

Memo

Aan [REDACTED]
Kopie aan [REDACTED]
Van [REDACTED]

Datum 06-mei-2019
Documentnr. ASD-NOT-0538
Blad 1 van 9

Onderwerp Onderbouwing golfklappen BSM DO

1 Inleiding / samenvatting

De schuiven in de spuisluizen worden in de dagelijkse en in de stormsituaties belast door golven. De bovenzijde van de koker (Bovenkant Binnenkant Buis; BBB) bevindt zich voor een groot deel boven de waterspiegel. Voor de afleiding van de krachten op de constructie wordt rekening gehouden met 0,183 m zakking van de gehele constructie wat leidt tot een BBB van NAP +2,317m
Golven die zich doorzetten tot onder de koker kunnen belastingen geven:

- Indien de golf niet of net aan in contact komt met de BBB volgt de golfkracht uit de quasi statische golfformules (Goda).
- Indien de golf met hoge snelheid (aanwezig rond de waterlijn +/- de halve gereflecteerde golfamplitude) volgt de golfkracht uit een golfklapbelasting.
 - Indien de uitwijking groter is dan de halve amplitude neemt de snelheid significant af omdat de verticale snelheid tot stilstand komt. Dit effect is beschreven in ASD-NOT-0527.

Ten behoeve van het ontwerp van de schuiven dienen deze gedimensioneerd te zijn voor 'normale' golfdrukken berekend conform Goda of vergelijkbare theorieën. Deze belasting is afgeleid en gerapporteerd in ASD-UNO-0023 [ref. 2)]. Naast de 'normale golfdruk' kan een constructie belast worden door golfklappen indien een golf ingesloten kan raken. De rekenwijze voor de bepaling van het aantal golfklappen en de grootte van de golfklap is opgenomen in bijlage 1.

In deze memo is beoordeeld of een golfklap op kan treden voor het bestaande spuumiddel Den Oever (BSM DO). Op basis van de analyse wordt het onderstaande geconcludeerd:

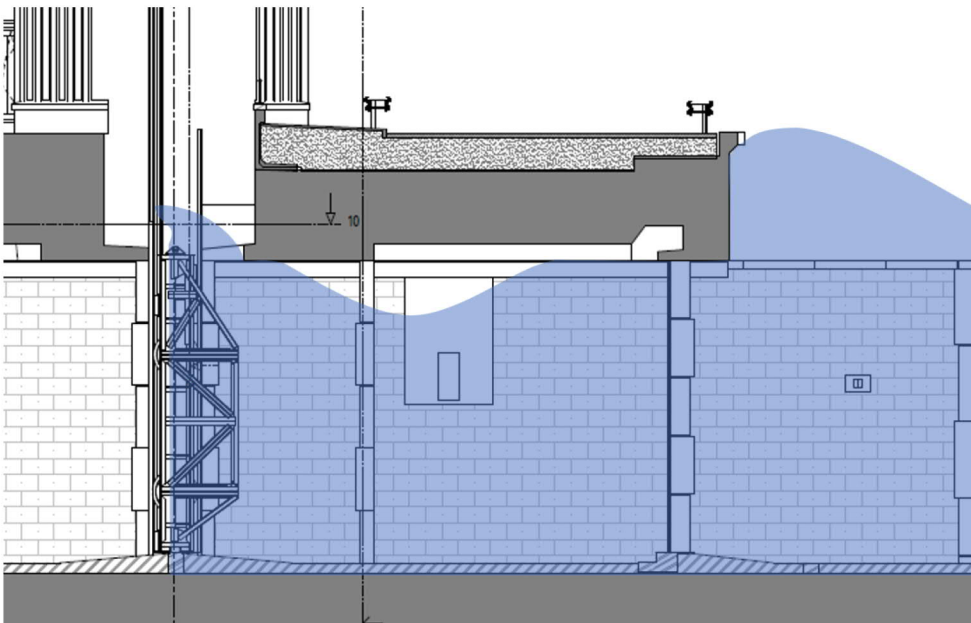
- Golven vanuit IJsselmeerzijde:
 - Golfklappen niet kunnen optreden t.g.v. golfinsluiting op de zuidschiif en de noordschiif (zie hoofdstuk 2).
 - In een 1/10.000 per jaar storm kunnen de pieken van de grootste golven in contact komen met de BBB. Echter de verticale snelheid is dan uit de golf waardoor de klappen verwaarloosbaar zijn (zie hoofdstuk 3)
- Golven vanuit Waddenzeezijde:
 - Golfklappen niet kunnen optreden t.g.v. golfinsluiting omdat de defensiebalk verwijderd wordt (zie hoofdstuk 2).
 - Een maximale golfbelasting kan optreden relevant voor de ULS welke contractueel is voorgeschreven in [ref. 1)] (zie hoofdstuk 4).

