



➔ Hydraulische belastingen

Jacco Groeneweg
(Deltares)

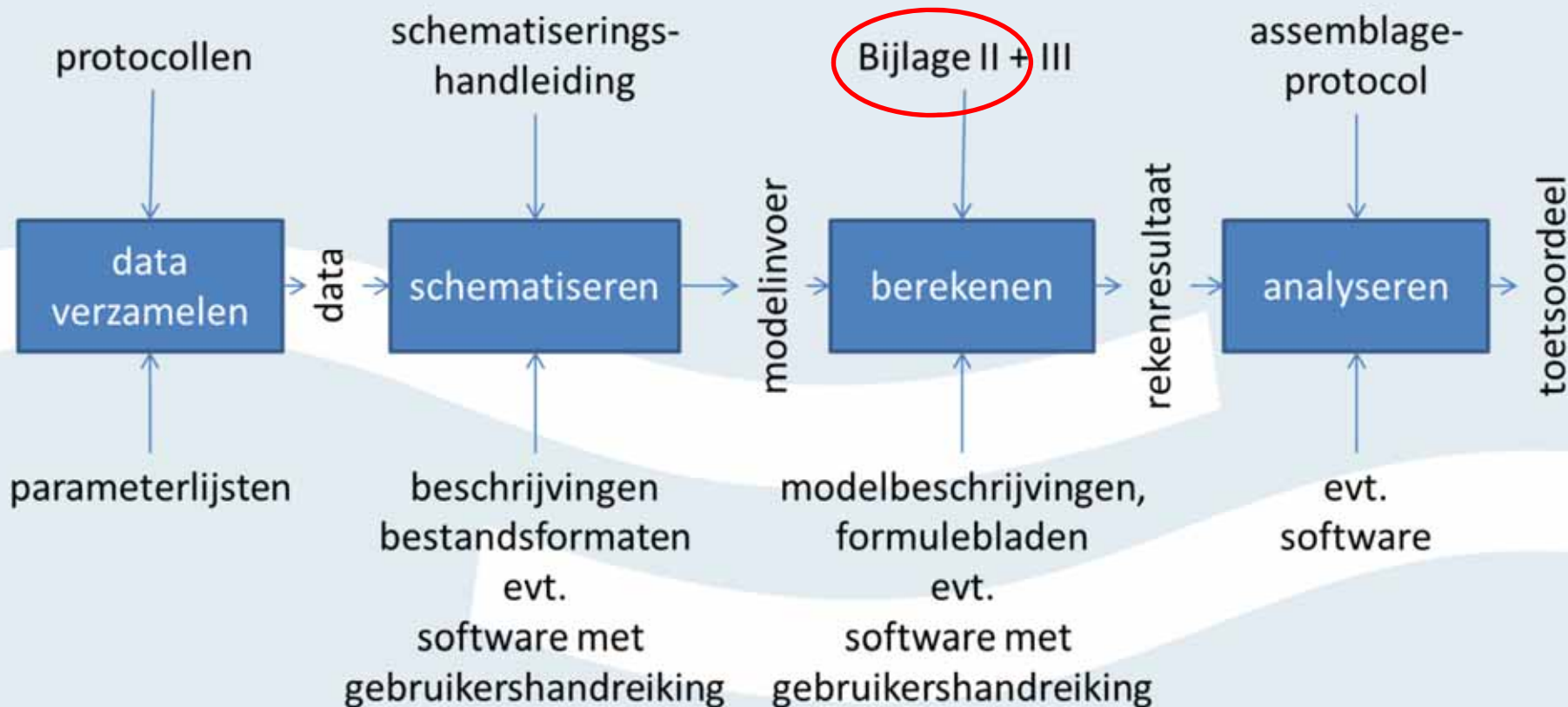
Basiscursus beoordelen en
ontwerpen

5 september 2016



Werkproces toetssporen

Hydraulische belastingen





Introductie

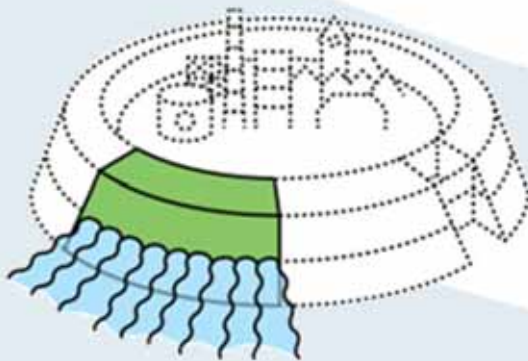
- Verschil HR2006 en WBI-HB ('HB2017')
- Verschil tussen semi-probabilistisch en probabilistisch
- Bedreiging → hydraulische belasting
- Casus IJsselmeer gebied
 - Introductie
 - Eenvoudige toets
 - Gedetailleerde toets op vakniveau
 - Vergelijking van resultaten



