

powered by



WELKOM

Dag van de constructeur

Mede mogelijk gemaakt door:



TNO innovation
for life

Dag van de Constructeur

19.05.2022

CONSTRUCTIEVE VEILIGHEID

DE STAP NAAR DE TOEKOMST

PROF.DR.IR. R.D.J.M. STEENBERGEN

› DE STAP NAAR DE TOEKOMST

OPTIMALE BESLUITVORMING OVER CONSTRUCTIES ONDER ONZEKERHEID

01. VEILIGHEID VAN CONSTRUCTIES

02. BEOORDELINGSKADER ANNO NU

03. BEOORDELINGSKADER VOOR VEILIGE EN
DUURZAME CONSTRUCTIES IN DE
SAMENLEVING

04. ONZEKERHEDEN

05. PROBABILISTISCH KADER NODIG

.

.

› CONSTRUCTIES

› Op wereldschaal (selectie):

- › 6 miljard gebouwen
- › 13 miljoen km weg
- › 1 miljoen km spoor
- › 50 000 luchthavens
- › 45 000 dammen
- › 340 000 windturbines
- › 6 500 offshore olie- en gasproductie platforms
- › 440 nucleaire reactoren

› NOODZAAK VOOR OPTIMALE BESLUITVORMING ONDER ONZEKERHEID

› Gebouwde omgeving:

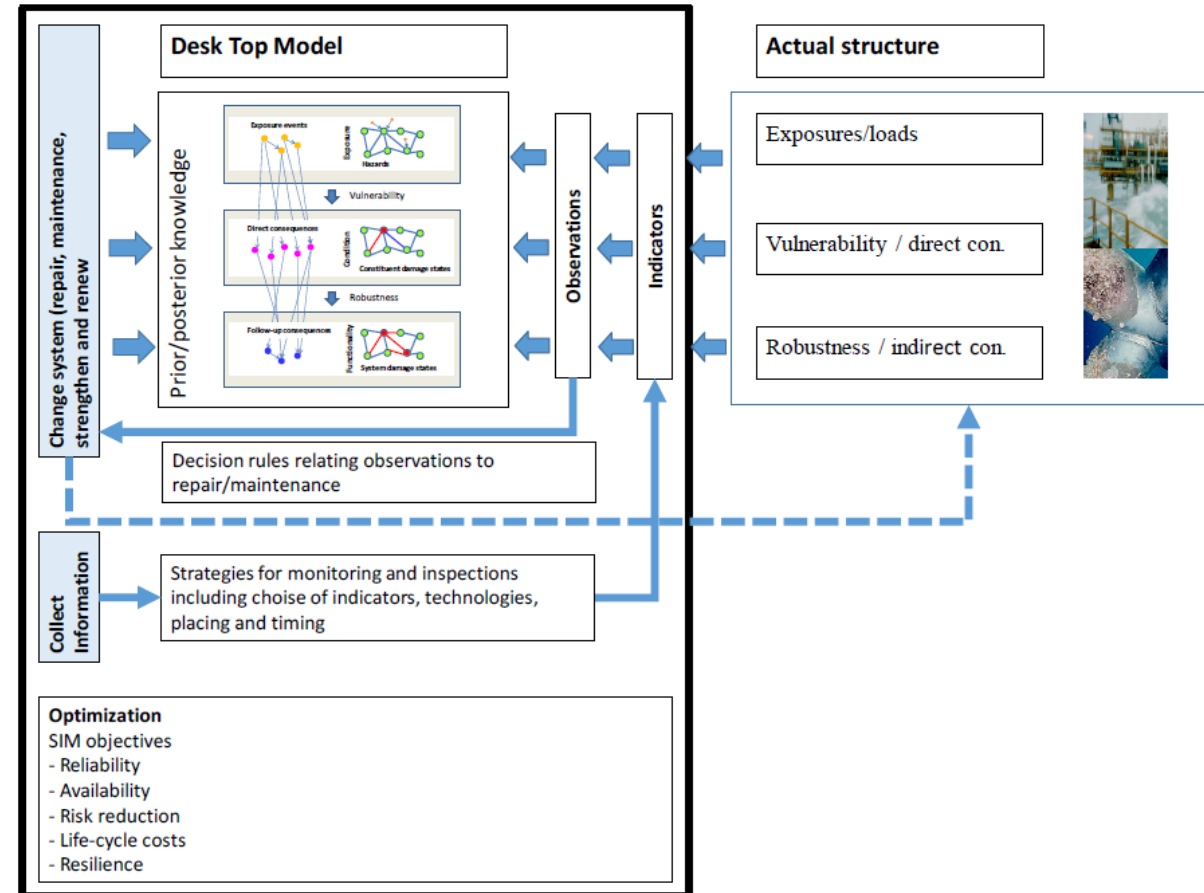
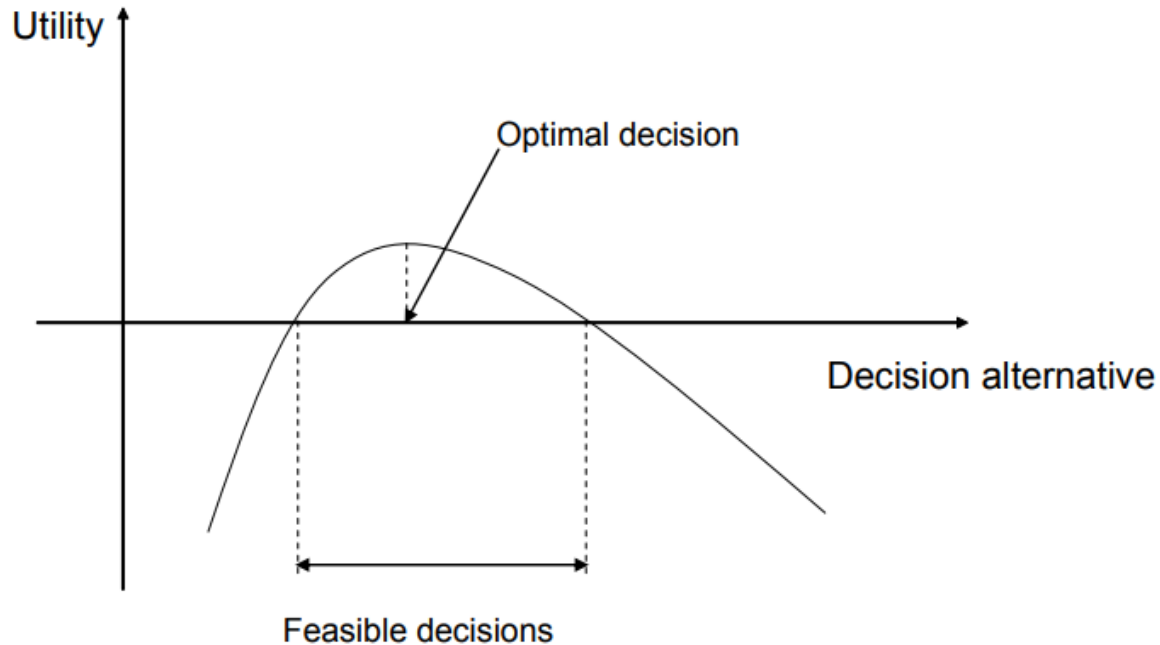
- › Bijdrage ~10% aan BNP
- › Constructies verantwoordelijk voor ~20% van wereldwijde CO₂ emissies
- › Verantwoordelijk voor ~90% van wereldwijd materiaalgebruik (gewicht)

