

2. Vraagstelling

Omdat het verzwaren van de oude zeedijk een kostbare zaak is, en de nut en noodzaak van deze verzwaring nog niet geheel duidelijk zijn, is vanuit het ambtelijk overleg zeekeringen de vraag gesteld "wat is het veiligheidsniveau van de dijkbekleding van de oude zeedijk momenteel?". Bij de toetsing is gebleken dat de huidige dijkbekleding van de oude zeedijk bij een belasting die behoort bij een kans op bezwijken van 1/4000 jaar, niet voldoet, maar wellicht is dijkbekleding van de oude zeedijk van een acceptabel (lager) veiligheidsniveau voor een natuurgebied.

Om de veiligheid van de bekleding te kunnen beoordelen is aan RIKZ gevraagd om aanvullende (indicatieve) golfbelastingen af te geven bij andere overschrijdingsfrequenties van eens per 100, 1000, 2000 en 3000 jaar.

In dit stadium is het echter niet de bedoeling om zeer nauwkeurig de kans van bezwijken van de bekleding vast te stellen, door probabilistisch golfbelastingen te bepalen met HYDRA-K voor de oude zeedijk van Voorland Nummer Een, maar volstaat een schatting van de golfbelasting, op basis van beschikbare kennis.

Op basis van de deterministische golfbelastingen uit RAND2001 zijn in deze memo golfbelastingen berekend voor de oude zeedijk van Voorland Nummer Een, d.m.v. lineaire interpolatie tussen de golfbelastingen bij windklasse 2 en 3.

3. Aanpak

In 1998 zijn voor projectbureau zeekeringen golfbelastingen afgegeven voor et ontwerpen van dijkbekledingen, waarbij de kans op bezwijken eens in de 4000 jaar is.

Op dezelfde wijze als in 1998 golfbelastingen bepaald zijn voor de Westerschelde voor windklasse 2 (overschrijdingsfrequentie 1/4000 jaar), zijn golfbelastingen bepaald voor windklasse 3. [lit1, lit2]

Bij windklasse 3 is het verloop van de windsnelheid over de windrichtingen gelijk aan die van windklasse 2, maar is de absolute windsnelheid per windrichting 5 m/s lager dan bij windklasse 2 (zie tabel 1)

Tabel 1 windsnelheid windklasse 2 en 3

Windrichting [Nautisch]	Windsnelheid [m/s] Windklasse 2 (1/4000)	Windsnelheid [m/s] Windklasse 3
30	20	15
60	21	16
90	20	15
120	19	14
150	20	15
180	24	19
210	29	24
240	33	28
270	34	29
285	33	28
300	32	27
315	29	24
330	26	21
360	23	18

Op basis van deze twee tabellen met golfbelastingen voor Voorland Nummer Een zijn op de volgende wijze golfbelastingen berekend voor overschrijdingsfrequenties van 1/100 jaar, 1/1000 jaar, 1/2000 jaar, 1/3000 jaar en 1/4000 jaar:

1. Bepaal de waarden voor de windsnelheid per windrichting voor Vlissingen, voor alle overschrijdingsfrequenties. (bijlage 1) [lit3]
2. Bepaal de waarden voor de waterstand voor Vlissingen, gebaseerd op het basispeilenrapport [lit4] voor alle overschrijdingsfrequenties. Vertaal deze waarden naar de waarden bij Voorland Nummer Een. Deze vertaling is gedaan door een factor te bepalen op basis van de huidige ontwerppeilen bij Vlissingen en Voorland Nummer Een op elkaar te delen. Vul deze basispeilen aan met het effect van de zeespiegelstijging op de hoogwaterstijging in de Westerschelde, zoals weergegeven in de handleiding ontwerpen 2002. (bijlage 2)
3. Interpoleer de golfparameters per waterstand naar de windsnelheid die behoort bij de betreffende overschrijdingsfrequentie, door lineaire interpolatie tussen windklasse 2 en windklasse 3. Als maatgevende windrichting is steeds de windrichting aangehouden die maatgevend is bij windklasse 2. De windrichting die maatgevend is voor windklasse 2 is ook maatgevend verondersteld te zijn voor windklasse 3. Hierdoor is eenvoudige interpolatie (of extrapolatie) per windrichting mogelijk.
4. Bepaal de maximale waarde voor de golfhoogte en de golfperiode, op basis van de maximaal optredende waterstand.

