

# ➔ Hydraulische belastingen

Peter van Tol  
(Witteveen+Bos)

Jacco Groeneweg  
(Deltares)



## Dia 1

### DSL9

#### Algemeen:

- Goed om de toelichting te starten vanaf de toegeleverde databases, dit is voor de toetser het meest relevant.
- Ter inspiratie nog de presentatie van Jacco toegevoegd, wellicht de sheet van de voorlandmodule nog toevoegen.
- Een sheet met ligging uitvoerlocaties kan nog handig zijn, dus waar ligt uitvoerlocatie en wat moet de beheerder nog schematiseren.
- een sheet met de belangrijkste inhoudelijke veranderingen (zie bijlage 1 is rapport dat ik gisteren gereviewd terugstuurde)
- een sheet met wat te doen bij onbetrouwbare gegevens
- essentieel vind ik een samenvatting van wat we de toetser vragen en waar hij input kan leveren, namelijk:
  - kritisch oordeel op geleverde HR (snap ik de waterstanden, kan ik de golven duiden)
  - snap ik het illustratiepunt
  - juiste schematisering voorlanden en dijk

Aan einde sheet toevoegen waar de beheerder relevante rapporten kan vinden (welke zijn er: basisrapport WBI HB, achtergrondrapport) en waar de software verkrijgbaar is en wanneer.

Slagter, Deon (WVL); 22-3-2016

## 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

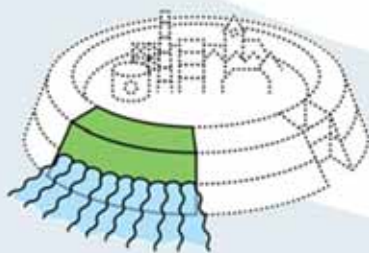
## Verschil HR2006 en WBI-HB

### 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



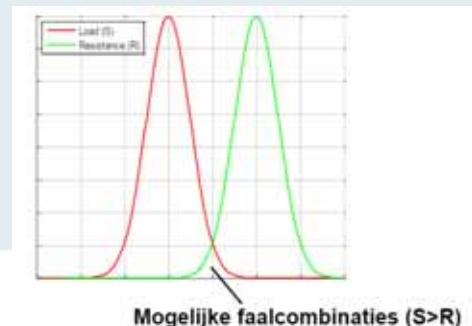
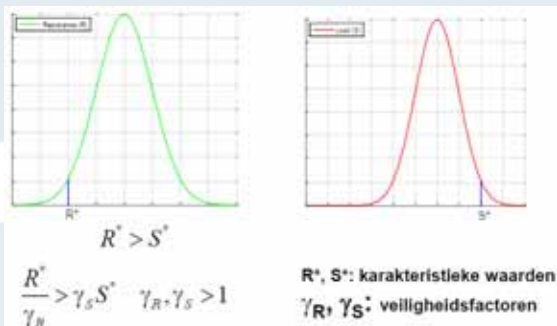
# Verskil HR2006 en WBI-HB

## VTV2006

- Semi-probabilistisch

## WBI-HB

- Overstap naar volledig probabilistisch berekenen



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

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



# (Semi-)probalistisch rekenen per vak

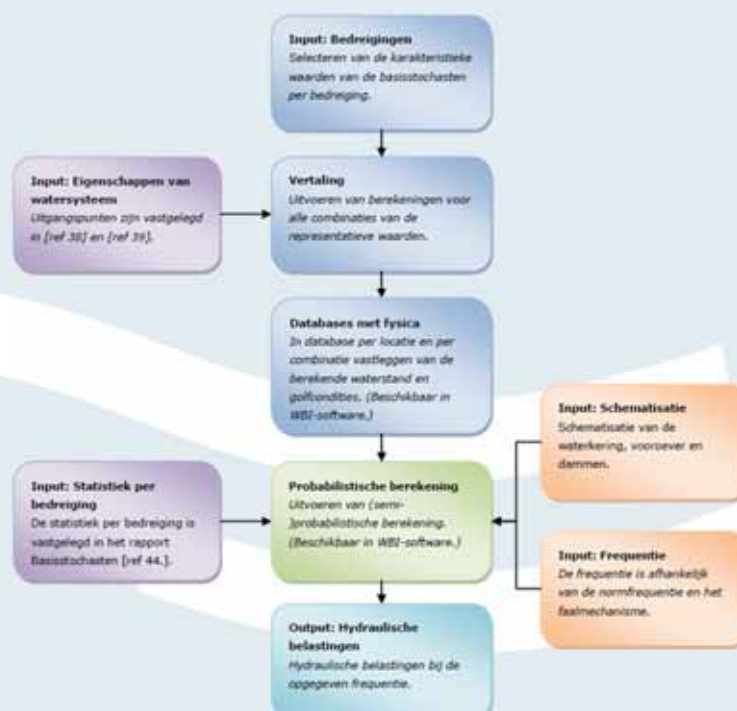
- Overeenkomsten:
  - Hetzelfde faalmechanismemodel
  - Dezelfde kansberekeingen van de belastingen en sterkte-eigenschappen
  - De norm van het traject is hetzelfde