› Bron: M.J. Faber, JCSS workshop on existing structures, Aalborg, 2021

› BESLUITVORMING ONDER ONZEKERHEID

OPTIMALE CONSTRUCTIE

› Maximalisatie nut in een holistisch perspectief



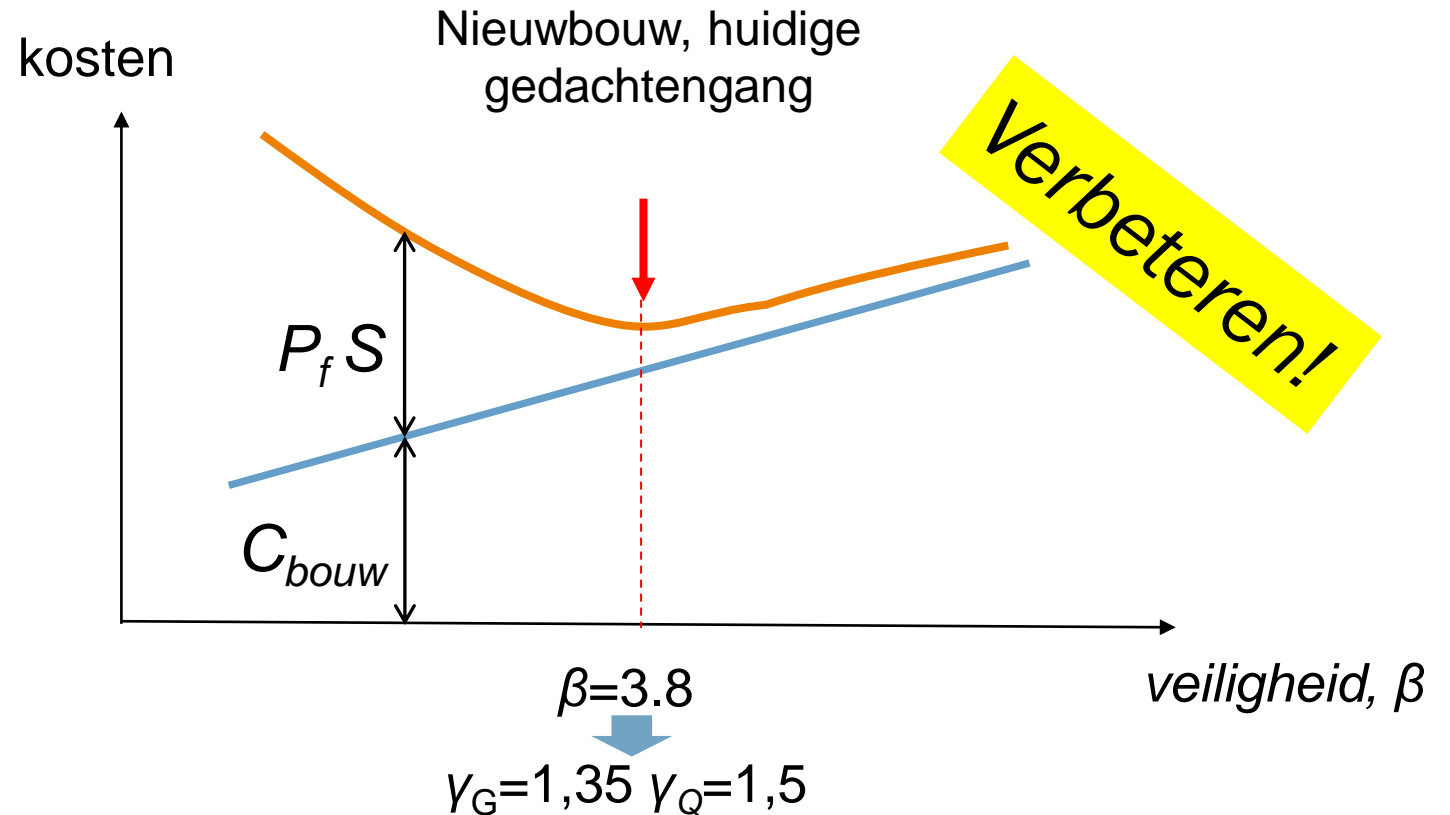
› OPTIMAAL ONTWERP VAN CONSTRUCTIES RISICO GEBASEERD

› Kosten

- › Bouwkosten
- › Faalkosten, direct, indirect
- › Milieu, klimaat
- › Etc

› Onzekerheid

- › In belasting en sterkte
- › In belang voor maatschappij
- › In faalkosten
- › Etc



Ref: JCSS, Eurocode EN 1990, Rackwitz, Steenbergen, Vrouwenvelder

› VOORBEELD HOOGSPANNINGSMAST OPTIMAAL?



