

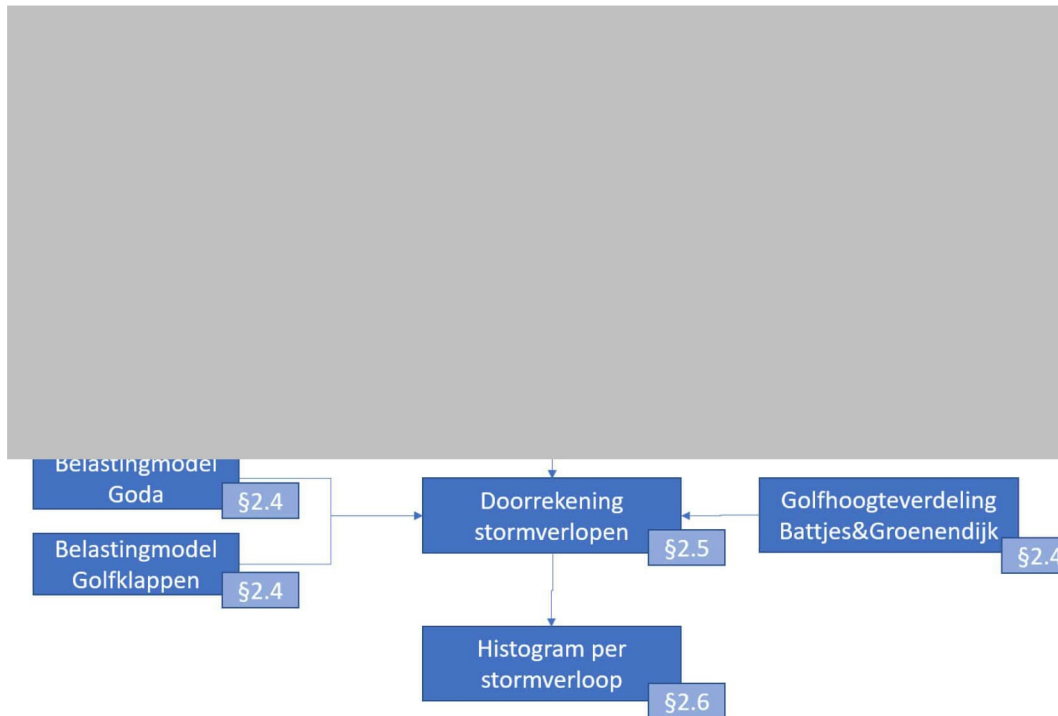
1096

# AFLEIDING STORM VERLOPEN

TER BEREKENING VAN VERMOEIINGSBELASTING

31 Juli 2019

# PROCES SCHEMA VERMOEIINGSBELASTING



## STAPPEN TOT INPUT DOORREKENEN STORMVERLOPEN

- Contractuele randvoorwaarden
  - Waddenzee
  - IJsselmeer
- Aanvullende randvoorwaarden
- Stormpiek waarden → storm verloop
- Modificatie van 1/1 jaar storm verloop op basis van 15 jaar tijd serie