## ➤ 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'

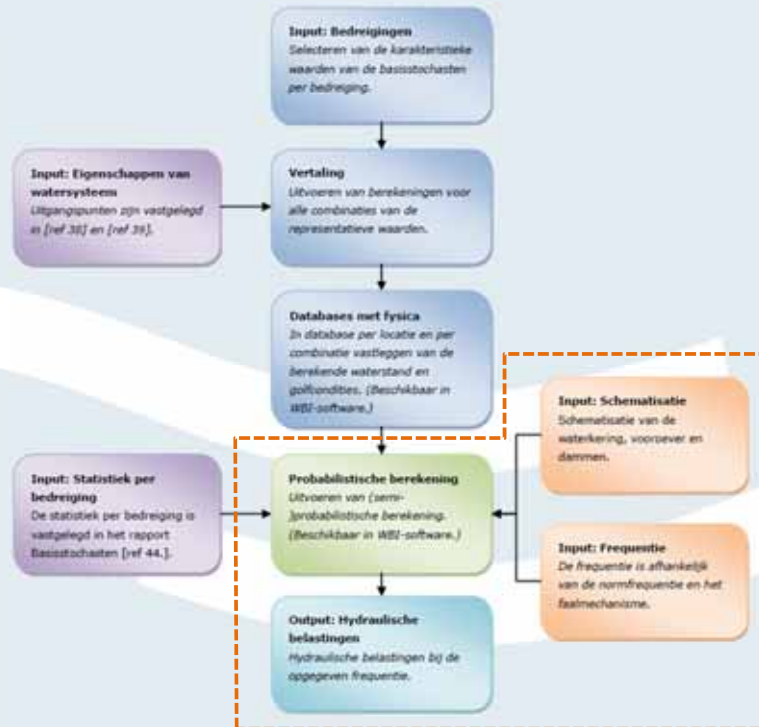


# Bedreiging → hydraulische belasting





# Bedreiging → hydraulische belasting



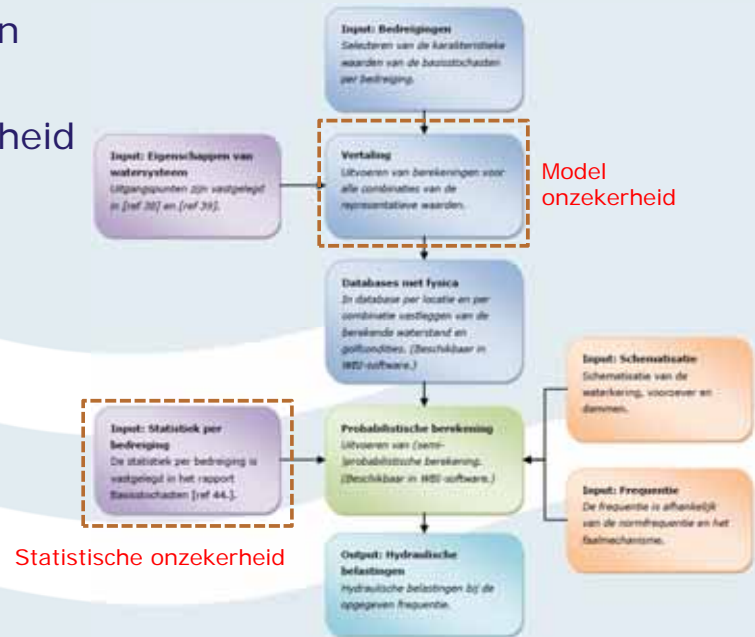
# Bedreiging → hydraulische belasting

- ⊕ 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

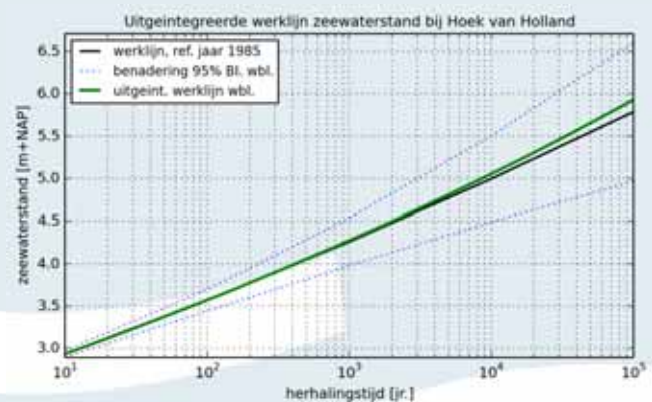
- Inherente onzekerheden
- Kennisonzekerheden:
  - Statistische onzekerheid
  - Model onzekerheid



