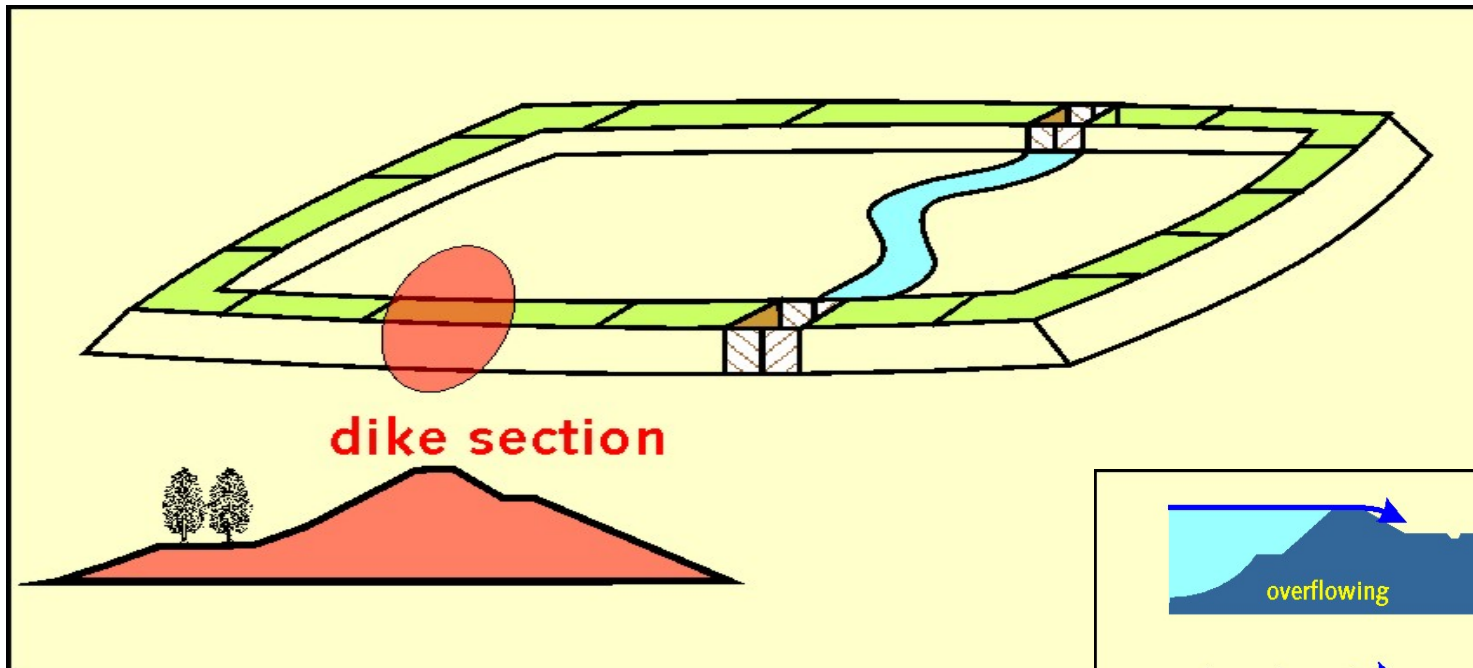
# De historische ontwikkeling



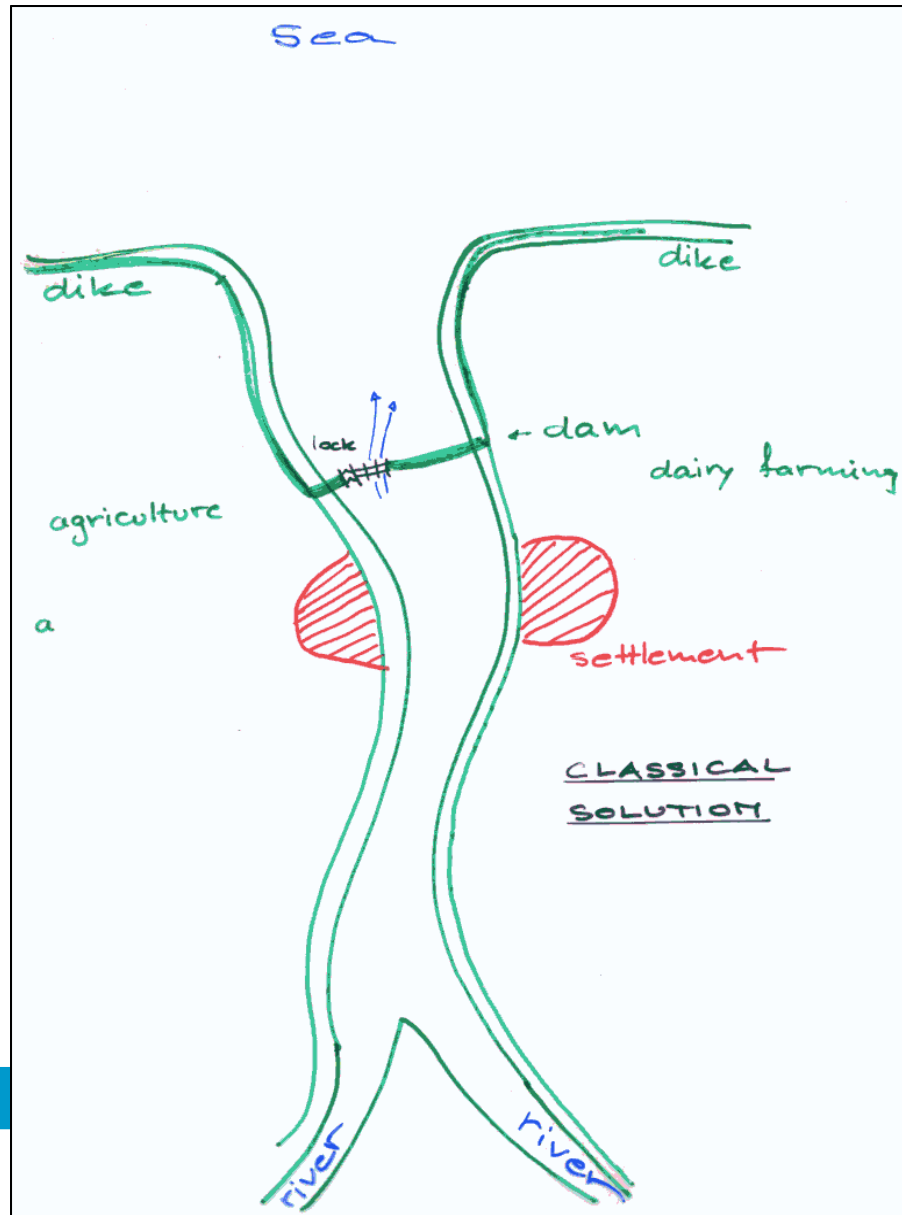
# Dijkdoorbraken



# Preventie door dijkringen en dammen



# Preventie door dijkringen en dammen



# Preventie door dijkringen en dammen

- Voordelen van dammen
  - Kortere kustlijn
  - Minder onderhoud
  - Zoet water voor de landbouw
  - Rustig water voor de scheepvaart
  - Rustig water in de stadsgrachten
  - Kortere landverbinding

# Preventie door dijkringen en dammen

- Twee seculaire effecten:
  1. Relatieve zeespiegelrijzing
  2. Economische groei
    - Meer waarde in polder
    - Hoger inkomen per hoofd
    - Relatief goedkoper -> techniek
    - Levensverwachting stijgt

# Nieuwe waterbouw

- Door de klimaatdiscussie is er veel belangstelling voor **water**
- De nieuwe waterbouw komt met 'nieuwe' oplossingen
  - Terpen
  - Drijvend wonen
  - Water de ruimte geven
  - Bestrijden van de **gevolgen** van een overstroming, omdat het toch niet te voorkomen is
  - Duurzaamheid; ecologie, natuurlijke buffers

# Nieuwe waterbouw; Het verschil

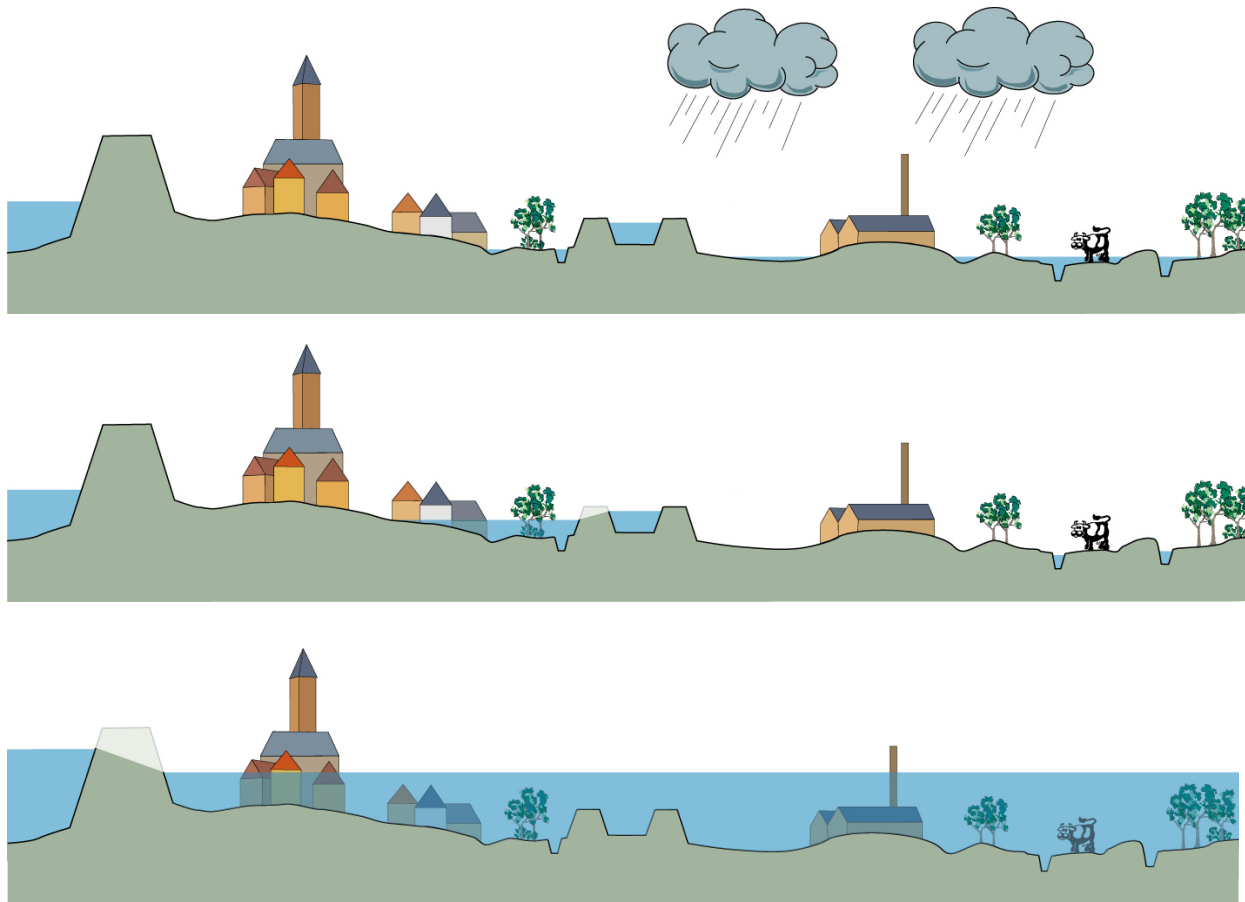
- De oude waterbouw verbergt het water achter betonnen stormvloedkeringen en meters hoge dijken
- De nieuwe waterbouw geeft het water de ruimte en laat kinderen ermee spelen



# Nieuwe waterbouw; Het verschil

- De engelse professor Richard Ashley :
- **Climate change** requires **climate adaptation**,
- but sadly the engineers are proposing the same old solutions

# We moeten het water de ruimte geven, anders neemt het 't



# Hogere dijken kan niet meer

- De zeespiegel rijst
- De afvoeren worden extremer
- Het land zakt

# Hogere dijken kan niet meer

- De zeespiegel rijst
  - De afvoeren worden extremer
  - Het land zakt
- 
- Er komt geen einde aan dijkverhoging !

# Directeur Generaal Water:

- . Daarbij stuit ik op de vraag in hoeverre we kunnen doorgaan op de bekende, tot dusver zo succesvolle, weg: met de beproefde ingenieurs-rationaliteit die op elke waterstand of golfaanval een technisch antwoord kent. Misschien een beetje een karikatuur, maar toch... Is daar in onze verstedelijkte omgeving wel plek voor? Wat moet daarvoor wijken? Is dat eigenlijk wel *handig* ?

