

Memo

156

Aan RWS
Kopie aan
Van Levvel

Datum 30-jan-2020
Documentnr. ASD-NOT-1147
Blad 1 van 4

Onderwerp Memo besluitvorming bovenbalk versus verstevigen kabelkoker BSM

De combinatie van de waterstand en bijbehorende golven op het IJsselmeer, zoals vastgelegd in de Hydraulische Randvoorwaarden 7.0, leidt tot het optreden van golfklappen in de spuikokers van de Bestaande Spuimiddelen (BSM) in Den Oever en Kornwerderzand, anders dan bij HR 6.2 die geen golfklappen veroorzaken. De belastingen die uit de golfklappen voortvloeien kunnen niet opgenomen worden zonder dat er maatregelen worden getroffen.

Voor BSM Kornwerderzand is inmiddels duidelijk geworden dat de te treffen beheersmaatregel bestaat uit het toepassen van een zogenaamde 'bovenbalk'. De hoogte van de bovenbalk is weliswaar nader te bepalen en heeft voor en nadelen die in de bijlage (ASD-NOT-2020) bij deze memo worden beschreven.

Voor BSM Den Oever is nog een andere mogelijke beheersmaatregel besproken, te weten het verstevigen van de kabelkoker zodanig dat deze de golfklapbelasting kan opnemen.

Om een gefundeerde beslissing te kunnen nemen welke maatregel de voorkeur geniet bij de Bestaande Spuimiddelen (BSM) Den Oever alsmede welke hoogte de bovenbalk in Kornwerderzand en Den Oever, indien de bovenbalk ook in Den Oever wordt toegepast, dient te worden heeft Rijkswaterstaat (RWS) aan Levvel gevraagd (zie mail d.d. 22-01-2020) om de volgende informatie:

- 1) **Reactie RCE:** Het toepassen van een bovenbalk verandert het aanzicht van de BSM. Daarover is reeds tussen architecten van Levvel en RWS gesproken en met RWS overeenstemming bereikt dat de bovenbalk toegepast mag worden. Echter aangezien het BSM een monument is heeft het RCE er ook een belangrijke stem in hoe het aanzicht zal worden.

Levvel heeft daarom op woensdag 29 januari 2020 met het RCE gesproken, in het bijzijn van de technisch manager van RWS, en daaruit is naar voren gekomen dat het toepassen van een bovenbalk acceptabel is. Specifiek voor een hoge bovenbalk (tot 7m+NAP) heeft het RCE aangegeven het als meerwaarde te zien als het bestaande spatscherm kan blijven staan. Het conceptverslag van het overleg is bijgevoegd als bijlage. Dit verslag dient nog gecontroleerd te worden door het RCE.

- 2) **Schetsen:** Om Rijkswaterstaat en het RCE een beeld te geven van de verschillen in aanzicht bij bovenbalken van verschillende hoogte heeft Levvel visualisaties gemaakt van een hoge (tot 7m+NAP) en lage (5,5m+NAP) variant. Daarbij moeten nog enkele constructieve detailleringlagen worden gemaakt die nog niet eenduidig zijn doorgevoerd in onderstaande impressies:

Datum 30-jan-2020
Documentnr. ASD-NOT-1147
Blad 2 van 4



De lage
bovenbalk vanaf
de Waddenzee
gezien



De hoge
bovenbalk vanaf
de Waddenzee
gezien met
volledige
koppeling
fietspad aan
bovenbalk



De hoge
bovenbalk vanaf
de Waddenzee
gezien met
beperkte
koppeling
fietspad aan
bovenbalk
(Geniet voorkeur
RCE, i.v.m.
behouden zicht
op torens)

- 3) **Kosten:** Vanzelfsprekend is het verschil in kosten een belangrijke factor voor het maken van een keuze. Maar er zijn nog meer factoren c.q. voor- en nadelen die een rol spelen in de afweging tussen de verschillende voorgestelde maatregelen c.q. potentiële oplossingen.

Levvel heeft in concept memo ASD-NOT-1045 een totaaloverzicht gegeven van de onderzochte varianten en daarin ook de kwalitatieve voor- en nadelen van de bovenbalk versus het verstevigen van de kabelkoker uitgewerkt. Deze memo is als bijlage toegevoegd.

Qua inzage in kosten is uitgegaan van het verzoek van RWS om onderstaande opties te beschouwen:

- a. Bovenbalk:
 - i. hoogte tot niveau 3,0m+ NAP
 - ii. hoogte tot niveau 5,5m+ NAP
 - iii. hoogte tot niveau 7,0m+ NAP
- b. Verstevigen Kabelkoker middels:
 - i. verstevigen "neusje"
 - ii. versterken bovenkant kabelkoker
 - iii. het plaatsen van een hoeklijn in de kabelkoker
 - iv. het plaatsen van H-profielen onder de kabelkoker

In onderstaande tabel zijn de kosten van de opties beschreven, waarbij opgemerkt dat dit een raming is met **+/- 25% bandbreedte, excl. AKWR en BTW.**

10.2.b

#	Balk 3m+NAP	Balk 5,5m+NAP	Balk 7m+NAP	Kabelkoker verstevigen
Realisatie (Capex)				
Exploitatie (Opex)	Bezwijkt constructief			
Totaal				

Korte toelichting:

Zoals beschreven in bijlage ASD-NOT-1045 is de bovenbalk tot 3m+ NAP constructief niet haalbaar. Deze geeft een constructiehoogte van 0,5m en is daarmee te licht en zal kapot gaan als gevolg van golfklapbelastingen vanaf de Waddenzee.