Verskil HR2006 en WBI-HB

HR2006 - Overschrijdingskans

- norm per dijkkring
- hoogwaterstand die een dijkvak veilig moet kunnen keren
- sinds 1996 voldoen aan benodigde kruinhoogte (HBN) bij normfrequentie



WBI-HB - Overstromingskans

- norm per dijktraject
- beschouwing kans dat binnen een traject een falen van de kering is (een bres ontstaat)





Verskil HR2006 en WBI-HB

HR2006

- Hydraulische belastingen per toetsspoor en per toetslaag gelijk
- Software levert de hydraulische belastingen op basis van de schematisatie van de waterkering
- Toeslagen en referentie getallen opgenomen in boek HR2006

WBI-HB

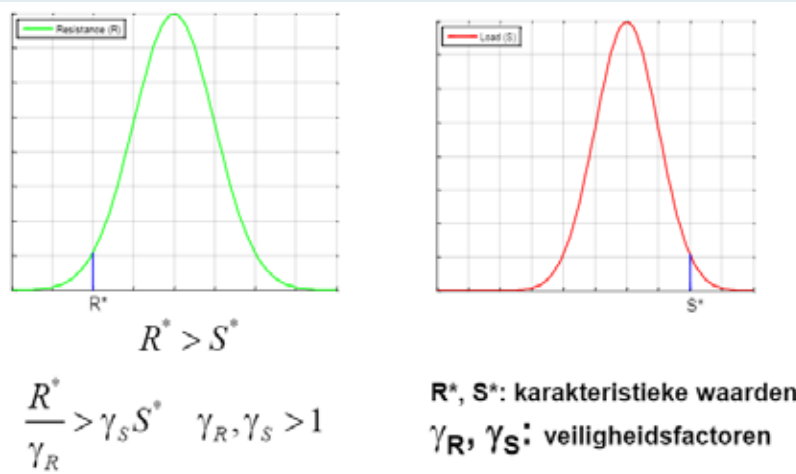
- Hydraulische belastingen afhankelijk van beschouwd toetsspoor en toets
- Software is de basis om de hydraulische belastingen af te leiden
- Methodiek hoe te komen tot hydraulische belastingen opgenomen in WBI – Hydraulische belastingen



Verskil HR2006 en WBI-HB

VTV2006

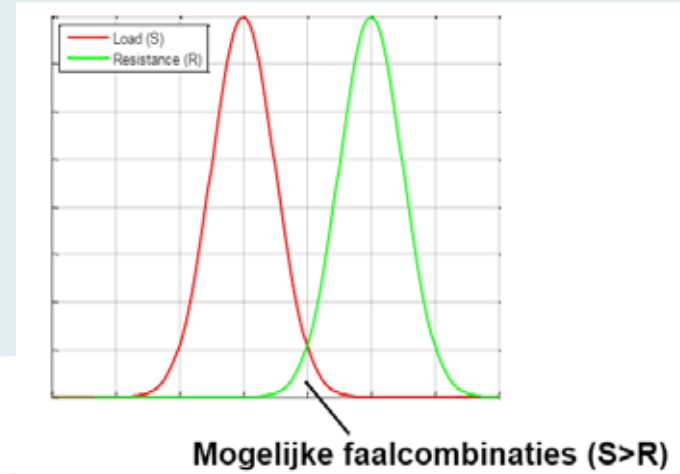
- Semi-probabilistisch



leidt tot een resultaat in de vorm van een **toetsoordeel**, met behulp van **rekenwaarden** zowel voor de sterkte als voor de belasting, op basis van een vooraf uitgevoerde kalibratie