# Nieuwe Delta Commissie

[Print](#)

# PZC

22-09-2007

---

## Wij kunnen niet langer eenvoudigweg dijken versterken

Cees Veerman heeft iets met Zeeland. Hij voelt het gewest en zijn bewoners aan, heeft respect voor de historie en begrijpt de haat-liefde verhouding tot de zee. Dat is mooi meegenomen voor Zeeland, nu Veerman volgende week met zijn nieuwe Deltacommissie aan de slag gaat om een advies te maken over de toekomstige kustverdediging.

# Dus wonen op terpen

- De zeespiegel rijst
- De afvoeren worden extremer
- Het land zakt niet meer, maar slibt op

# Dus wonen op terpen

- De zeespiegel rijst
  - De afvoeren worden extremer
  - Het land zakt niet meer, maar slibt op
- 
- Er komt geen einde aan terpverhoging !



# Innovatie



Premier Balkenende is enthousiast over het idee terpen van baggerspecie. Tijdens zijn slotspeech op het Nationaal Innovatie Event sprak noemde hij het een zeer kansrijk voorbeeld van een innovatie met meervoudige oplossingen.

# Dus ruimte voor de rivier

- De zeespiegel rijst
- De afvoeren worden extremer
- Het land zakt

# Dus ruimte voor de rivier

- De zeespiegel rijst
  - De afvoeren worden extremer
  - Het land zakt
- 
- Er komt geen einde aan rivierverruiming !

# De Rijn de ruimte geven door (nood)overloop kan

- Ontwerpafvoer voor 1993                      15000 m<sup>3</sup>/s
- Ontwerpafvoer na 1993                        18000 m<sup>3</sup>/s
  
- 3 d x 24 u x 3600 s x 3000 m<sup>3</sup>/s = 770 Mm<sup>3</sup>
- Bij 3 m diepte 770/3 = 260 km<sup>2</sup>
- Of bij verloop 0-3m    = 520 km<sup>2</sup> (Betuwe)

# Directeur Generaal Water:

- Japan doet bijvoorbeeld heel praktische dingen met meervoudig ruimtegebruik: een parkeerterrein onder een stadion en een sportpark als tijdelijk waterbergingsgebied.
- Dichter bij huis in Keulen is er een 3 km lange parkeergarage langs de Rijn die water kan bergen.
- Parkeergarage  $3000 \times 10 \times 15 = 3000 \times 150 \text{ m}^3$  is in 150 s gevuld

## Rivierverruiming kan ook



$$A_2 = h_2 \times B_1 = 1,2 h_1 \times B_1 = 1,2 A_1 \quad 12 \text{ m}$$



$$A_2 = h_1 \times B_2 = h_1 \times 1,2 B_1 = 1,2 A_1 \quad 200 \text{ m}$$

## Rivierverruiming kan ook



$$Q_2 = h_2 \times B_1 \times \sqrt{h_2} = (1,2 h_1)^{3/2} \times B_1 = 1,32 Q_1 \quad 12 \text{ m}$$



$$Q_2 = h_1 \times B_2 \times \sqrt{h_1} = h_1^{3/2} \times 1,32 B_1 = 1,32 Q_1 \quad 320 \text{ m}$$

# Ruimte voor de Rivier ; Bate: nieuwe natuur





# Diepe polders kan niet meer

- De zeespiegel rijst
- De afvoeren worden extremer
- Het land zakt
- Zoute kwel
- Groot risico
- Westergouwe NAP – 6 m is onverantwoord !

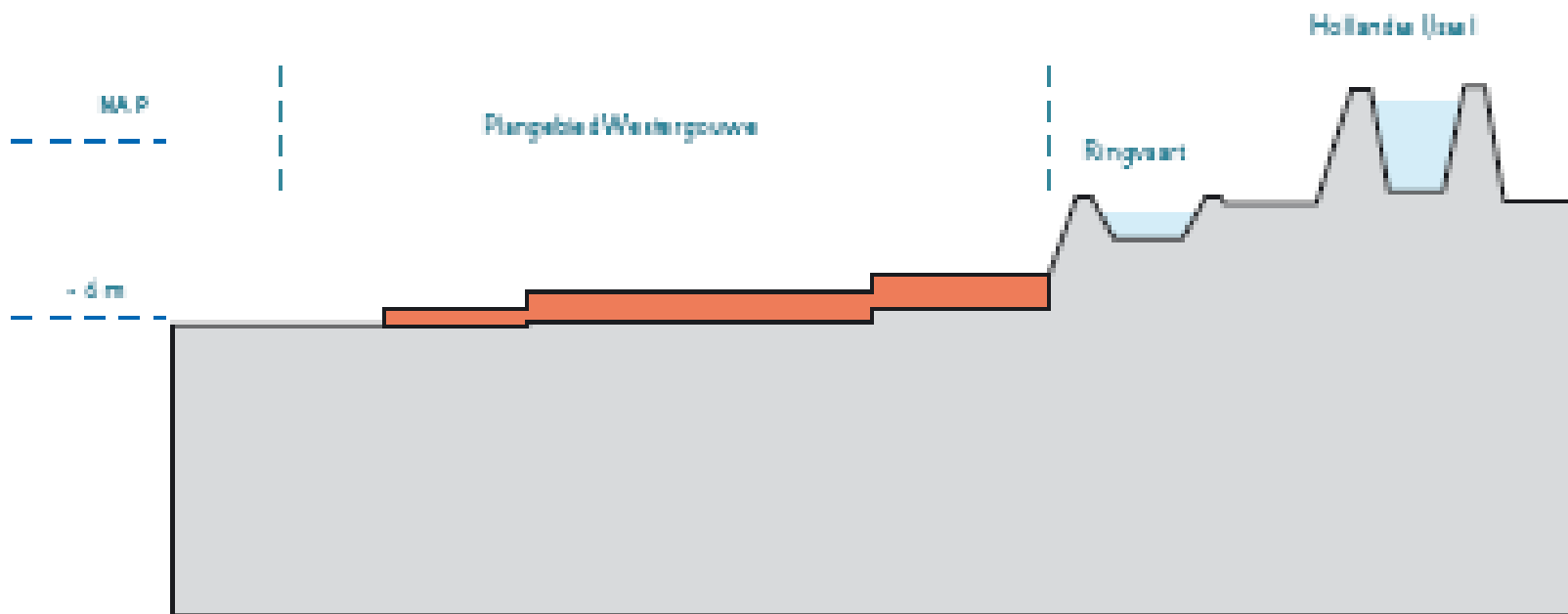
# Diepe polders kan niet meer

- De zeespiegel rijst
- De afvoeren worden extremer
- Het land zakt
- Zoute kwel
- Groot risico
- Westergouwe NAP – 6 m is onverantwoord !
- Nesselande NAP – 5.5 m wel verantwoord ?

# Westergouwe



# Westergouwe



# Diepe polders kan niet meer

- Beemster NAP – 4 m 1607
  - Purmer NAP – 4 m 1622
  - Schermer NAP – 4 m 1635
  - Wormer NAP – 4 m 1626
- 
- 400 jaar goede ervaring !
  - Weinig zetting van kleigrond

# Een diepe polder in de lucht

- Een vliegtuig op 12 km is een polder
  - Met een enkele dijk van 1.5 mm aluminium
  - Met een buitentemperatuur van -50' C
  - En een diepte van NAP – 8 m

Niemand aarzelt in te stappen ?