2 Aantal golfklappen per jaar

In bijlage 2 zijn het aantal golfklappen per jaar bepaald. Voor deze analyse is voor 15 jaar waterstandsdata (Den Oever Binnen & Den Oever Buiten gemeten tussen 01-01-2000 en 01-01-2015 met een interval van 10min) uitgevoerd waarbij beoordeeld is of de waterstand +/- de gereflecteerde amplitude gelijk is aan BBB. Onderstaand is voor IJsselmeerzijde en Waddenzeezijde beoordeeld of golfklappen kunnen optreden.

2.1 BSM Den Oever – IJsselmeerzijde

Een impulsklap kan optreden indien een golf vanuit het IJsselmeer de zuiderschuiф raakt waarbij de golf opgesloten raakt tussen het wegdek en de schuiф. Voor de noordschuiф treedt dit op wanneer de zuiderschuiф geopend is en de golf verder de koker in loopt. Dit principe is voor de zuidschuiф geschetst in Figuur 1.



Figuur 1 Impulsbelasting op zuidschuiф, belasting vanuit IJsselmeer - bestaand spuimiddel

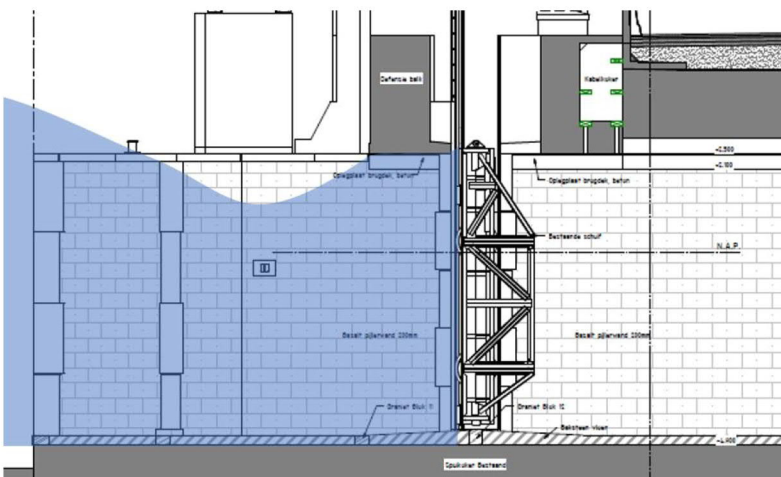
Op basis van de gemeten historische waterstanden (meetduur 15 jaar; interval 10 min) is in bijlage 2 bepaald of een golfklap kan optreden. Hierbij zijn de contractueel voorgeschreven golfhoogte toegepast. De resultaten zijn samengevat in Tabel 2-1 voor golven vanuit het IJsselmeer. Geconcludeerd wordt dat er voor de 'oude HR' en voor de HR o.b.v. de WOG er geen golfklappen op zullen treden.