WBI-HB

- Overstap naar volledig probabilistisch berekenen



leidt tot een resultaat in de vorm van een **kans**



(Semi-)probalistisch rekenen per vak

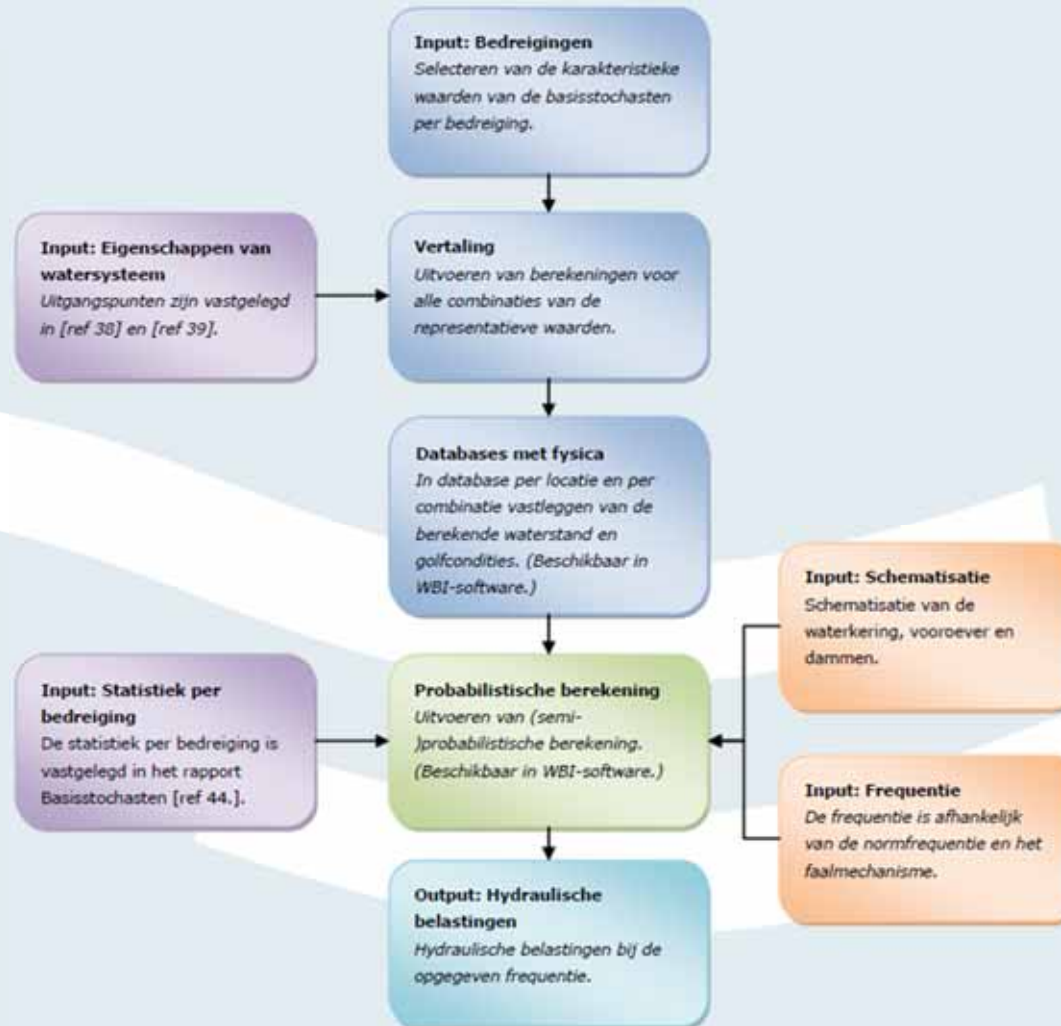
- Overeenkomsten:
 - Hetzelfde faalmechanismemodel
 - Dezelfde kansberekeingen van de belastingen en sterkte-eigenschappen
 - De norm van het traject is hetzelfde

- Verschillen:

Onderdeel	Semi-probalistisch	Probabilistisch
Invoer	Karakteristieke waarden	Kansverdelingen
Uitvoer	Voldoet / voldoet niet	Faalkans
Faalkans-begroting	'Vast' (vooraf te kiezen)	'Vast per vak ' 'Vrij per traject'