# New Orleans 29 augustus 2005

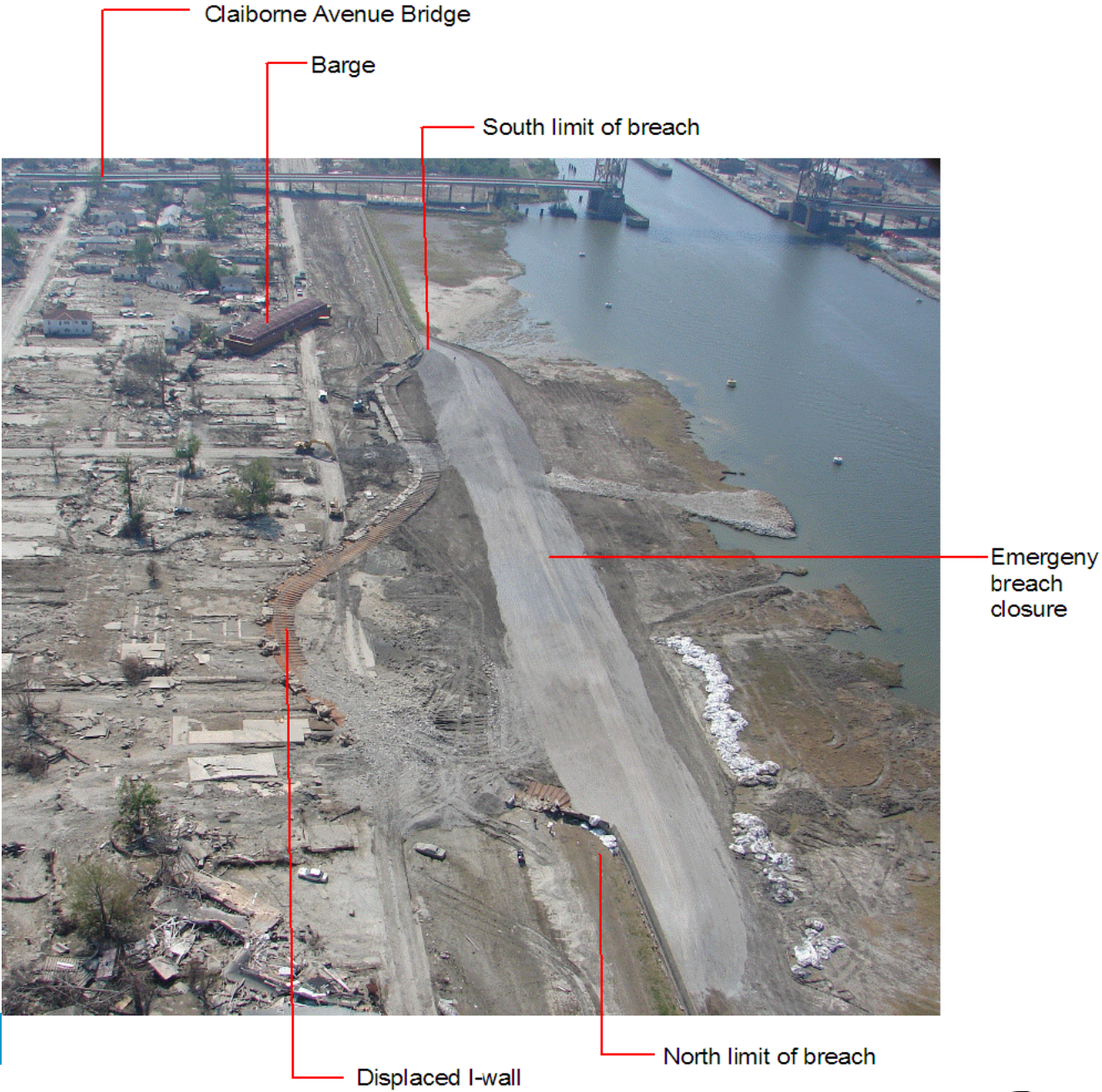


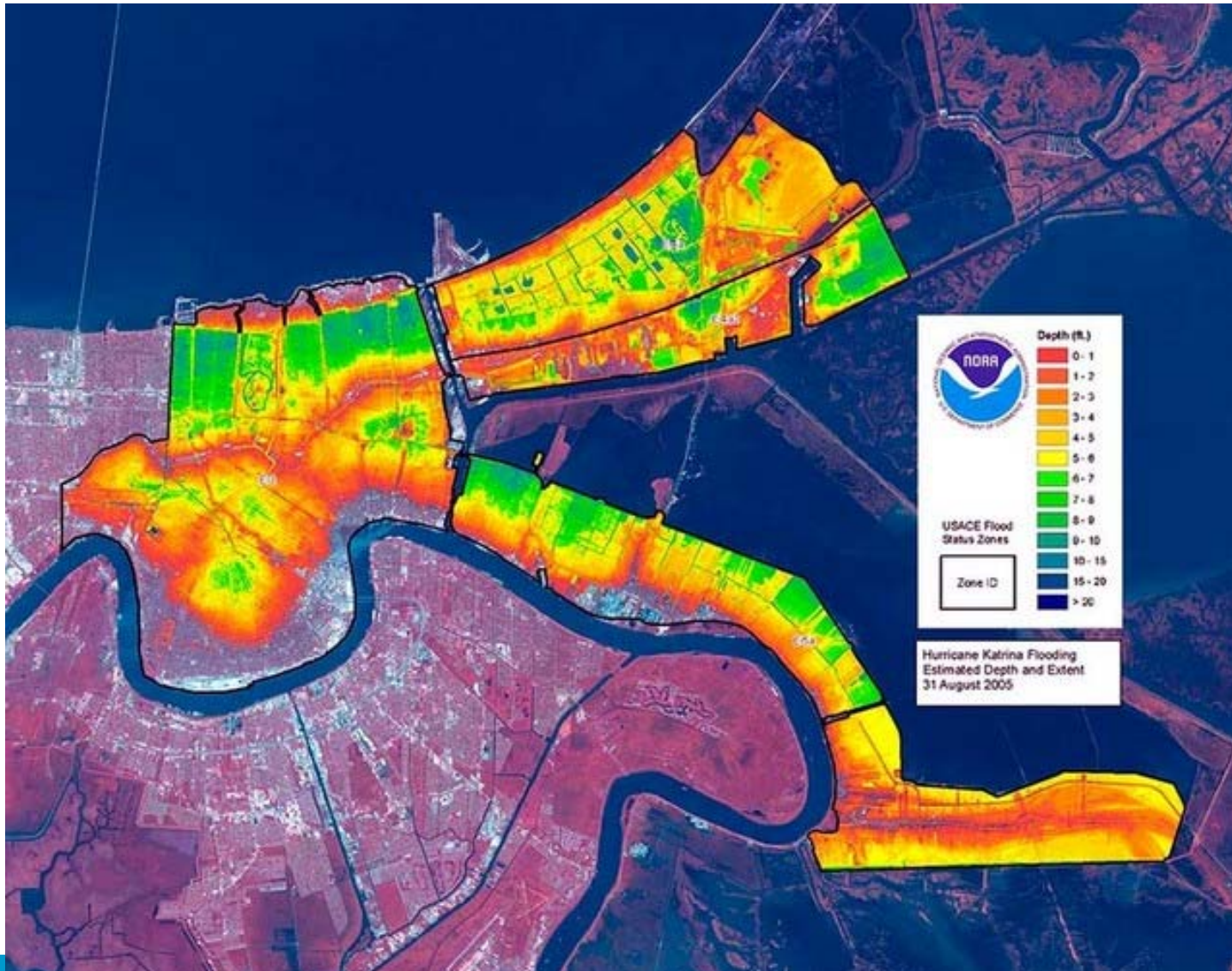
# New Orleans: Afschuiving als Wilnis











# New Orleans 2005

- De omvang en het type overstroming is representatief voor Nederland
- Geen **Act of God** maar **Neglect of man**

# New Orleans 2005

- De omvang en het type overstroming is representatief voor Nederland
- Geen **Act of God** maar **Neglect of man**
  - Het falen bij een matige storm 1/30 tot 1/100 jaar
  - Volstrekt onvoldoende ontwerp
  - is niet representatief voor Nederland

# Veiligheidsketen: De regering lijkt repressie te verkiezen boven preventie

- Evacuatie
  - Verzekeren
  - Compartimentering
  - Terpen
  - Waterbestendig bouwen
- 
- Repressie: maatregelen die de gevolgen van de overstroming verminderen

# Veiligheidsketen; eenvoudig concept ?

- Pro-actie
- Preventie
- Preparatie
- Repressie/Mitigatie
- Herstel
- Leren van ervaring

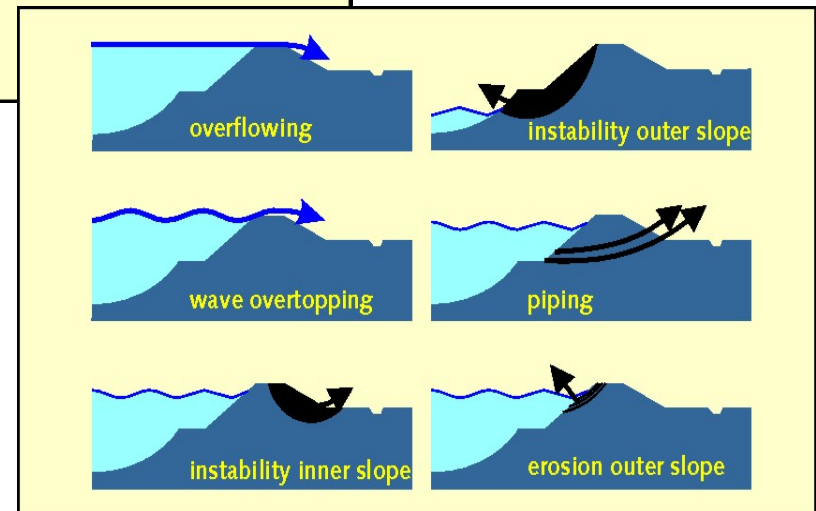
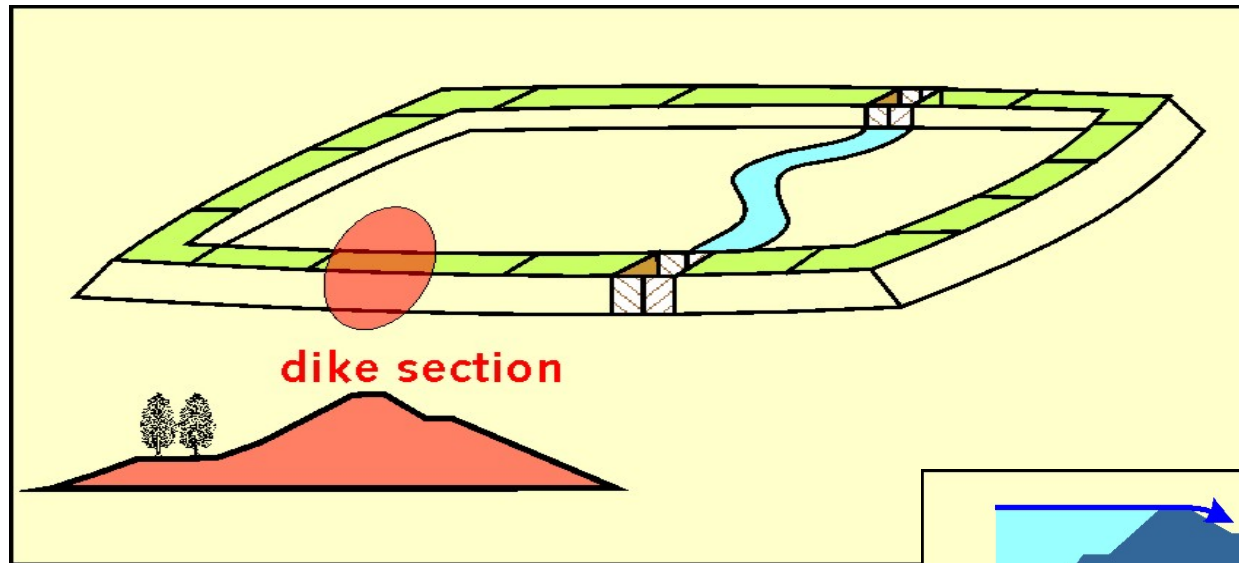
# Veiligheidsketen; eenvoudig concept ?

- Pro-aktie
- Preventie
- Preparatie
- **Repressie/Mitigatie**
- **Herstel**
- **Leren van ervaring**





# Preventie door dammen en dijkringen



# Repressie door evacuatie; bij $>9$ Bft?



# Vergelijk de kosten en baten van repressie

- Kosten gedurende de herhalingsperiode van de ramp
- Meeste getroffen en redden zichzelf (met auto of op 1' verdiep)
- Reductie van het aantal doden met een factor 2-3

•Volledige economische schade



# Veiligheidsketen; eenvoudig concept ?

- Veiligheidsketen is géén keten, maar
- Parallel-systeem van beschermingslagen
- Ten minste zo sterk als de sterkste laag

# Veiligheidsketen; eenvoudig concept ?

- Veiligheidsketen is géén keten, maar
- Parallel-systeem van beschermingslagen
- Ten minste zo sterk als de sterkste laag
- Eén of meer lagen economisch efficiënt?

# Repressie: Verzekeren tegen overstromen

- Er zijn plannen om een verplichte private overstromingsverzekering in te voeren
- Is dat een goed idee ?

# Verzekeren tegen overstromen

- Er zijn plannen om een verplichte private overstromingsverzekering in te voeren
- Is dat een goed idee ?
  - Iedereen tegelijk getroffen: 10 tot 20 GE
  - Contract Burger <-> Verzekeraar
  - De Staat onderhoudt de dijken
  - Alleen privé eigendom verzekerd
  - Schade infrastructuur ten laste van de Staat

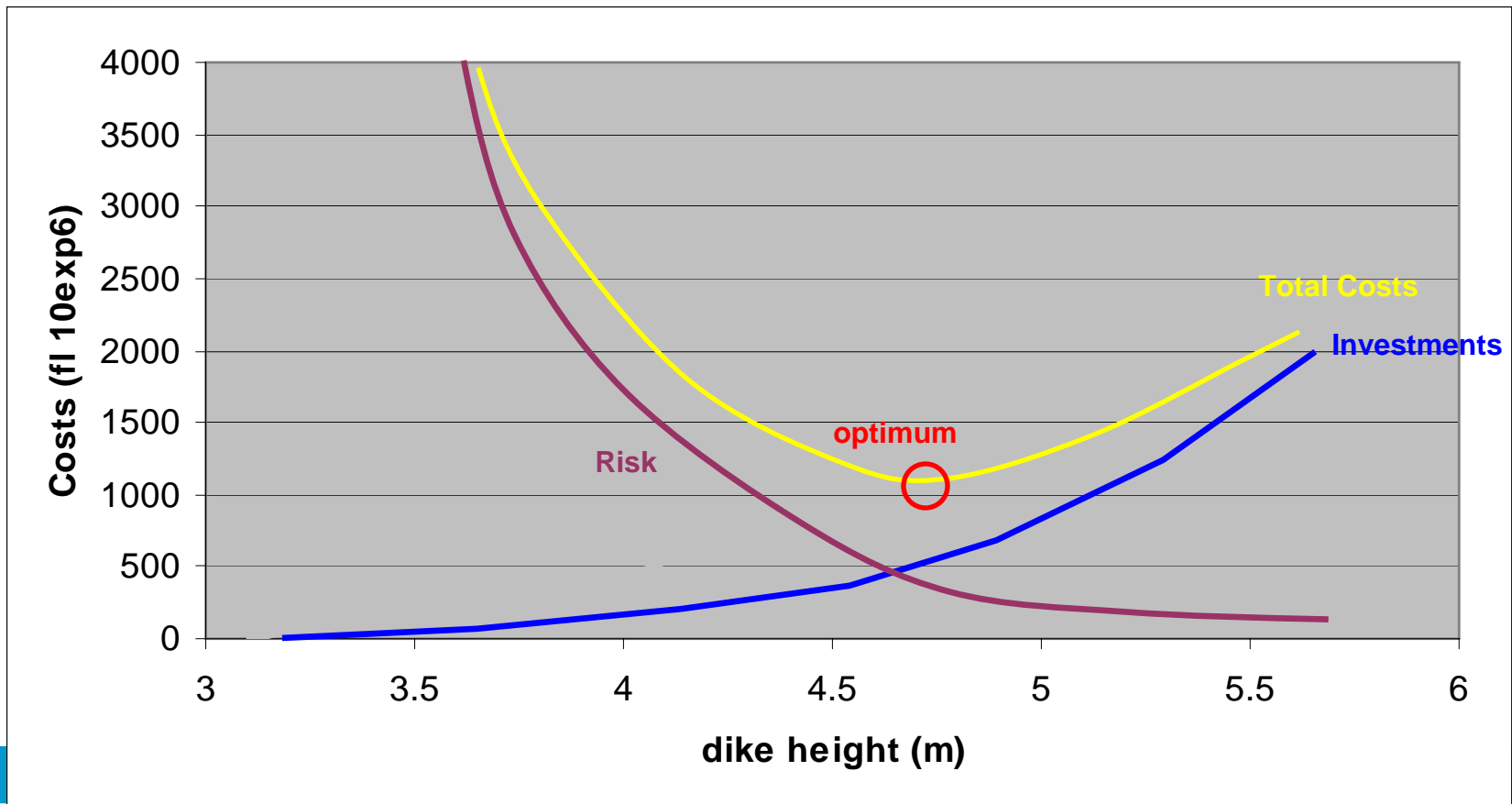
# Verzekeren tegen overstromen

- In 1960 bepaalde de Deltacommissie de optimale combinatie van dijkverhoging en verzekeren tegen overstroming bij de Staat
- De Staatsverzekeringspremie = kans x gevolg
- Hogere dijken kosten geld maar de overstromingskans daalt snel
- Economisch optimum : marginale dijkkosten = marginale kosten van de verzekering