# 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. *
Bovenrivieren	+				(+)	
Benedenrivieren	+	+		+	+	+
Vecht- en IJsseldelta	+		+	+	+	
Meren	+		+	+	+	(+)
Kust		+		+	+	+

\*Buistoten, buioscillaties, seiches en slingeringen



# Introductie casus IJsselmeer

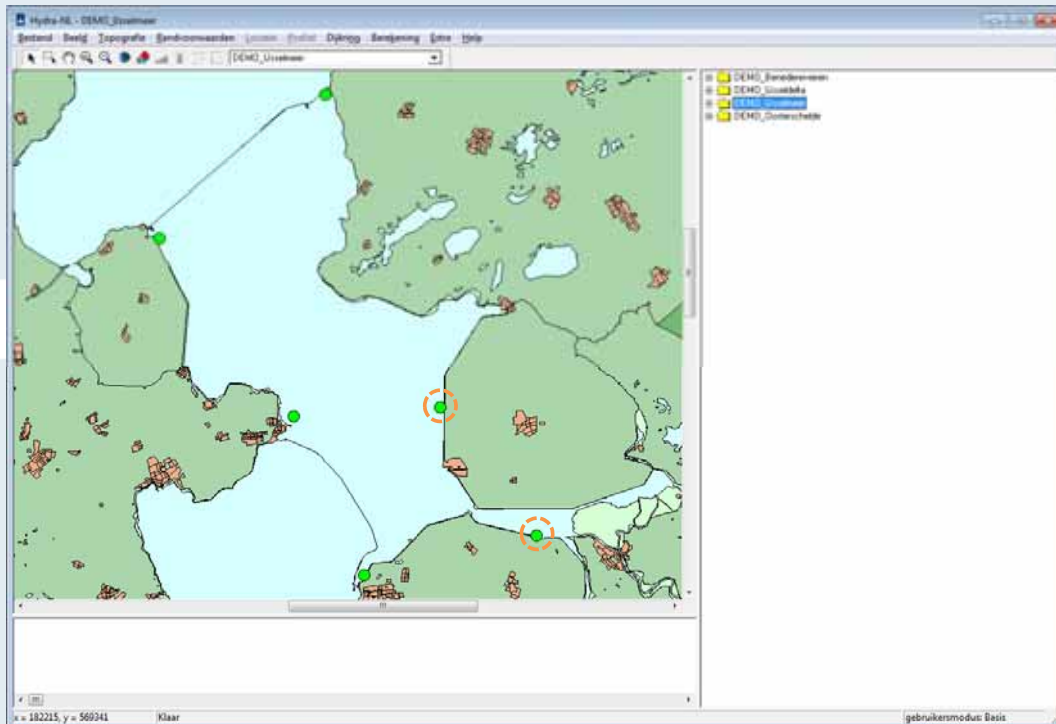
- Dijktraject 7-2 en 8-4
- Overstromingskans fictief op 1/10.000 per jaar gesteld om resultaten te kunnen vergelijken
- Berekeningen uitgevoerd met Hydra-NL (zonder onzekerheden)







# 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		
		Bij norm (4.2.3)	Overige (4.2.4)	Golfrandvoorwaarden (4.2.5)
<b>Stabiliteit</b>				
3	Macrostabiliteit binnenwaarts	v		
4	Macrostabiliteit buitenwaarts	v		
5	Piping	v		
6	Microstabiliteit	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudig toets		
<b>Bekledingen</b>				
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		
<b>Duinwaterkering</b>				
14	Duinwaterkering	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
<b>Waterkerende kunstwerken</b>				
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 langsconstructie	v		
<b>Voorland</b>				
20	Golfafslag	v		
21	Afschuiving	Geen hydraulische belastingen bij eenvoudige toets		
22	Zettingsvloeiing	v(GWS/LWS)		
<b>Havendammen</b>				
23	Havendammen	Geen eenvoudige toets beschikbaar		
<b>Niet waterkerende objecten</b>				
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		
<b>Technische innovatie</b>				
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