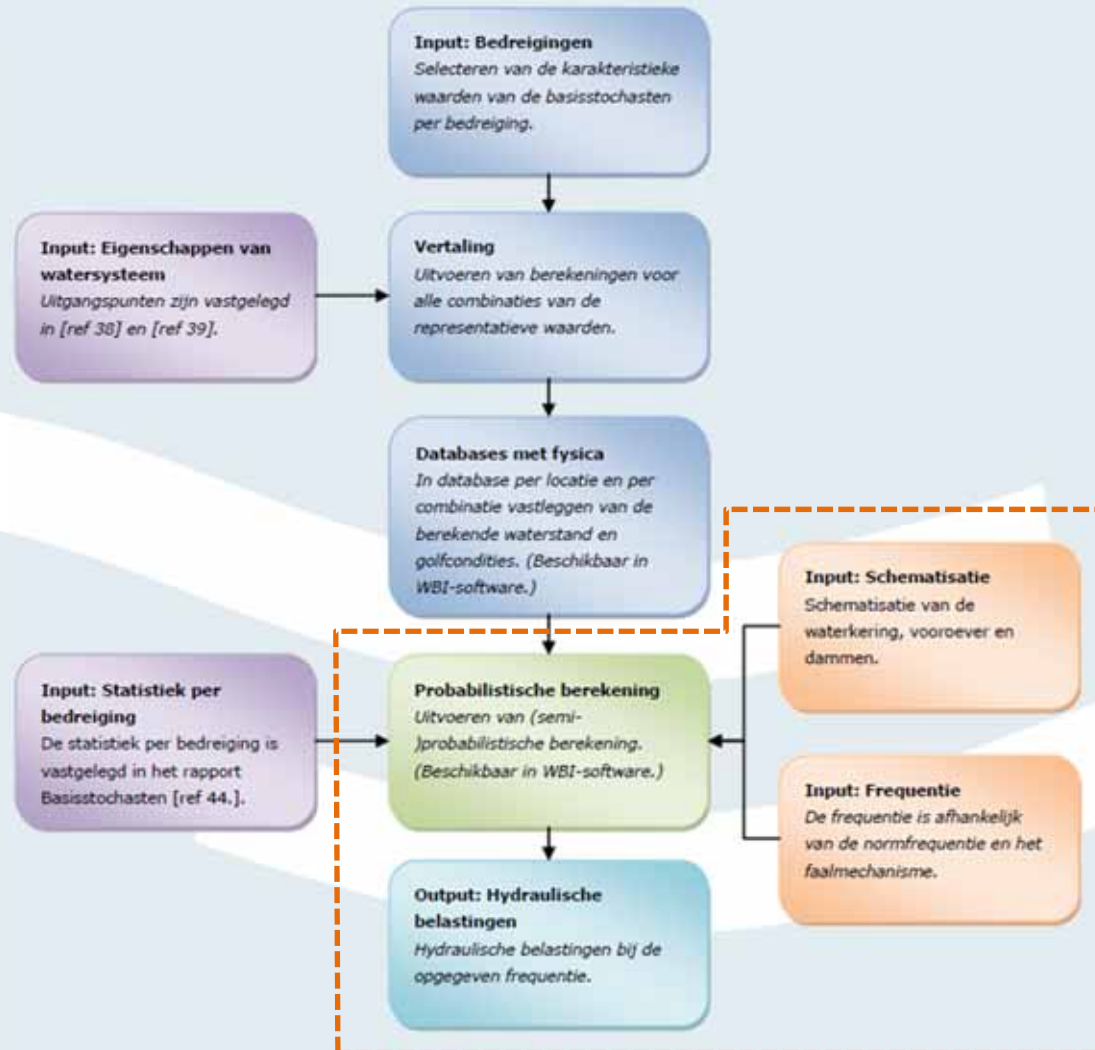


Bedreiging → hydraulische belasting





Bedreiging → hydraulische belasting





Bedreiging → hydraulische belasting

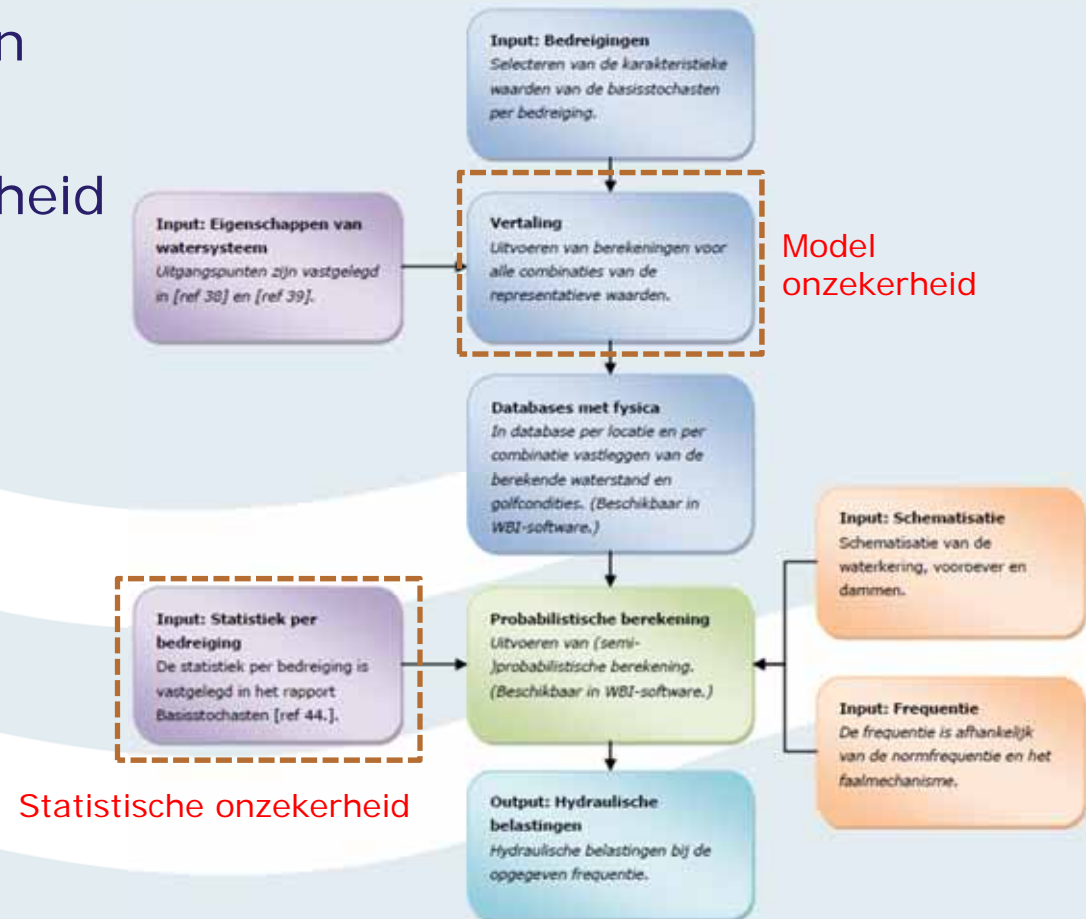
- Bedreigingen (basisstochasten):
 - Wind
 - Afvoer
 - Zeewaterstand (wind en getij)
 - Meerpeil (wind en historie van getij en afvoer)
 - (Keringtoestand)