## CONTRACTUELE RANDVOORWAARDEN

► Waddenzee: RWS\_DR\_AFSLUITDIJK-12122-v1-Hydraulische\_Randvoorwaarden

Bijlage E.1.1 Waterstanden en golven Waddenzeezijde

- 1/10 jaar
- 1/100 jaar
- 1/1.000 jaar
- 1/10.000 jaar

Positie	Object	Sec tie	Scenario	Zicht Jaar	Zeespiegel-stijging [m]	Getij amplitude [m]	Tabblad BronsHEET 1/1 jaar storm [-]	Tabblad BronsHEET Overige stormen [-]
DO	Pomp	4	KNMI+	2120	1.1	0.74	D1 2120 W+	D1 2120 W+ A
DO	Pomp	23	KNMI+	2120	1.1	0.74	D1 2120 W+	D1 2120 W+ A
DO	Pomp	4	Veerman	2120	1.5	0.74	D1 2120 V'man	D1 2120 V'man A
DO	Pomp	23	Veerman	2120	1.5	0.74	D1 2120 V'man	D1 2120 V'man A
DO	BSM	24	KNMI+	2050	0.4	0.74	D1 2050	D1 2050 A
DO	NSM	24	KNMI+	2120	1.1	0.74	D1 2120 W+	D1 2120 W+ A
DO	<b>NSM</b>	<b>24</b>	<b>Veerman</b>	<b>2120</b>	<b>1.5</b>	<b>0.74</b>	<b>D1 2120 V'man</b>	<b>D1 2120 V'man A</b>
KWZ	BSM	10	KNMI+	2050	0.4	0.89	D2 2050	D2 2050 A
KWZ	VMR	15a	KNMI+	2120	1.1	0.89	D2 2120 W+	D2 2120 W+ A
KWZ	VMR	15a	Veerman	2120	1.5	0.89	D2 2120 V'man	D2 2120 V'man A
KWZ	KS	21	KNMI+	2120	1.1	0.89	D2 2120 W+	D2 2120 W+ A
KWZ	KS	21	Veerman	2120	1.5	0.89	D2 2120 V'man	D2 2120 V'man A
KWZ	dA-dC	11	KNMI+	2120	1.1	0.89	D2 2120 W+	D2 2120 W+ A
KWZ	dA-dC	11	Veerman	2120	1.5	0.89	D2 2120 V'man	D2 2120 V'man A
KWZ	dA-dC	11	KNMI+	2050	0.4	0.89	D2 2050	D2 2050 A
KWZ	dA-dC	14	KNMI+	2120	1.1	0.89	D2 2120 W+	D2 2120 W+ A

## CONTRACTUELE RANDVOORWAARDEN

▶ IJsselmeer: WOG 7.0 Hydraulische\_Randvoorwaarden  
20190322\_HR\_IJsselmeer\_golfklap .xlsx

- 1/1 jaar
- 1/100 jaar
- 1/1.000 jaar
- 1/10.000 jaar

	Positie	Object	locatie	Jaar	Tabbald Bronsheet	Maatgevend
meerpeilsteiging 0,00m	DOV	BSM, NSM, KS	VK1_070_IJM	2050	meerpeilsteiging 0,00m	1
	KWZ	BSM	VK1_015_IJM/ VK1_016_IJM	2050	meerpeilsteiging 0,00m	1
meerpeilsteiging 0,60m	DOV	BSM, NSM, KS	VK1_070_IJM	2120	meerpeilsteiging 0,60m	1
	KWZ	BSM	VK1_015_IJM/ VK1_016_IJM	2120	meerpeilsteiging 0,60m	1

Inclusief robuustheidstoeslag

# AANVULLENDE RANDVOORWAARDEN

(ZOALS GEBRUIKT IN DE BEREKENINGEN)

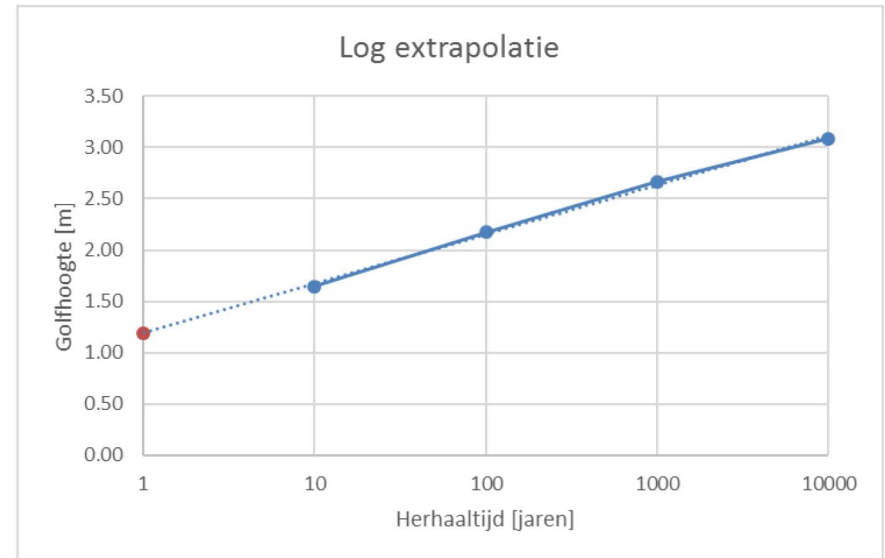
- ▶ 1/1 jaar golfcondities Waddenzee
- ▶ Storm duur
- ▶ Stormverloop