# Verzekeren tegen overstromen

## Economisch optimale kans 1/10.000

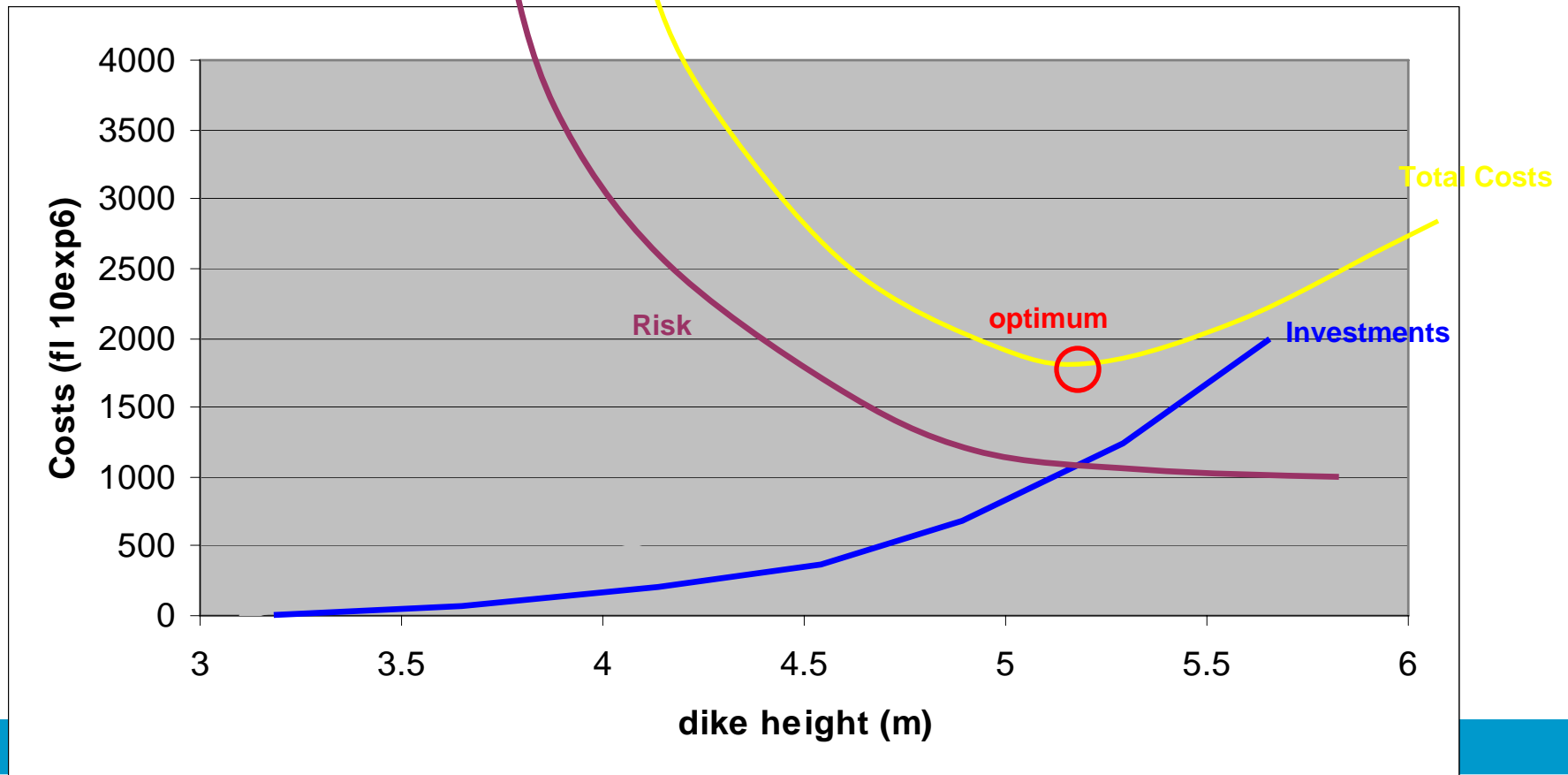


# Verzekeren tegen overstromen

- Een verzekeringsmaatschappij vraagt een hogere premie
- Commerciele verzekeringspremie =  $g$  x kans x gevolg
- $g = 2$  tot  $10$
- Economisch optimum : marginale dijkkosten = marginale kosten van de verzekering

# Verzekeren tegen overstromen

## Economisch optimale kans factor **g** kleiner



# Privaat Verzekeren tegen overstromen

- Leidt waarschijnlijk tot een hoge premie
- Dwingt dan tot hogere dijken met **g** maal kleinere overstromingskans
- Slechts privé schade wordt uitgekeerd als
  - De verzekeraar dat kan
  - De staat niet in gebreke was

Publieke schade is voor de Staat c.q.burgers

# Verzekeren tegen overstromen

## Gevolg van overstroming nu groter

- Delta Commissie adviseerde in 1960
- Nu in 2008 gevolgen veel groter
  - Twee maal zoveel inwoners
  - Vijf maal zoveel economische waarde

Motie Koppejan/Vermeij (19/12/07) vraagt om een herziening van de normen vóór 2011

# Verzekeren tegen overstromen

## Gevolg van overstroming nu groter

Motie Koppejan/Vermeij (19/12/07) vraagt om een herziening van de normen vóór 2011

Staatssecretaris antwoordt:

Deze motie zie ik als een ondersteuning van mijn beleid. De maatschappelijke discussie zeg ik graag toe. Ik streef ernaar de introductie van mogelijke nieuwe normen in de toetsingsronde vanaf 2011 te laten plaatsvinden

# Preventie in 2001 en 2006 getoetst (vijfjaarlijkse 'APK' keuring)

- Primaire waterkeringen (a+b)

2001

- 19%

- 41%

- 40%

2006

- 24% onvoldoende

- 32% onbekend

- 44% voldoende

- Geen rekening gehouden met langere golfperioden Noordzee
- Rivierafvoer 15000 m<sup>3</sup>/s i.p.v. 16000 m<sup>3</sup>/s Ruimte voor Rivier (2015) nu klaar

## Resultaten tweede veiligheidstoetsing primaire waterkeringen, 1 januari 2006

### Legenda

-  voldoet aan de norm
-  geen oordeel
-  voldoet niet aan de norm
-  dijkkringgebied
-  hoge gronden





## Legenda

-  voldoet aan de norm
-  geen oordeel
-  voldoet niet aan de norm
-  dijkringgebied
-  hoge gronden



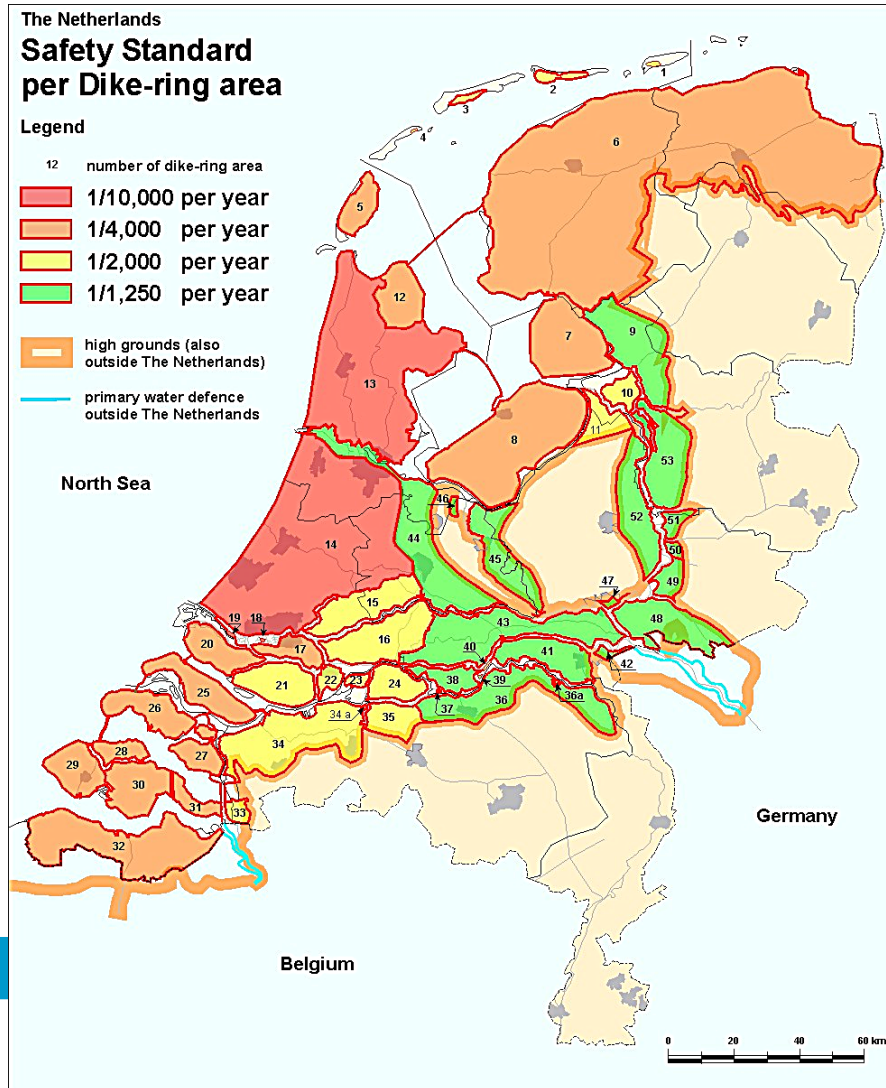
Resultaten tweede veiligheidstoetsing primaire  
waterkerende kunstwerken, 1 januari 2006

Legenda

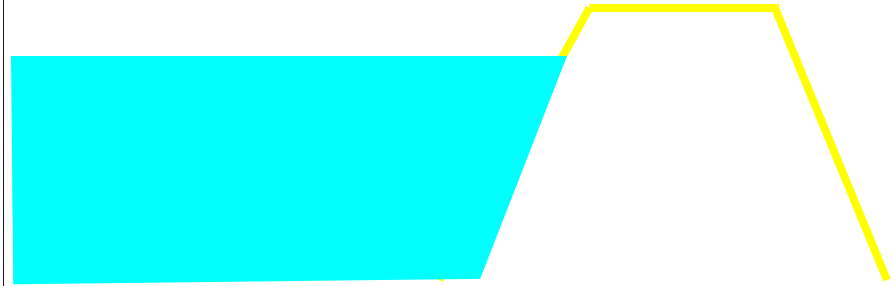
- voldoet aan de norm
  - geen oordeel
  - voldoet niet aan de norm
- 
- primaire waterkering
  - dijkkringgebied
  - hoge gronden



# Veiligheid Nederland in Kaart; nieuwe benadering



Probability of  
exceedance of design  
water level





**P per year**



# Kans op overstroming is géén goed bericht

- Zuid-Holland 1/2500 per jaar
- Noord-Holland <1/500 per jaar
- Noordoostpolder 1/900 per jaar
- Betuwe, T.en C.waard >1/100 per jaar
- De Maaskant >1/100 per jaar

# Resultaten van Veiligheid Nederland in Kaart

- Mevr Schulz van Haegen heeft de resultaten aanvaard en uitgedragen
- Zij heeft de discussie "WaterVeiligheid 21e eeuw" gestart om tot nieuwe veiligheidsnormen te komen.
- Nu een nieuwe staassecretaris mevr Huizinga Heringa

# Duurzaamheid & Nieuwe Waterbouw

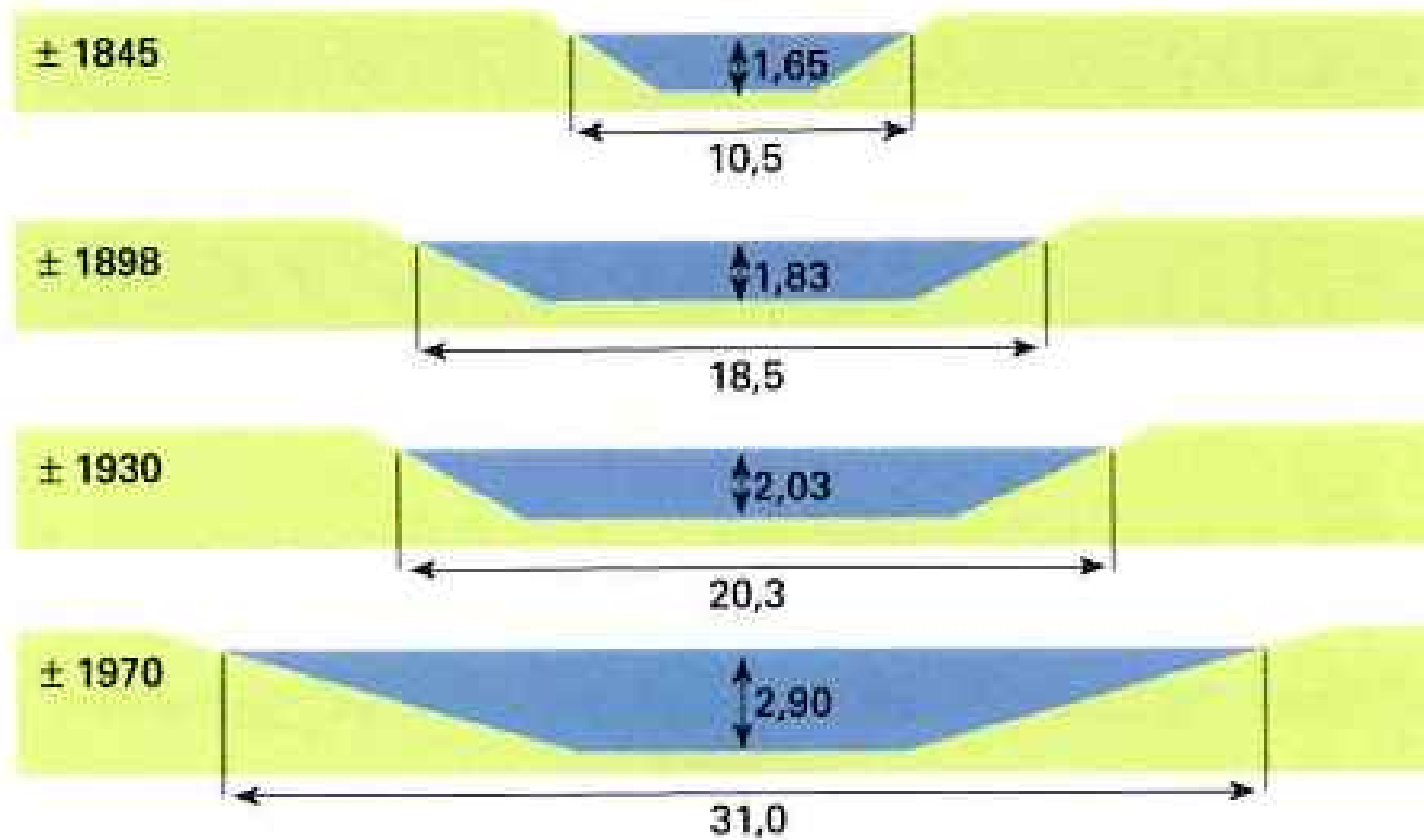
- Beter definitie "duurzaamheid"
  - Oude oplossingen zijn niet duurzaam
  - Nieuwe zijn duurzaam
- Betekent duurzaam minder CO<sub>2</sub> ?