Opvallend is dat de bovenbalk tot 7m+ NAP ongeveer even duur is als de variant van 5,5m+NAP. Vanzelfsprekend zit er meer beton in de hoge balk en is in 'handeling' duurder maar dit wordt gecompenseerd omdat het bestaande spatscherm bij de hoge variant kan blijven staan waardoor deze niet gesloopt hoeven te worden, de nieuwe spatschermen niet geproduceerd en geplaatst hoeven te worden en daardoor een behoorlijke minderpost wordt gecreëerd. Daarnaast is de inschatting dat er in de hoge balk minder wapening en/of voorspanning per m3 nodig is.

Bijkomend voordeel van het toepassen van een hoge bovenbalk is dat door het niet hoeven uitvoeren van de spatschermvernieuwing ook meer robuustheid in de planning kan worden gecreëerd. Dat aspect zal worden meegenomen in het uitwerken van een nieuw planningsscenario zoals verzocht door RWS.

De oplossing waarbij de kabelkoker wordt verstevigd wordt door Levvel als onwenselijk gezien. Levvel twijfelt aan de uitvoerbaarheid en onderhoudbaarheid van deze oplossing. Naast het feit dat er veel gaten geboord moeten worden in de kabelkoker om de H-profielen

Datum 30-jan-2020
Documentnr. ASD-NOT-1147
Blad 4 van 4

te bevestigen en dat dat veel tijd en geld kost is de beleving dat er veel 'priegel' werk moet worden verricht hetgeen ook tot uiting komt in de kosten. Daarnaast dient de stalen noordschuif zwaarder uitgevoerd te worden en de kabels en leidingen in de koker enkele keren verplaatst c.q. verhangen te worden. Dit leidt er toe dat de inschatting is dat zowel in realisatie- als in onderhoudsfase de kosten hoog zijn.

Aanbeveling:

Gezien voor- en nadelen van bovenbalken versus de versteviging van de kabelkoker, die tot uiting komen in de kostenopgaven alsmede de overige argumenten die bovenstaand zijn benoemd adviseert Levvel voor een hoge bovenbalk te kiezen.

Bijlagen:

- 1/ concept memo ASD-NOT-2020
- 2/ concept verslag RWS-Levvel-RCE d.d. 29-01-2020
- 3/ kostenraming opties A t/m D versie 0.3 d.d. 2020/01/30

Memo

Aan Rijkswaterstaat

Kopie aan

Van

Datum 13-jan-2020

Documentnr. ASD-NOT-1045

Blad 1 van 15

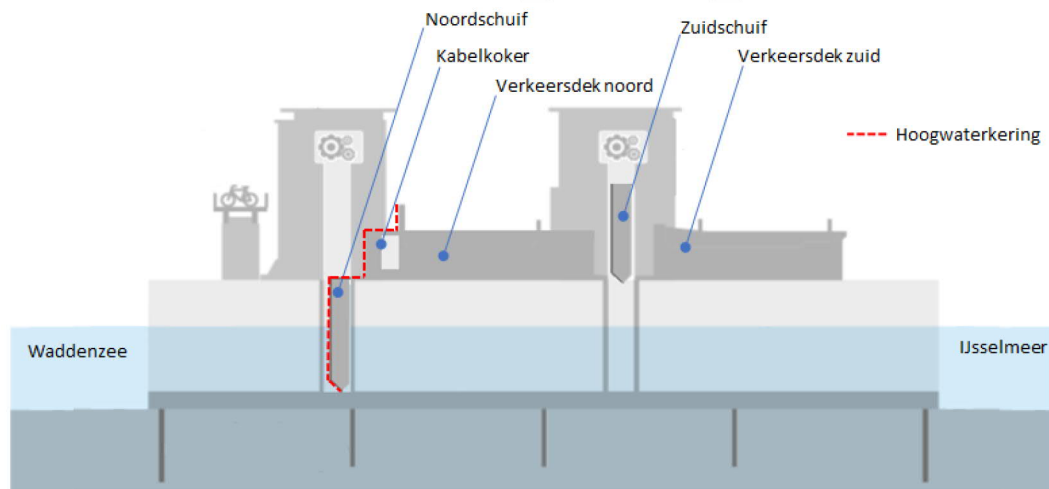
Onderwerp Impact golfklap vanuit IJsselmeer op BSM en mogelijke oplossingen

Doel

Doel van deze memo is het helpen van Rijkswaterstaat in haar keuze over de oplossing voor golfklapproblematiek op de Bestaande Spuimiddelen.

Keren hoogwater volgens aanbiedingsontwerp

In opdracht van Rijkswaterstaat versterkt Levvel de Afsluitdijk. In dit kader heeft Levvel hydraulische belastingen afgeleid en de sterkte getoetst van de bestaande spuigroepen. Door klimaatverandering nemen de hydraulische belastingen op de bestaande spuimiddelen toe. Op basis van de eisen en belastingen zoals gespecificeerd in het Contract heeft Levvel een aanbiedingsontwerp (AO) opgesteld. In het aanbiedingsontwerp sluit de noordelijke schuif aan de bovenzijde af tegen de kabelkoker en loopt de hoogwaterkering via de bovenzijde van de schuif (zie rood gestreepte lijn in figuur 1).