- Doorvertaling:
 - Waterstand: WAQUA, SOBEK, IMPLIC, Interpolatie
 - Golven: HISWA, SWAN, Bretschneider



Onzekerheden

- Inherente onzekerheden
- Kennisonzekerheden:
 - Statistische onzekerheid
 - Model onzekerheid



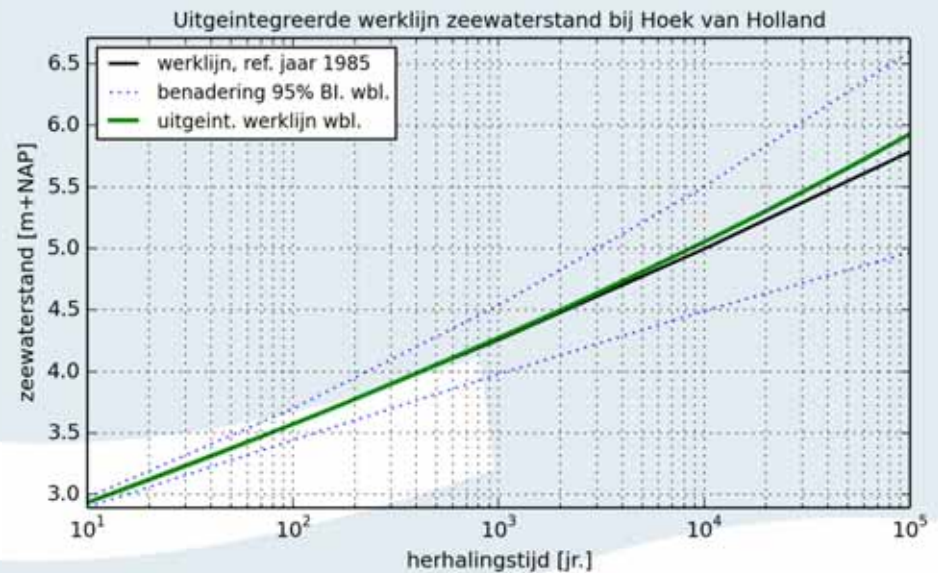


Statistische onzekerheid

Onzekerheden gerelateerd aan de statistische betrouwbaarheid van de schatting van de kansverdeling

- Gevolg van:
 - beperkt aantal gegevens of metingen
 - extrapolatie naar terugkeertijden van 10.000 jaar of meer