# Duurzaam waterbeheer

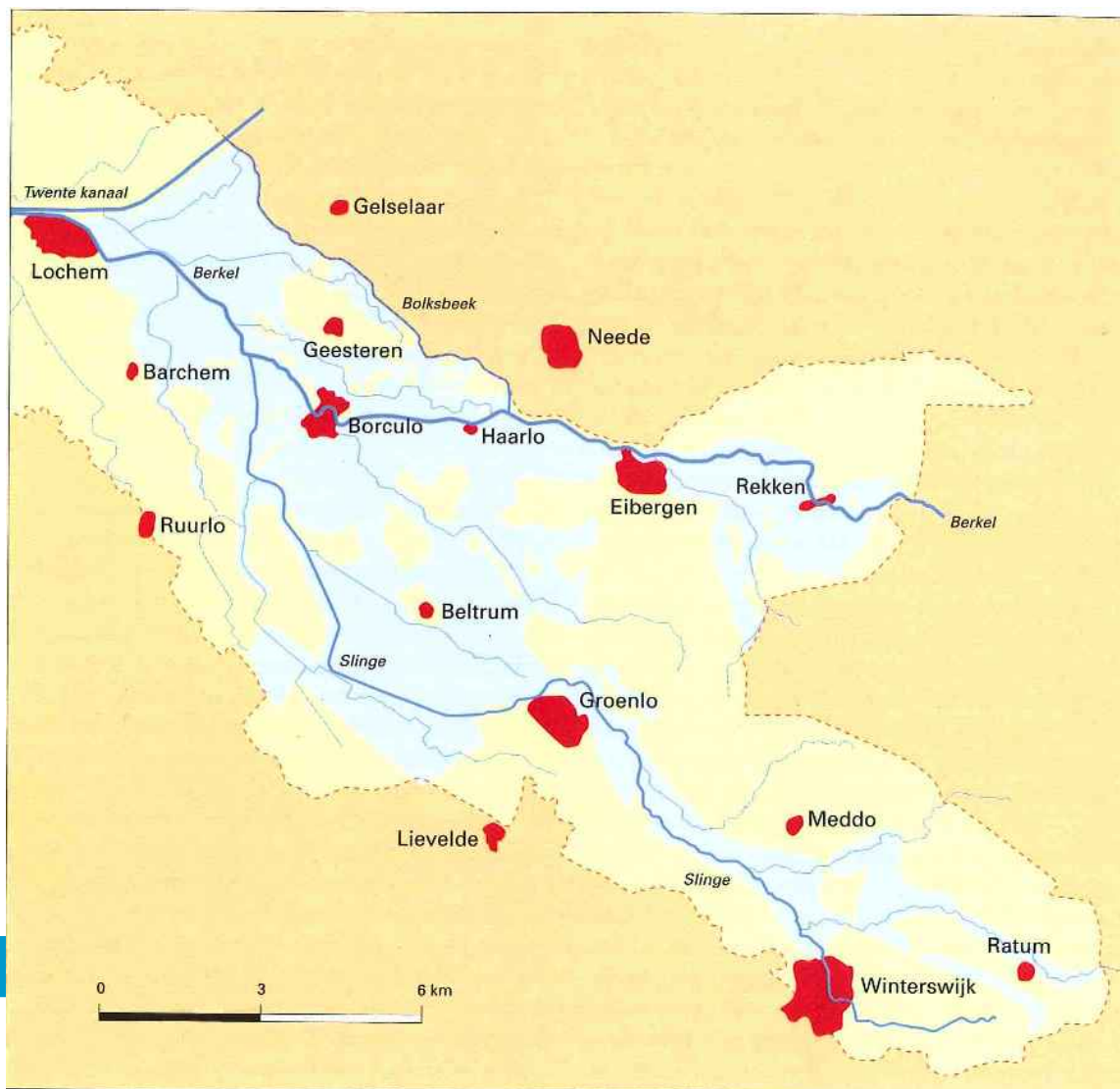
- Waterbeheer 21-ste eeuw (WB21)
- Water vast houden
- Water bergen
- Water afvoeren



# Duurzaam waterbeheer Berkel



# Duurzaam waterbeheer Berkel



# Duurzaam waterbeheer Friesland

- Bergen is duurzaam, pompen niet

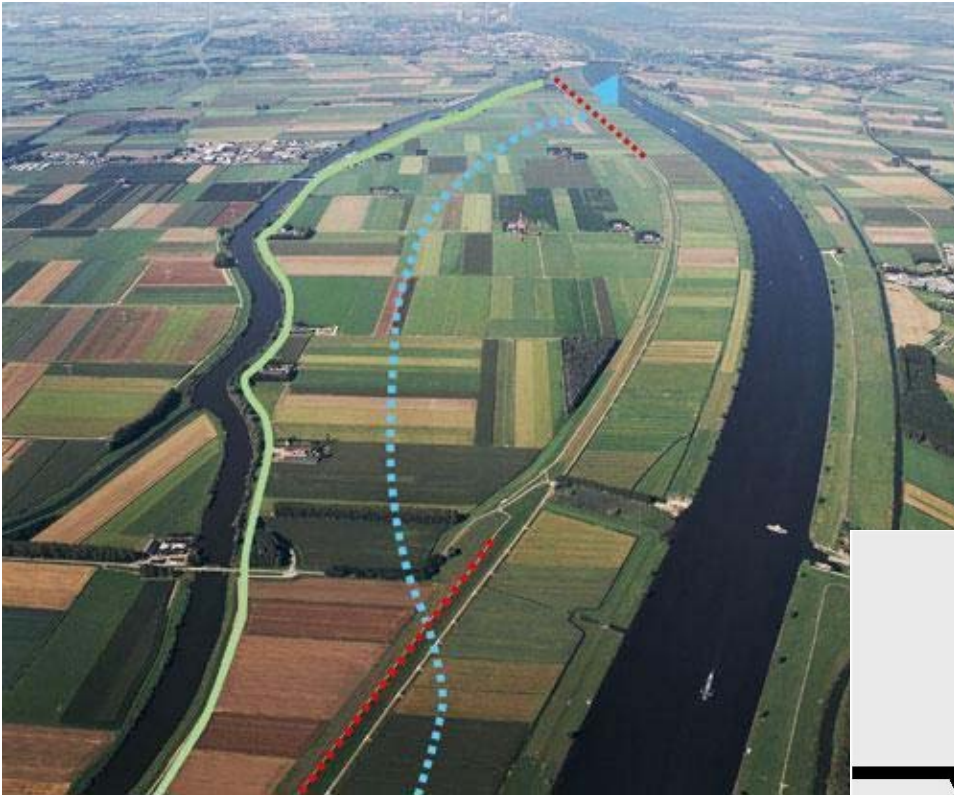
# Duurzaam waterbeheer Friesland

- Bergen is duurzaam, pompen niet
- Bergingsgebied van 1 km<sup>2</sup> en 2m diep; 2 Mm<sup>3</sup>

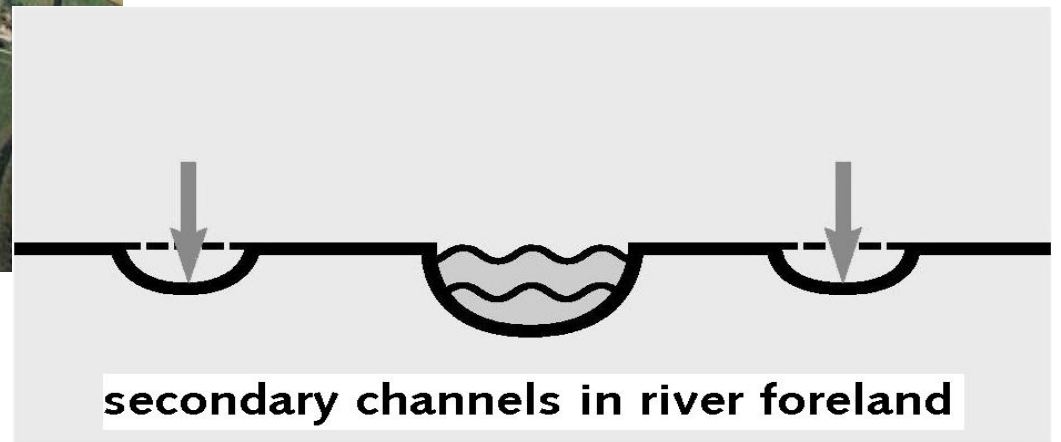
# Duurzaam waterbeheer Friesland

- Bergen is duurzaam, pompen niet
- Bergingsgebied van 1 km<sup>2</sup> en 2m diep; 2 Mm<sup>3</sup>
- Leeg pompen kost 1000 l dieselolie en levert 1800 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> extra