Figuur 1 Doorsnede bestaand spuimiddel over de spuikeker volgens aanbiedingsontwerp

Voor deze memo zijn de volgende eisen van belang voor het ontwerp van de bestaande spuimiddelen:

- Spuimiddel dient niet te beschikken over defensiebalken (SYS-2324). De bestaande defensiebalken en noordschuiven zijn niet bestand tegen de optredende golfklappen. Verwijderen van de defensiebalken leidt er toe dat golven vanuit de Waddenzee niet meer opgesloten raken en de belasting op de noordschuif afneemt. De defensiebalken zijn oorspronkelijk enkel geplaatst als bescherming tegen militaire aanvallen. Ze functioneren

- echter ook als hoogwaterkering (zij het met een spleet van 27 cm tussen defensiebalk en noordschuif);
- Bestaande spuumiddelen dienen met de noordschuif hoogwater te keren uit de Waddenzee met een normfrequentie van 1/10.000 per jaar conform [Hydraulische randvoorwaarden] (SYS-0279). Maatgevend hoogwater is onder deze condities is +5,20 m NAP bij DOV en +5,40 m NAP bij KWZ;
 - Maximaal toelaatbaar lekdebiet hoogwaterkerend (waterstand Waddenzee boven de +2,0 m NAP geldt alleen voor de noordschuif, SYS-1779). Per spuiopening wordt bij hoogwater een maximaal lekdebiet toegestaan van 0,5 m³/s (met een maximale spleetbreedte van 3 mm). Dit is ter beperking van het zoutwaterbezwaar op het IJsselmeer;
 - Maximaal toelaatbaar lekdebiet waterkerend (waterstand Waddenzee onder de +2,0 m NAP geldt voor beide schuiven, SYS-2202). Per spuiopening geldt een maximaal lekdebiet van 0,3 m³/s (met een maximale spleetbreedte van 3 mm). Ook dit is ter beperking van het zoutwaterbezwaar op het IJsselmeer;
 - Infrastructuur RWS dient belastingen te kunnen opnemen conform [Belastingnota onderdelen infrastructuur RWS Afsluitdijk] (SYS-0133).

Impact golfklappen vanuit IJsselmeer op aanbiedingsontwerp

Als onderdeel van de uitwerking van het ontwerp is vastgesteld dat golfklappen vanaf het IJsselmeer een grotere impact hebben dan oorspronkelijk bedacht. Een golfklap ontstaat doordat een golf verticaal en horizontaal opgesloten raakt. De noordschuif dient hoog water te kunnen keren en sluit daarom in het AO aan tegen de kabelkoker. De zuidschuif dient enkel water te keren (tot +2,0 m NAP) en heeft daarom een lagere bovenrand. Dit verschil zorgt ervoor dat belastingen ten gevolge van de golfklappen vanuit het IJsselmeer tegen de noordschuif, kabelkoker en verkeersdek noord hoger zijn dan die tegen de zuidschuif en het verkeersdek zuid. Door de ligging en hydraulische condities zijn de golfklappen bij Kornwerderzand zwaarder dan bij Den Oever.

ASD-UNO-0023 en ASD-UNO-0028 bevatten de hydraulische belastingen afgeleid voor de bestaande spuumiddelen. Levvel en RWS zijn het eens over de te hanteren systematiek voor het bepalen van de belastingen door golfklap. De golfklapbelastingen zijn te groot voor de constructie conform AO. De definitieve belastingen kunnen worden vastgesteld (en daarmee de definitieve versie van de uitgangspuntennotities) na het kiezen van een oplossing voor het opvangen of voorkomen van de golfklapbelastingen.

Nieuwe constructies (schuiven¹) kunnen worden gedimensioneerd op de zwaardere belastingen, bestaande constructies niet. ASD-NOT-1076 is een gevoeligheidsanalyse voor de verkeersdekken en kabelkokers van de beide BSM complexen bij verschillende omstandigheden. De uitgangspunten onder deze gevoeligheidsanalyse zijn besproken tijdens een workshop 23-1-2020 (zie ASD-VSL-1058). Conclusie van deze workshop was dat de gehanteerde belastingsfactoren afhankelijk zijn van de gekozen oplossing en dat de belasting op de zuidelijke verkeersdekken als gevolg van de

¹ Om de gekozen oplossing voor het nieuwe bewegingswerk in de heftorens te kunnen toepassen mag het schuifgewicht maximaal 44 mT bedragen. Voor Den Oever lijkt dit in alle scenario's te lukken. Voor Kornwerderzand is dit nog niet onderzocht en is dit een groter risico.

onregelmatige onderzijde van deze dekken kan worden verlaagd. Dit wordt verder behandeld onder het hoofdstuk oplossingen. Tabel 1 toont de resultaten van de herberekening van de verkeersdekken en kabelkoker bij een 1/10.000 jarige storm vanaf het IJsselmeer conform AO, waarbij de belastingen zijn bepaald conform de HR7.0. Conclusie hieruit is dat de kabelkokers bij Den Oever en de verkeersdekken en kabelkokers bij KWZ instabiel en onvoldoende sterk zijn. De impact van golfklappen op de sponningen van de schuiven is nog niet beschouwd.