Peilperiode

Hydraulisch belastingniveau

Overstapdebiet

Golfcondities bekledingen

Frequenties

Aantal frequenties: 4

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

Aanvullingen op standaard uitvoer

Illustratiepunten

Percentielen meepel

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)	Golfcondities (4.3.8)
	Bij norm (4.3.3)	Verloop (4.3.4)	Frequentielijn (4.3.5)	Overige (4)		
<b>Stabiliteit</b>						
3 Macrostabiteit Intrinsieke	v					
4 Macrostabiteit Sufmeestaats	v	v				
5 Piping	v					
6 Microstabiteit • Stap 2.1 • Stap 2.2	v				v	
<b>Bekledingen</b>						
7 Asfalt golfslag						v
8 Asfalt waterverdruk	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
9 Gras erosie buitenkant • Stap 2.2 • Stap 2.3 • Stap 2.4	v	v				v
10 Gras afschuiven buitenkant		v				v
11 Gras erosie kruin en binnenkant					v	v
12 Gras afschuiven binnenkant					v	v
13 Steenzetting	v	v				v
<b>Duinwaterkering</b>						
14 Duinwaterkering	v					v
<b>Waterkerende kunstwerken</b>						
15 Hoogte					v	
16 Betrouwbaarheid sluizing			v			
17 Piping	v					
18 Sterkte en stabiliteit zuilconstructies	v					
19 Sterkte en stabiliteit langconstructie	v					
<b>Voortland</b>						
20 Golfslag	Geen gedetailleerde toets beschikbaar					
21 Afschuiving		v				
22 Zettingvloeing		v	v			
<b>Havendammen</b>						
23 Havendammen	zie andere sporen					
<b>Niet waterkerende objecten</b>						
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					
<b>Technische innovatie</b>						
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)

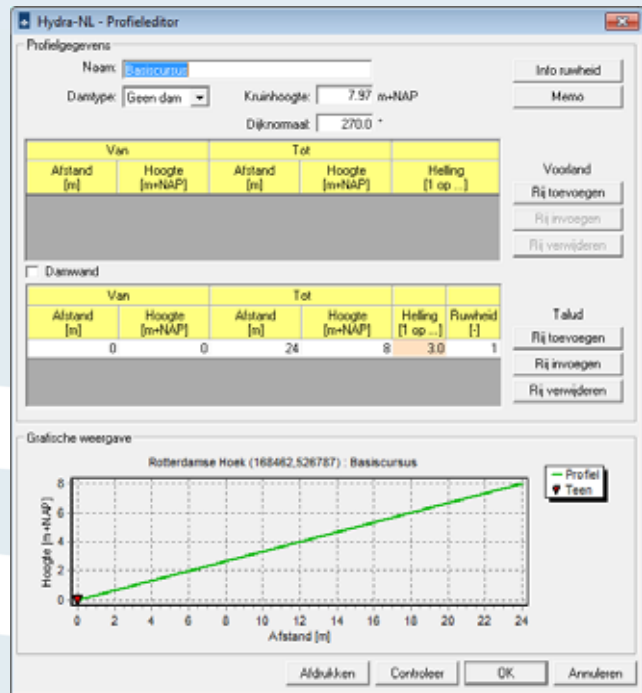
$$P_{eis,dsn,HT} = \frac{P_{max} \cdot \omega_{HT}}{N_{HT}}$$

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



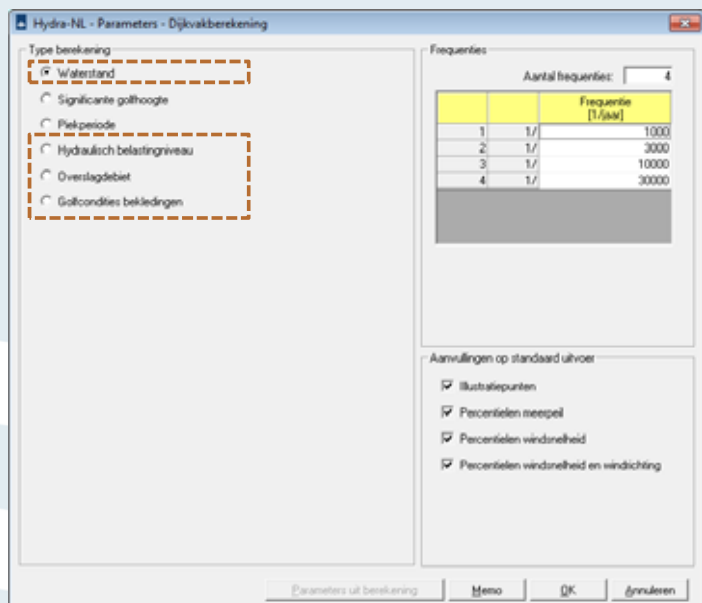
# Gedetailleerde toets op vakniveau

- 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



# Gedetailleerde toets op vakniveau

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





# 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<sub>s</sub> : 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<sub>s</sub> : 1,66 m
  - Windrichting NW



**Meer informatie**  
STOWA

[opleidingen@stowa.nl](mailto:opleidingen@stowa.nl)

[www.opleidingen.stowa.nl](http://www.opleidingen.stowa.nl)