# AANVULLENDE RANDVOORWAARDEN

## 1/1 JAAR WADDENZEE

▶ logaritmische extrapolatie

▶  $H_{m0} 1/1 = 1.19 \text{ m}$



### HR Den Oever

Configuratie: huidig  
 Belastingsscenario: Hoogwater  
 Zichtjaar: 2120  
 Zeespiegelstijging: Veerman plausible bovengrens

sectie	1/10 per jaar					1/100 per jaar					1/1000 per jaar					1/10.000 per jaar				
	$H_{m0}$	$T_{m-1,0}$	$T_p$	$\theta$	h	$H_{m0}$	$T_{m-1,0}$	$T_p$	$\theta$	h	$H_{m0}$	$T_{m-1,0}$	$T_p$	$\theta$	h	$H_{m0}$	$T_{m-1,0}$	$T_p$	$\theta$	h
24	1.65	4.23	4.65	326	4.5	2.17	4.79	5.27	325	5.1	2.67	5.16	5.68	324	5.9	3.09	5.46	6.01	323	6.5

## AANVULLENDE RANDVOORWAARDEN STORMDUUR

- De duur van het stormverloop voor de 1/10.000 per jaar condities is gelijk aan 45 uur voor de Waddenzeezijde en 38,5 uur aan de IJsselmeerzijde.
- De totale duur van het stormverloop voor kortere herhaal periodes wordt geschaald aan de hand van de maximale storm opzet.
  - Voor de Waddenzeezijde is de opzet gedefinieerd als de waterstand ten opzichte van het astronomisch getij.
  - Voor de IJsselmeerzijde is de opzet gedefinieerd als de waterstand ten opzichte van 0.0 m NAP

1/jaar	IJsselmeer 2050 Stormduur [uur]	IJsselmeer 2120 Stormduur [uur/ wisselingen]	Waddenzee 2050/2120 Stormduur [uur]
1*	10,5	19,8	17,1
100	25,2	29,6	30,1
1.000	31,5	33,8	38,6
10.000	38,5	38,5	45,0

1/jaar	IJsselmeer 2050 Stormduur [wisselingen]	IJsselmeer 2120 Stormduur [wisselingen]
1*	~15.000	~27.000
100	~38.000	~41.000
1.000	~46.000	~45.000
10.000	~54.000	~54.000

\* De stormduur van 1/1 jaar wordt niet gebruikt omdat deze via aanpassing o.b.v. 15 jaar data wordt uitgesmeerd over een heel jaar



## AANVULLENDE RANDVOORWAARDEN STORM VERLOOP

- ▶ Het verloop van de waterstand en golfcondities tijdens de storm volgen een  $\cos^2$  verband, waarbij de start en eind waardes op "operationele condities" aan zowel de Waddenzeezijde als IJsselmeerzijde zijn gesteld.
- ▶ Het stormverloop wordt gediscriteerd op 11 klassen met gelijke duur.
- ▶ Hierbij wordt de gemiddelde waarde voor de hydraulische parameters ( $H_{m0}$ ,  $T_{m-1,0}$  en  $h$ ) gedurende een klasse uitgerekend om tot een representatieve waarde te komen. Uitzondering hierop is de bepaling van de hydraulische parameters tijdens de piek van de storm, waarvoor het maximum wordt aangehouden.
- ▶ Aantal golven per klasse wordt bepaald door  $\text{duur} / T_p$