4. Golfbelastingen overschrijdingsfrequentie eens per 100 jaar

In tabel 2 zijn golfbelastingen gegeven, die indicatief zijn voor de golfbelasting die eens in de honderd jaar optreedt bij Voorland Nummer Een.

Tabel 2 golfbelastingen ov.freq. 1/100 jaar.

Aanvullende golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een										Overschrijdingsfrequentie 1/100 jaar											
Segmentnummer no.	dijkvak nummer	Ontwerppeil [m t.o.v. NAP] ov freq 1/100 jr	Hs				Tpm				Windrichting (°)			golfrichtingsband							
			wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP			2m+		4m+		6m+		MAX	
			2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
34	137b	5.00	1.16	1.46	1.69	1.58	5.2	7.1	7.9	7.50	300	300	300	314	344	322	352	317	347	319	349
35	137a	5.05	0.78	1.15	1.17	1.16	4.6	4.9	6.3	5.64	315	60	360	315	345	249	279	333	363	293	323
36	136	5.05	0.76	1.15	1.16	1.15	4.6	4.9	6.3	5.64	300	60	360	310	340	246	276	323	353	286	316
37	135b	5.05	0.86	1.28	1.22	1.25	4.4	4.9	7.7	6.37	300	330	300	303	333	308	338	304	334	306	336

5. Golfbelastingen overschrijdingsfrequentie eens per 1.000 jaar

In tabel 3 zijn golfbelastingen gegeven, die indicatief zijn voor de golfbelasting die eens in de duizend jaar optreedt bij Voorland Nummer Een.

Tabel 3 golfbelastingen ov.freq. 1/1.000 jaar.

Aanvullende golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een										Overschrijdingsfrequentie 1/1000 jaar											
Segmentnummer no.	dijkvak nummer	Ontwerppeil [m t.o.v. NAP] ov freq 1/1000 jr	Hs				Tpm				Windrichting (°)			golfrichtingsband							
			wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP			2m+		4m+		6m+		MAX	
			2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
34	137b	5.60	1.25	1.55	1.95	1.87	5.3	7.1	7.9	7.74	300	300	300	314	344	323	353	319	349	320	350
35	137a	5.65	0.85	1.24	1.37	1.34	4.7	4.9	5.9	5.73	315	60	360	319	349	128	158	234	264	216	246
36	136	5.65	0.85	1.24	1.42	1.39	4.6	4.9	5.9	5.73	300	60	360	311	341	126	156	230	260	212	242
37	135b	5.65	0.95	1.41	1.65	1.60	4.5	5.2	6.5	6.27	300	330	300	303	333	319	349	309	339	311	341

6. Golfbelastingen overschrijdingsfrequentie eens per 2.000 jaar

In tabel 4 zijn golfbelastingen gegeven, die indicatief zijn voor de golfbelasting die eens in de tweeduizend jaar optreedt bij Voorland Nummer Een.

Tabel 4 golfbelastingen ov.freq. 1/2.000 jaar.