Tabel 1 herberekening verkeersdekken en kabelkoker op golfklappen HR7.0 IJsselmeer conform AO

Herhaal periode 1/10.000 jaar	W	P _z	U.C. M	U.C. V	F _{R;d,tot}
	m	kN/m ²	-	-	kN ↓
DOV kabelkoker	2,13	77	1,14	1,00	-1985
DOV verkeersdek noord	2,13	77	0,09	0,12	6283
DOV verkeersdek zuid	2,69	46	0,27	0,15	7208
KWZ kabelkoker	4,02	132	3,10	2,65	-5591
KWZ verkeersdek noord	4,02	132	2,80	0,30	119
KWZ verkeersdek zuid	7,22	165	2,31	6,55	-16312

Toelichting tabel 1:

- W = aangrijpbreedte van de golfklapbelasting
 p_z = opwaartse oppervlaktedruk
 U.C. M = unity check buigend moment (groter dan 1,0 betekent dat deze niet voldoet)
 U.C. V = unity check dwarskracht (groter dan 1,0 betekent dat deze niet voldoet)
 F_{R;d,tot} = neerwaartse kracht op de opleggingen tijdens de golfklap

Mogelijke oplossingen

Voor het probleem golfklappen vanuit het IJsselmeer zijn meerdere oplossingen mogelijk. Tabel 2 is een overzicht van alle varianten (Bijlage 1 bevat een nadere beschrijving). Tijdens de workshop van 23-1-2020 is vastgesteld dat belastingsfactoren en belastingen kunnen worden geoptimaliseerd voor het zuidelijke verkeersdek en dat daarmee het probleem van golfklappen is opgelost. Deze optimalisatie wordt doorgevoerd en is omschreven als variant 1.

Tabel 2 Overzicht varianten beperken impact golfklap

#	Variant	Oplossing	Conclusie
1	Optimaliseren belastingen en belastingfactoren voor zuidelijke verkeersdekken	Optimalisatie uitgangspunten	Optimalisatie wordt doorgevoerd (zie ASD-VSL-1058)
2	Preventief sluiten zuidschiif bij dreigende golfklap	Voorkom belasting aan noordzijde	Deze variant heeft niet de voorkeur vanuit RWS (zie ASD-VSL-1058)
3	Plaatsen golfklapbrekers onder de kabelkoker	Verlaag theoretische belasting	Deze variant heeft als nadeel, omdat het aantal golfklappen door verlaging van het plafond toeneemt.
4	Versterken en/of verankeren overbelaste constructiedelen	Vang de belasting op	Uiteindelijk is dit alleen een variant voor kabelkoker Den Oever
5	Terugslagkleppen aan kabelkoker of noordschiif.	Kleine spleet	Geparkeerd, veel nadelen voor een kleine winst (ASD-VSL-1059)
6	Plaatsen schoorsteen langs kabelkoker	Kleine spleet	Valt af, omdat hiermee veilig onderhoud aan de noordschiif onmogelijk is. Bovendien is de maximaal realiseerbare spleetbreedte met deze optie beperkt
7	Geen bovenafdichting noordschiif in combinatie met accepteren overloop	Grote spleet	Valt af, vanwege het te grote zoutwaterbezwaar op het IJsselmeer
8	Verhogen noordschiif	Grote spleet	Valt af, want schuif wordt te zwaar en kan onvoldoende hoog worden geheven
9	Plaatsen bovenbalk <i>9a hoge bovenbalk is gelijk aan spatscherm</i> <i>9b bovenzijde lage bovenbalk ntb door RWS</i>	Grote spleet	Is keuze voor KWZ Voor Den Oever wordt deze overwogen.

Oplossing complex Kornwerderzand

Om complex Kornwerderzand constructief te laten voldoen is een spleet van 1,0 meter noodzakelijk. De enige haalbare oplossing die deze breedte realiseert is een bovenbalk, daarom is bij complex Kornwerderzand een bovenbalk noodzakelijk (ASD-VSL-1058). De hoge bovenbalk in combinatie met

de hieruit voortvloeiende gunstigere belastingsfactoren en de lagere belastingen maakt dat de kabelkokers en verkeersdekken KWZ lijken te voldoen op golfklap vanuit het IJsselmeer.

Oplossing complex Den Oever

Zoals vermeld zijn er twee hoofdoplossingen: de bovenbalk en het verstevigen van de kabelkoker.

1. Bovenbalken:

- i. hoogte tot niveau 3,0m+ NAP
- ii. hoogte tot niveau 5,5m+ NAP
- iii. hoogte tot niveau 7,0m+ NAP

De te hanteren minimale hoogte van de bovenbalk wordt door RWS onderzocht. Hierbij gelden de volgende argumenten:

- Voorkomen overloop: MHW voor de 1/10.000 jarige storm is 5,20 m NAP voor DOV en 5,40 m NAP voor KWZ. Een hoogte tot 5,50 m NAP voorkomt overloop.
- Beperken overslag: golven tijdens de 1/10.000 jarige storm komen boven de bovenbalk uit en lopen vervolgens direct achter de noordschuif langs. Met een hogere bovenbalk worden deze hoeveelheden beperkt. RWS zoekt uit wat zij hierin aanvaardbaar acht.
- Sterkte bovenbalk: om de opwaartse golfklappen te weerstaan is enige constructiehoogte en massa van de balk benodigd. Een hoogte tot 3,0 m+ NAP geeft een constructiehoogte van 0,5 m en is hiermee te licht. Deze variant valt af.
- Beperken functie spatscherm: Wanneer de bovenbalk even hoog is als het spatscherm, dan vervalt de functie Keren Hoogwater van het spatscherm en kan het bestaande spatscherm worden gehandhaafd.
- Beperken golfslag tegen geopende schuif: Een hogere bovenbalk beperkt de golfslag tegen een niet-gesloten (gefaald) noordschuif tijdens stormcondities.
- Tijd: de hoogte van de bovenbalk lijkt slechts beperkt van invloed op de benodigde doorlooptijd van de uitvoering.

