

Het water en risico

Is er al sprake van grote veranderingen?

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

Inhoud

- Inleiding
- Historische ontwikkeling
- Risico-perceptie
- New Orleans 2005
- Veiligheid van Nederland
- De veiligheidsketen
- Het klimaat verandert ...
- Meervoudig ruimtegebruik
- 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.

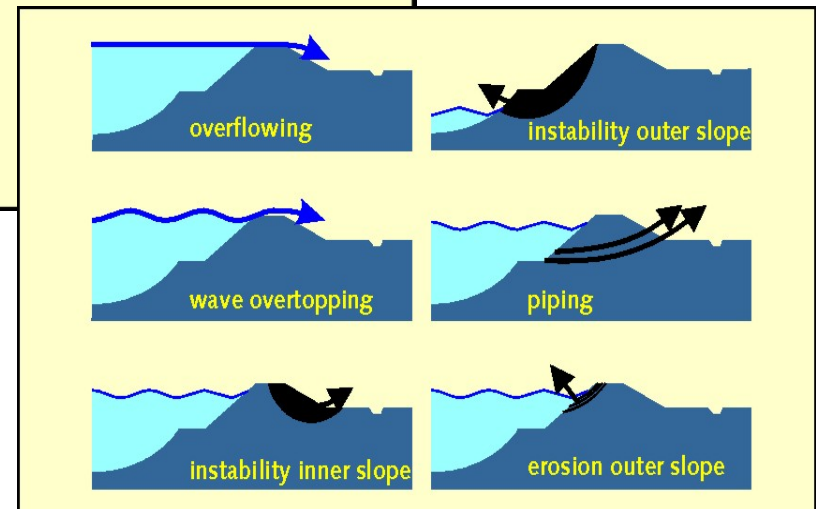
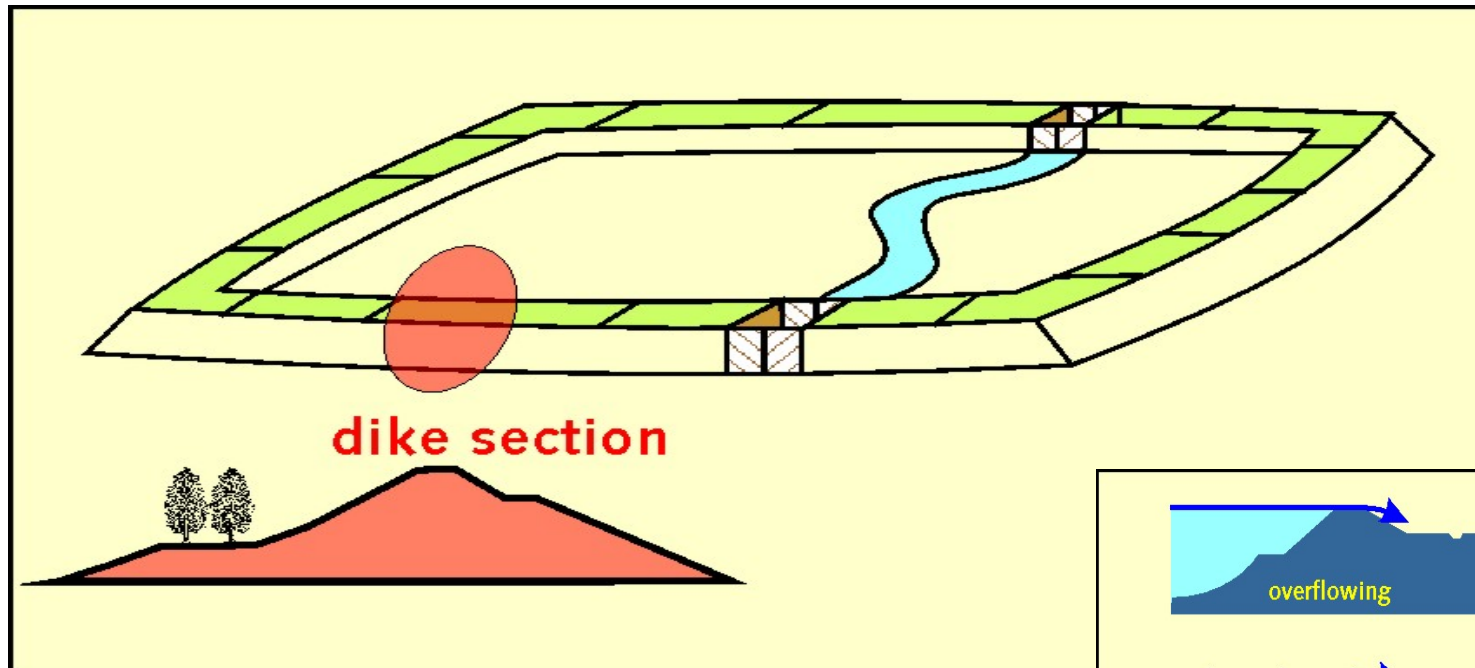
Inleiding

- Ook schrijft men dat
 - dijkversterking niet meer mogelijk is.
 - Er nog maar één oplossing is:
 - Het water de ruimte geven anders neemt het 't

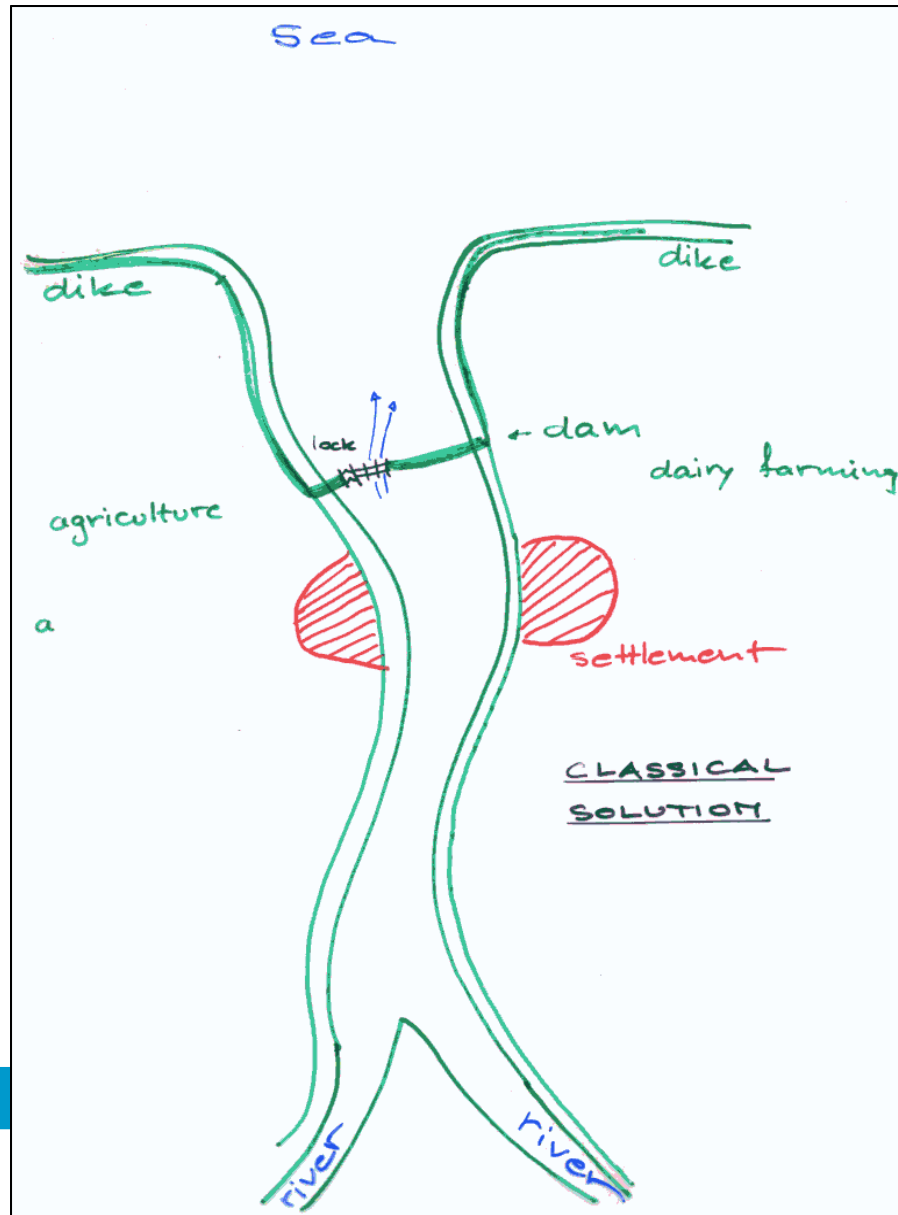
Inleiding

- Ook schrijft men dat
 - dijkversterking niet meer mogelijk is.
 - Er nog maar een oplossing is: het water de ruimte geven anders neemt het 't
- Gaat het hier om **feiten** en staat het water ons aan de lippen of zijn het **meningen**?

Historie: dijkringen en dammen



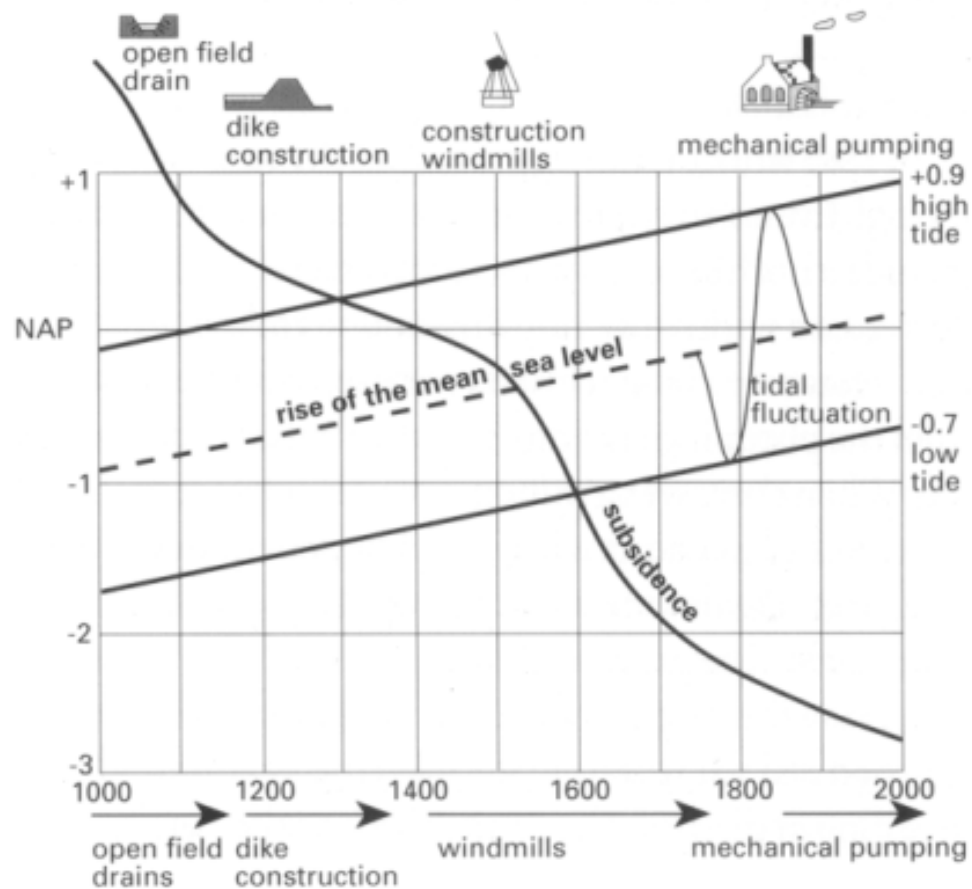
Historie: dijkringen en dammen



Historie: 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

De historische ontwikkeling



Historie: 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

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)

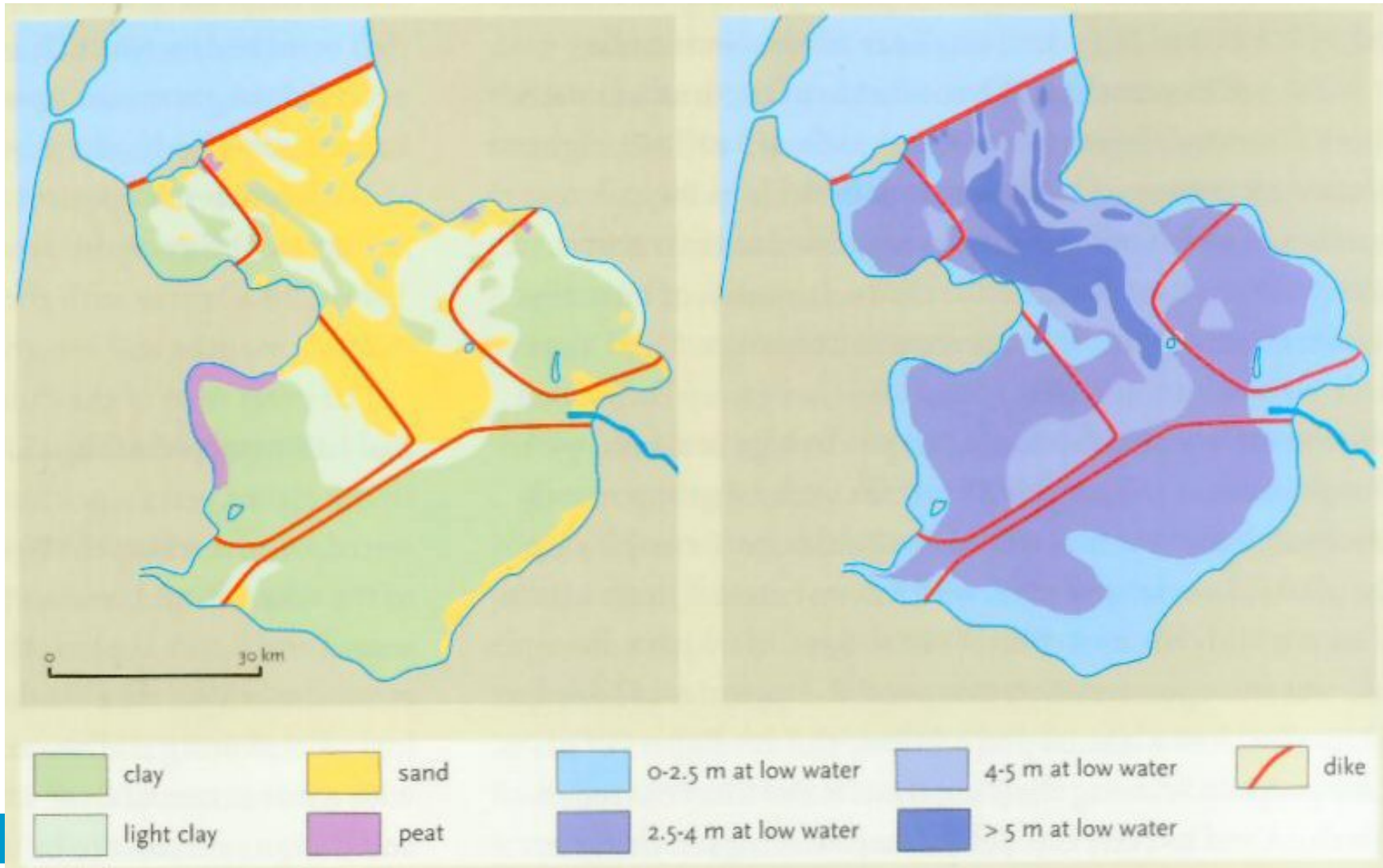
1626 Wijde Wormer (1,620 ha)