Aanvullende golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een											Overschrijdingsfrequentie 1/2000 jaar										
Segment-nummer no.	dijkvak nummer	Ontwerppell [m t.o.v. NAP] ov freq 1/2000 jr	Hs				Tpm				Windrichting (°)			golfrichtingsband							
			wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP			2m+		4m+		6m+		MAX	
			2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
34	137b	5.75	1.27	1.57	2.02	1.96	5.3	7.1	7.9	7.80	300	300	300	314	344	323	353	320	350	320	350
35	137a	5.8	0.87	1.26	1.42	1.41	4.7	4.9	5.8	5.71	315	60	360	320	350	94	124	206	236	195	225
36	136	5.8	0.87	1.26	1.50	1.47	4.6	4.9	5.8	5.71	300	60	360	311	341	93	123	203	233	192	222
37	135b	5.8	0.97	1.45	1.76	1.73	4.5	5.2	6.1	6.01	300	330	300	303	333	322	352	310	340	312	342

7. Golfbelastingen overschrijdingsfrequentie eens per 3.000 jaar

In tabel 5 zijn golfbelastingen gegeven, die indicatief zijn voor de golfbelasting die eens in de drieduizend jaar optreedt bij Voorland Nummer Een.

Tabel 5 golfbelastingen ov.freq. 1/3.000 jaar.

Aanvullende golfbelastingen oude zeedijk Voorland Nummer Een											Overschrijdingsfrequentie 1/3000 jaar										
Segment-nummer no.	dijkvak nummer	Ontwerppell [m t.o.v. NAP] ov freq 1/3000 jr	Hs				Tpm				Windrichting (°)			golfrichtingsband							
			wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP				wst t.o.v. NAP			2m+		4m+		6m+		MAX	
			2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	MAX	2m+	4m+	6m+	van	tot	van	tot	van	tot	van	tot
34	137b	5.85	1.28	1.58	2.05	2.02	5.3	7.1	7.9	7.84	300	300	300	314	344	323	353	320	350	320	350
35	137a	5.9	0.88	1.27	1.45	1.44	4.7	4.9	5.8	5.76	315	60	360	321	351	78	108	193	223	187	217
36	136	5.9	0.88	1.27	1.53	1.52	4.6	4.9	5.8	5.76	300	60	360	311	341	78	108	191	221	185	215
37	135b	5.9	0.98	1.47	1.82	1.80	4.5	5.3	6.0	5.97	300	330	300	303	333	323	353	311	341	312	342

8. Berekende steendiktes bij de verschillende overschrijdingsfrequenties.

Om het effect van de veranderende golfbelasting door te vertalen naar benodigde steendikte zijn door PBZ (Yvo) een aantal verkennende berekeningen gemaakt met ANAMOS. Voor elke overschrijdingsfrequentie zijn bij een waterstand van NAP +4 meter de berekende golfhoogte en golfperiode ingevoerd in ANAMOS. Uit deze berekeningen komen de volgende benodigde steendiktes.

Ov..freq.	Hs [m]	Tpm [s]	Benodigde Steendikte [cm]
1/100	1.46	7.1	21.8
1/1000	1.55	7.1	22.7
1/2000	1.57	7.1	22.9
1/3000	1.58	7.1	23
1/4000	1.6	7.1	23.2

9. Conclusies

Voor Voorland Nummer Een zijn aanvullende golfbelastingen bepaald voor overschrijdingsfrequenties van eens per 100, 1000, 2000 en 3000 jaar. De aanvullende golfbelastingen zijn bepaald op basis van de eerder berekende resultaten voor windklasse 2 en windklasse 3.

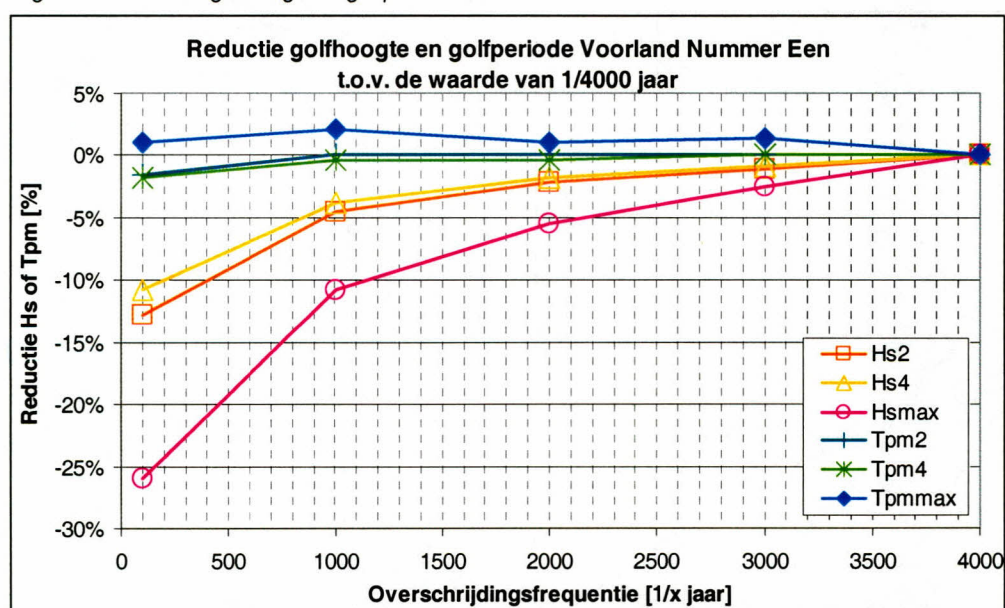
Op basis van deze berekende golfbelastingen voor de aanvullende overschrijdingsfrequenties kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

1. De golfhoogte bij Voorland Nummer Een is niet direct afhankelijk van een afnemende windsnelheid. De verschil in golfhoogte tussen een windsnelheid die eens in de 4000 jaar voorkomt, en de golfhoogte bij een windsnelheid die eens in de 1000 jaar voorkomt is slechts gemiddeld 5%. Zoals in figuur 2 te zien is, is de golfhoogte bij gelijk blijvende waterstand lineair afhankelijk van de windsnelheid. De toename van de windsnelheid is logaritmisch verdeeld

over de overschrijdingsfrequentie. Het verloop van de golfhoogtereductie in figuur is ook logaritmsch verdeeld.

2. De golfperiode bij Voorland Nummer Een is vrijwel niet afhankelijk van een afname van de windsnelheid. Alleen bij randvoorwaardenvak 135b heeft de afnemende windsnelheid invloed op de golfperiode. De golfperiode neemt bij dit randvoorwaardenvak licht toe bij afnemende windsnelheid. Dit komt omdat voor de lage windsnelheden hier een andere windrichting maatgevend wordt, die resulteert in lage golfhoogtes en hoge piekperiodes.
3. De benodigde steendikte bij lagere overschrijdingsfrequenties wijkt niet veel af van de benodigde steendikte bij een overschrijdingsfrequentie van eens in de 4000 jaar. Wel is de maximaal mogelijke golfbelasting bij lagere overschrijdingsfrequenties aanmerkelijk lager door de lagere waterstand. Voor de oude zeedijk van Voorland Nummer Een is dit n.a.w. niet relevant, omdat de maximale belasting optreedt bij waterstanden lager of gelijk aan NAP +4 meter

Figuur 2 reductie golfhoogte en golfperiode



10. Literatuur

Lit 1	SWAN golfberekeningen in de Westerschelde voor 6 windklassen	Kamsteeg, Andorka, Jacobse	ALKYON, A384
Lit 2	Golfbelastingen voor de Westerschelde gegeven een 1/4000 windsnelheid	Van Vledder	RIKZ-98.018
Lit 3	Windklimaat van Nederland	Rijkoort, Wieringa	KNMI
Lit 4	Basispeilen langs de Nederlandse kust	Philippart, Dillingh, Pwa	RIKZ-95.008

Bijlage 1.1

Basispeil en ontwerppeil voor Vlissingen en Voorland Nummer Een, uit de handleiding ontwerpen 2002.

Dijkvak vak no.	Coördinaten [RD-stelsel in m.]				Poldernaam	Zeespiegelstijging 75 jr [m]	Basispeil 1985	Ontwerppeil 2060
	van		tot				[vanaf 01-03 '02]	[vanaf 01-03 '02]
	x	y	x	y			[m + NAP]	[m + NAP]
1a	28760	385000	28625	385100	Boulevard De Ruyter	0.55	5.20	5.75
137b	30492	378863	31536	378287	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	0.55	5.30	5.85
137a	31536	378287	32256	377951	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	0.55	5.35	5.90
136	32256	377951	32644	377859	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	0.55	5.35	5.90
135	32644	377859	33918	377612	Hoofdplaatpolder	0.55	5.35	5.90
134	33918	377612	34312	377549	Hoofdplaatpolder	0.55	5.40	5.95

Dijkvak vak no.	Coördinaten [RD-stelsel in m.]				Poldernaam	Basispeilen 1985					Ontwerppeilen 2060				
	van		tot			overschrijdingsfrequentie 1/x jaar					overschrijdingsfrequentie 1/x jaar				
	x	y	x	y		100	1000	2000	3000	4000	100	1000	2000	3000	4000
1a	28760	385000	28625	385100	Boulevard De Ruyter	4.35	4.90	5.05	5.15	5.20	4.90	5.45	5.60	5.70	5.75
factor basispeil tussen Vlissingen en VNE : $(5.30 / 5.20) = 1.01923$															
137b	30492	378863	31536	378287	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.43	4.99	5.15	5.25	5.30	4.99	5.55	5.71	5.81	5.86
137a	31536	378287	32256	377951	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.48	5.04	5.20	5.30	5.35	5.04	5.61	5.76	5.86	5.92
136	32256	377951	32644	377859	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.48	5.04	5.20	5.30	5.35	5.04	5.61	5.76	5.86	5.92
135	32644	377859	33918	377612	Hoofdplaatpolder	4.48	5.04	5.20	5.30	5.35	5.04	5.61	5.76	5.86	5.92
134	33918	377612	34312	377549	Hoofdplaatpolder	4.52	5.09	5.24	5.35	5.40	5.09	5.66	5.82	5.92	5.97
Waarden voor Voorland Nummer Een, na afronding op 5 cm.															
137b	30492	378863	31536	378287	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.45	5.00	5.15	5.25	5.30	5.00	5.60	5.75	5.85	5.90
137a	31536	378287	32256	377951	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.50	5.05	5.20	5.30	5.35	5.05	5.65	5.80	5.90	5.95
136	32256	377951	32644	377859	Hoofdplpolder Voorland Nummer Een	4.50	5.05	5.20	5.30	5.35	5.05	5.65	5.80	5.90	5.95
135	32644	377859	33918	377612	Hoofdplaatpolder	4.50	5.05	5.20	5.30	5.35	5.05	5.65	5.80	5.90	5.95
134	33918	377612	34312	377549	Hoofdplaatpolder	4.55	5.10	5.25	5.35	5.40	5.10	5.70	5.85	5.95	6.00

Bijlage 1.2

Windrichting en windsnelheid voor Vlissingen bij verschillende overschrijdingsfrequenties.

Windrichting [°N]	Windsnelheid [m/s]				
Overschrijdingsfreq.	1/100 jr.	1/1000 jr.	1/2000 jr.	1/3000 jr.	1/4000 jr.
30°	18.6	19.2	19.5	19.8	20.5
60°	19.4	20.0	20.3	20.6	21.4
90°	18.7	19.3	19.6	19.9	20.6
120°	17.3	17.8	18.1	18.3	19.0
150°	18.6	19.1	19.4	19.7	20.4
180°	22.1	22.8	23.1	23.4	24.2
210°	27.2	28.0	28.5	28.9	29.9
240°	30.0	31.0	31.5	32.0	33.3
270°	31.2	32.3	32.9	33.5	34.9
285°	30.3	31.5	32.1	32.6	34.1
300°	29.5	30.6	31.2	31.8	33.2
315°	26.6	27.7	28.2	28.7	30.0
330°	23.8	24.7	25.2	25.6	26.8
360°	20.6	21.4	21.7	22.1	23.1
Omnidirectioneel	31.31	32.41	33.0	33.5	34.9