## GETALLEN VOORBEELD 1/1 JAAR IJSSELMEER

Zichtjaar 2120 (meerpeilstijging: 0,60 m)	Hydraulische condities Den Oever uitvoerlocatie VK1_070_IJM				
	1/1 per jaar				
Zichtjaar	$H_{m0}$ [m]	$T_{m-1,0}$ [s]	$T_p$ [s]	$\theta$ [graden]	$h$ [m t.o.v. NAP]
1-a	0,86	3,10	3,41	169	0,00
1-b	0,89	3,30	3,63	167	0,20
1-c	0,89	3,30	3,63	167	0,40
1-d	0,89	3,30	3,63	167	0,60
1-e	0,89	3,30	3,63	167	0,80
1-f	0,84	3,50	3,85	152	1,00

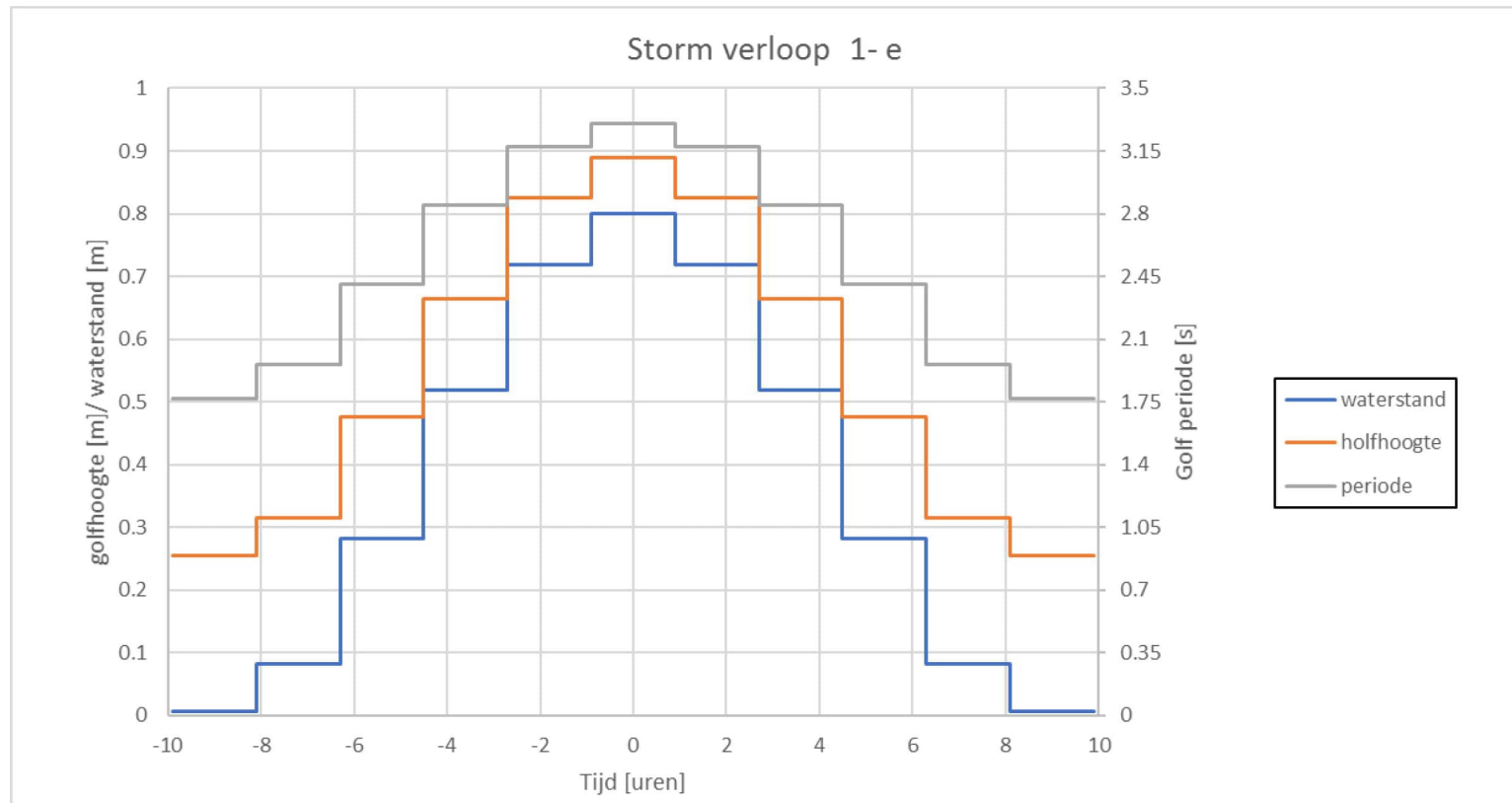
1/jaar	IJsselmeer 2050 Stormduur [uur]	IJsselmeer 2120 Stormduur [uur/ wisselingen]	Waddenzee 2050/2120 Stormduur [uur]
1*	10,5	19,8	17,1
100	25,2	29,6	30,1
1.000	31,5	33,8	38,6
10.000	38,5	38,5	45,0