2. Verstevigen Kabelkokers middels:

- i. verstevigen "neusje"
- ii. versterken bovenkant kabelkoker
- iii. het plaatsen van een hoeklijn in de kabelkoker
- iv. het plaatsen van H-profielen onder de kabelkoker (golfklapbreker)

Bijlage 3 geeft enkele schetsen en overwegingen voor de benodigde versterkingen van de kabelkoker.

Tabel 3 vergelijking bovenbalken DOV tov versterking kabelkokers

Variant	Bovenbalken	Verstevigen kabelkokers
Waterveiligheid	Intrinsiek veilig. Oorzaak van het probleem (opsluiting golf) is weggenomen en de kwetsbare kabelkoker is geen onderdeel van hoogwaterkering.	Oplossing voldoet op papier. Onzeker of theoretisch model golfklap klopt. Kwetsbare kabelkoker blijft hoogwaterkerend. Golfklapbrekers (H-profielen) liggen lager dan kabelkoker, waardoor golfklappen eerder optreden dan zonder.
Toekomstvastheid	Toekomstvast, ook na referentieperiode voldoet deze oplossing. De verwachte restlevensduur van complex Den Oever is langer dan de contractduur.	Niet toekomstvast. Gerekend met een ander zichtjaar (meerpeilstijging), voldoet deze oplossing niet
Waterveiligheid tijdens onderhoud	Vervangende hoogwaterkering mogelijk via droogzetschot tegen bovenbalk. Dit maakt na ED uithijzen noordschuif mogelijk, terwijl constructie toch hoogwaterkerend blijft.	Bij uithijzen noordschuif voor onderhoud coating (gepland na ED) is de constructie niet hoogwaterkerend.
Onderhoud	Onderhoud noordschuif wordt veiliger. Bovenbalk behoeft slechts beperkt onderhoud	Conform AO
Belasting op geheven noordschuif tijdens storm	Verbetering tov situatie met defensiebalken	Bij niet-gesloten (falende) noordschuif tijdens storm slaan de golven tegen geopende noordschuif
Fietsbrug	Bij bezwijken fietsbrug slaat deze tegen de bovenbalk en leidt dit niet tot bezwijken hoogwaterkering.	Bij bezwijken fietsbrug slaat deze tegen de noordschuif en leidt dit tot bezwijken van de hoogwaterkering.
Spatschermen	Kunnen blijven staan (alleen bij hoge bovenbalken)	Vervangen spatschermen
RCE	RCE begrijpt de noodzaak van de bovenbalken. In het KBO zal de detaillering verder worden besproken.	Verschil AO zeer beperkt, dus akkoord
Onderhoud	Na Onderhoud wordt gemakkelijker en veiliger	Onderhoud noordschuif noordzijde vindt plaats met laagwerker vanaf de fietsbrug of met een ponton H-profielen lastig te inspecteren en onderhoudsgevoelig
Gewicht schuiven	Gewicht noordschuif gunstiger dan zonder bovenbalk	Zwaarder door extra belasting golfklappen
Kosten	Zie kostenraming	Zie kostenraming
Tijd	Ontwerp schuiven: geen verschil Ontwerp frames in toren: aanpassing Ontwerp bovenbalk: toevoegen Planning wordt opgesteld.	Ontwerp schuiven: geen verschil Ontwerp versterking: aanpassing Versterken kabelkoker vereist voor plaatsen nieuwe noordschuif.

Bijlage 1. Varianten voor oplossingen

Variante 1: Optimaliseren belastingen en belastingfactoren

Conform AO gelden de noordelijke hefschuif, de kabelkoker, het noordelijke dek en het spatscherm als de waterkering (deze delen zijn in figuur 2 oranje gearceerd). Deze onderdelen vallen daarom onder de waterwet. Omdat de werkelijke grootte van de golfklap lastig te voorspellen wordt hiervoor een belastingfactor 1,5 gehanteerd. Het zuidelijke verkeersdek geldt niet als waterkering en valt daarom buiten de waterwet. Op het zuidelijke verkeersdek is de RBK van toepassing. Deze stelt voor deze brug het vereiste niveau van veiligheid op "gebruik" met $\beta=3,3$ en een referentieperiode van 30 jaar. De belasting is bepaald bij een storm met kans van optreden 1/10.000 jaar plus een robuustheidstoeslag op de hydraulische condities. In ASD-VSL-1058 is gezamenlijk vastgesteld dat het voldoende veilig is voor de onderdelen die niet als waterkering gelden de belastingfactor voor de golfklap te verlagen van 1,50 naar 1,25.

Hiernaast geldt dat voor het zuidelijke verkeersdek geldt dat door de onregelmatige onderzijde van het dek. De golfklappen in de tijd gespreid worden en door de beperkte lengte van het meest zuidelijke deel slechts een beperkte druk kan opbouwen.