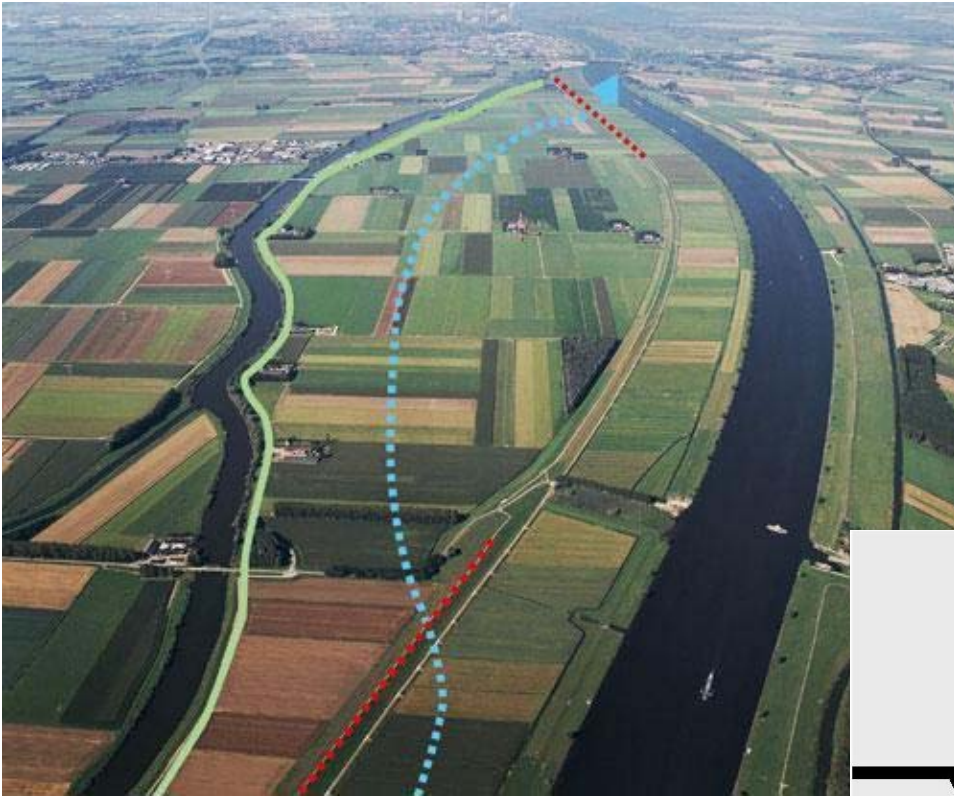
# Duurzaam baggeren



Altijd extra aanzanding  
in de hoofdgeul

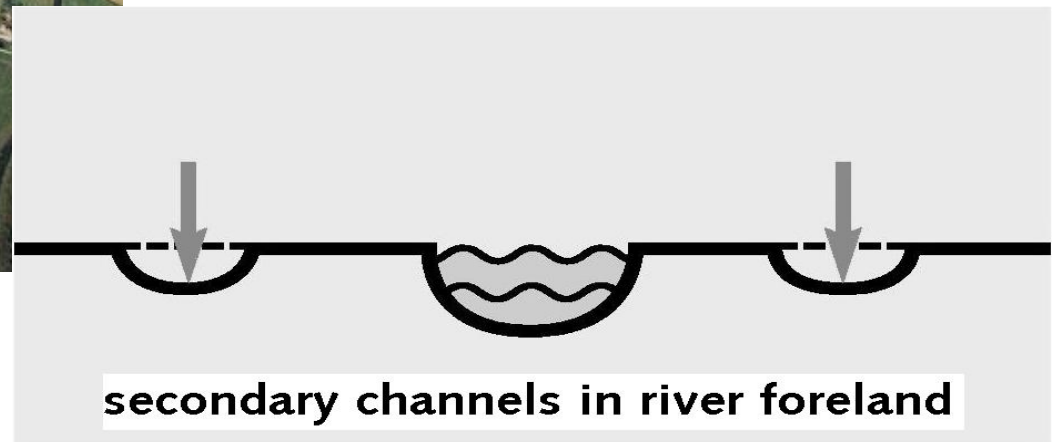


# Duurzaam baggeren

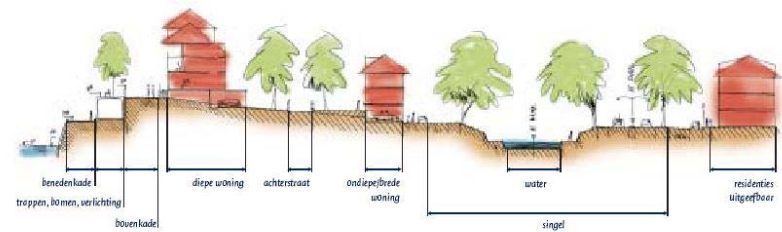
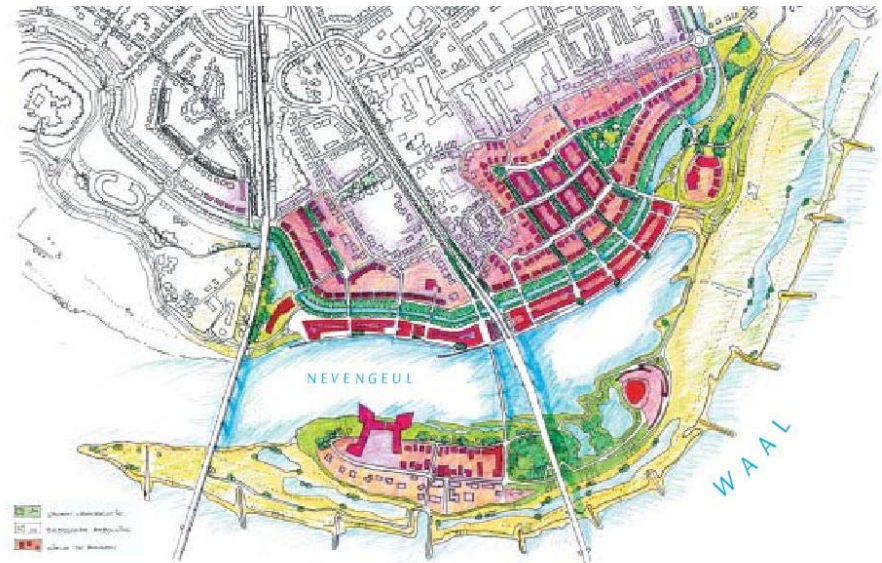


Altijd extra aanzanding  
in de hoofdgeul

Dus duurzaam baggeren



# Duurzaam baggeren bij Nijmegen



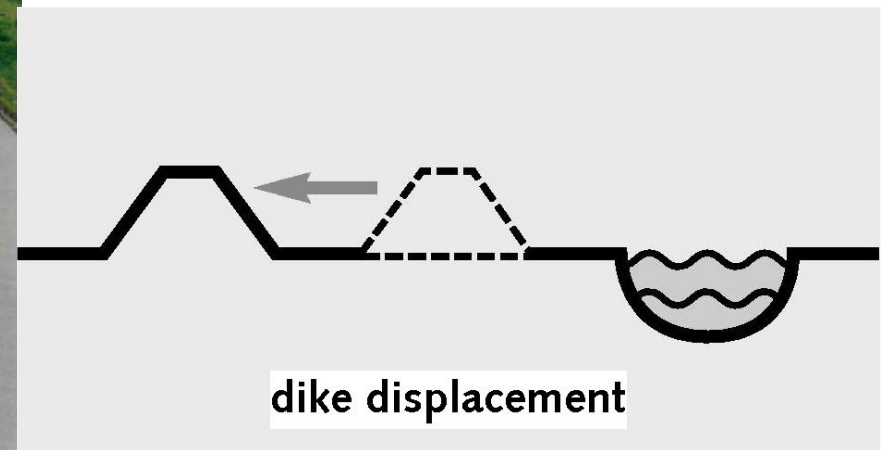


# Duurzaam baggeren



Geen aanzanding  
in de hoofdgeul

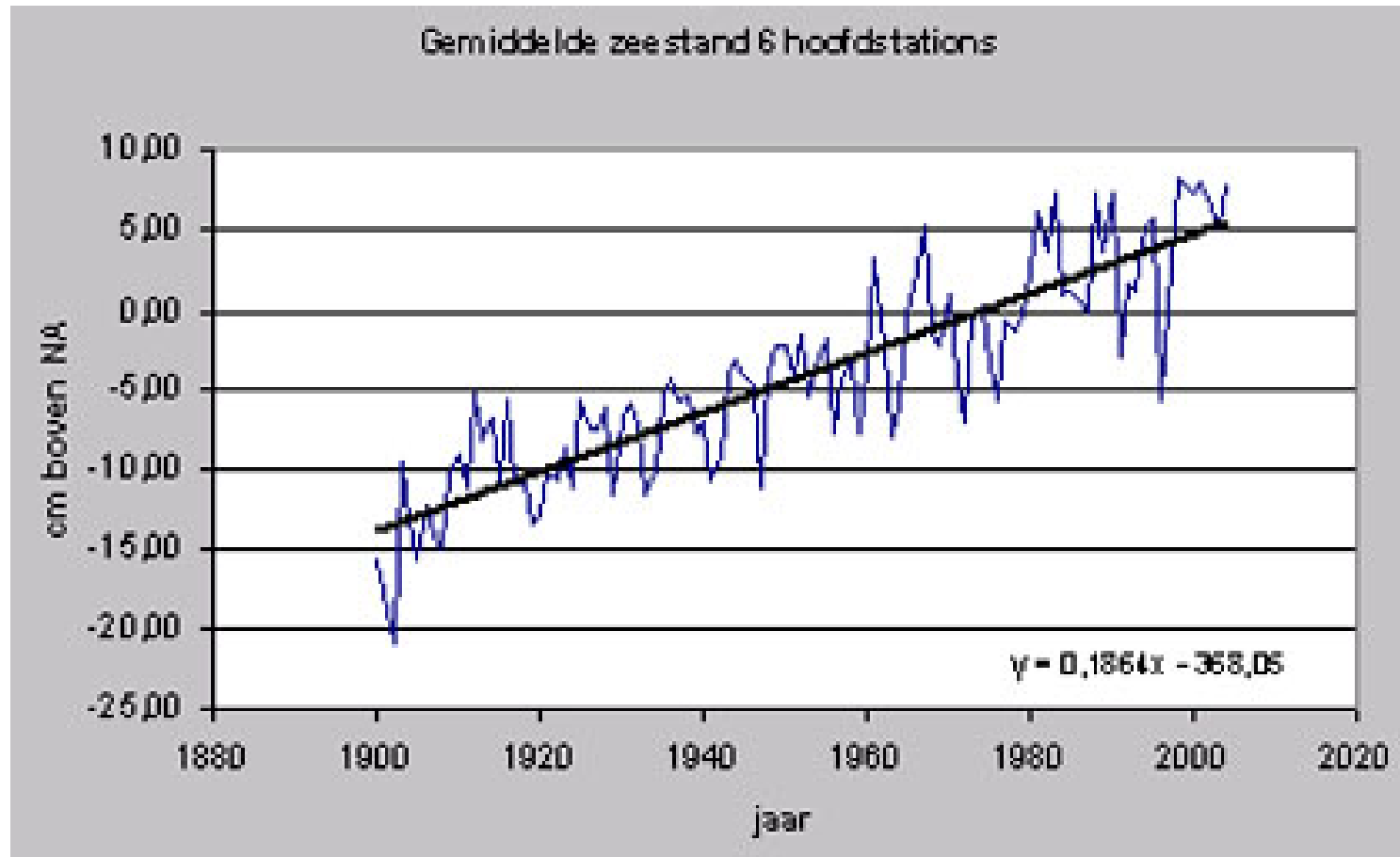
Duurzaam baggeren:  
de rivier neemt zelf zijn  
zand mee



# Het klimaat verandert

“Klimaatverandering (zeespiegelstijging en zwaardere, frequentere stormen) maakt het noodzakelijk alternatieven in te zetten om ons te beschermen”

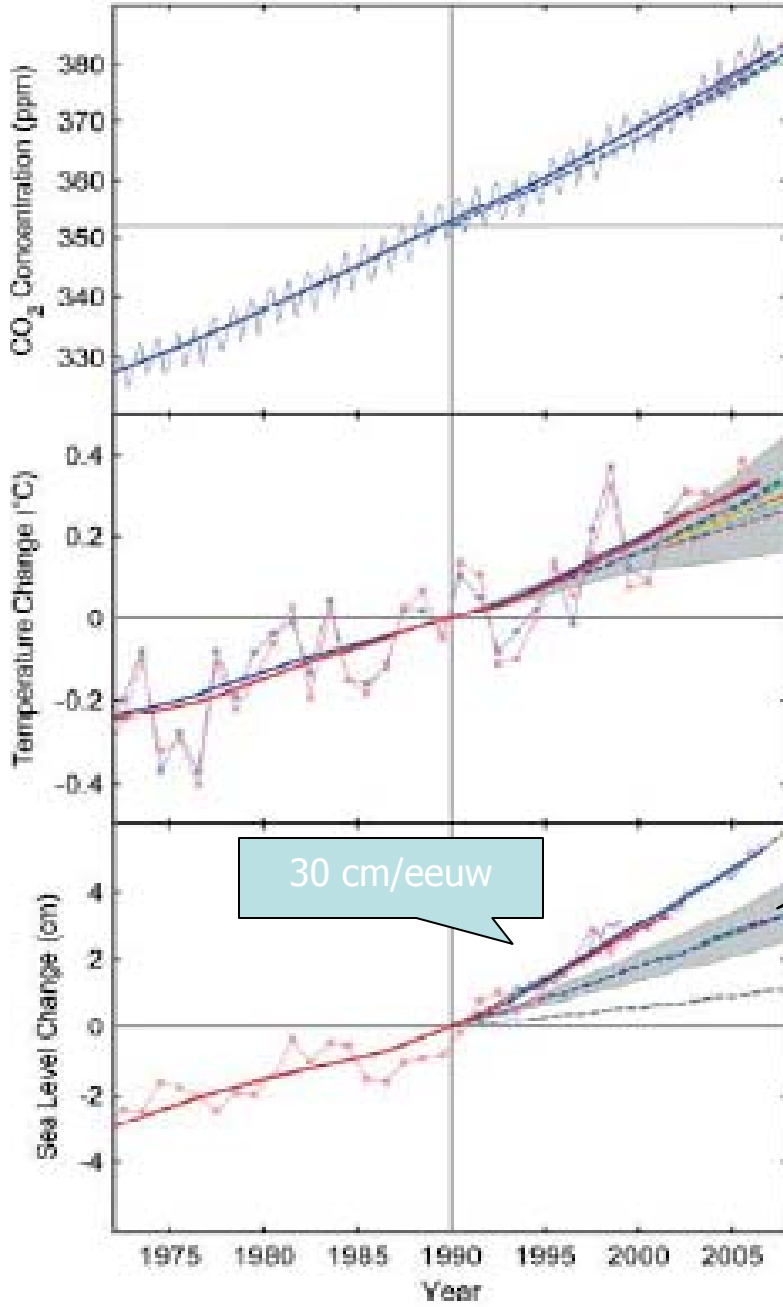
# Het klimaat verandert: de zeespiegel rijst ...