# VOORBEELD STORMVERLOOP

## ► Gediscrediteerde storm verloop

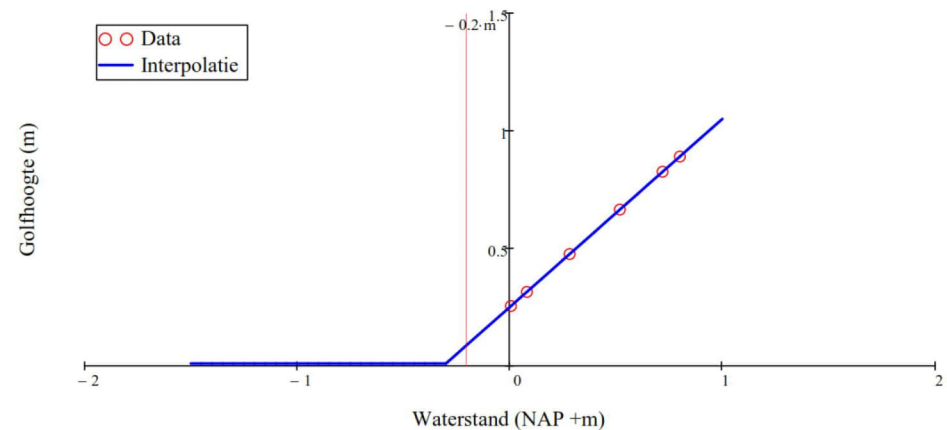
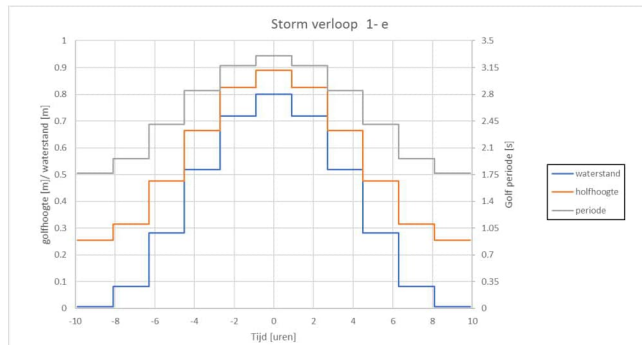
Stap	[-]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Begin tijd	[s]	0	6480	12960	19440	25920	32400	38880	45360	51840	58320	64800
Eind tijd	[s]	6480	12960	19440	25920	32400	38880	45360	51840	58320	64800	71280
Waterstand IJsselmeer	[m+NAP]	0.01	0.08	0.28	0.52	0.72	0.80	0.72	0.52	0.28	0.08	0.01
Significante golfhoogte	[m]	0.25	0.31	0.48	0.66	0.83	0.89	0.83	0.66	0.48	0.31	0.25
Golfperiode (Tm-1,0)	[s]	1.77	1.96	2.41	2.85	3.18	3.30	3.18	2.85	2.41	1.96	1.77