Figuur 2: doorsnede AO over kabelkoker (oranje onderdelen gelden als hoogwaterkerend) met schetsmatig de onregelmatige onderzijde van het zuidelijke verkeersdek

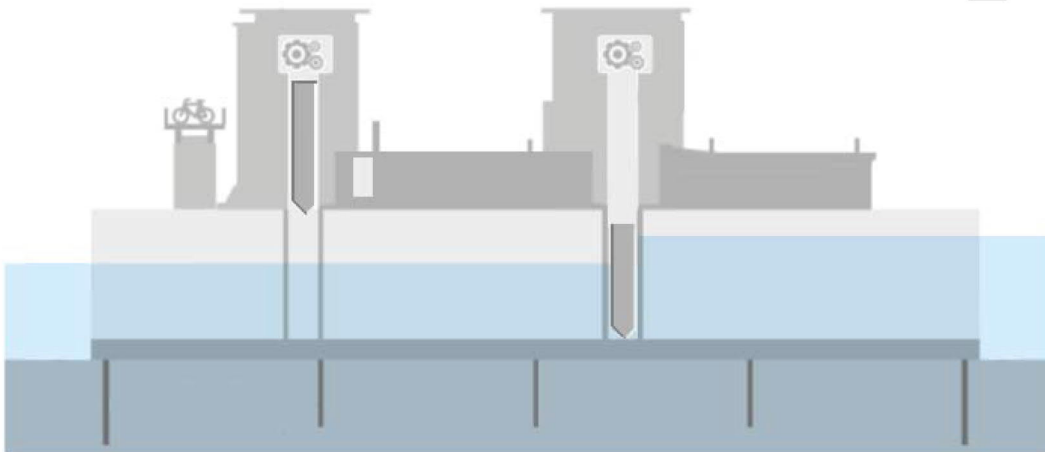
Variante 2: Preventief sluiten zuidschiif bij dreigende golfklap

Wanneer bij te hoge waterstanden op het IJsselmeer altijd het IJsselmeer gekeerd wordt met de zuidschiif dan worden golfklappen op het verkeersdek noord, de kabelkoker en de noordschiif voorkomen. Het is mogelijk dat voor deze variant bij te hoog water op het IJsselmeer en hoogwater op de Waddenzee beide schuiven gesloten moeten worden.

De noordschiif wordt nog enkel belast door golfklappen vanuit het IJsselmeer in geval van het falen van de sluitprocedure van de zuidschiif. De kans op constructief bezwijken van een kunstwerk dient

conform de Leidraad Kunstwerken kleiner te zijn dan 0,01 maal de normfrequentie, gegeven dat de normomstandigheden niet worden overschreden. De normfrequentie bedraagt 10^{-4} , waarmee de gecombineerde kans neerkomt 10^{-6} . Wanneer de zuidschiif preventief wordt gesloten bij dreigende golfklappen, neemt de kans op overbelasting af met de faalkans van de zuidschiif, deze bedraagt 0,01. Deze kansruimte kan worden benut om de optredende belasting te verlagen.

Het preventief laten zakken is een maatregel die nog wel moet worden afgestemd met de beheerder. Ook vergt deze of een wijziging van het OCD (vertraging) of een wijziging van bedieninstructie (handmatig laten zakken schuiven bij maatgevende omstandigheden, legt het risico op 'bedienfouten' bij RWS).



Figuur 3: BSM met gesloten zuidschiif

Variante 3: Verkleinen klap door plaatsen balken onder overbelaste delen

Door aan de onderzijde van de dekken en/of kabelkokers balken aan te brengen kan er voor gezorgd worden dat de golfklap in twee etappes aanslaat en derhalve een lagere piekbelasting geeft. Kanttekening bij deze aanpak is wel dat de lucht tussen de balken moet kunnen ontsnappen om effectief te zijn. Tweede nadeel is dat door verlaging van het plafond het aantal golfklappen toeneemt.

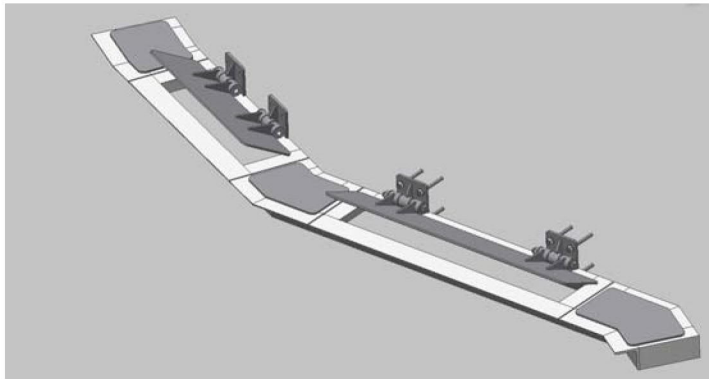
Variante 4: Versterken en/of verankeren overbelaste constructiedelen

Wanneer constructiedelen niet voldoende kunnen deze worden versterkt en/of extra worden verankerd in de pijlers. Deze maatregel is maatwerk wordt per onderdeel beschouwd.

Variante 5: Terugslagkleppen aan kabelkoker of noordschiif

Bij hoogwater vanuit de Waddenzee zijn de kleppen gesloten en keren ze hoogwater. Bij golfklappen vanuit het IJsselmeer openen de kleppen en beperken daarmee de optredende druk op de constructie. De detaillering van de terugslagkleppen dient nader te worden afgestemd. Door de aard van de golfklap en de onregelmatige vorm van de gecreëerde spleet is het werkelijke gedrag

theoretisch lastig te voorspellen². Daarom wordt minimaal een benodigde opening van 0,5 meter aangehouden.



Figuur 4 Schets van terugslagklep

Over de haalbaarheid van deze oplossingsrichting heeft 15-1-2020 een workshop plaatsgevonden (vastgelegd in ASD-VSL-1059). Conclusie van deze workshop is de enige terugslagklep die een kans van slagen heeft optie A is uit figuur 5. Deze lijkt vooralsnog echter dermate onaantrekkelijk dat deze vooralsnog is geparkeerd en niet verder uitgewerkt. Indien de bovenbalk om wat voor reden dan ook afvalt, kunnen we optie A van de klep-oplossing weer uit de parkeerstand worden gehaald.

Oplossing A	Oplossing B	Oplossing C	Oplossing D
Alleen een klep van staal of VVK indien gewicht besparing nodig is. Klep is standaard gesloten.	Alleen een klep van staal of VVK indien gewicht besparing nodig is. Klep is standaard open.	Een klep voorzien van contragewicht, zodat de klep bij een lagere belasting open.	Een klep voorzien van cilindraandrijving die deze kan openen en sluiten.

Figuur 5 Varianten voor een terugslagklep (getekend aan de kabelkoker)

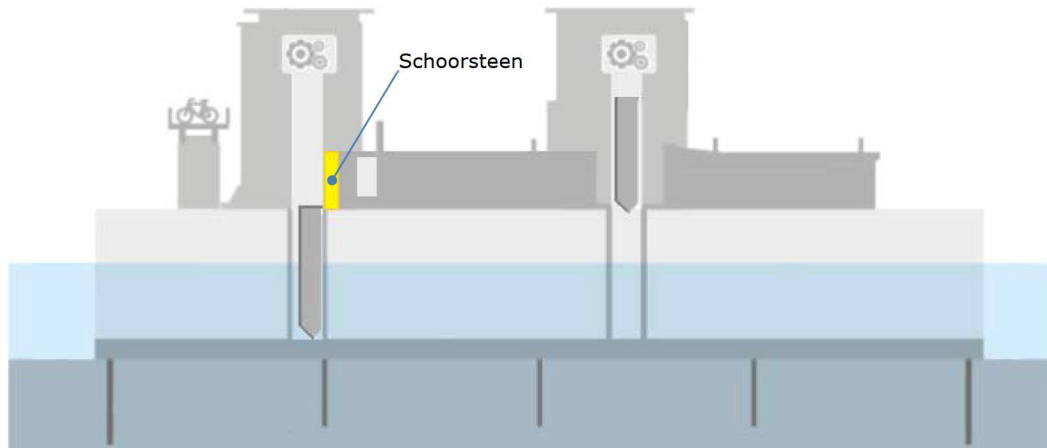
Variante 6: Schoorsteen langs kabelkoker

² Zie TU Delft, Passos, Juli 2019, Effects of ventilations on coastal structures with overhangs subject to wave impacts.

Door voorlans de kabelkoker verticale stalen kokers te plaatsen kan een passieve ontluchting worden gerealiseerd. De schoorsteen moet bestand zijn tegen golfbelastingen vanuit de Waddenzee en loopt over wanneer het water boven de schoorsteen uitkomt. Tussen de noordelijke hefschuif en de kabelkoker kan een ruimte van 80 cm worden vrijgemaakt voor deze oplossing. Hier gaat ruimte af voor een afdichting tov de schuif, toleranties en plaatdiktes. Hierdoor is de maximale breedte van de schoorsteen ca 65 cm. Met iedere ca 50 cm een lijfplaat die de voor en achterzijde verbindt. Het geschatte gewicht van de schoorsteen zou liggen rond de 5 ton staal.

Aandachtspunten bij deze oplossing zijn:

- Noordschuif is vanaf de zijde van de kabelkoker deels niet meer inspecteerbaar, door de beperkte hefhoogte (onderzijde tot max +3,10 m NAP);
- Toename zoutbezwaar, omdat golven die uitkomen boven 5,50 m +NAP direct de schoorsteen inlopen;
- Onderhoud binnenzijde schoorsteen problematisch door de nauwe lange openingen;
- Verankering aan kabelkoker dient zeer robuust te zijn, terwijl deze door de vorm lastig bereikbaar of aan te brengen is (mogelijk op te lossen in ontwerp).



Figuur 6: doorsnede BSM met schoorsteen

Variante 7: Geen bovenafdichting noordschuif in combinatie met accepteren overloop

Door de nieuw te kiezen vorm van de nieuwe noordelijke hefschuiven kan een gemiddelde spleetbreedte worden gekozen tussen de 0,5 en 1,0 meter. Via deze spleet kan overdruk ontsnappen en reduceert de golfklap. Ook wordt de instabiliteit van de kabelkoker beter beheersbaar. Dit betekent echter dat de schuif bij waterstanden boven de schuifhoogte overstroomt (zoutbezwaar op het IJsselmeer). Deze oplossing is conform SYS-1779 (lekdebiet als hoogwaterkerend) ontoelaatbaar.

Variante 8: Verhogen noordschuif

Verhogen van de noordschuif tot de maatgevende hoogwaterstand tot bijv. 5,50 m +NAP in combinatie met een open constructie aan de achterzijde van de schuif geeft een grote spleet aan de achterzijde van de schuif en vermindert hiermee de golfklap. Deze optie is echter om de volgende redenen niet mogelijk: (1) de schuif kan niet volledig worden geheven, omdat deze vastloopt tegen de monumentale beschermkappen van de torens. Toestemming RCE lijkt dus onzeker. (2) het

schuifgewicht zal bij een verhoging van 3 meter boven de 44 mT komen. De schuif wordt daarom te zwaar voor de reeds bestelde cilinders.