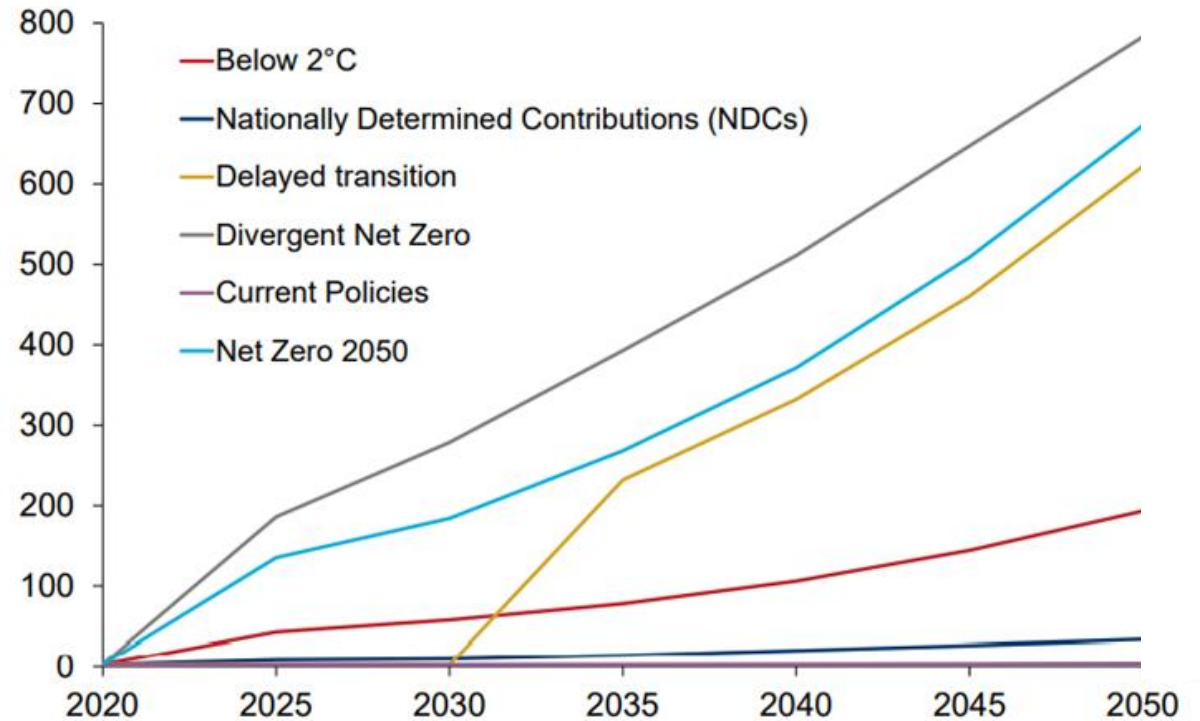
- › NEN 8700: $P_f = 1,4 \cdot 10^{-3}$ voor 15 jaar
- › Geen optimalisatie rekening houdend met:
 - › Maatschappelijke waarde masten
 - › Hoge faalkosten, toenemende afhankelijkheid van elektriciteit
 - › Onzekerheid over klimaat, zomerstormen
 - › Geen rekening gehouden met milieukosten

› MEER ONZEKERHEDEN

- › Belastingen
- › Sterkte
- › Bouwkosten
- › Directe en indirecte faalkosten
- › Voertuigverliesuren en de kosten ervan
- › Verkeer in de toekomst
- › Klimaatverandering
- › Baten voor de samenleving van de constructie
- › Kosten voor milieu en klimaat
- › Etc

Global Carbon Price in NGFS Scenarios

US\$ 2010 /tCO₂



Source: IIASA NGFS Scenario Explorer, REMIND model
End century warming projections shown (RHS)