# VOORBEELD STORMVERLOOP



# AANPASSING 1/1 PER JAAR O.B.V. 15 JAAR MEETDATA

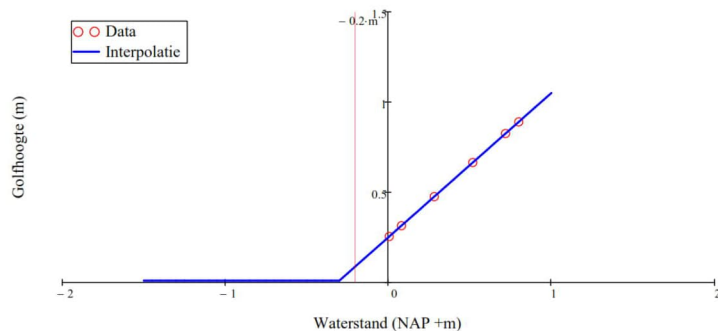
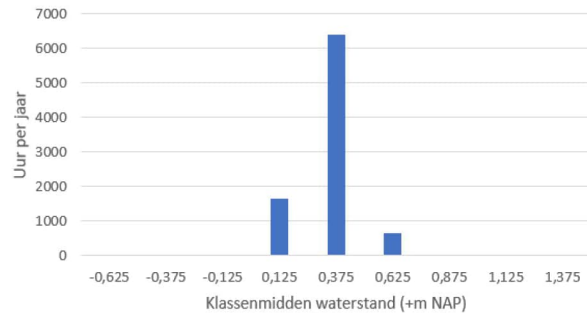
- Golf karakteristieken en waterstand zoals bepaald in de 1/1 storm verlopen worden niet aangepast
- Per stormverloop wordt een relatie tussen waterstand en golf hoogte bepaald (figuur rechts onder)
- Voor golf periode wordt hetzelfde gedaan



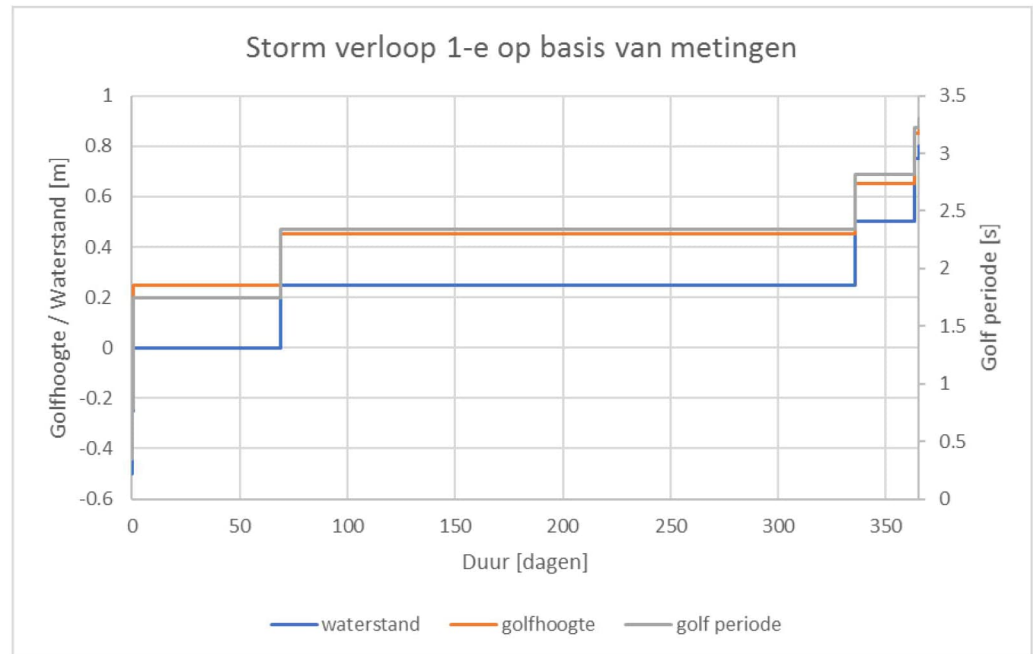
# STORM VERLOOP OP BASIS VAN METINGEN

Gemeten waterstanden worden gebruikt om kans van optreden van waterstand te bepalen. Per waterstand wordt de bijbehorende golfconditie bepaald