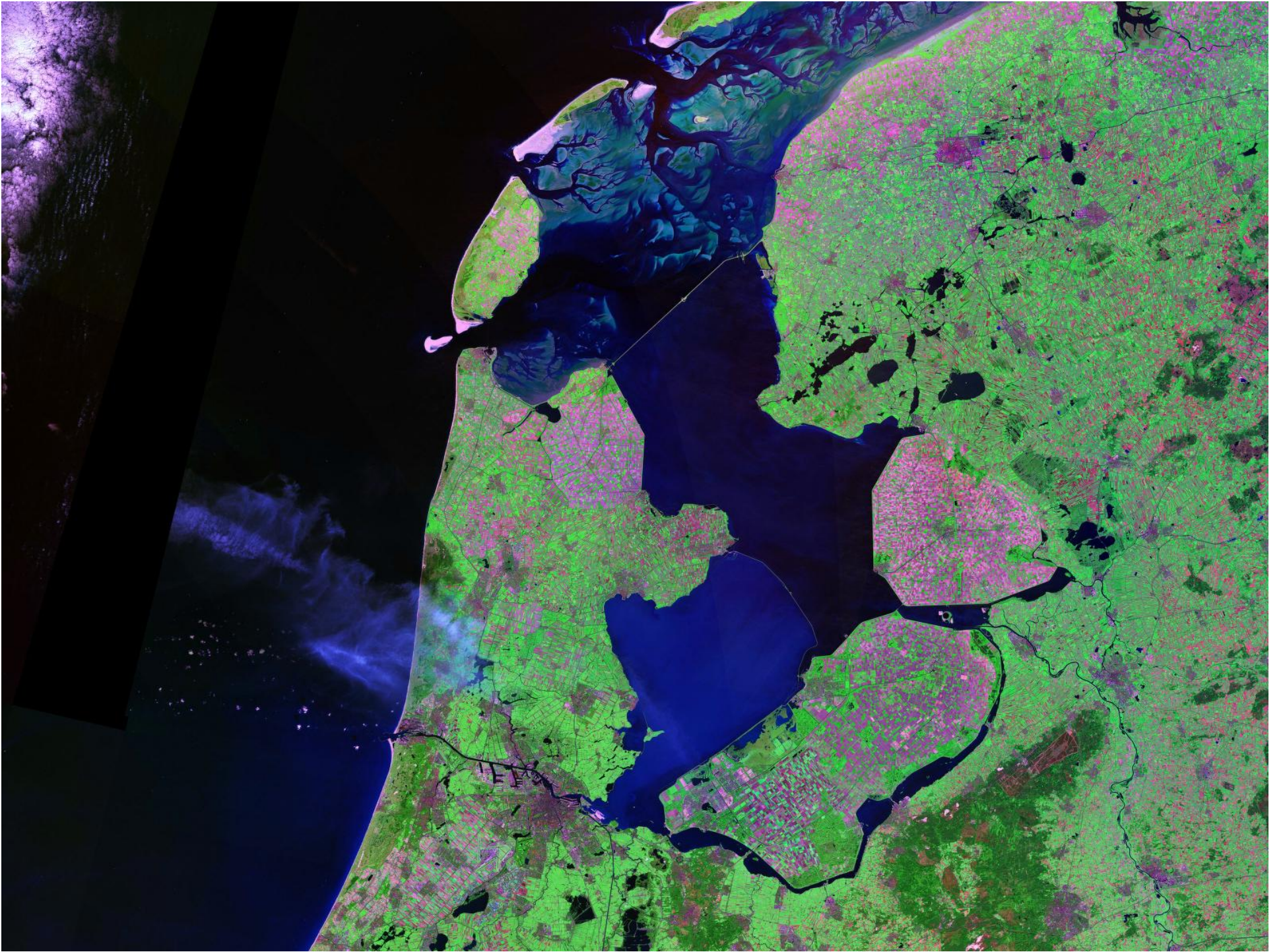
1635 Heerhugowaard (3,500)

1635 Schermer (4,770 ha)

1854 Haarlemmermeer (18,100 ha)

De historische ontwikkeling





Onzekere gebeurtenis

- Risico = een onzekere gebeurtenis met een schadelijk gevolg
 - Het schadelijke gevolg wordt meestal geschematiseerd tot
 - Aantal slachtoffers
 - Materiele schade (euro's)

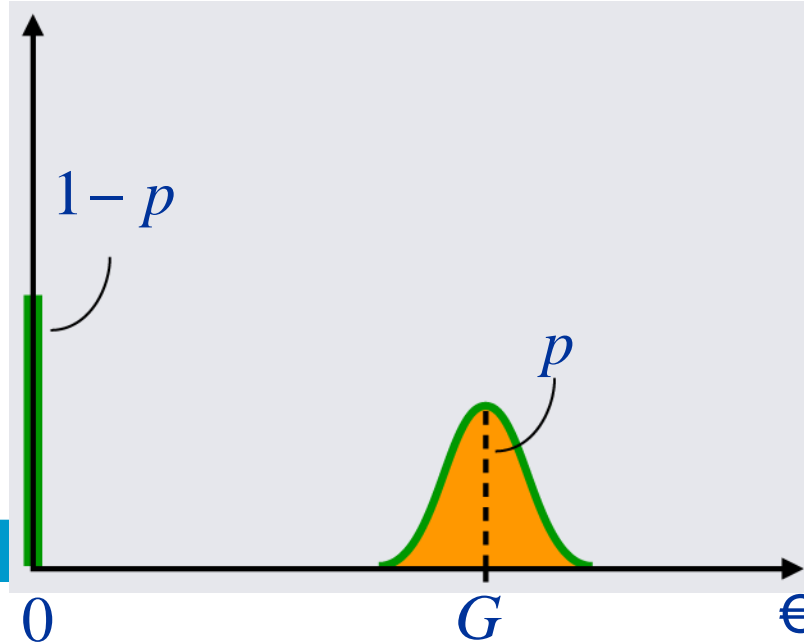
Onzekere gebeurtenis



Onzekere gebeurtenis

- Kwantitatieve weergave ($p < 1$)

Kansdichtheid

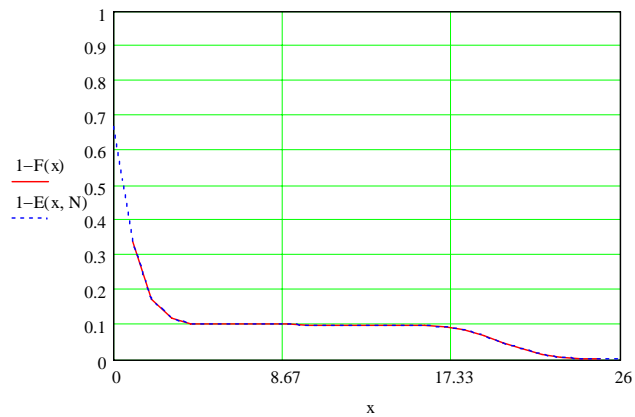
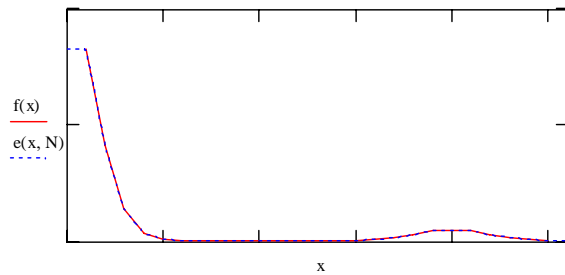


Kleine risico's

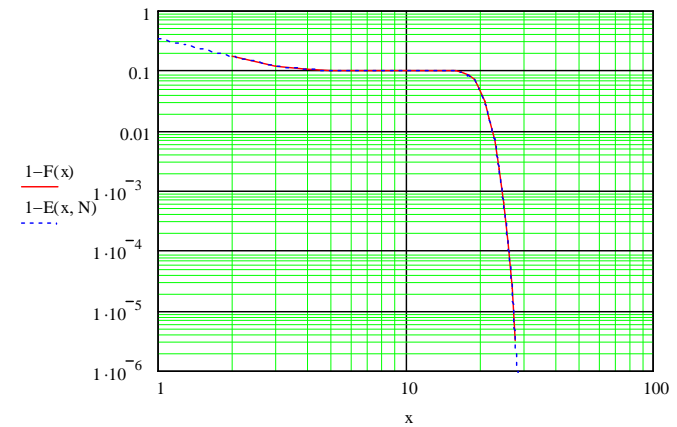
$N=100$ $pr=0.01$ $Nd \sim 1$

Grote risico's

$M=1$ $Pr=0.1$ $Nd \sim 20$



FN-curve lineaire schaal



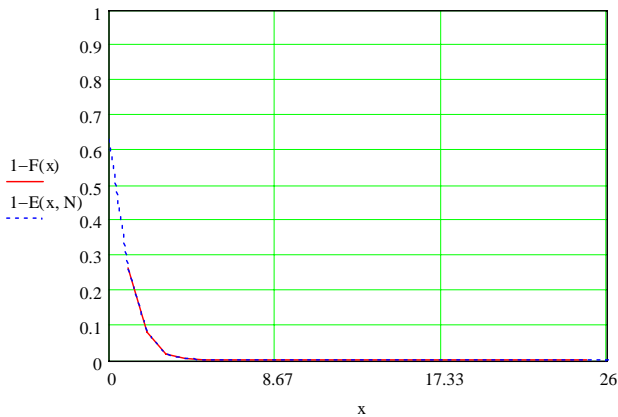
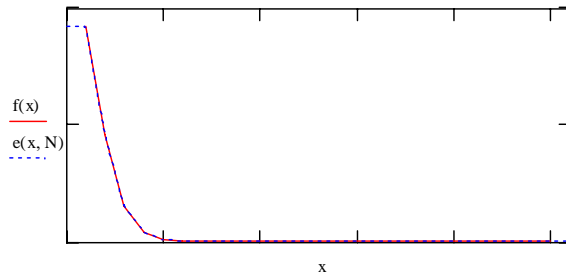
FN-curve logarithmische schaal

Kleine risico's

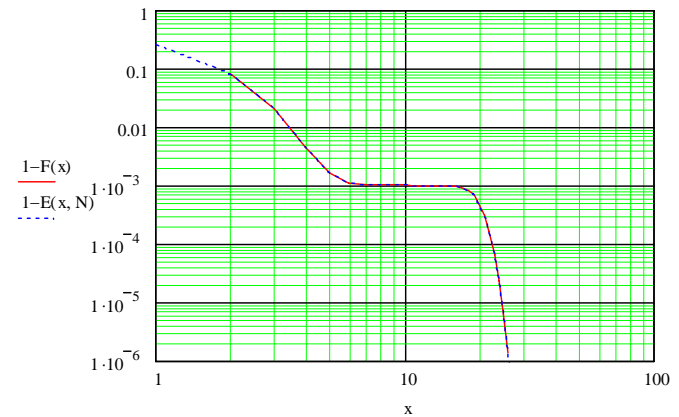
$N=100$ $pr=0.01$ $Nd \sim 1$

Grote risico's

$M=1$ $Pr=0.001$ $Nd \sim 20$



FN-curve lineaire schaal



FN-curve logarithmische schaal

Onzekere gebeurtenis



Onzekere gebeurtenis



Onzekere gebeurtenis: dijkdoorbraak

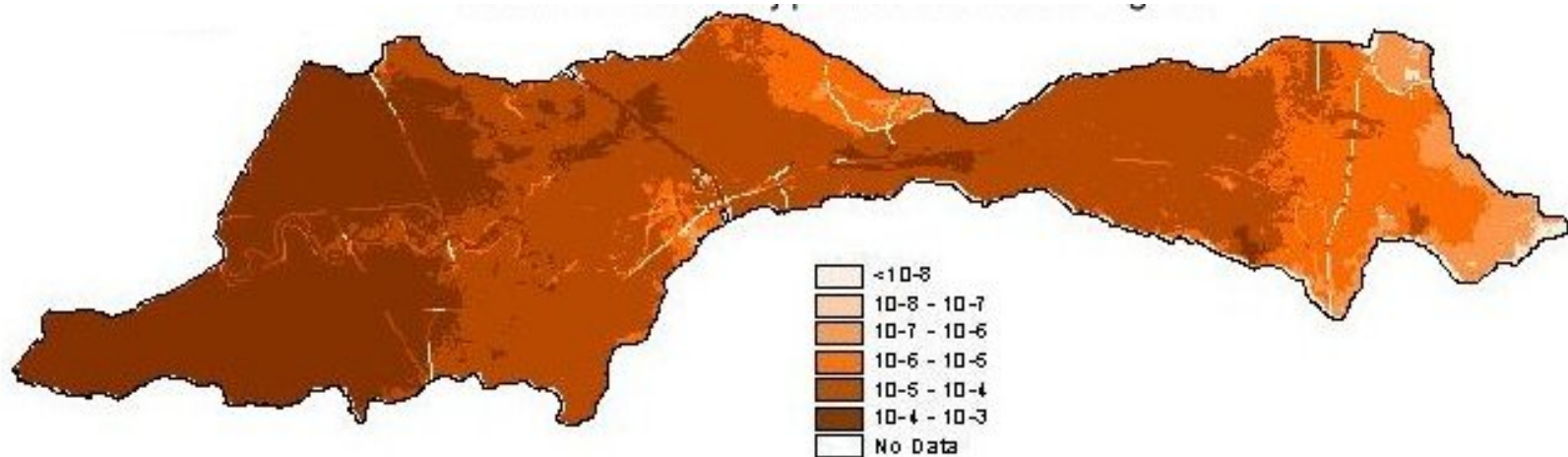


Aanvaardbaar risico; WV 21-ste eeuw

- Twee standpunten
 - Individueel risico
 - Maatschappelijk risico
- Gelijke minimale veiligheid voor iedereen
- Bij grote gevolgen qua slachtoffers of economie is een grotere veiligheid gewenst