Tabel 2-1 Aantal golfklappen per jaar bestaande spuumiddelen Den Oever

	Golven vanuit IJsselmeer Oude HR			Golven vanuit IJsselmeer HR o.b.v. WOG		
	H _{m0}	BBB = NAP +2,317m		H _{m0}	BBB = NAP +2,317m	
	m	1,0 H _s	1,8 H _s	m	1,0 H _s	1,8 H _s
1/1 per jaar Elke dag aanwezig	0,451 m	0	0	0,748 m	0	0
1/10 per jaar	Niet relevant [ref. 1]]					
1/100 per jaar 1 keer per jaar aanwezig	0,638 m	0	0	1,133 m	0	0
1/1.000 per jaar 1 keer per 10 jaar aanwezig	0,671 m	0	0	1,287 m	0	0
1/10.000 per jaar 1 keer over levensduur	0,638 m	0	0	1,452 m	0	0

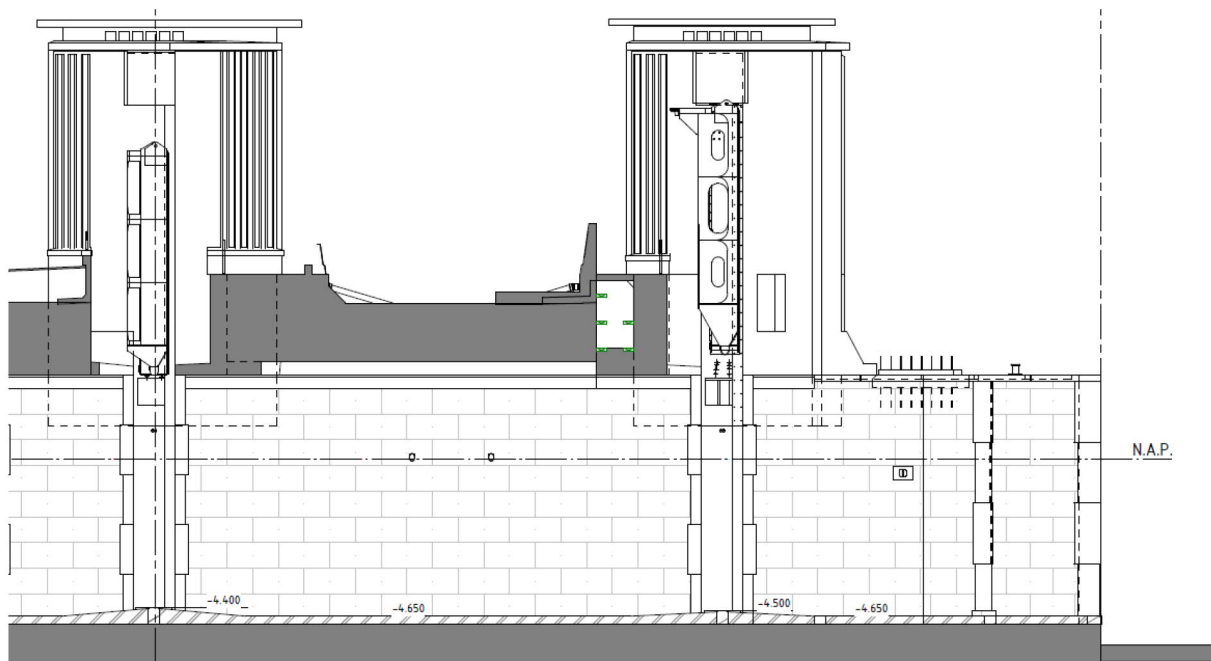
2.2 BSM Den Oever – Waddenzeezijde

In de huidige situatie treedt een golfklap op indien een golf vanuit de Waddenzee de noordschuif raakt waarbij hij opgesloten raakt tussen de defensiebalk en de schuif. Dit principe is geschetst in Figuur 2.