Waterstand uren aanwezig per jaar



Storm verloop 1-e op basis van metingen



## STORM VERLOOP CONDITIE-E O.B.V. METINGEN

		Stap 1	Stap 2	Stap 3	Stap 4	Stap 5	Stap 6	Stap 7	totaal
Duur	[uur]	1.6	13.2	1644.3	6401.2	658.9	45.9	3.0	8767.9
Aantal golven	[-]	14,669	55,135	3,079,236	8,934,874	765,214	46,571	2,931	12,898,630
Waterstand IJsselmeer	[m+NAP]	-0.50	-0.25	0.00	0.25	0.50	0.75	0.80	
Significante golfhoogte	[m]	0.01	0.05	0.25	0.45	0.65	0.85	0.89	
Golfperiode	[s]	0.35	0.78	1.75	2.34	2.82	3.22	3.30	

## PER STAP (STAP 4)

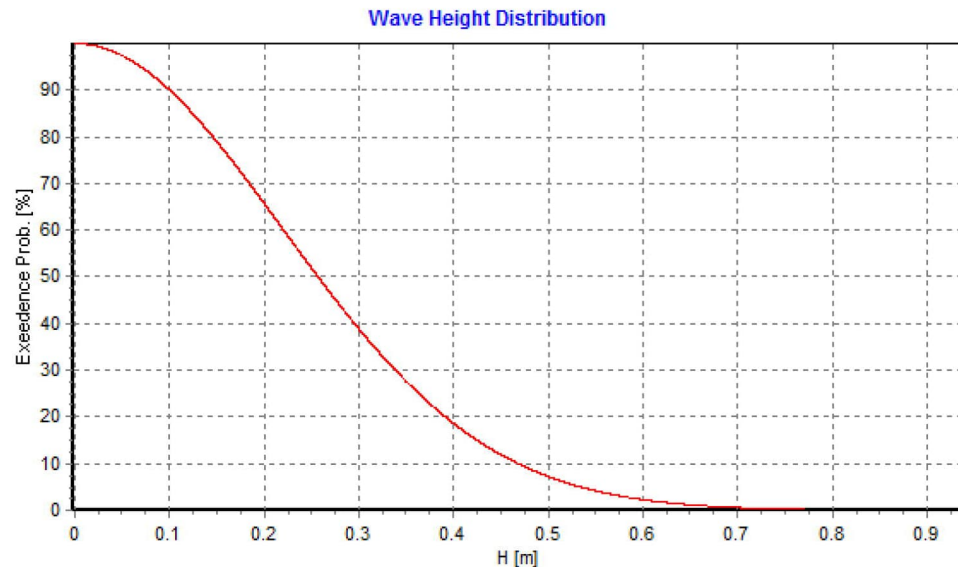
▶ Constante randvoorwaarden

( $h = 0.25 \text{ m} + \text{NAP}$ ,  $H_s = 0.45 \text{ m}$ ,  $T_{m-1,0} = 2.34 \text{ s}$ )

▶ Aantal golven

(8.934.874)

▶ Golfhoogte verdeling





## VERDELING LASTWISSELINGEN PER STORM STAP

- ▶ Per belastingcategorie in het belasting histogram wordt uitgerekend welke golfhoogte leidt tot de Klassenmidden
- ▶ O.b.v. deze golfhoogte wordt kans van optreden bepaald (o.b.v. golfhoogteverdeling)
- ▶ Kans van optreden wordt vermenigvuldigd met totaal aantal golven, dit levert het aantal wisselingen per belasting in het belasting histogram

Klassenmidden kN/m	Conditie e
6	3,808,811
16	2,660,984
26	2,440,586
36	1,791,282
46	987,933
56	429,107
66	233,415
76	149,083
86	77,028
96	71,917
106	43,762
116	33,156
126	24,139
136	16,871
146	11,413
156	7,420
166	5,213
176	5,478
186	9
196	2
206	0
216	0
226	0
236	0
246	0
256	0
266	0
276	0
286	0
296	0
306	0
316	0
326	0
336	0
346	0
356	0
366	0
596	0
606	0
<b>totaal</b>	<b>12,797,610</b>

# VOOR ALLE STAPPEN

- ▶ Iedere stap in het storm verloop heeft een eigen belasting histogram
- ▶ Alle stappen worden gesommeerd
- ▶ Wisselingen in storm conditie-e  
12.898.630, in histogram  
12.797.610  
(dit komt om dat eerste bin van 1-11 lopen)

Wisselingen per jaar 1/1 per jaar stormcondities met meerpeilstijging						
Klassenmidden kN/m	Conditie a	Conditie b	Conditie c	Conditie d	Conditie e	Conditie f
6	3,620,912	2,753,801	2,893,067	3,252,925	3,808,811	3,694,826
16	2,241,709	530,055	877,122	1,684,493	2,660,984	2,804,722
26	1,554,681	295,039	789,513	1,716,439	2,440,586	2,473,321
36	299,062	387,439	947,763	1,670,116	1,791,282	1,673,623
46	285,307	461,612	1,003,234	1,342,857	987,933	857,992
56	270,020	515,130	967,236	881,362	429,107	341,650
66	253,583	547,107	863,794	490,477	233,415	174,625
76	236,365	558,125	596,481	321,023	149,083	101,744
86	218,710	467,318	483,557	204,323	77,028	80,269
96	200,932	346,865	395,870	133,116	71,917	40,985
106	183,312	333,736	315,367	101,246	43,762	27,563
116	166,091	317,454	244,365	58,334	33,156	17,777
126	149,475	298,685	185,923	45,333	24,139	10,857
136	133,630	278,090	139,785	38,856	16,871	6,290
146	118,684	256,302	104,286	33,389	11,413	3,471
156	104,729	233,906	77,736	28,156	7,420	1,800
166	91,825	211,431	73,997	23,254	5,213	1,013
176	100,675	189,334	45,119	18,819	5,478	617
186	88,468	167,999	29,463	17,939	9	9
196	71,635	147,732	22,172	10,660	2	5
206	71,528	128,765	18,207	29,755	0	5
216	70,815	111,769	15,409	0	0	2
226	45,023	104,001	13,060	0	0	0
236	27,104	86,814	22,122	0	0	0
246	15,407	71,733	15,529	0	0	0
256	8,248	58,680	9,640	0	0	0
266	4,146	47,525	6,360	0	0	0
276	1,952	38,113	1,950	0	0	0
286	859	37,566	0	0	0	0
296	363	36,978	0	0	0	0
306	129	23,356	0	0	0	0
316	42	14,078	0	0	0	0
326	12	8,082	0	0	0	0
336	3	4,410	0	0	0	0
346	1	4,210	0	0	0	0
356	0	79	0	0	0	0
366	0	0	0	0	0	0
596	0	0	0	0	0	0
606	0	0	0	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>10,635,437</b>	<b>10,073,322</b>	<b>11,158,129</b>	<b>12,102,873</b>	<b>12,797,610</b>	<b>12,313,166</b>

A wide-angle photograph of a long, straight road stretching towards the horizon. The sun is low on the horizon, creating a bright, golden glow and long shadows. The road is divided into a paved section on the left and a multi-lane highway on the right. Several cars are visible on the highway. On the left side of the paved section, a few people are walking. The sky is filled with soft, golden light, and the water is visible on both sides of the road.

**EINDE PRESENTATIE**

BEDANKT VOOR UW AANDACHT