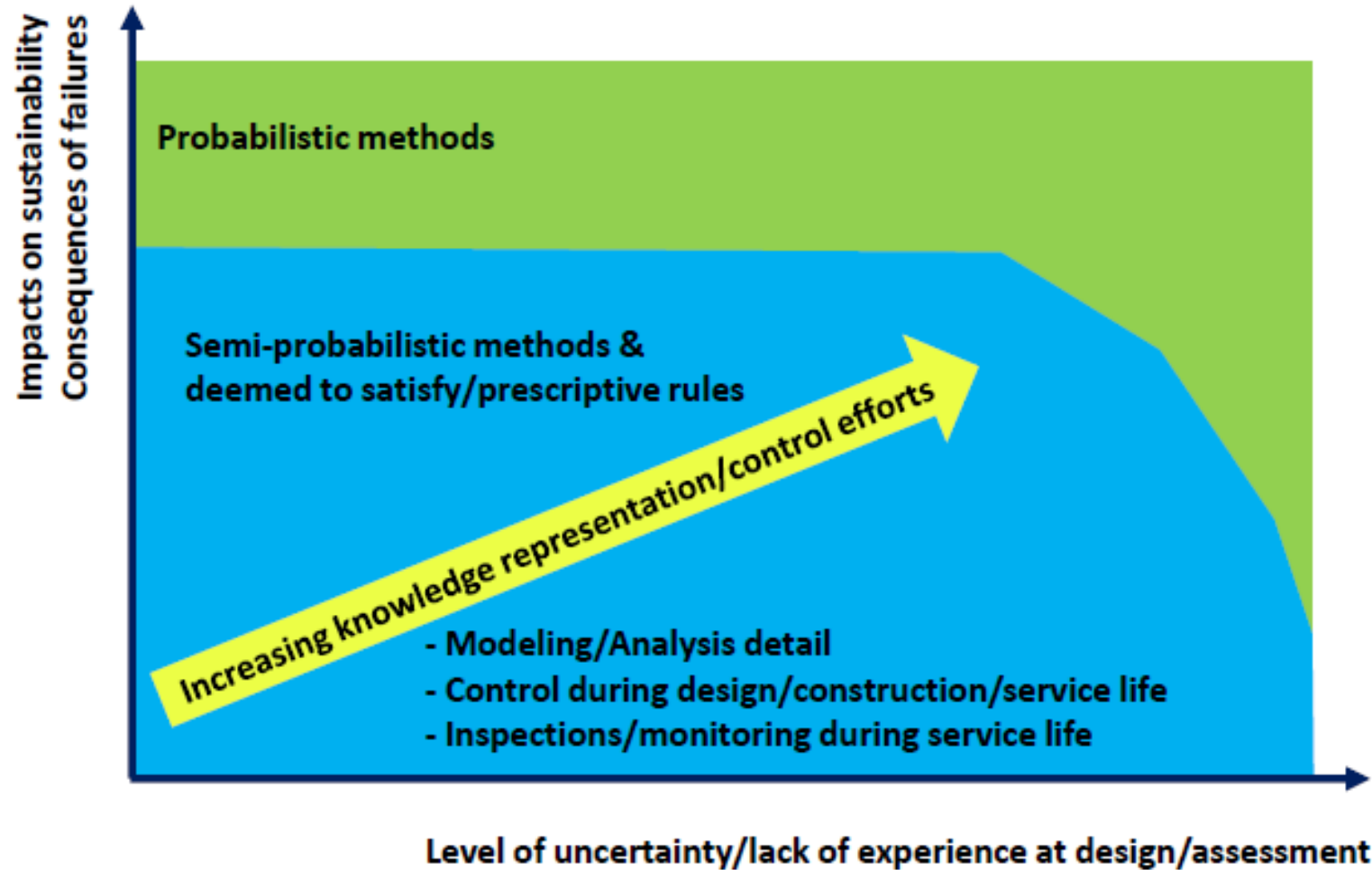
Faalkosten: bij uitvallen

Moerdijk Brug :

5 miljoen Euro per dag!

(Sweco in opdracht van Bouwend Nederland)