Kans om te verdrinken op een bepaalde plaats

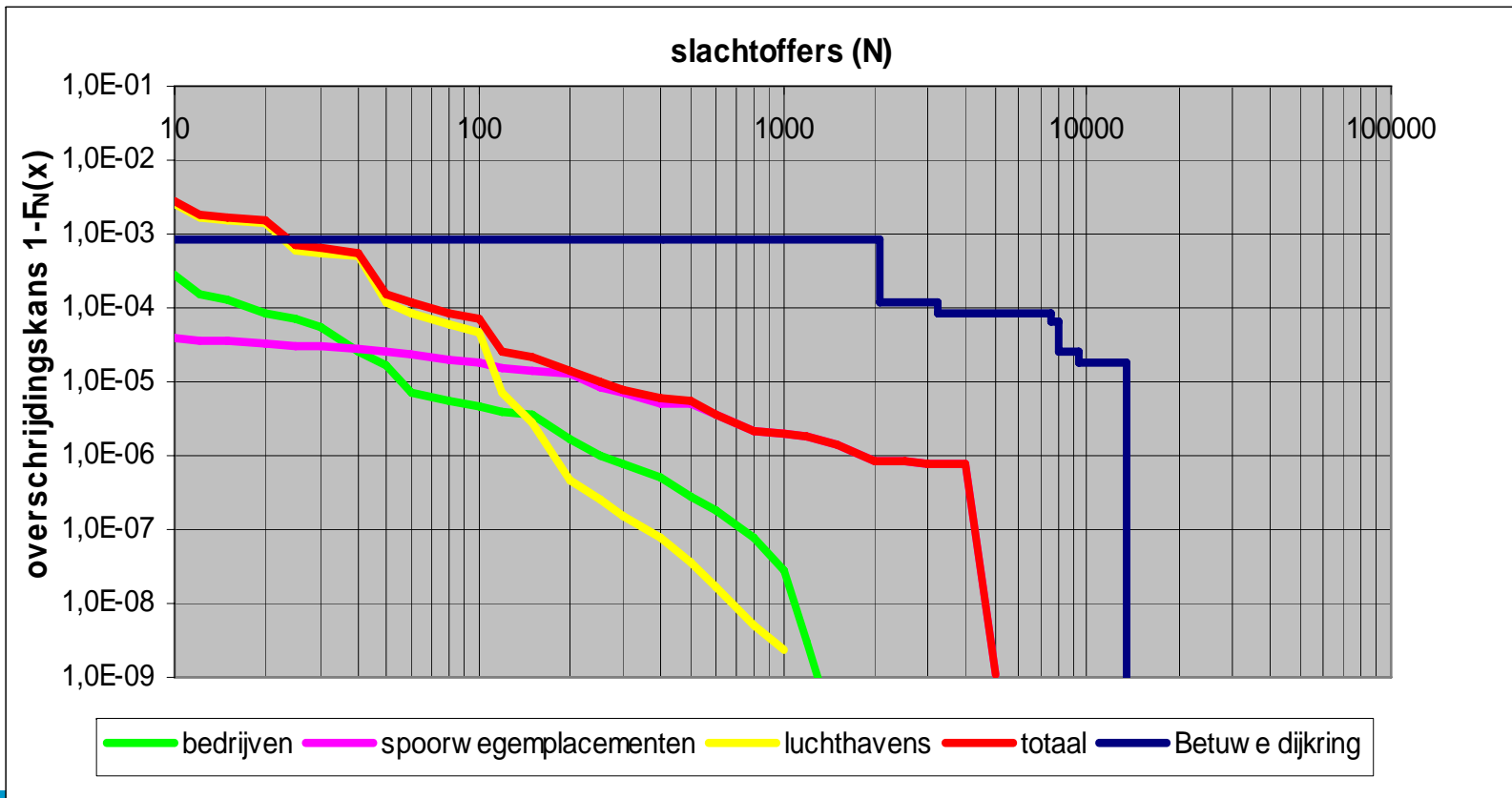
Case Betuwe, Tieler, Culemborger Waarden



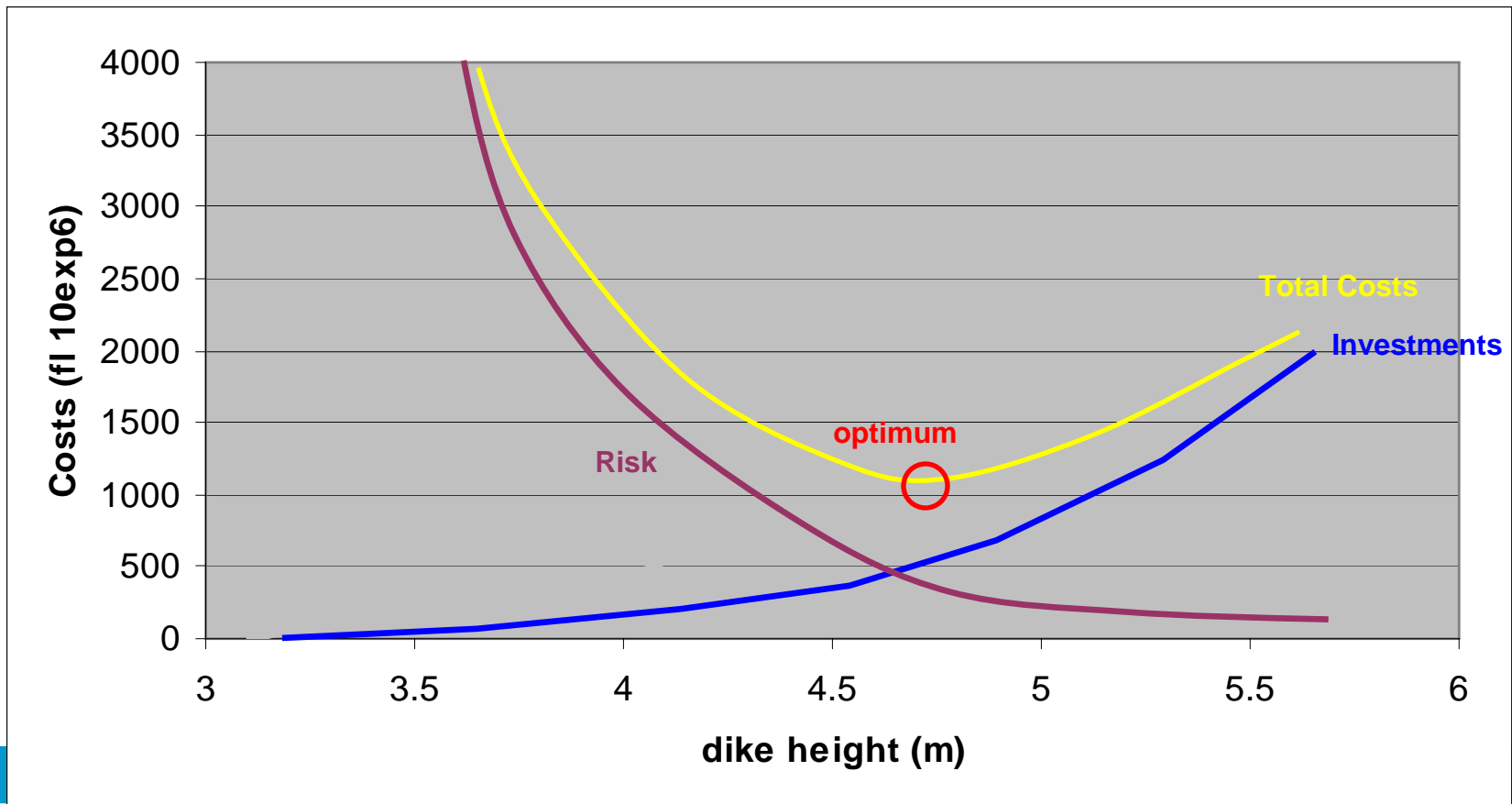
Maatschappelijk of groepsrisico (TUD 2001)

Polder and industrieel risico

Case Betuwe, Tieler, Culemborger Waarden



Economisch aanvaardbaar Risico



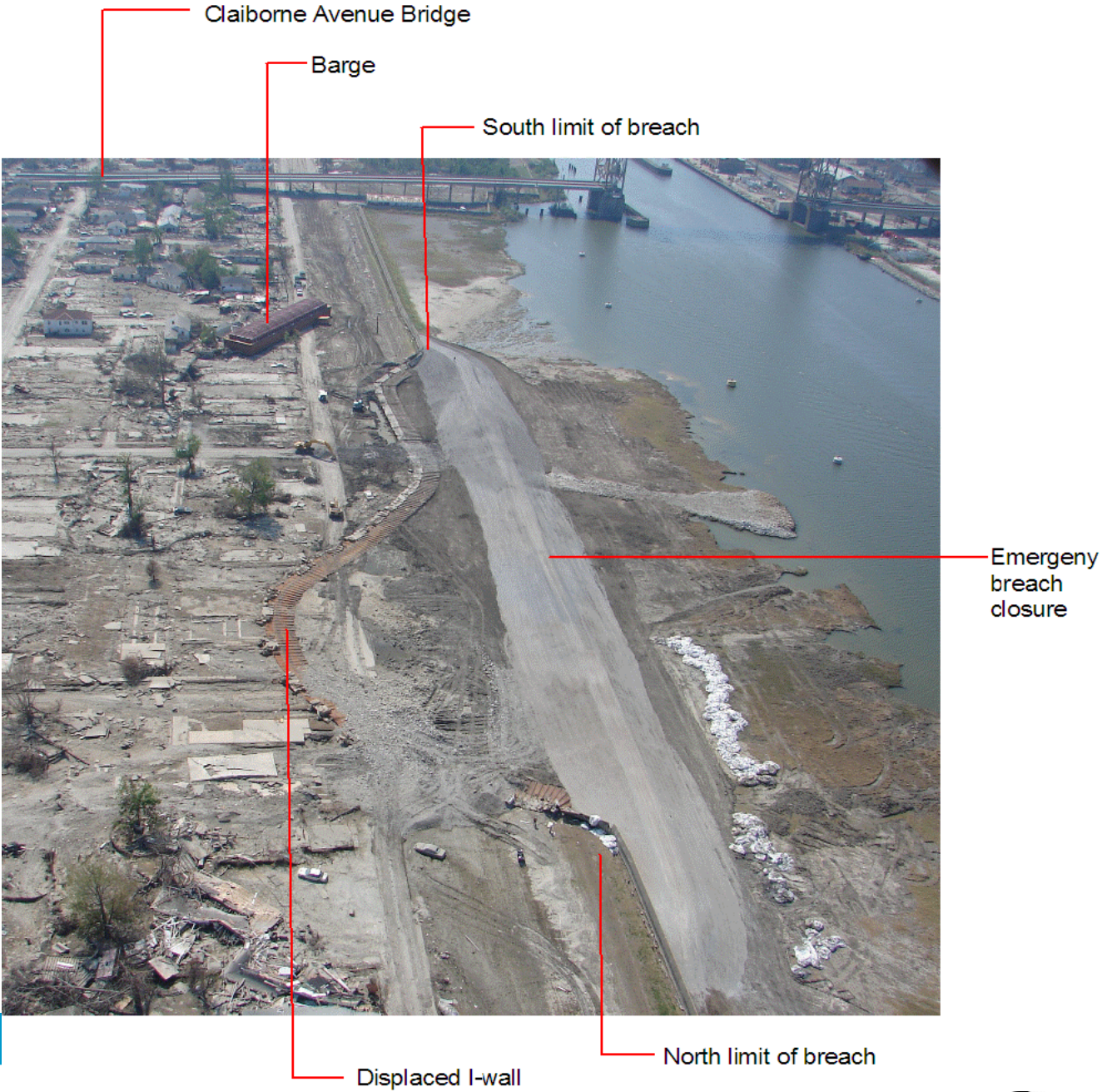
New Orleans 29 augustus 2005

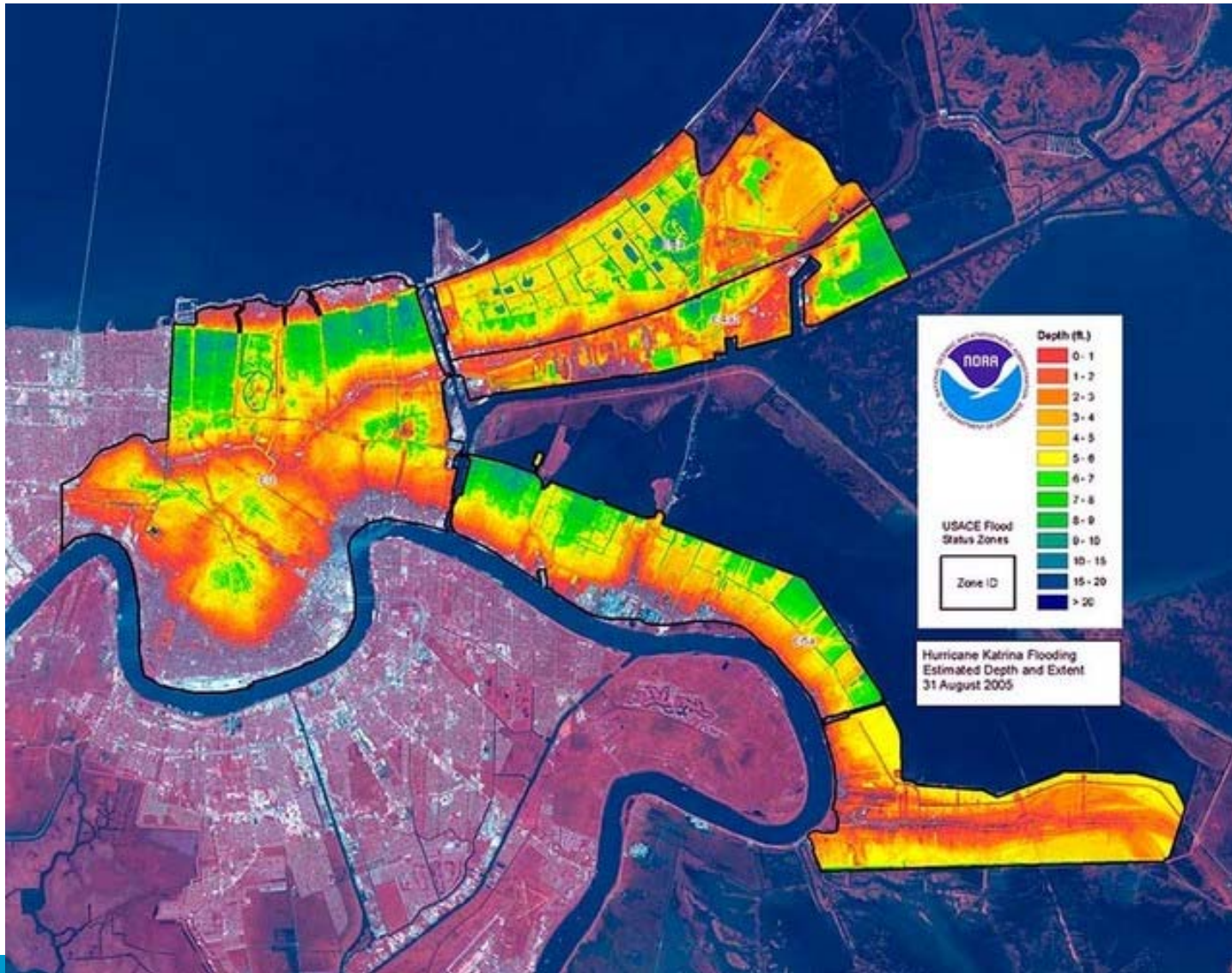


New Orleans: Afschuiving als Wilnis









New Orleans 2005; de gevolgen

- Directe economische schade (30 miljard)
- Indirecte economische effecten (olie prijs, toerisme)
- Vervuiling: 'toxic soup'
- Nutsvoorzieningen faalden: electra, riolering, gas
- 400.000 geëvacueerden
- 100.000 gevangenen
- ~ 1000 doden



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

Veiligheid 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 m³/s i.p.v. 16000 m³/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



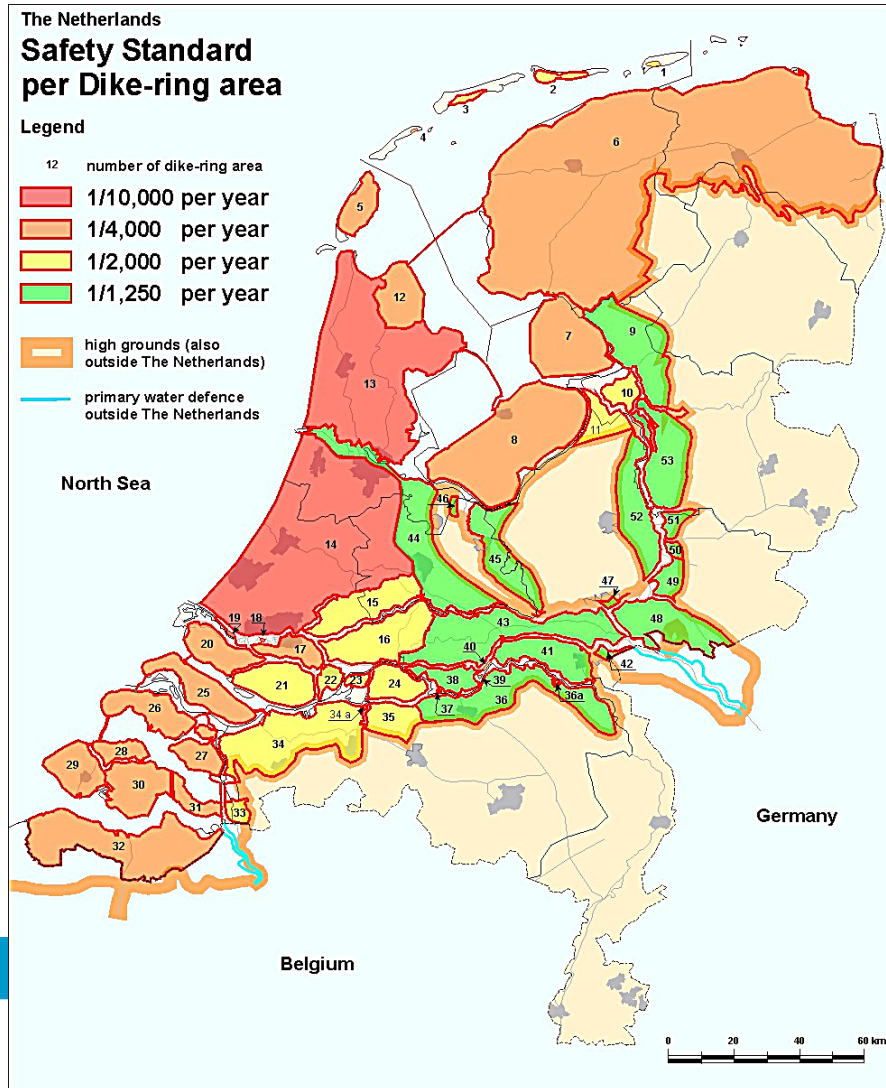
Resultaten tweede veiligheidstoetsing primaire waterkerende kunstwerken, 1 januari 2006

Legenda

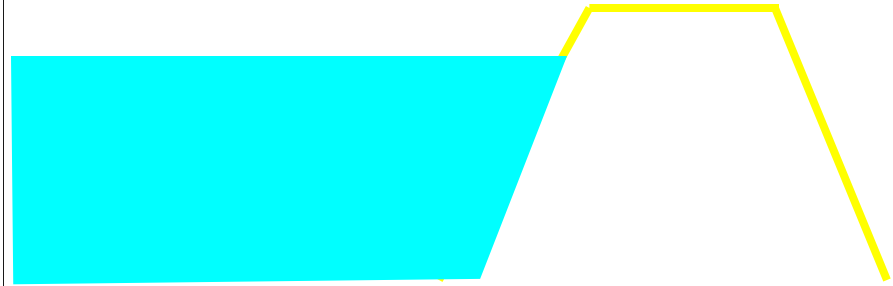
- voldoet aan de norm
 - geen oordeel
 - voldoet niet aan de norm
-
- primaire waterkering
 - dijkkringgebied
 - hoge gronden



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

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 ?

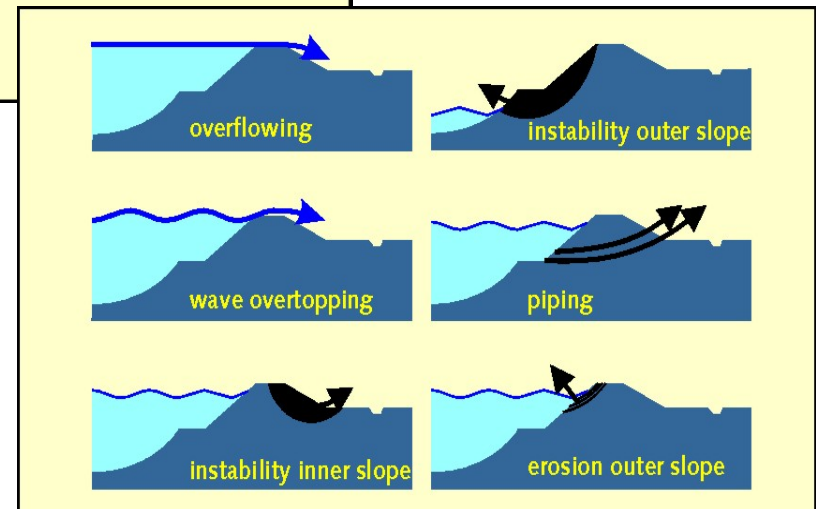
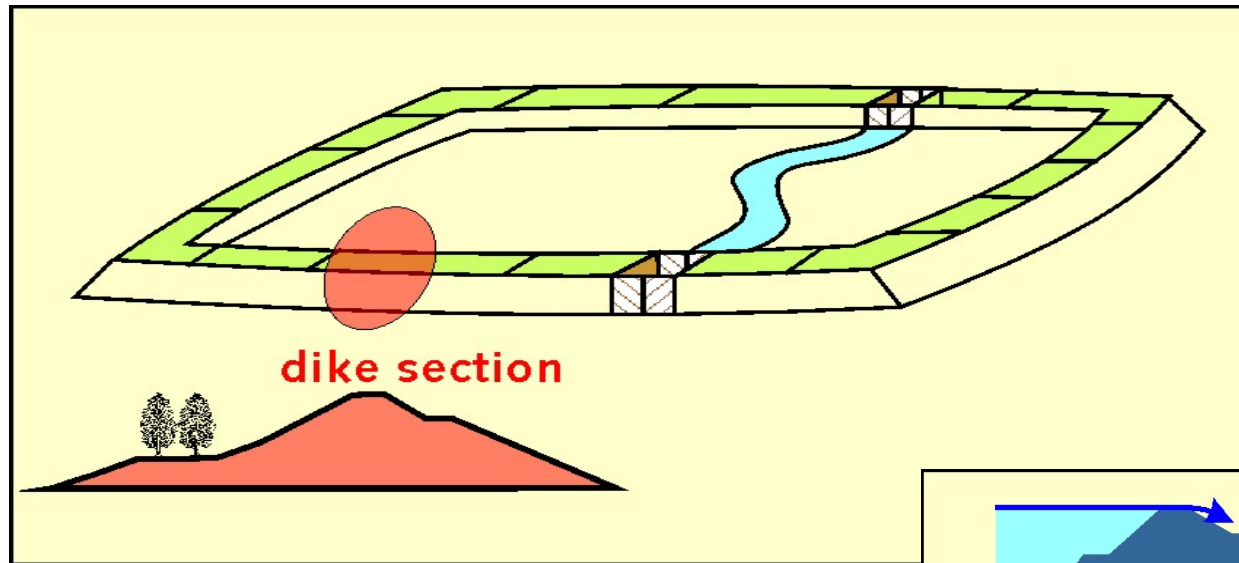
- Pro-actie
- Preventie
- Preparatie
- Repressie/Mitigatie
- Herstel
- Leren van ervaring

Veiligheidsketen; eenvoudig concept ?

- Pro-actie
- 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 reddend 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?

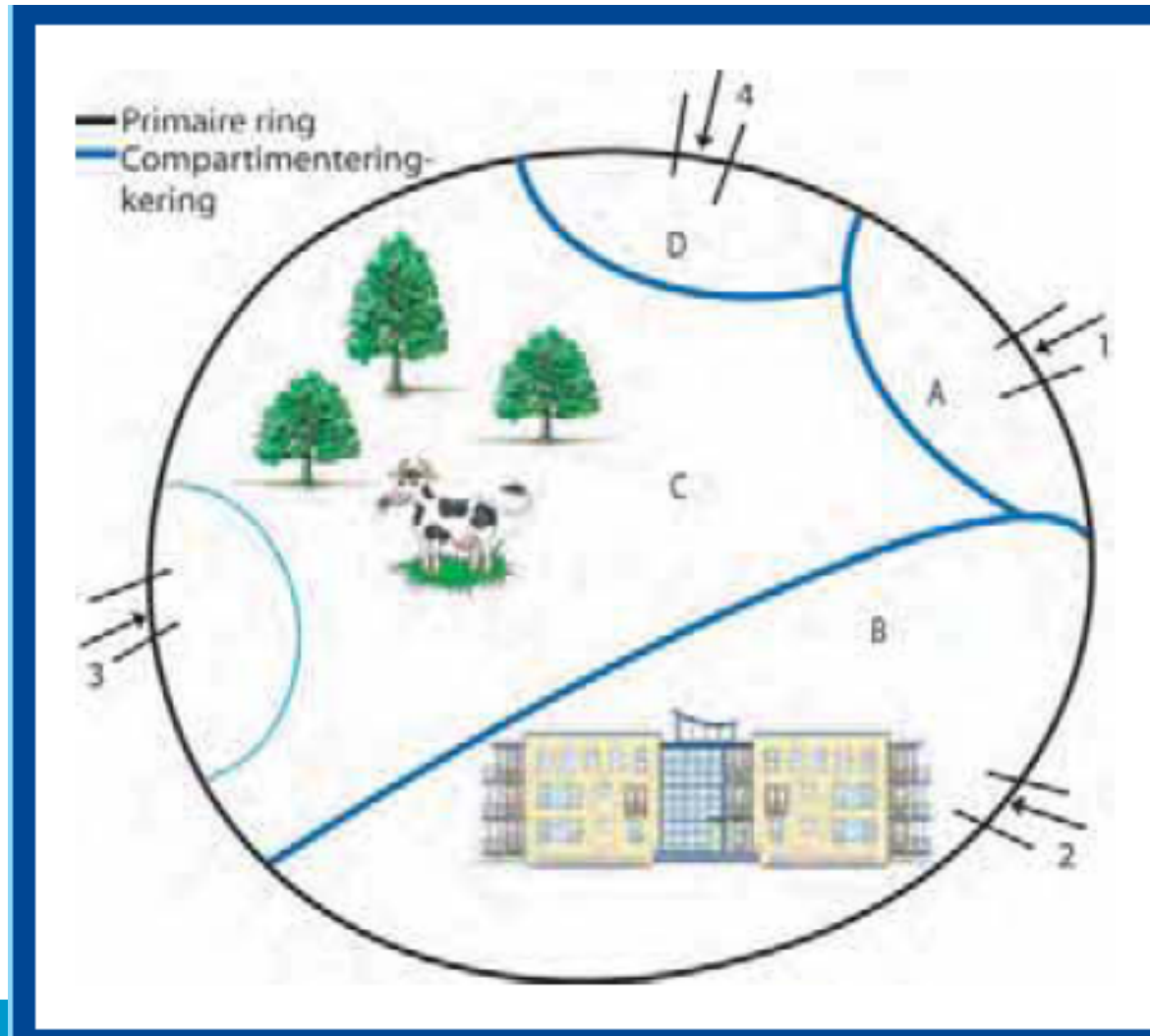
Een euro kan slechts eenmaal worden uitgegeven

- Om de kans te verkleinen (preventie)
- Om het gevolg te beperken (repressie/mitigatie)
- Kansen kunnen worden gedecimeerd
- Schade kan worden gehalveerd

Repressie: Compartimentering

- Een compartimenteringsdijk beperkt de gevolgen
- Is dat een goed idee ?