Figuur 2 Impulsbelasting op noordschuif, golfbelasting vanuit Waddenzee - bestand spuumiddel

Binnen het project wordt de defensiebalk verwijderd en wordt de geometrie zoals weergegeven in Figuur 3 gerealiseerd. Te zien is dat voor de noordschuif de overhang weg genomen is waardoor golfopsluiting niet plaats kan vinden. Doordat er geen golfinsluiting aanwezig is, kunnen er geen golfklappen optreden. In het contract is een maximale golfkracht voorgeschreven voor de 1/10.000 per jaar UGT belasting. Deze dient toegepast te worden in het ontwerp van de noordschuif.



Figuur 3 Doorsnede BSM DO na renovatiewerkzaamheden

Tussen de noordschuif en de zuidschuif is een koker aanwezig waardoor golfopsluiting en dus een golfklap op de zuidschuif plaats kan vinden bij een geopende noordschuif. Echter de spuicplexen worden hoogwaterkerend gemaakt bij een verwachting van de waterstand op de Waddenzee hoger dan NAP +2,0m (CON-00139). De hoogwaterkering wordt gevormd door de noordschuif waardoor de zuidschuif niet frequent wordt belast door golfklappen. Het toepassen van de een vermoeingsbelasting bestaande uit golfklappen is daarom niet relevant.

In het contract is een maximale golfkracht voorgeschreven voor de 1/10.000 per jaar UGT belasting. Deze belasting is aanwezig indien de noordschuif faalt; dit geeft een calamiteitenbelasting. Deze belasting dient toegepast te worden in het ontwerp van de schuiven.

Concluderend:

- Op de noordschuif treden geen frequente golfklappen door golven vanuit op door golfinsluiting. Er is geen aanvullende vermoeingsbelasting.
 - Als maximale UGT belasting dient de voorgeschreven belasting uit
- Op de zuidschuif treden geen frequente golfklappen op door golfinsluiting omdat bij hoogwater de schuif wordt afgeschermd door de noordschuif. Er is geen aanvullende vermoeingsbelasting.
 - Indien de noordschuif faalt en de zuidschuif belast wordt door golfklappen dient deze de maximaal voorgeschreven belasting op te kunnen nemen.

3 Golfklappen bij 1/10.000 per jaar storm

In het vorige hoofdstuk is o.b.v. de gemeten data en voorgeschreven golfhoogtes aangetoond dat er geen golfklappen optreden die bijdragen aan vermoeiing. De maatgevende 1/10.000 per jaar storm is echter niet opgetreden voor de gemeten waterstanden; waardoor de uitspraak voor de 1/10.000 per jaar condities uit het vorige hoofdstuk indicatief is.

In onderstaande tabel is voor de volledige set aan randvoorwaarden geleverd onder de WOG bepaald of een golfklap kan optreden. Hierbij zijn 4 berekeningen opgesteld, namelijk:

1. "Niveau golfpiek H_s ".
 - a. In deze berekening is geverifieerd of de significante golfhoogte een klap kan geven. Gerekend is met de volledige amplitude waarbij de snelheid bij de uiterste uitwijking van de golf gelijk is aan 0m/s. Gecontroleerd is of de golf in contact kan komen met de BBB.
 - b. Te zien is dat de piek van de golf op NAP +2,4m uit kan komen voor de significante golfhoogte. Hieruit volgt de conclusie dat onderzijde brugdek aangeraakt kan worden, echter met een verwaarloosbare snelheid. Er treden geen klappen op.
2. Niveau halve golfhoogte o.b.v. $H_{0,1\%}$
 - a. In deze berekening is geverifieerd of het deel van de golf waarbij verticale snelheid aanwezig is een klap kan geven. Hierbij is uitgegaan met de halve amplitude zoals beschreven in ASD-NOT-0527.
 - b. Te zien is dat het deel van de golf met significante snelheden onder de BBB blijft. Hierdoor zijn de krachten beperkt in grootte en verwaarloosbaar.
3. In de laatste berekening is de uitwijking van de golf bepaald waarbij de golf net in contact komt met bovenzijde koker. Te zien is dat de uitwijking van de golf ongeveer gelijk moet zijn aan 75% van de totale uitwijking. Op basis van de uitgangspunten gegeven in ASD-NOT-0527 wordt geconcludeerd dat de klappen verwaarloosbaar zijn.