DE NOODZAAK VAN PROBABILISTISCHE METHODEN

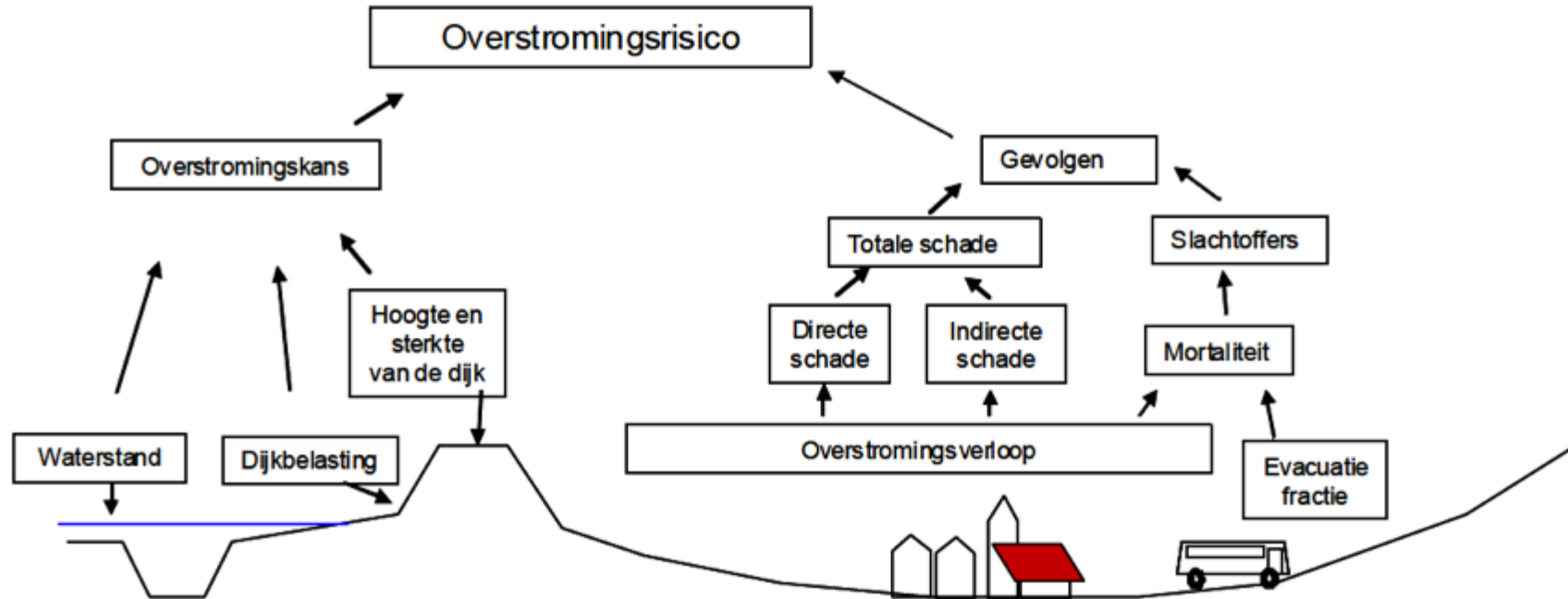


JCSS Workshop on Assessment of Existing Structures 28th & 29th January 2021

› DE STAP NAAR DE TOEKOMST (1)

RISICO GEBASEERDE OPTIMALISATIE

- › Wij als constructeurs kunnen leren uit de waterveiligheidswereld!
- › Al meer dan een eeuw worden grote Nederlandse investeringsprojecten op het gebied van waterveiligheid ondersteund door een economische analyse van de kosten en baten voor de Nederlandse samenleving.



HKV, Deltares, 2012

› **DE STAP NAAR DE TOEKOMST (1)**

RISICO GEBASEERDE OPTIMALISATIE

- › Belangrijke voorbeelden van maatschappelijke kosten-batenanalyses voor waterveiligheid zijn:
 - › 1901: studie van ir. Cornelis Lely met kosten-batenanalyse Afsluitdijk.
 - › 1956: studie prof. David van Dantzig over de optimale hoogte van een dijk.
 - › 2017: nieuwe normen in de Waterwet op basis van maatschappelijke kosten - batenanalyse waterveiligheid

› DE STAP NAAR DE TOEKOMST (2) DUURZAAMHEID EN VEILIGHEID

- › Karel Terwel, *Duurzaam Onveilig*, Cement, december 2019:
 - › “Duurzaamheid **schuurt** nog wel eens met veiligheid”
- › Is geen werkelijke tegenstelling!
- › Om een constructie optimaal te ontwerpen of beoordelen moeten óók aan duurzaamheid gerelateerde kosten worden meegenomen.
- › Er is geen tegenstelling tussen veiligheid en duurzaamheid, maar ze zijn volstrekt complementair te verwerken in een probabilistische optimalisatieberekening.
- › Dit leidt tot een constructie die én voldoende veilig én duurzaamheid is: optimaal.
- › Taak voor ons constructeurs om open te staan voor deze **probabilistische optimalisatieberekening**.