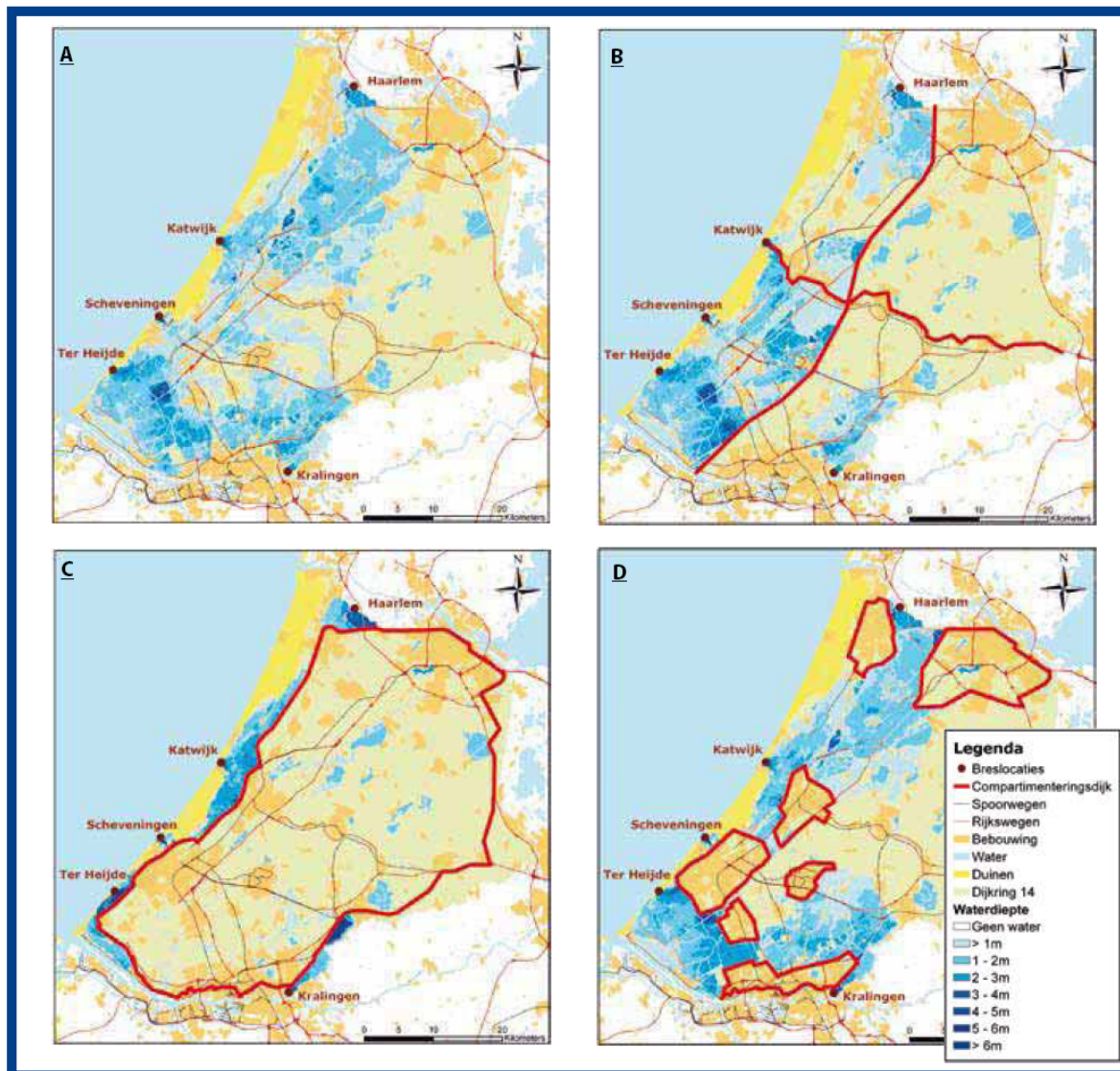
Repressie: Compartimentering



Repressie: Compartimentering

- Een compartimenteringsdijk beperkt de gevolgen
- Is dat een goed idee ?
- De compartimenteringsdijk reduceert het overstroomde gebied
- Maar de stijgsnelheid van het water wordt evenredig hoger en waterdiepte groter
- Compartimentering kan meer slachtoffers veroorzaken

Repressie: Compartimentering



Repressie: Compartimentering

- Wanneer er een groot agrarisch deel is en een klein urbaan deel helpt het
- **als** het gat in het grootste deel valt !
- De aanlegkosten van de compartimenteringsdijk zijn aanzienlijk en de maatschappelijke hinder vaak ook
- Kosten/baten vergelijking van dijkversterking en compartimentering is noodzakelijk !

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

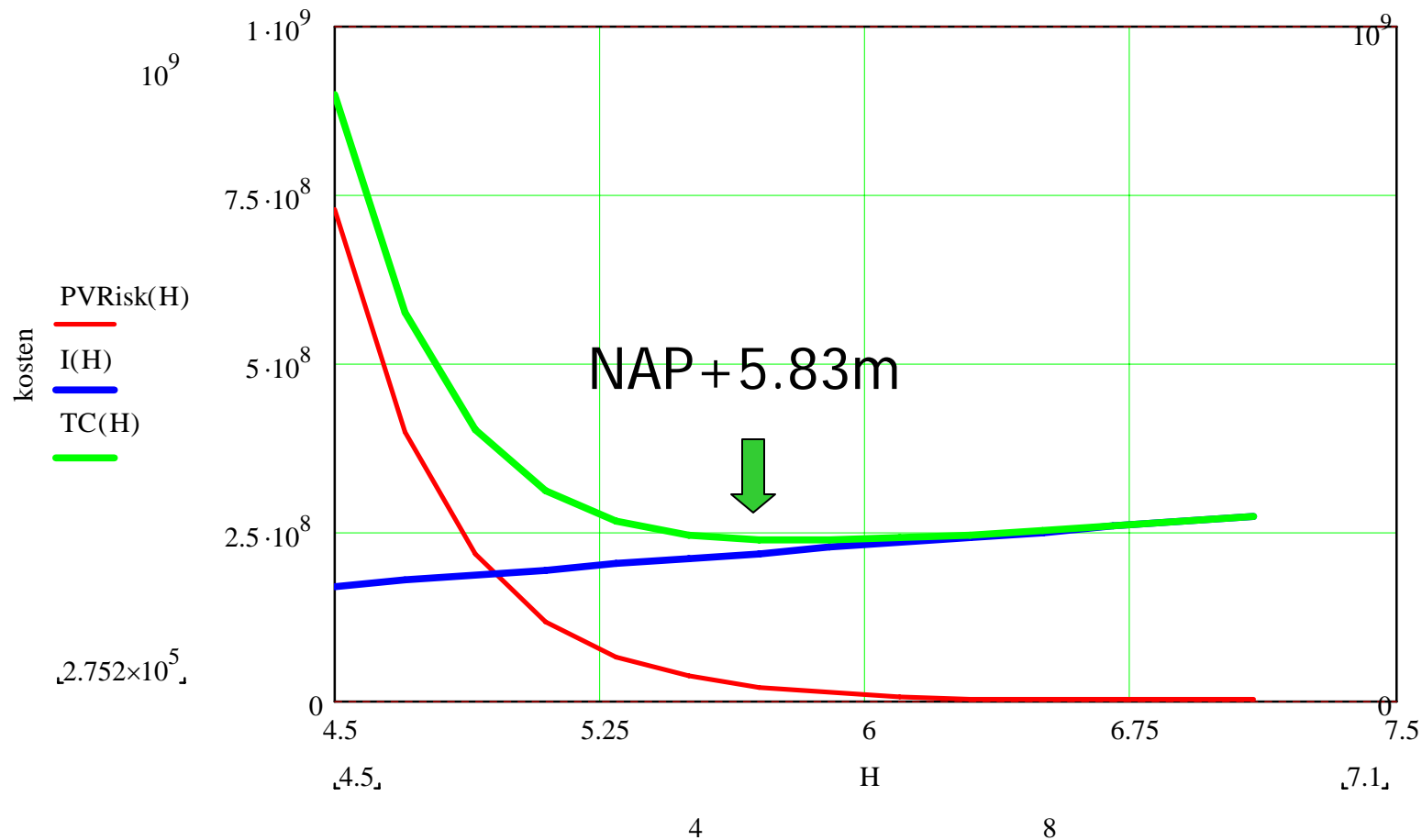
- In 1960 bepaalde de Deltacommissie de optimale combinatie van dijkverhoging en verzekeren tegen overstroming bij de Staat
- De Staatsverzekeringspremie = kans x gevolg
- Hogere dijken kosten geld maar de overstromingskans daalt snel
- Economisch optimum : marginale dijkkosten = marginale kosten van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

Verzekeren tegen overstromen

- 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

Publiek verzekeren tegen overstromen

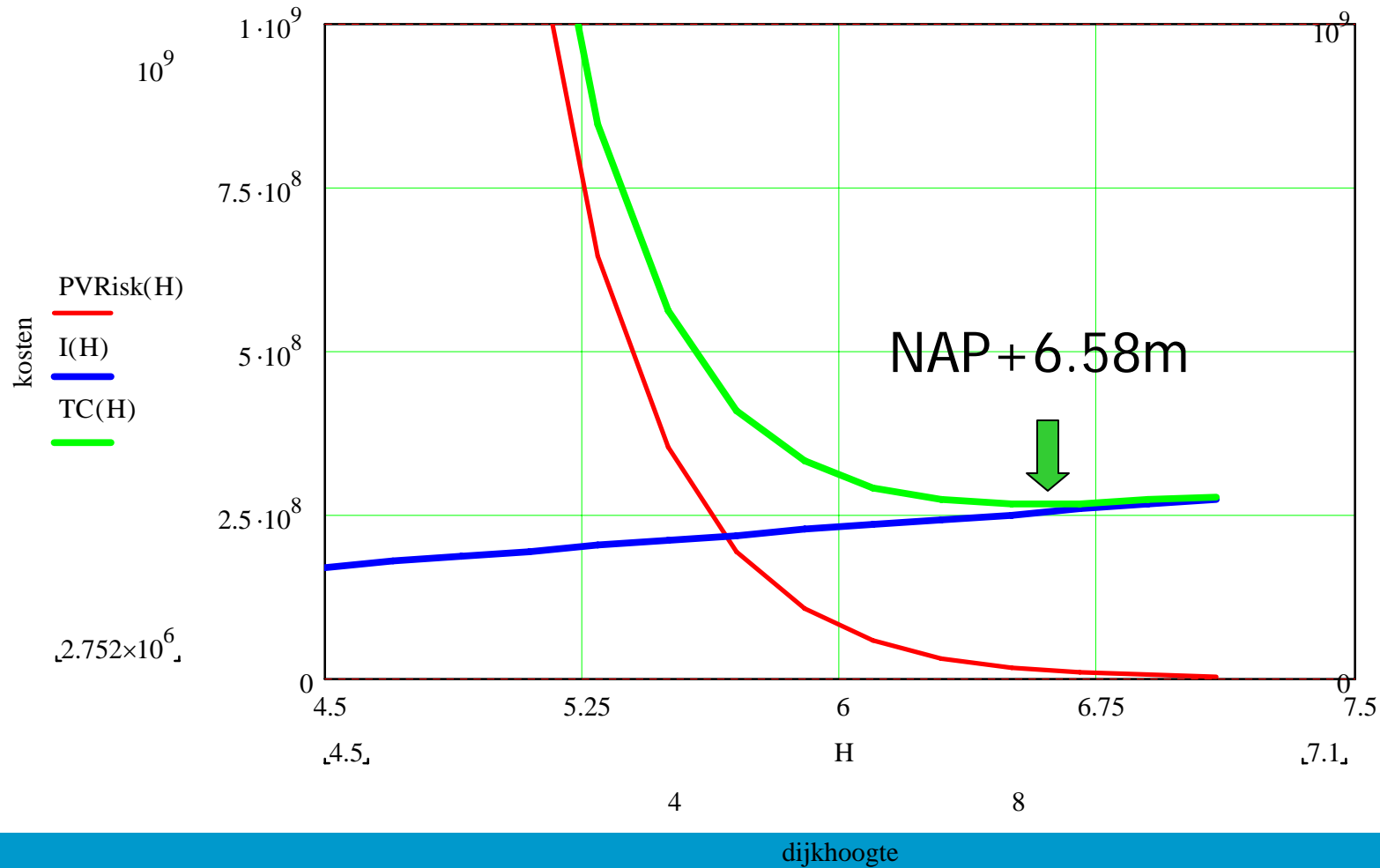
Economisch optimale kans 1/125.000



dijkhoogte

Privaat 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

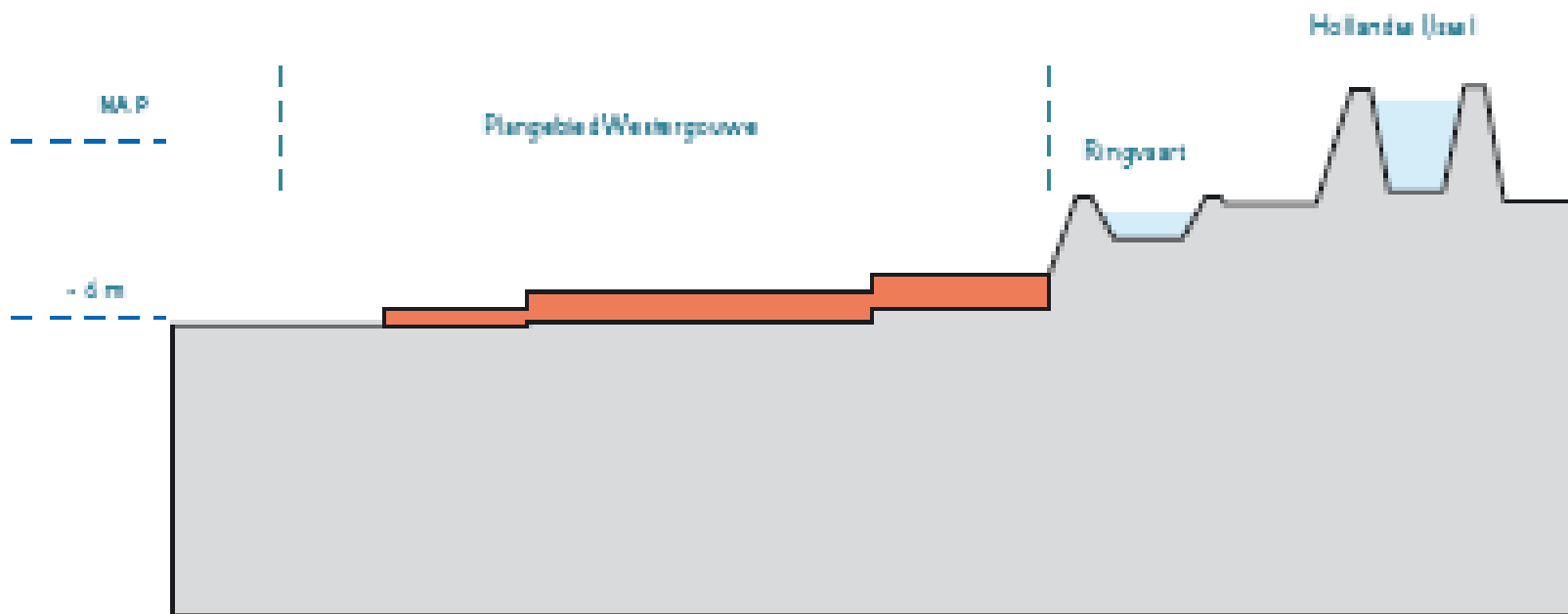
Het klimaat verandert: Diepe polders kan niet meer

- 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

Westergouwe



Westergouwe

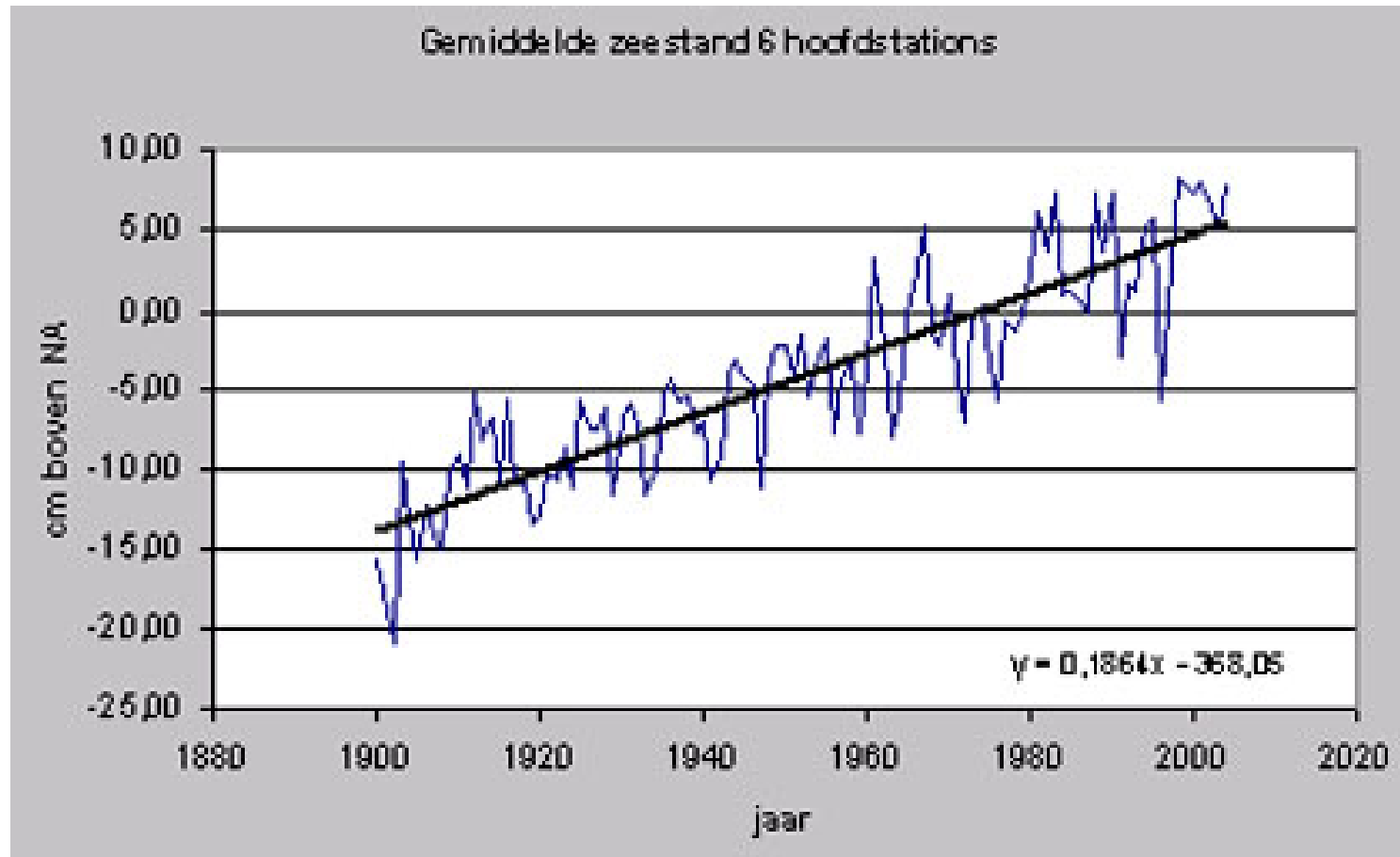


Een diepe polder in de lucht

- 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 ?

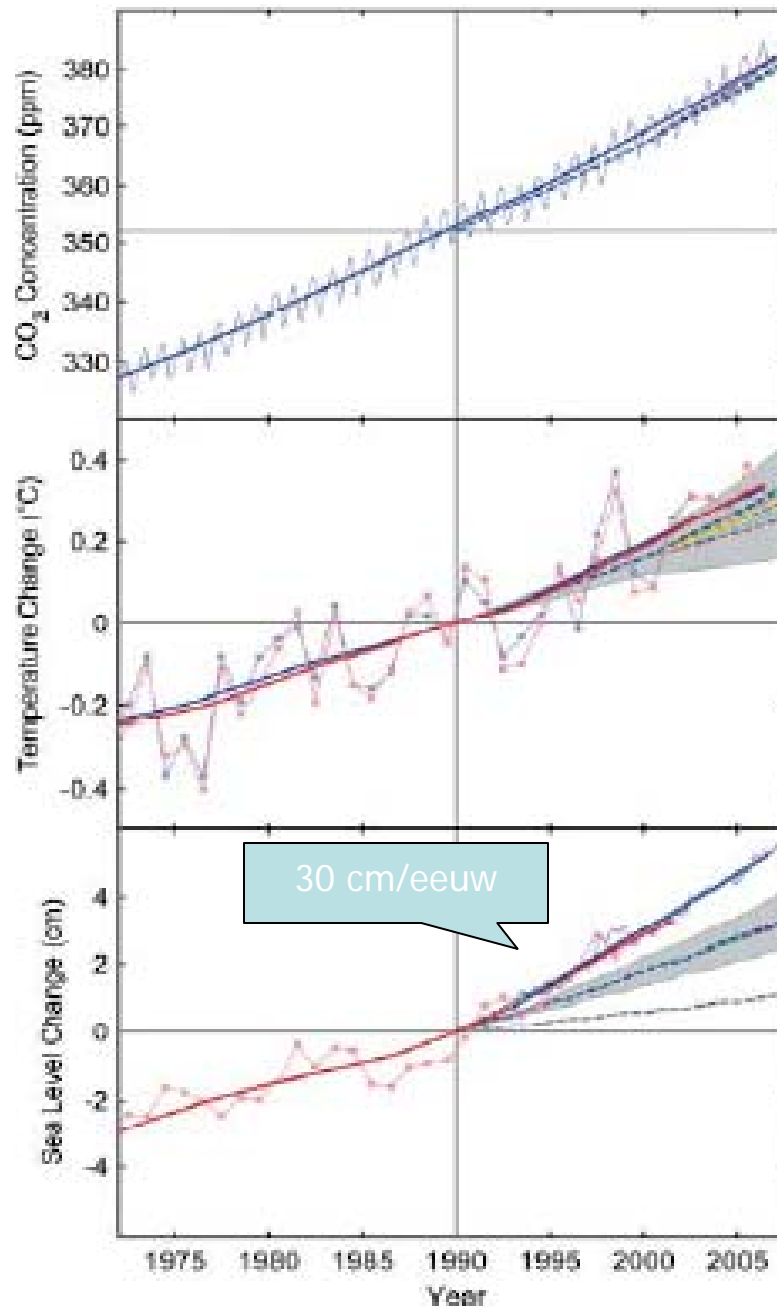
Het klimaat verandert: de zeespiegel rijst ...

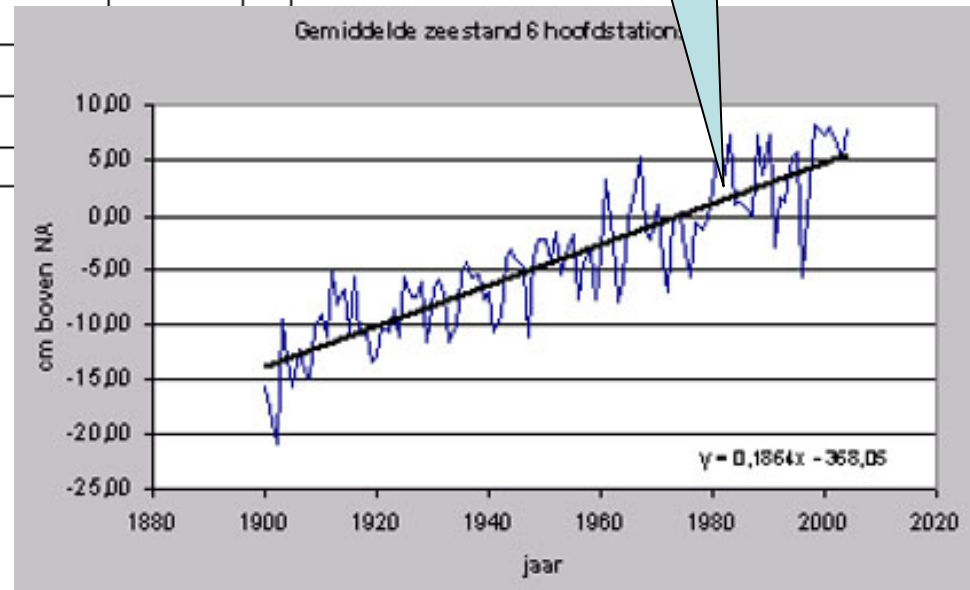
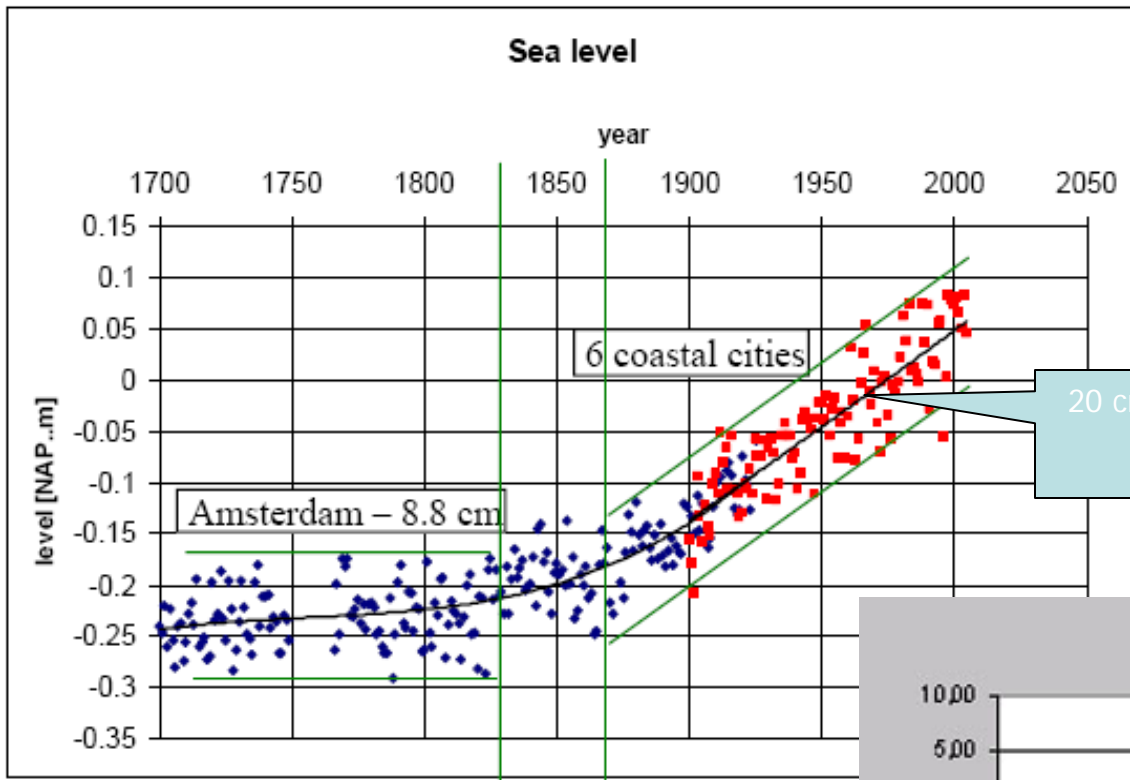


Recent Climate Observations Compared to Projections

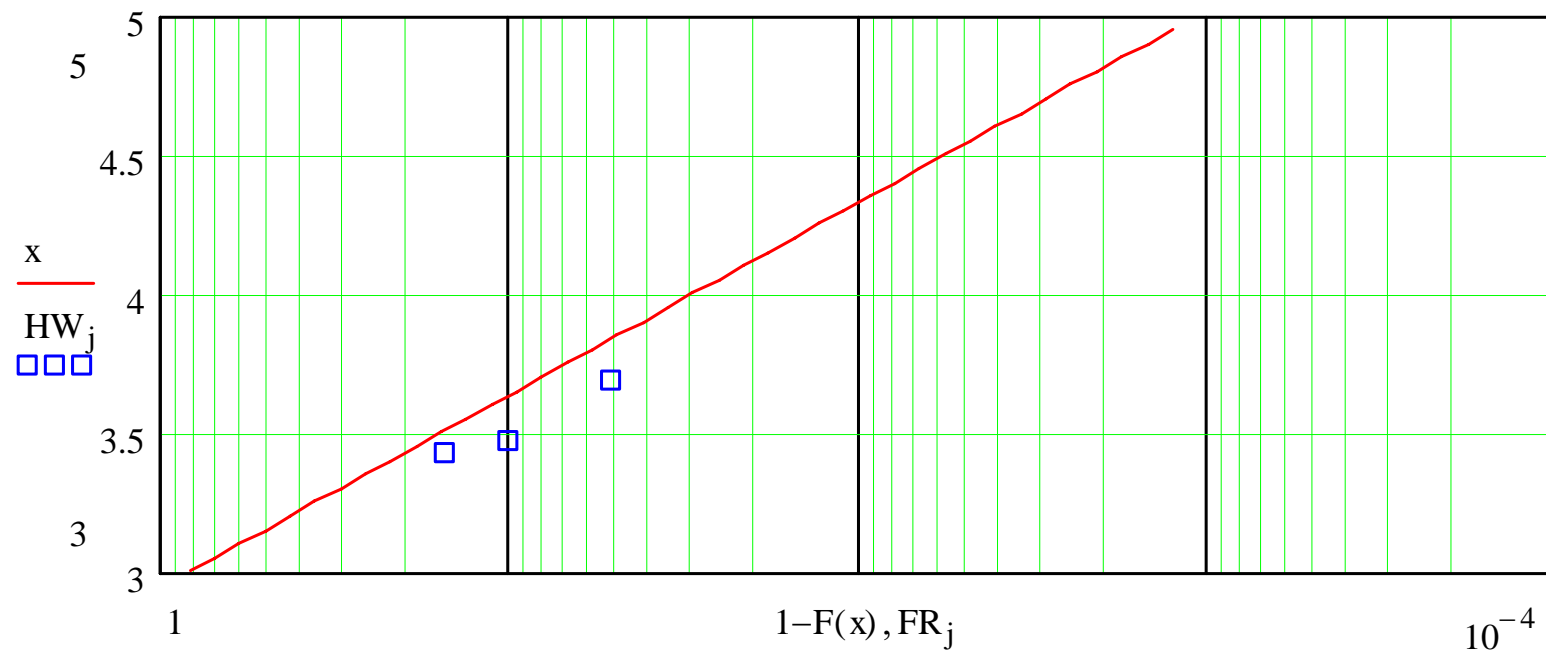
Stefan Rahmstorf,¹ Anny Cazenave,² John A. Church,³ James E. Hansen,⁴ Ralph F. Keeling,⁵ David E. Parker,⁶ Richard C. J. Somerville⁵

Post IPCC 4th 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.

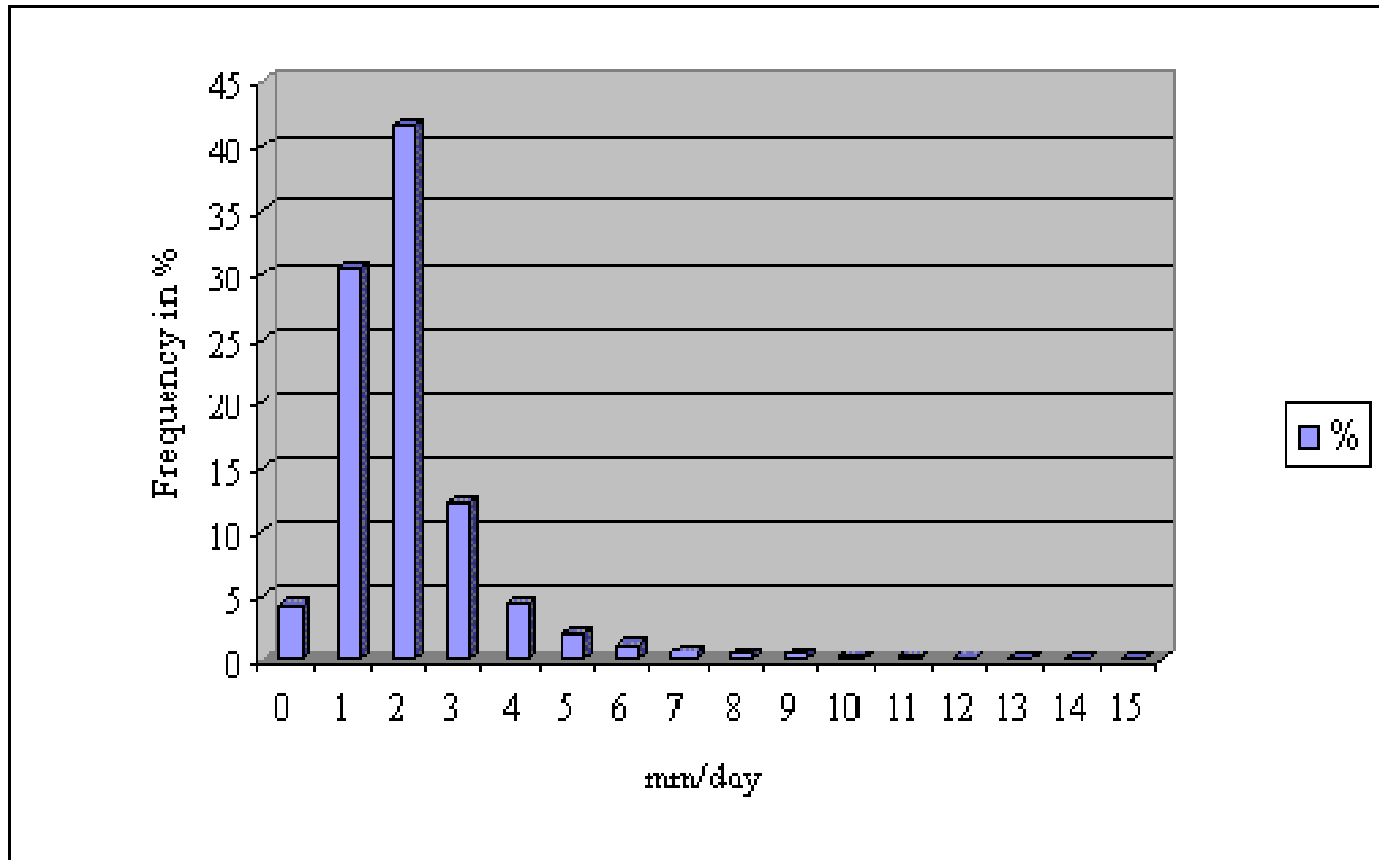
Als de zeespiegel rijst ...

- 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 ~30 jaar
- En kost ~ 0.1% van het BNP extra

Het klimaat verandert: de regenval neemt toe

- Alle steden in de IJsselmeerpolders staan op een 1m hoge zandlaag
- Er is ~8% water + de berging van de grond
- Regenval leidt hooguit tot lokale overlast
- In de periode 1945-2006 draaiden de gemalen van de NOP slechts 2 dagen op volle capaciteit

Het klimaat verandert: de regenval NO-polder 1945 – 2006 neemt toe ?



Het klimaat verandert: we moeten ruimte reserveren

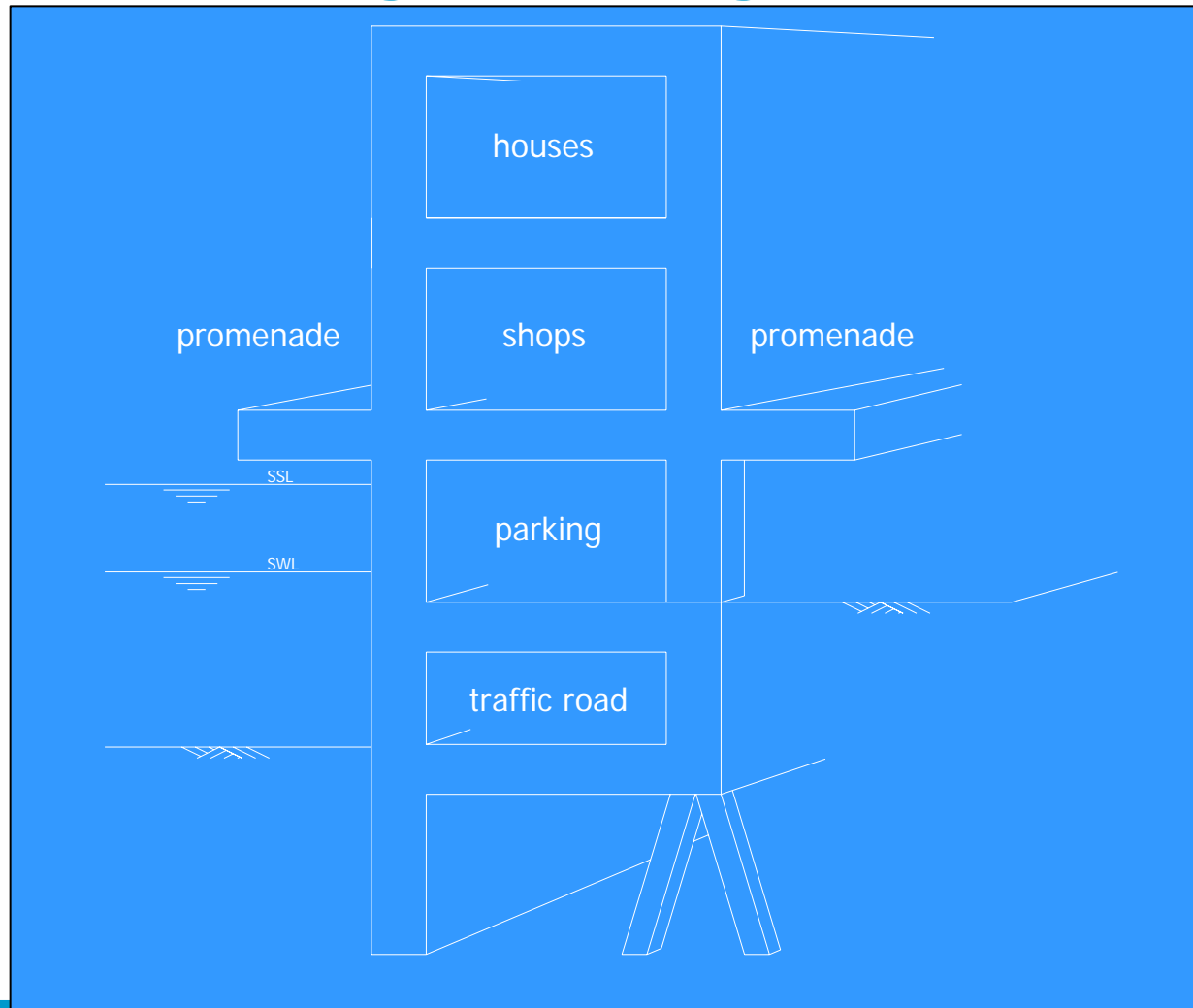
- Voor berging
- Voor hogere dijken wgens zwaardere stormen
- Voor hogere dijken wegens hogere waterstand IJsselmeer

- Alleen doen als het om een andere reden zinvol bijv. Wonen aan of in het water, Watersport, etc.

Het klimaat verandert: we moeten ruimte reserveren

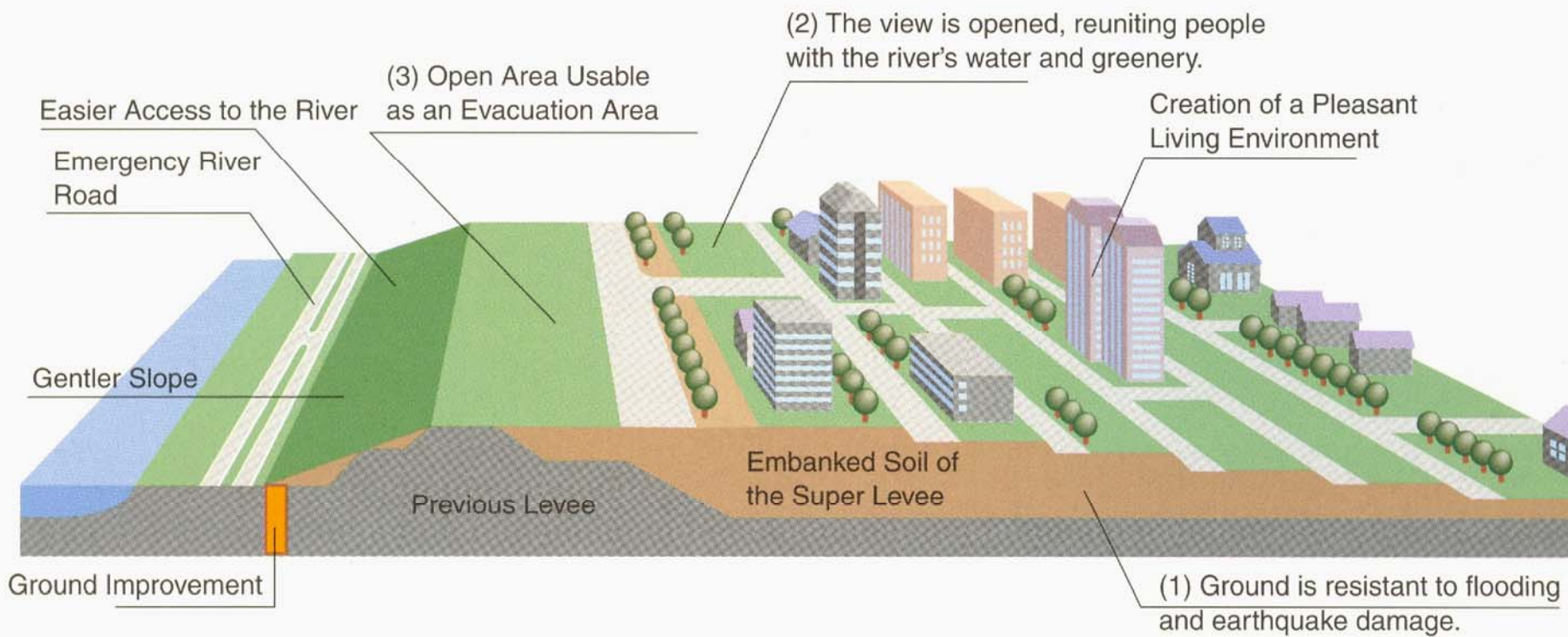
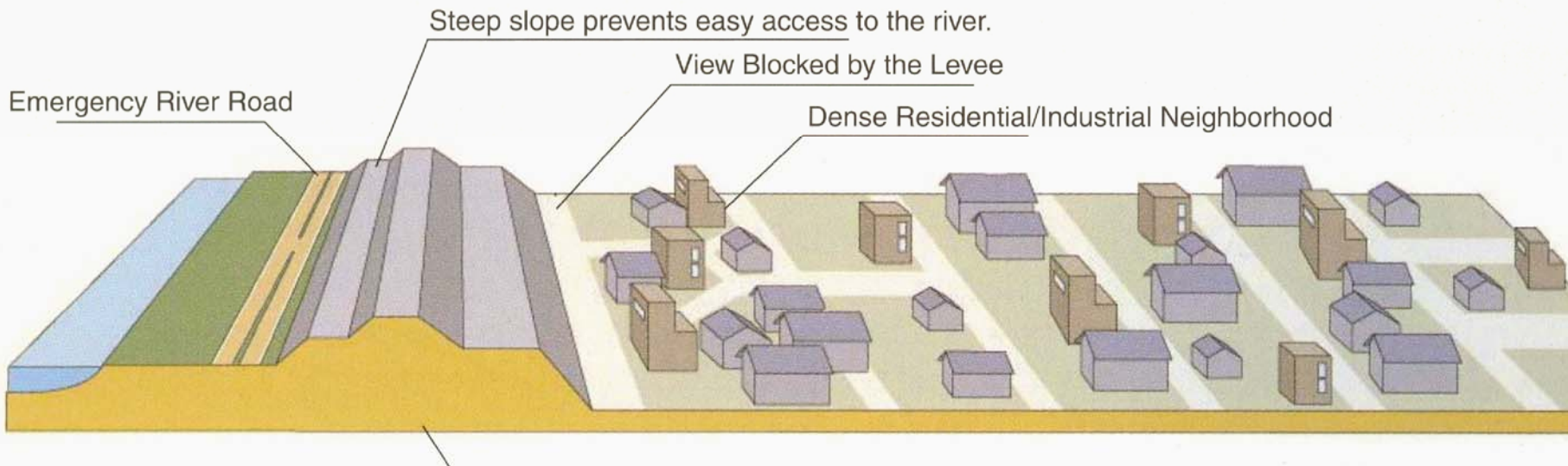
- Ruimte reservering onttrekt grond aan het economisch verkeer
- Er kan dus sprake zijn van hoge gedeerde inkomsten nu
- Het voordeel is lagere kosten over ~50 jaar
- Economisch afwegen !

Meervoudig ruimtegebruik



Westkeetshaven (Zwijndrecht)





AN INTEGRATED COASTAL POLICY FOR ZUID-HOLLAND



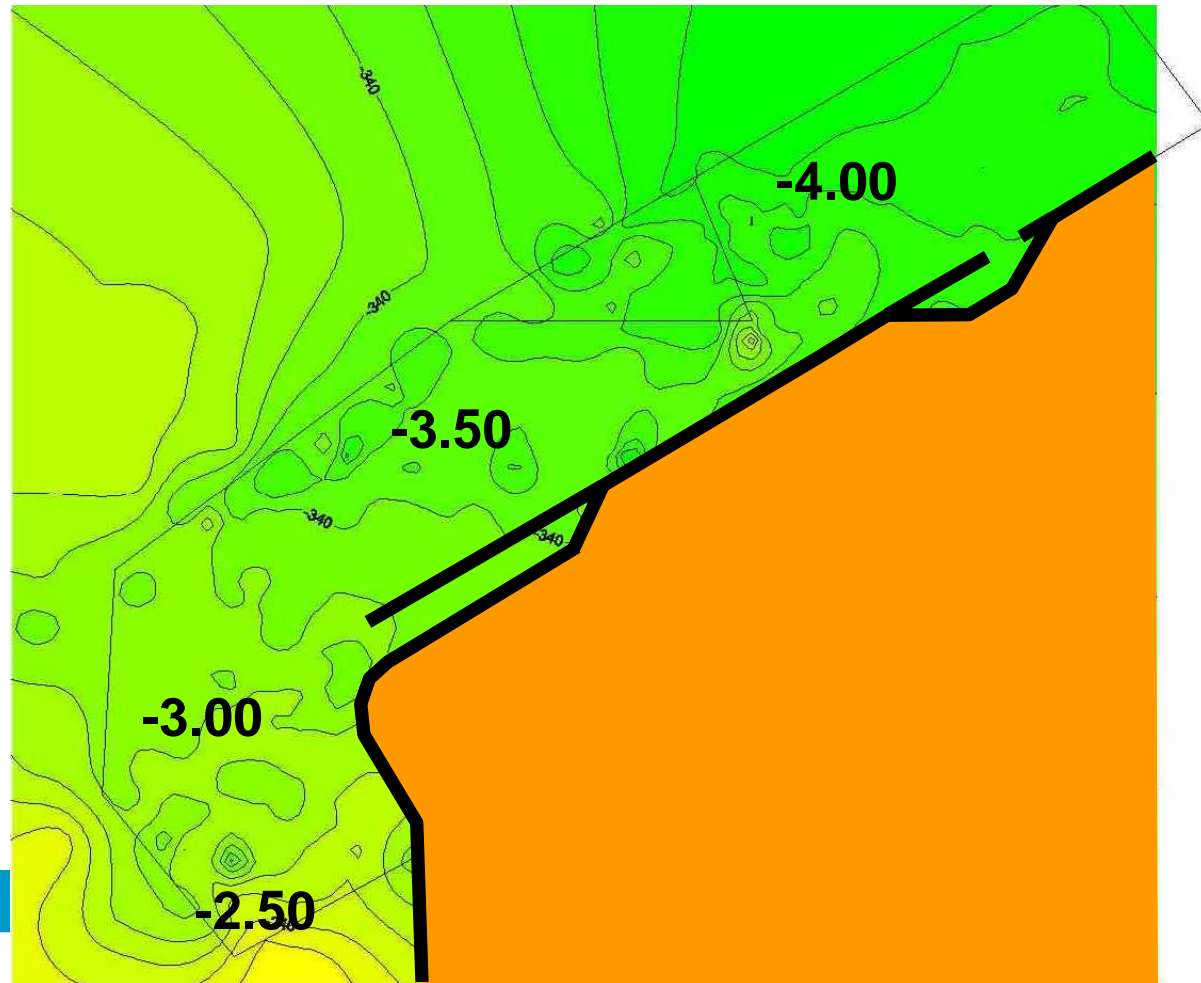
Meer- voudig Ruimte- gebruik



Kerstsemerstrand in de lente

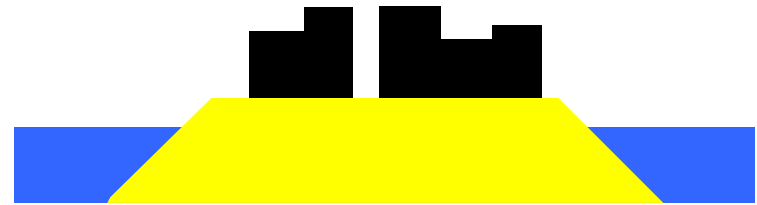
Almere wonen in of op het water

Bodemdiepte

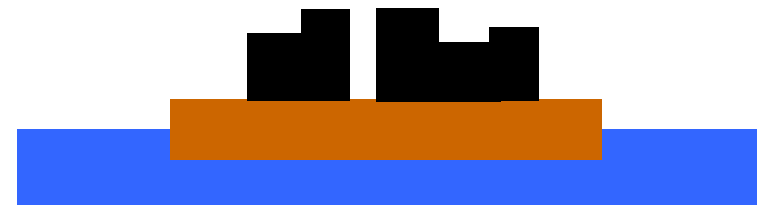


Drie woonvormen:

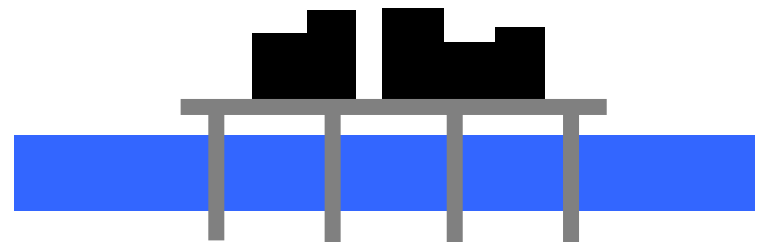
Wonen op land



Wonen op water



Wonen op constructies



Markeroog



Markeroog



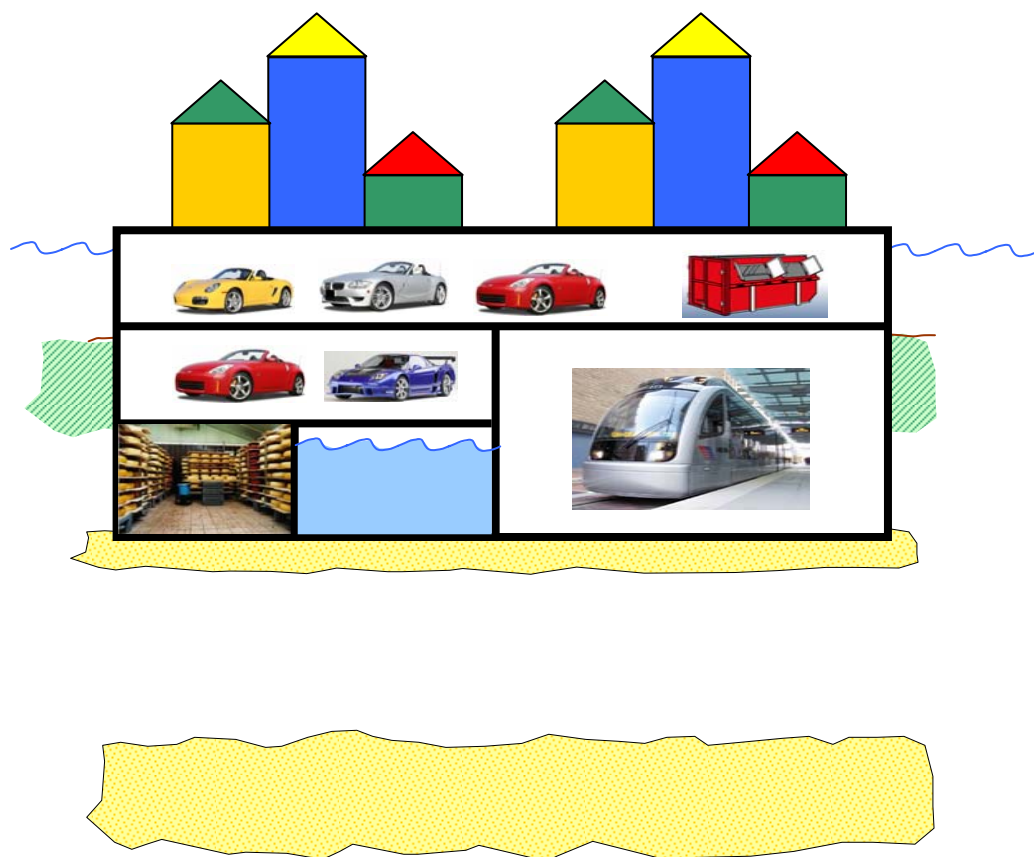
vlak met veel water, groen, uit water
en openbare ruimte en plant

het vloer is meer, natuurlijke sluis



schaal 1:2500

Doosconstructie op 'staal' gefundeerd (hoog in de 1^e/2^e zandlaag)



Karakteristiek

- Gesloten doosconstructie, fundatie op 'staal' hoog in de 1^e/2^ezandlaag.
- Oppervlaktewater compensatie nodig

Dak geschikt voor:

- Laagbouw / eengezinswoningen
- Portiekwoningen 4 à 5 laags
- Middelhoogbouw 5 à 10 laags
- Middel tot zware maaiveldinrichting
- Normale (stedelijke) tot zware verkeersbelasting

Doos geschikt voor:

- parkeergarage
- afval/vuilcontainers
- persoonlijke/bedrijfsmatige opslag/berging
- technische installaties, kabels&leidingen
- (piek)waterberging (vuil/hemelwater)
- opslag warmte/koude/producten
(dergelijke ondergrondse constructies zijn zeer constant van temperatuur)
- transport, verkeer, OV etc.

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
- New Orleans geen **Act of God** maar **Neglect of man**
- 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

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

Conclusies

- Veiligheidsketen is geen keten maar een parallel-systeem
- Compartimenteren, Evacuëren en Verzekeren moeten worden vergeleken qua kosten/baten met Preventie

Conclusies

- Zeespiegelrijzing is 0.2 m/eeuw meer wordt nog niet gemeten
- Ook zijn de bewijzen voor heviger en frequenter stormen nog dun

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

- 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 "