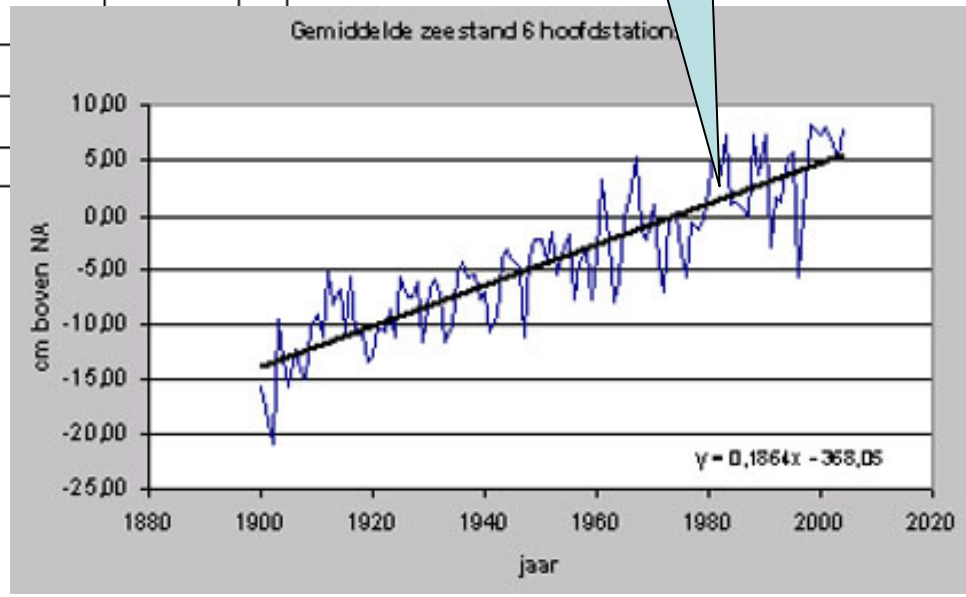
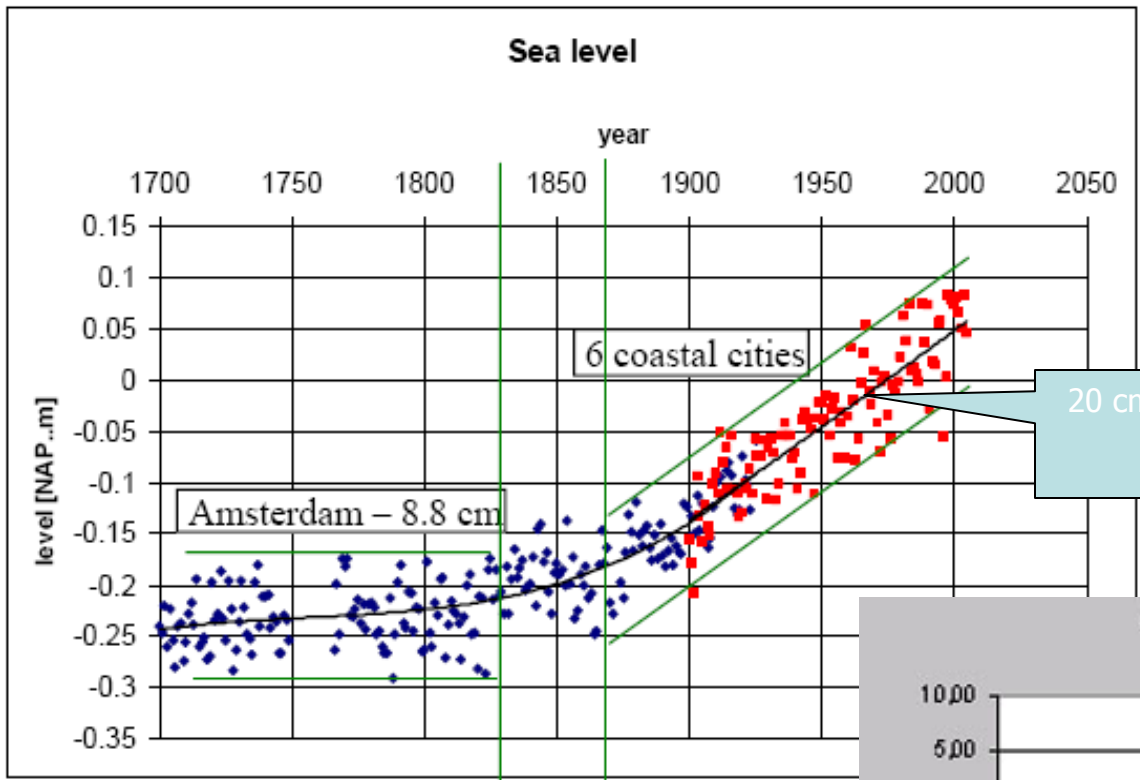


# Recent Climate Observations Compared to Projections

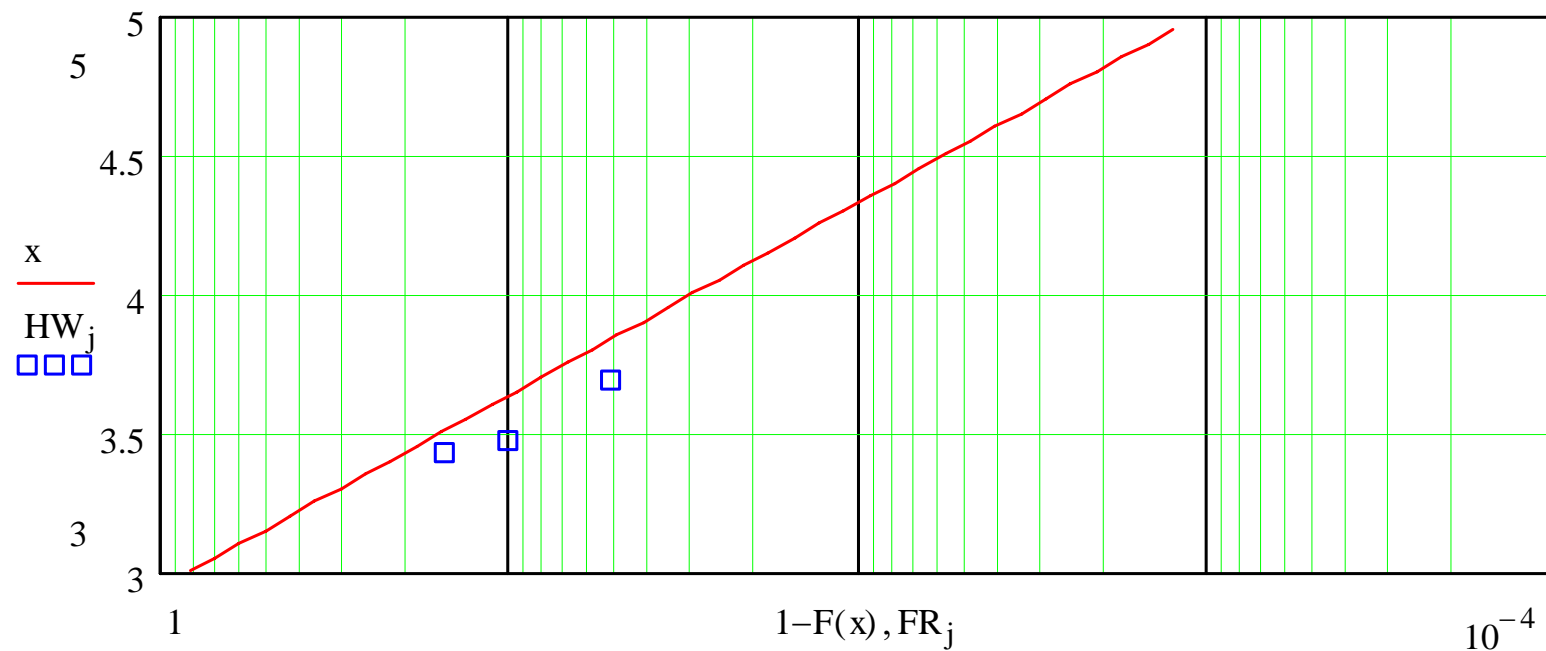
Stefan Rahmstorf,<sup>1</sup> Anny Cazenave,<sup>2</sup> John A. Church,<sup>3</sup> James E. Hansen,<sup>4</sup> Ralph F. Keeling,<sup>5</sup> David E. Parker,<sup>6</sup> Richard C. J. Somerville<sup>5</sup>

## Post IPCC 4<sup>th</sup> Assessment Report





# Het klimaat verandert ... de drie hoogste HW's van 1986 - 2007



# Het klimaat verandert: de zeespiegel stijgt en stormen worden zwaarder”

- De bewijzen dun. Maar de Deltacommissie laat het echt uitzoeken!
- Welke zeespiegelstijgingsnelheid en welke toename van stormintensiteit en -frequentie maken “het” onhoudbaar?
- Goed monitoren! De tijdschaal van de veranderingen is 100 jaar; implementatietijd voor werken 30 jaar.

# Het klimaat verandert: Dubai riffen

- Alleen om golfenergie te reduceren!
- Ecologisch interessant!
- Morfologisch een ramp (Spanje en Italië)





# Het klimaat verandert: Beproefde oplossing

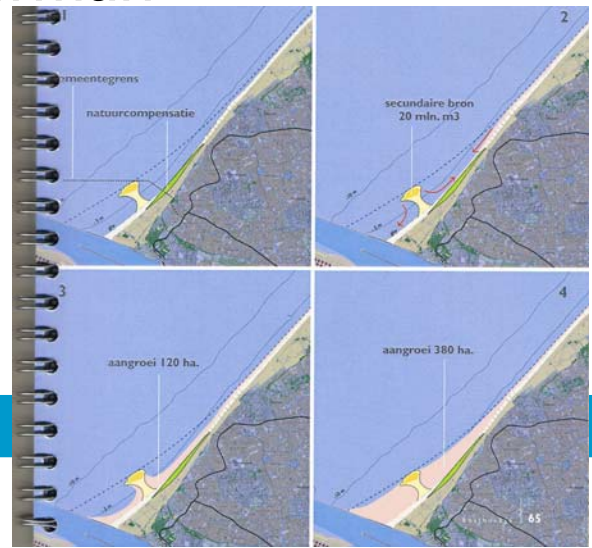
- Maasvlakte 1 (en 2)
- Van Dixhoorn driehoek