Tabel 3-1 Analyse golfklappen WOG

WOG HR		Analyse golfklappen 1/10.000 WOG		
Golfhoogte (m) Incl. Robuustheidsfactor	Niveau (+m NAP) Incl. robuustheidstoelag	Niveau golfpiek H_s	Niveau halve golfhoogte; tot waar aanzienlijke snelheid aanwezig is $H_{0,1\%}$	Golfhoogte voor $H_{0,1\%}$ tot BBB
1,33	-0,20	0,9	0,6	1,1
1,40	0,00	1,2	0,9	1,3
1,33	0,00	1,1	0,8	1,3
1,45	0,20	1,4	1,1	1,6
1,40	0,20	1,4	1,1	1,5
1,33	0,20	1,3	1,0	1,5
1,44	0,40	1,6	1,3	1,8
1,45	0,40	1,6	1,3	1,8
1,40	0,40	1,6	1,3	1,7
1,33	0,40	1,5	1,2	1,7
1,39	0,60	1,8	1,5	1,9

WOG HR		Analyse golfklappen 1/10.000 WOG		
Golfhoogte (m) Incl. Robuustheidsfactor	Niveau (+m NAP) Incl. robuustheidstoelag	Niveau golfpiek H_s	Niveau halve golfhoogte; tot waar aanzienlijke snelheid aanwezig is $H_{0,1\%}$	Golfhoogte voor $H_{0,1\%}$ tot BBB
1,45	0,60	1,8	1,5	2,0
1,44	0,60	1,8	1,5	2,0
1,40	0,60	1,8	1,5	1,9
1,20	0,80	1,8	1,6	1,9
1,45	0,80	2,0	1,7	2,2
1,39	0,80	2,0	1,7	2,1
1,44	0,80	2,0	1,7	2,2
0,60	1,00	1,5	1,4	1,6
1,44	1,00	2,2	1,9	2,4
1,20	1,00	2,0	1,8	2,1
1,39	1,00	2,2	1,9	2,3
1,39	1,20	2,4	2,1	2,5
1,20	1,40	2,4	2,2	2,5
0,61	1,60	2,1	2,0	2,2
0,61	1,20	1,7	1,6	1,8
1,20	1,20	2,2	2,0	2,3
0,61	1,40	1,9	1,8	2,0
Maximaal niveau:		2,4	2,2	2,5
		$h < \text{NAP} + 2.5\text{m}$	$h < \text{NAP} + 2.5\text{m}$	$h = \text{NAP} + 2.5\text{m}$
		Conclusie: Deel van de golf waar aanzienlijke snelheid is komt niet in contact met BBB. Golven groter dan H_s kunnen alleen klappen geven.	Conclusie: Deel van de golf waar aanzienlijke snelheid is komt niet in contact met BBB.	Conclusie: alleen de bovenste 25% van de maximale uitwijking van de golf raakt BBB.

4 Kracht t.g.v. golfklappen

Voor het ontwerp van de schuiven dienen de krachten uit ASD-UNO-0023 paragraaf 5.3.2 Extreme belastingen (ULS) toegepast te worden.

Er is geen aanvullende vermoeiingsbelasting inzake golfklappen.

Datum 06-mei-2019
Documentnr. ASD-NOT-0538
Blad 7 van 9

5 Referenties

- 1) Rijkswaterstaat, 2017c. Belastingnota project Afsluitdijk.
- 2) ASD-UNO-0023 Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen: Bestaande spuisluizen Den Oever
- 3) ASD-MEM-0036 Aanvulling hydraulische belastingen: vermoeiing bestaande spuisluizen Den Oever

Bijlage 1 – Theoretische onderbouwing golfklappen

Datum 06-mei-2019
Documentnr. ASD-NOT-0538
Blad 9 van 9

Bijlage 2 – Bepaling wisselingen golfklap