- Meegenomen in statistiek

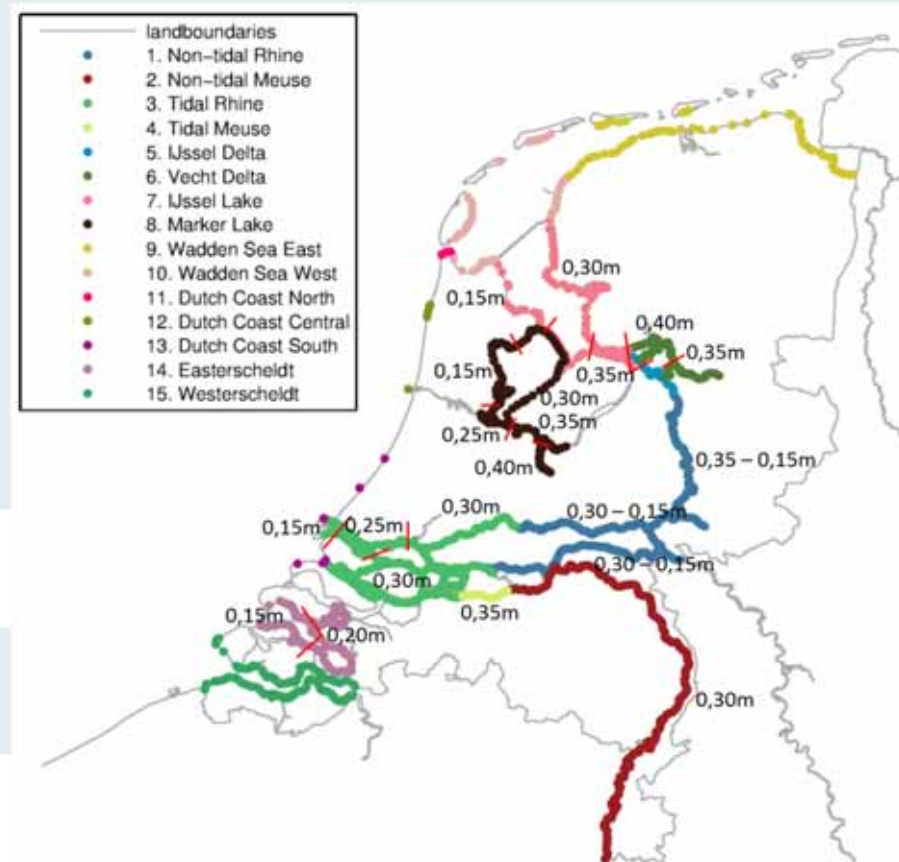




Model onzekerheid

Onzekerheden gegeneerd door gebruik te maken van formules om fysische processen te modelleren

- Standaarddeviatie (waterstand)
- Relatieve bias en relatieve standaardafwijking (golven)
- Onafhankelijk van frequentie
- Afhankelijk van locatie





Belastingmodellen en watersystemen

- Totaal 8 belastingmodellen
- Onderverdeeld in 23 watersystemen
- Te hanteren model is niet afhankelijk van het belastingmodel of watersysteem.





Belastingmodellen en watersystemen

Bedreiging	Afvoer	Getij	Meer- peil	Wind		
<i>HR</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	<i>h</i>	H_s	Osc.*
Bovenrivier en	+				(+)	
Beneden- rivieren	+	+		+	+	+
Vecht- en IJsseldelta	+		+	+	+	
Meren	+		+	+	+	(+)
Kust		+		+	+	+