› DE STAP NAAR DE TOEKOMST (2) DUURZAAMHEID EN VEILIGHEID

$$› Z(p) = B - C(p) - A(p) - D(p) - O(p) - E(p)$$

B benefit from the existence of the structure

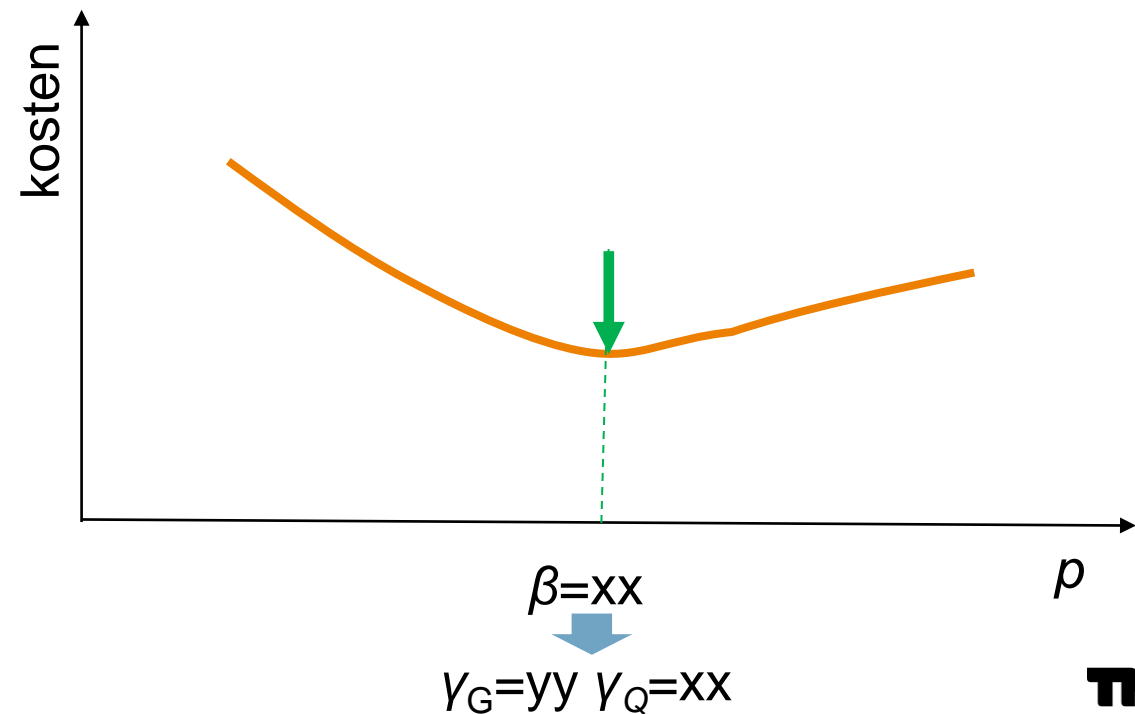
$C(.)$ construction cost

$A(.)$ demolition cost

$D(.)$ direct damage cost

$O(.)$ indirect damage cost

$E(.)$ environmental cost



› **DE STAP NAAR DE TOEKOMST (3)** **OPTIMUM VOOR INSTANDHOUDING**

› Bouwbesluit:

- › Afkeur, verbouw en nieuwbouw veiligheidsniveau.
- › Tendens om alle bestaande constructies te toetsen en instand te houden op het afkeurniveau.
- › Is dat wel juist?

› Tijd voor een risico gebaseerd optimum!

› **DE STAP NAAR DE TOEKOMST (4)**

NORMEN EN RICHTLIJNEN

› **Standarisatie (selectie)**

- › Guideline for Reliability Based Assessment of Existing Highway Bridges, Danish Road Directorate, 1995
- › Probabilistic Assessment of Existing Structures - JCSS Report, RILEM, 2001
- › ISO 2394:1998/2015 – General Principles on Reliability of Structures
- › ISO 13822: 2001/2010 – Bases for design of structures - Assessment of existing structures
- › SIA 269 – Existing Structures, 2011

› **BETROUWBAARHEIDSANALYSE VAN DE TOEKOMST**

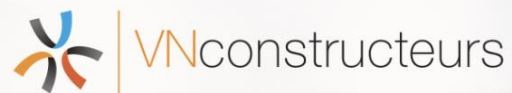
CONCLUSIES

- › Methodologisch raamwerk voor de **probabilistische beoordeling van constructies** ligt er:
 - › is **wetenschappelijk** gefundeerd
 - › heeft zich **bewezen waardevol** te zijn in het veld van civiele techniek
 - › er zijn verschillende **normen en richtlijnen** al beschikbaar
- › Wij moeten zorgen dat deze nieuwe kennis voor impact gaat zorgen:
 - › **Duurzaamheid** krijgt de plaats die het verdient
 - › **Lagere levenscyclus kosten**
 - › Verbeterde mogelijkheden van een constructeur voor de keuze van een maatschappelijk optimum en de **kennis van zijn constructie** in de context van de samenleving



› **BEDANKT VOOR
UW AANDACHT**

TNO innovation
for life



powered by



Dag van de constructeur

Mede mogelijk gemaakt door:

