



Gert Jan Wijkhuizen  
Simon Vereeke

Rijkswaterstaat Zeeland  
Projectbureau Zeeweringen

P/a Waterschap Zeeuwse  
Eilanden  
Kanaalweg 1  
Middelburg  
P/a Postadres: Postbus 1000  
4330 ZW Middelburg  
T (0118) 62 13 70  
F (0118) 62 19 93  
www.zeeweringen.nl

**Contactpersoon**  
Ruud Bosters

**Datum**  
Juni 2010

**Kenmerk**  
PZDT-M-10181 ken

**Bijlage(n)**  
Geen

# memo

## Ontwerp golfbreker vluchthaven Flaauwers

### Inleiding

Het Projectbureau Zeeweringen is belast met het vernieuwen van de steenbekledingen in Zeeland. In 2011 komt het dijkvak Polder Schouwen in uitvoering. In dit dijkvak bevindt zich bij dijkpaal 120 een vluchthaven. Voorgesteld is om aan de achterzijde van deze vluchthaven (voor de dijk) een zandberm aan te brengen. Deze fungeert als zandmotor om het schor in de vluchthaven op peil te houden. Om te voorkomen dat het zand te snel wegspoelt is een golfbreker van vrijkomende zetsteen voorzien in de monding van de vluchthaven. Dit memo beschrijft het ontwerp van de golfbreker.

### Vrijkomende materialen

De golfbreker zal worden opgebouwd uit zetsteen die vrijkomt uit het dijkvak. De vrijkomende soorten en hoeveelheden zetsteen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Soorten en hoeveelheden vrijkomende zetsteen

Zetsteen	D [m]	Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Holle ruimte		Volume		Totaalvolume los gestort [m <sup>3</sup> ]
			Gezet [%]	Los gestort [%]	Gezet [m <sup>3</sup> ]	Los gestort [m <sup>3</sup> ]	
Haringmanblokken	0,20	13.650	2	50	2.675	5.351	5.351
Basalt, ingegoten	0,30	5.404	12	50	1.427	2.853	3.479
	0,35	1.017	12	50	313	626	
Basalt	0,25	1.303	12	50	287	573	10.848
	0,30	19.460	12	50	5.137	10.275	
Vilvoordse steen	0,25	10.124	30	40	1.772	2.953	2.953
Lessinische steen	0,15	1.973	30	40	207	345	345

Voor het ontwerp van de golfbreker moeten de afmetingen van de vrijkomende zetsteen vertaald worden naar de nominale steendiameter ( $D_{n50}$ ). Dit is gedaan in tabel 2.



Tabel 2: Nominale steendiameter ( $D_{n50}$ ) vrijkomende zetsteen.

Zetsteen	Afmetingen			Oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	Volume		Dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]	Massa (M <sub>50</sub> ) [kg]	D <sub>n50</sub> [m]
	D [m]	L [m]	B [m]		Inkeping [m <sup>3</sup> ]	Steen [m <sup>3</sup> ]			
Haringmanblok	0,20	0,50	0,50	0,25	0,003	0,047	2.300	108	0,36
Basaltzuil	0,30	0,20	0,20	0,04	N.v.t.	0,012	2.900	35	0,23
Vilvoordse steen	0,25	0,25	0,12	0,03	N.v.t.	0,008	2.650	20	0,20
Lessinische steen	0,15	0,15	0,10	0,015	N.v.t.	0,002	2.650	6	0,13

Projectbureau Zeeweringen

Datum  
Juni 2010

Kenmerk  
PZDT-M-10181 ken

De Haringmanblokken en de basaltzuilen zijn het grootst en kunnen het best gebruikt worden voor de bekleding van de golfbreker omdat die maatgevend is voor het ontwerp. De Vilvoordse en Lessinische steen kunnen voor de kern gebruikt worden.

## Benodigde steendiameter ( $D_{n50}$ )

Uitgangspunt is dat de golfbreker stormen met een herhalingstijd van 10 à 20 jaar zonder al te grote schade kan doorstaan. Het ontwerp bestaat uit het bepalen van de taludhellingen en het kruinniveau waarbij dit met de vrijkomende steen het geval is. Hiertoe is voor verschillende kruinhoogtes, golfcondities, taludhellingen en steendichtheden de benodigde steendiameter ( $D_{n50}$ ) voor de bekleding berekend, omdat die maatgevend is.

### Berekeningsmethode en uitgangspunten

De steendiameters zijn berekend met de methode voor havendammen uit het VTV 2007 (blz. 180-181). Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Dichtheden zetsteen:  $\rho_{\text{beton}} = 2.300 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{basalt}} = 2.900 \text{ kg/m}^3$ ;
2. Ontwerppeil: NAP +3,45 m;
3. Doorlatendheidsfactor golfbreker:  $P = 0,5$ ;
4. Schadegetal:  $S = 6$  bij een taludhelling van 1:2 en  $S = 9$  bij een taludhelling 1:3 (matige schade bij ontwerpcondities);
5. Bodemniveau direct voor de constructie: NAP -2,1 m.

### Golfcondities

De gehanteerde golfcondities bij diverse windsnelheden zijn weergegeven in tabel 3. Daarbij is aangenomen dat de golfcondities uit het randvoorwaarde-advies overeen komen met windkracht 12. De golfcondities bij de overige windsnelheden zijn op basis hiervan herleid met de formules van Bretschneider. De golven zijn niet dieptebeperkt.

Tabel 3: Golfcondities bij diverse windsnelheden

Windsnelheid (windkracht)	Waterstand							
	NAP		NAP +2 m		NAP +3 m		NAP +4 m	
	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]
22,5 m/s (9)	0,95	3,73	1,33	3,88	1,49	4,06	1,53	4,22
26,5 m/s (10)	1,14	4,03	1,60	4,20	1,78	4,39	1,83	4,56
30,5 m/s (11)	1,33	4,31	1,86	4,49	2,07	4,70	2,13	4,88
34,5 m/s (12)	1,51	4,57	2,11	4,76	2,35	4,98	2,42	5,17

### Berekende steendiameters ( $D_{n50}$ )

Een waterstand ter hoogte van de kruin blijkt in alle gevallen maatgevend. De berekende steendiameters ( $D_{n50}$ ) voor de verschillende situaties zijn weergegeven in tabel 4. Als de berekende steendiameter voldoende klein is om de vrijkomende basalt of Haringmanblokken toe te passen is het getal blauw gemaakt.

Tabel 4: Berekende steendiameters ( $D_{n50}$ )

Kruinhoogte	Golfconditie/	$D_{n50}$ [m]
-------------	---------------	---------------

	windsnelheid (windkracht)	Talud 1:2		Talud 1:3		Zeeland veringen
		$\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$ (Haringmanbl.)	$\rho = 2900 \text{ kg/m}^3$ (basalt)	$\rho = 2300 \text{ kg/m}^3$ (Haringmanbl.)	$\rho = 2900 \text{ kg/m}^3$ (basalt)	
NAP	22,5 m/s (9)	0,44	0,30	0,33	0,28	Juni 2018
	26,5 m/s (10)	0,52	0,36	0,39	0,27	Kennmerk
	30,5 m/s (11)	0,61	0,41	0,46	0,26	PZD 0,3-10181 ke
	34,5 m/s (12)	0,69	0,47	0,52	0,25	
NAP -0,5 m	22,5 m/s (9)	0,40	0,28	0,30	0,21	
	26,5 m/s (10)	0,48	0,33	0,36	0,25	
	30,5 m/s (11)	0,56	0,38	0,42	0,29	
	34,5 m/s (12)	0,63	0,43	0,48	0,32	
NAP -1,0 m	22,5 m/s (9)	0,37	0,25	0,28	0,19	
	26,5 m/s (10)	0,44	0,30	0,33	0,22	
	30,5 m/s (11)	0,51	0,35	0,38	0,26	
	34,5 m/s (12)	0,58	0,39	0,43	0,29	

## Ontwerp

### Dimensionering

Uit tabel 4 blijkt dat bij een buitentalud van 1:2 de golfbreker een storm met windkracht 9 onvoldoende kan weerstaan als zij opgebouwd wordt met de vrijkomende steen. Het doorstaan van een storm van windkracht 9 wordt gezien als een minimumeis. Daarom wordt op grond van tabel 4 gekozen voor buitentaluds van 1:3 en een kruinhoogte van NAP. Dit is de aanleghoogte. Wegens zakking kan de kruin in de loop der jaren enige dm lager worden, maar het effect van de golfbreker neemt daarmee niet significant af. Er wordt gekozen voor een kruinbreedte van 4 m.

Om de stabiliteit te vergroten dient aan weerszijden van de golfbreker een teenbestorting aangebracht te worden met een breedte van 2 m en een dikte van  $2D_{n50}$ .

### Minimaal benodigde hoeveelheden steen

De minimaal benodigde hoeveelheden steen bij een bekleding van vrijkomende basalt of Haringmanblokken zijn weergegeven in tabel 5. Daarbij is uitgegaan van bovengenoemde afmetingen en een lengte van de golfbreker van 120 m.

Tabel 5: Minimale hoeveelheden steen voor golfbreker met lengte 120 m

Bekleding met basalt D = 30 cm			Bekleding met Haringmanblokken		
Kern golfbreker	Bekleding*	Totaal	Kern golfbreker	Bekleding*	Totaal
1.726 m <sup>3</sup>	1.090 m <sup>3</sup>	2.816 m <sup>3</sup>	1.310 m <sup>3</sup>	1.631 m <sup>3</sup>	2.491 m <sup>3</sup>
* Incl. teenbestorting golfbreker					

De werkelijk benodigde hoeveelheden steen zullen waarschijnlijk wat groter zijn door het wegzakken van de onderste stenen in de ondergrond.

### Materiaalkeuze

Uit tabel 1 en 5 wordt geconcludeerd dat de benodigde hoeveelheid steen veel kleiner is dan de vrijkomende hoeveelheid zodat de materiaalkeuze hierdoor niet wordt beperkt.

De kern van de golfbreker kan bestaan uit Vilvoordse steen, Lessinische steen of ingegoten basalt. De bekleding en de teenbestorting kunnen bestaan uit ingegoten basalt of Haringmanblokken. De bekleding en de teenbestorting dienen van hetzelfde materiaal te zijn en minimaal 2 steenlagen ( $2D_{n50}$ ) dik te zijn. Eventueel kan de golfbreker ook geheel opgebouwd worden uit ingegoten basalt of Haringmanblokken.

## Samenvatting

In het dijkvak Polder Schouwen bevindt zich bij dijkpaal 120 een vluchthaven. In de monding hiervan wordt een golfbreker aangelegd. Het ontwerp hiervan is samengevat in tabel 6.

*Tabel 6: Samenvatting ontwerp golfbreker Flaauwers*

Lengte golfbreker	120 m
Aanlegniveau kruin	NAP
Aanlegniveau onderkant	NAP -2,1 m
Constructiehoogte	2,1 m
Helling buitentaluds	1:3
Breedte kruin	4 m
Breedte onderkant excl. teenbestortingen	16,6 m
Breedte teenbestortingen	2 m
Minimale dikte bekleding en teenbestorting	$2D_{n50}$
Benodigde hoeveelheden steen	Zie tabel 5
Samenstelling kern	Vilvoordse, Lessinische of ingegoten basalt
Samenstelling bekleding	Ingegoten basalt of Haringmanblokken
Alternatieve opbouw golfbreker	Hele golfbreker van basalt of Haringmanblokken