*Buistoten, buioscillaties, seiches en slingeringen





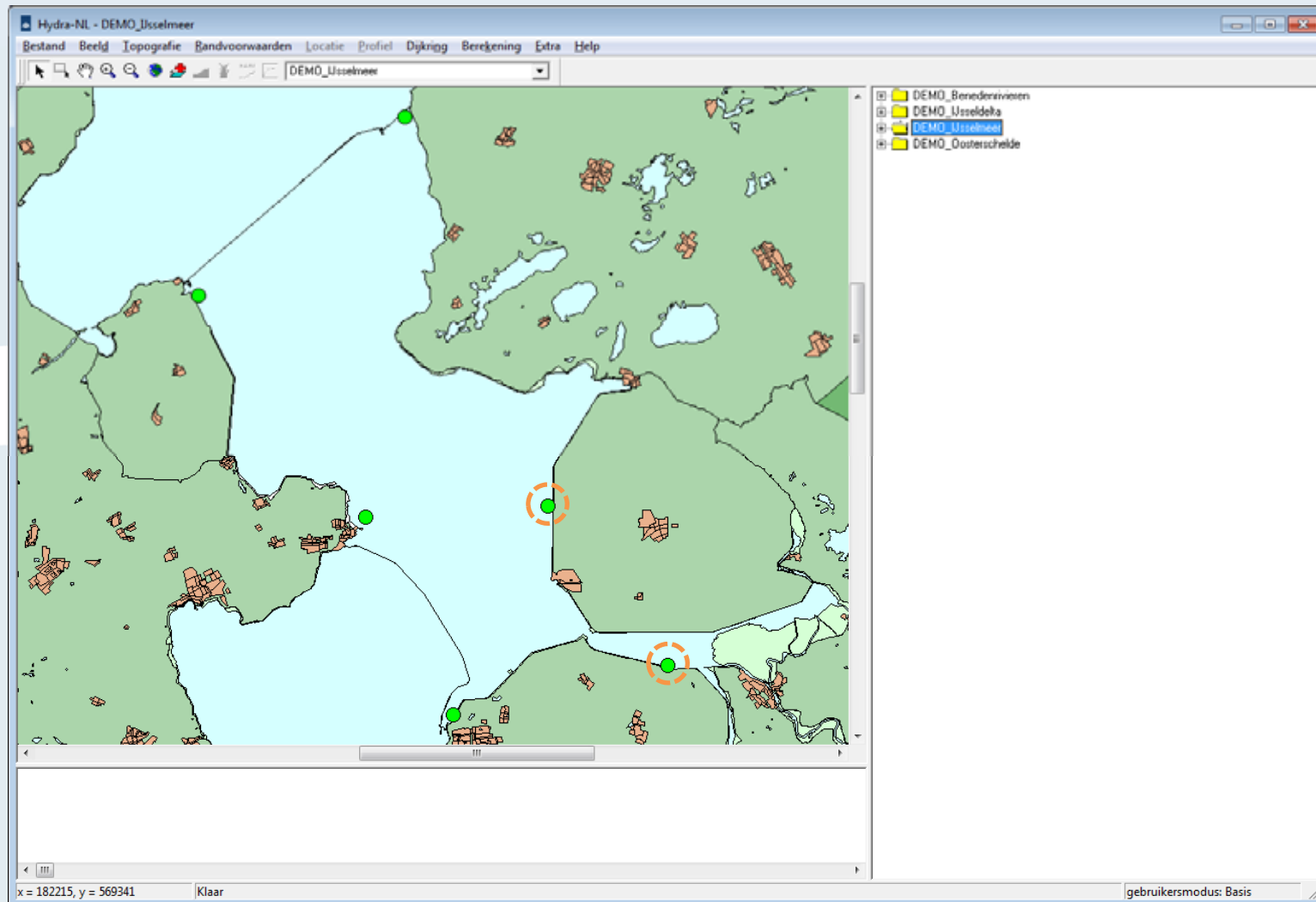
Introductie casus IJsselmeer

- Dijktraject 7-2 en 8-4
- Overstromingskans fictief op 1/10.000 per jaar gesteld om resultaten te kunnen vergelijken
- Berekeningen uitgevoerd met Hydra-NL (zonder onzekerheden)





Introductie casus IJsselmeer





Eenvoudige toets

- Benodigde hydraulische belastingen:
 - Waterstand bij norm
 - Waterstand (overig)
 - Golfrandvoorwaarden (alleen H_s bij norm)
- Koppeling toetsspoor en faalmechanisme door middel van tabel
- In de eenvoudige toets hoeft de waterkering niet geschematiseerd te worden!

	Faalmechanisme	Waterstand		Golfrandvoorwaarden (4.2.5)
		Bij norm (4.2.3)	Overige (4.2.4)	
Stabiliteit				
3	Macrostabiliteit binnenwaarts	v		
4	Macrostabiliteit buitenwaarts	v		
5	Piping	v		
6	Microstabiliteit	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudig toets		
Bekledingen				
7	Asfalt golfklap	v		v
8	Asfalt wateroverdruk	v	v (GWS)	
9	Gras erosie buitentalud	v		v
10	Gras afschuiven buitentalud			v
11	Gras erosie kruin en binnentalud	v		v
12	Gras afschuiven binnentalud	v		v
13	Steenzetting	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
Duinwaterkering				
14	Duinwaterkering	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
Waterkerende kunstwerken				
15	Hoogte	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudig toets		
16	Betrouwbaarheid sluiting	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudig toets		
17	Piping	v		
18	Sterkte en stabiliteit puntconstructies	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
19	Sterkte en stabiliteit langconstructie	v		
Voorland				
20	Golfafslag	v		
21	Afschuiving	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudige toets		
22	Zettingsvloeiing		v(GWS/LWS)	
Havendammen				
23	Havendammen	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
Niet waterkerende objecten				
24.2	Bebouwingen	v		v
24.3	Begroeiingen	v		v
24.4	Kabels en leidingen	Zie relevante faalmechanisme		
24.5	Overige constructies	Zie overige NWO's en relevante faalmechanisme		
Technische innovatie				
25	Technische innovatie	Afhankelijk van innovatie verschillende hydraulische belastingen nodig		



Eenvoudige toets

- Berekening Hydra-NL:
 - Waterstand bij norm
 - Golfhoogte bij norm

- Demonstratie

Hydra-NL - Parameters - Dijkvakberekening

Type berekening

- Waterstand
- Significante golfhoogte
- Piekperiode
- Hydraulisch belastingniveau
- Overslagdebiet
- Golfcondities bekledingen

Frequenties

Aantal frequenties:

		Frequentie [1/jaar]
1	1/	1000
2	1/	3000
3	1/	10000
4	1/	30000

Aanvullingen op standaard uitvoer

- Illustratiepunten
- Percentielen meerpeil
- Percentielen windsnelheid
- Percentielen windsnelheid en windrichting

Parameters uit berekening Memo OK Annuleren



Eenvoudige toets

Traject 7-2

(Rotterdamse hoek)

- Waterstand bij norm:
 - NAP +1,55 m
 - Windrichting WNW

- Golfhoogte bij norm:
 - 2,49 m
 - Windrichting WNW

Traject 8-4

(Ketelhaven)

- Waterstand bij norm:
 - NAP +2,94 m
 - Windrichting WNW

- Golfhoogte bij norm:
 - 1,43 m
 - Windrichting NW



Gedetailleerde toets op vakniveau

- Benodigde hydraulische belastingen:
 - Waterstand bij norm
 - Waterstandsverloop
 - Frequentielijnen
 - Waterstand (overig)
 - Overloop/overslag
 - Golfrandvoorwaarden (bekledingen)
- Koppeling toetsspoor en faalmechanisme door middel van tabel