# Zandmotor is de kiem voor plan Waterman

Interessant als case study

De zandmotor is een Waterman groeimodel



# Superduin



# IJmuiden



Kerstomerstrand in de IJmel

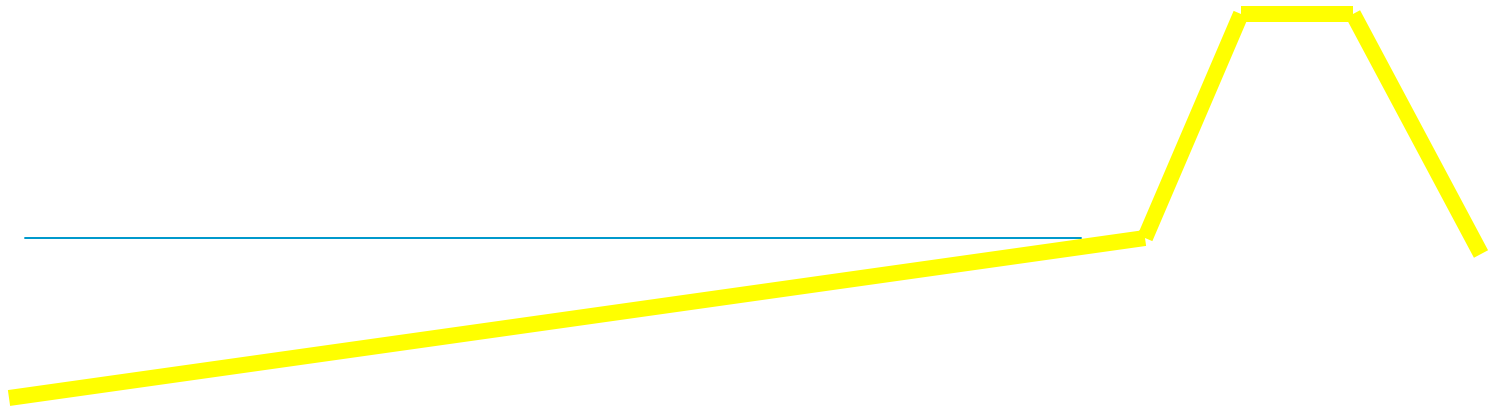
# Het klimaat verandert : eilanden



# Als de zeespiegel rijst ...

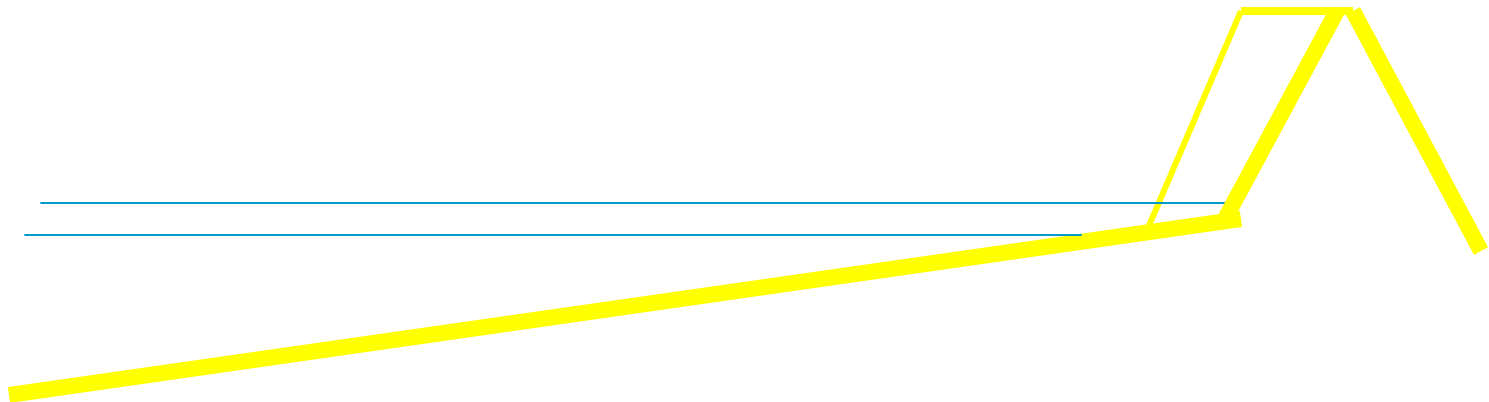
- Snelheid wordt gemeten in decimeters/eeuw
- In alle ontwerpen is gerekend op 2 decimeter/eeuw
- Bij de Maeslantkering op 6 decimeter/eeuw
- Een versterkingsronde duurt  $\sim 30$  jaar
- En kost  $\sim 0.1\%$  van het BNP extra

# Als de zeespiegel rijst ...



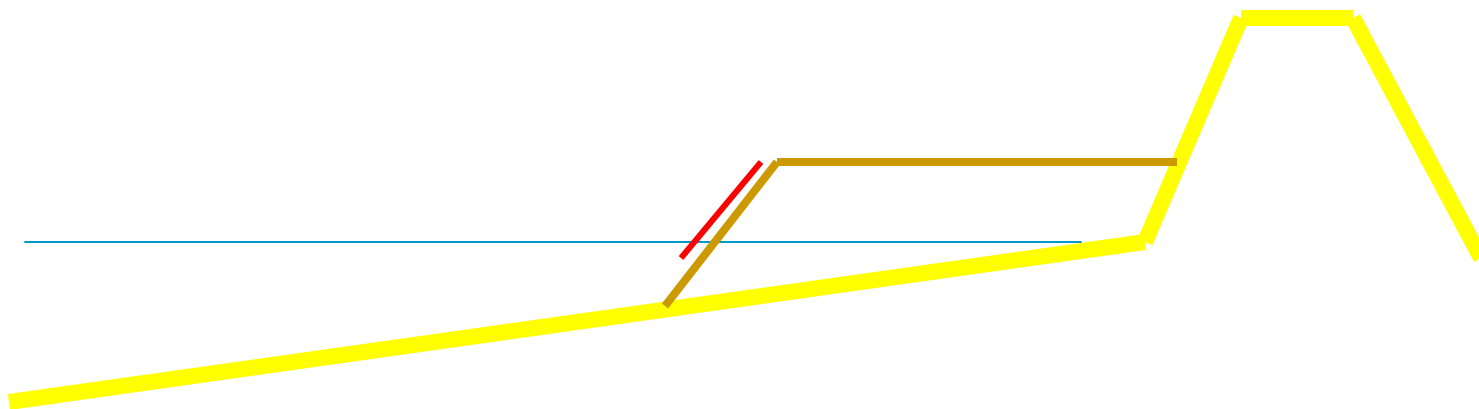
# Als de zeespiegel rijst ... gaat de kust achteruit

- Brun regel kusterosie =  $\sim 40$  x zeespiegelrijzing

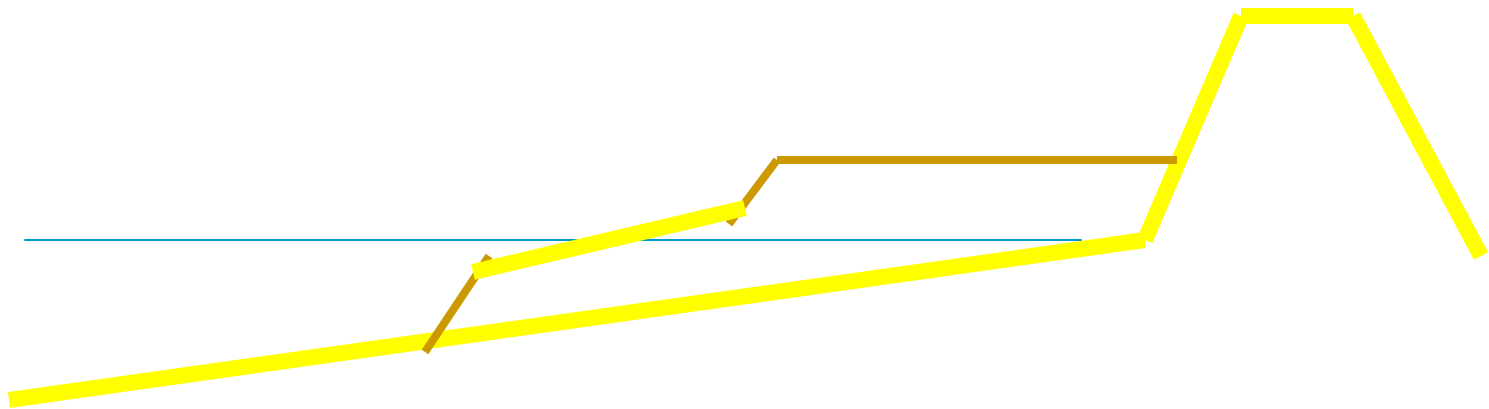




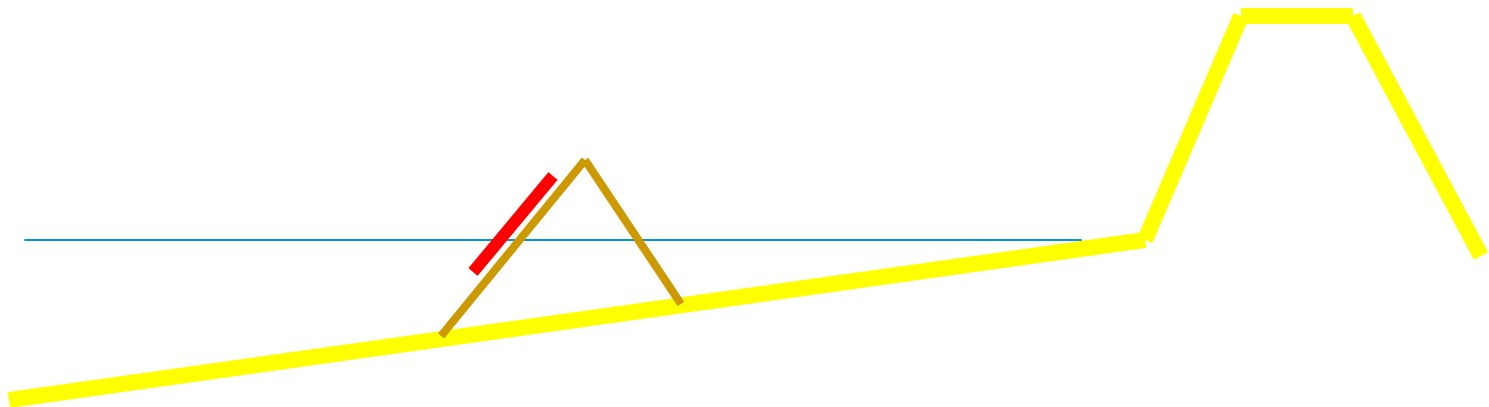
# Als de zeespiegel rijst ... kustuitbreiding



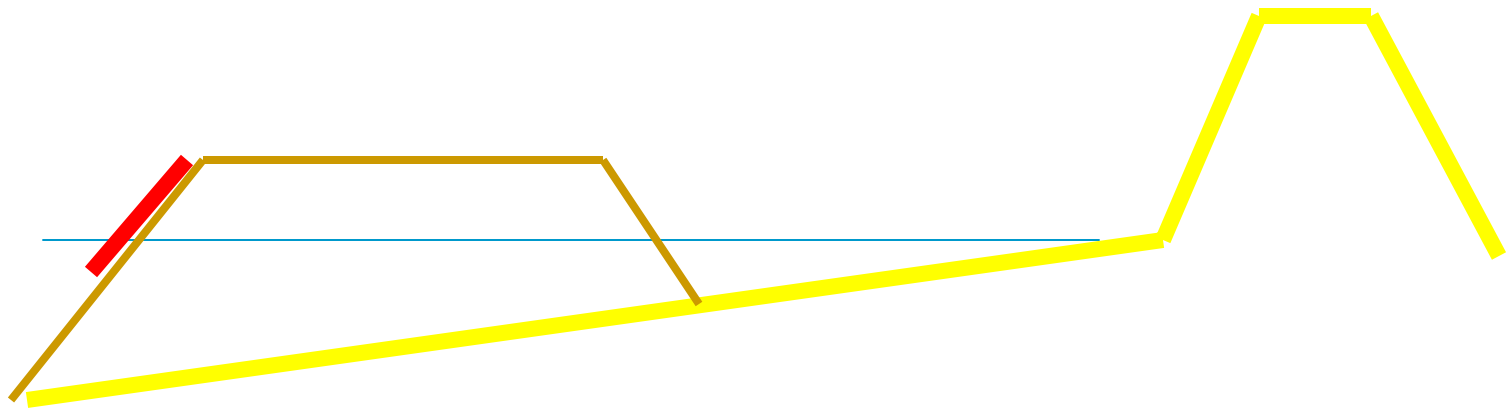
# Als de zeespiegel rijst ...kustuitbreiding met strand



# Als de zeespiegel rijst ...rif als golfbreker



# Als de zeespiegel rijst ...eiland als golfbreker en vestigingsplaats



# Schiphol in zee (2001-2005) was te duur

Mogelijke locatie



# Als de zeespiegel rijst... worden dijken hoger



Dijken worden  
1.7 tot 2 x de  
zeespiegelrijzing  
hoger

# Conclusies

- Sociaal wenselijke opinies worden als feiten gepresenteerd.
- De natuurwetten blijven gelden
- Technische alternatieven;
  - bergen/afvoeren
  - ruimte geven/waterkeren
  - repressie/preventie
  - Moeten worden afgewogen op effectiviteit

# Conclusies

- Landschapsarchitectuur met veiligheid als bij-product
- Ruimte voor de Rivier is meer een natuur- dan een hoogwaterproject
- New Orleans geen **Act of God** maar **Neglect of man**
- Veiligheidsketen is geen keten maar een parallel-systeem



# Conclusies

- Evacuëren en Verzekeren moeten worden vergeleken qua kosten/baten met preventie
- De veiligheid van Nederland voldoet niet aan de eisen van 1960
- Gezien de groei van bevolking en economie zijn de veiligheidsnormen anno 2008 aan vernieuwing toe

# Conclusies

- Duurzaamheid moet beter gedefinieerd worden
- Zeespiegelrijzing is 0.2 m/eeuw meer wordt nog niet gemeten
- Ook zijn de bewijzen voor heviger en frequenter stormen afwezig

# Conclusies

- Klassieke versterking van de waterkeringen is heel goed mogelijk
  - Technisch haalbaar
  - Economisch betaalbaar 0.1% van BNP extra
  - Knelpunt is bestuur (binnen 30 jaar)

# Conclusies

- Klassieke oplossingen zijn mogelijk en effectief
- Kustuitbreiding brengt extra baten
- Riffen en eilanden zijn minder effectief

# Conclusies

- Versterking waterkeringen achtereenvolgens
  1. Eerst APK-keuring halen in 2011
  2. Dan nieuwe normen
  3. Na 2050 zeespiegelrijzing

# Conclusies

- Pas bij zeespiegelrijzing  $> 2\text{m}$  wordt het moeilijker
  - Afsluiting Westerschelde met SVK
  - Hoge kering rond Nederland
  - Waddenzee binnen of buiten?
  - Supergemalen voor Rijn en IJssel
- Nieuwe waterbouw is waterbouw ingepast in de omgeving
- Fraaie plannen !

# Rijksbouwmeester wil huizen langs Afsluitdijk



# IJsseldelta Kampen





# Plan " Nieuw Venetië "