	Faalmechanisme	Waterstand				Overloop/ overslag (4.3.7)	Golf- condities (4.3.8)
		Bij norm (4.3.3)	Verloop (4.3.4)	Frequentielijn (4.3.5)	Overige (0)		
Stabiliteit							
3	Macrostabiliteit binnenwaarts	v					
4	Macrostabiliteit buitenwaarts	v	v				
5	Piping	v					
6	Microstabiliteit <ul style="list-style-type: none"> • Stap 2.1 • Stap 2.2 	v				v	
Bekledingen							
7	Asfalt golfklap						v
8	Asfalt wateroverdruk	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
9	Gras erosie buitentalud <ul style="list-style-type: none"> • Stap 2.2 • Stap 2.3 • Stap 2.4 	v	v				v
10	Gras afschuiven buitentalud						v
11	Gras erosie kruin en binnentalud					v	
12	Gras afschuiven binnentalud					v	
13	Steenzetting	v	v				v
Duinwaterkering							
14	Duinwaterkering	v					v
Waterkerende kunstwerken							
15	Hoogte					v	
16	Betrouwbaarheid sluiting			v			
17	Piping	v					
18	Sterkte en stabiliteit puntconstructies	v					
19	Sterkte en stabiliteit langsconstructie	v					
Voorland							
20	Golfafslag	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
21	Afschuiving		v				
22	Zettingsvloeiing		v	v			
Havendammen							
23	Havendammen	zie andere sporen					
Niet waterkerende objecten							
24.2	Bebouwingen	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
24.3	Begroeiingen	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
24.4	Kabels en leidingen	Geen hydraulische belastingen nodig voor gedetailleerde toets					
24.5	Overige constructies	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
Technische innovatie							
25	Technische innovatie	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					



Gedetailleerde toets op vakniveau

- Frequenties per hydraulische belasting:

Hydraulische belasting	Faalkanseis	Getalswaarde
Waterstand	Normfrequentie	1/10.000 per jaar
Overloop / overslag	Doorsnedeniveau	1/125.000 per jaar
Golfrandvoorwaarden		
• asfalt	NTB	NTB
• steenzettingen	NTB	NTB

- Lengte-effect en faalkansverdeling (overloop / overslag)

$$P_{eis,dsn,HT} = \frac{P_{max} \cdot \omega_{HT}}{N_{HT}}$$

- Faalkansruimte : 0,24 [-]
- Lengte-effect : 3



Gedetailleerde toets op vakniveau

- In de gedetailleerde toets moet de waterkering en voorland geschematiseerd worden!
- Belangrijk voor:
 - bepaling overslag
 - golfrandvoorwaarden bekledingen
- Benodigde gegevens:
 - dijknormaal
 - geometrie
 - taludruwheid
 - evt. voorland / dammen

Hydra-NL - Profieleditor

Profielgegevens

Naam:

Damtype: Kruinhoogte: m+NAP

Dijknormaal: °

Van		Tot		Helling [1 op ...]
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	

Damwand

Van		Tot		Helling [1 op ...]	Ruwheid [-]
Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]	Afstand [m]	Hoogte [m+NAP]		
0	0	24	8	3.0	1

Voorland

Talud

Grafische weergave

Rotterdamse Hoek (168462,526787) : Basiscursus

Profiel
 Teen



Gedetailleerde toets op vakniveau

- Berekening Hydra-NL:
 - Waterstand bij norm
 - Frequentielijnen
 - Overloop/overslag
 - Golfrandvoorwaarden (bekledingen)

- Demonstratie

Hydra-NL - Parameters - Dijkvakberekening

Type berekening

- Waterstand
- Significante golfhoogte
- Piekperiode
- Hydraulisch belastingniveau
- Overslagdebiet
- Golfcondities bekledingen

Frequenties

Aantal frequenties:

		Frequentie [1/jaar]
1	1/	1000
2	1/	3000
3	1/	10000
4	1/	30000

Aanvullingen op standaard uitvoer

- Illustratiepunten
- Percentielen meerpeil
- Percentielen windsnelheid
- Percentielen windsnelheid en windrichting

Parameters uit berekening Memo OK Annuleren



Gedetailleerde toets op vakniveau

Traject 7-2

(Rotterdamse hoek)

- Waterstand bij norm:
 - NAP +1,55 m
 - Windrichting WNW

- Overslag (1 l/s/m):
 - HBN : NAP + 9,60 m
 - h : NAP + 1,83 m
 - H_s : 2,68 m
 - Windrichting West

Traject 8-4

(Ketelhaven)

- Waterstand bij norm:
 - NAP +2,94 m
 - Windrichting WNW

- Overslag:
 - HBN : NAP + 7,47 m
 - h : NAP + 3,36 m
 - H_s : 1,66 m
 - Windrichting NW



Meer informatie
STOWA

opleidingen@stowa.nl

www.opleidingen.stowa.nl