Variant 9: Plaatsen bovenbalken

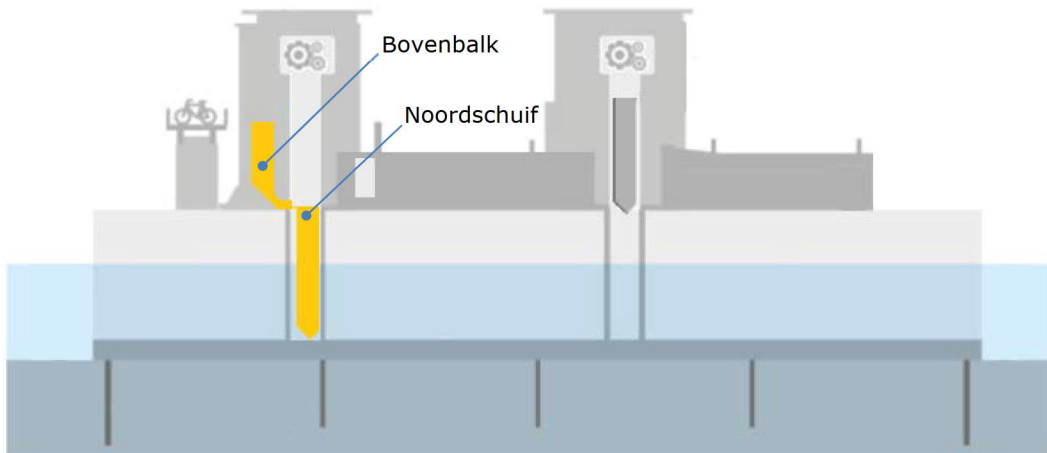
Wanneer in plaats van de defensiebalken nieuwe bovenbalken worden geplaatst waartegen de schuif afsluit, treedt overloop pas op wanneer de waterstand boven de bovenbalk uitkomt. Dit geeft een effectieve spleet van 1,0 m bij de noordschuif.

Bijkomende voordelen van de bovenbalken zijn:

- verschuiving van de waterkering richting bovenbalk en noordschuif (zie figuur 7). Conform variant 1 kan nu voor de kabelkoker en het noordelijk verkeersdek worden gerekend met een belastingsfactor 1,25 op de constructie (deze onderdelen zijn immers niet langer hoogwaterkerend³);
- noordschuif in geheven toestand wordt pas belast door golfbelastingen bij golven (door verwijderen defensiebalk was deze situatie ontstaan);
- bovenbalk beschermt de noordschuif bij bezwijken fietsbrug, waardoor voor de fietsbrug gerekend kan worden met lagere belastingen dan vastgesteld in de belastingnota (zie ASD-VSL-1058).

De onderzijde van de balk krijgt een afschuining, zodat golfklappen minder vat hebben op de balken dan bij de bestaande defensiebalken. De hoogte van de bovenbalk is nog nader te bepalen. Hoe lager, hoe minder overloop. Door balken even hoog te maken als de bestaande spatschermen kan de vervanging van de spatschermen mogelijk achterwege blijven. Voor het onderhoud van de noordschuif en de geleidingen is het noodzakelijk de bovenbalk te voorzien van een onderhoudspad (net als op de huidige defensiebalken). De bovenbalk kan worden verankerd via een nog te plaatsen nok op de heftorens. De mogelijkheid tot inpassen van de bovenbalken in het monument is 29-1-2020 besproken met de RCE. De RCE geeft aan de noodzaak van de bovenbalken te begrijpen.

³ Zie ASD-VSL-1058



Figuur 7 Doorsnede BSM met bovenbalk (oranje delen gelden als hoogwaterkering)

Rijkswaterstaat zal nog aangeven of de balken dezelfde hoogte dienen te krijgen als de bestaande balken (+5,5 m NAP) of dezelfde als de bestaande spatschermen (+7,0 m NAP)⁴.



Figuur 8 BSM DOV met bovenbalken tot +7,0 m gezien vanaf havendam

⁴ Op dit moment lijkt het opportuun om de hoogte van de defensiebalken gelijk te trekken met de spatschermen.



Figuur 9 BSM DOV met bovenbalken tot +7,0 m gezien vanaf fietsbrug

CONCEPT

Bijlage 2. Rekenresultaten gevoeligheidsanalyse ASD-NOT-1076

Tabel 4 Herberekening kabelkokers bij diverse varianten en herhaalperiode 1/10.000 jaar

Kabelkoker	W	P _z	U.C. M	U.C. V	F _{R;d,tot}
	m	kN/m ²	-	-	kN ↓
DOV spleet 0,0 m	2,13	77	1,14	1,00	-1917
DOV spleet ca 0,3 m	2,13	44	0,35	0,31	-604
DOV spleet 1,0 m	2,13	9	0,10	0,27	848
KWZ spleet 0,0 m	4,02	132	3,10	2,65	-5591
KWZ spleet ca 0,3 m	4,02	76	1,49	1,27	-2677
KWZ spleet 1,0 m	4,02	29	0,17	0,19	-302

* impact spatschermen

Tabel 5 Herberekening noordelijke verkeersdekken bij diverse varianten en herhaalperiode 1/10.000 jaar

Verkeersdek noord	W	P _z	U.C. M	U.C. V	F _{R;d,tot}
	m	kN/m ²	-	-	kN ↓
DOV spleet 0,0 m	2,13	77	0,09	0,12	6283
DOV spleet ca 0,3 m	2,13	44	0,12	0,15	7717
DOV spleet 1,0 m	2,13	9	0,26	0,20	9225
KWZ spleet 0,0 m	4,02	132	2,80	0,30	119
KWZ spleet ca 0,3 m	4,02	76	0,66	0,11	4495
KWZ spleet 1,0 m	4,02	29	0,40	0,20	8061

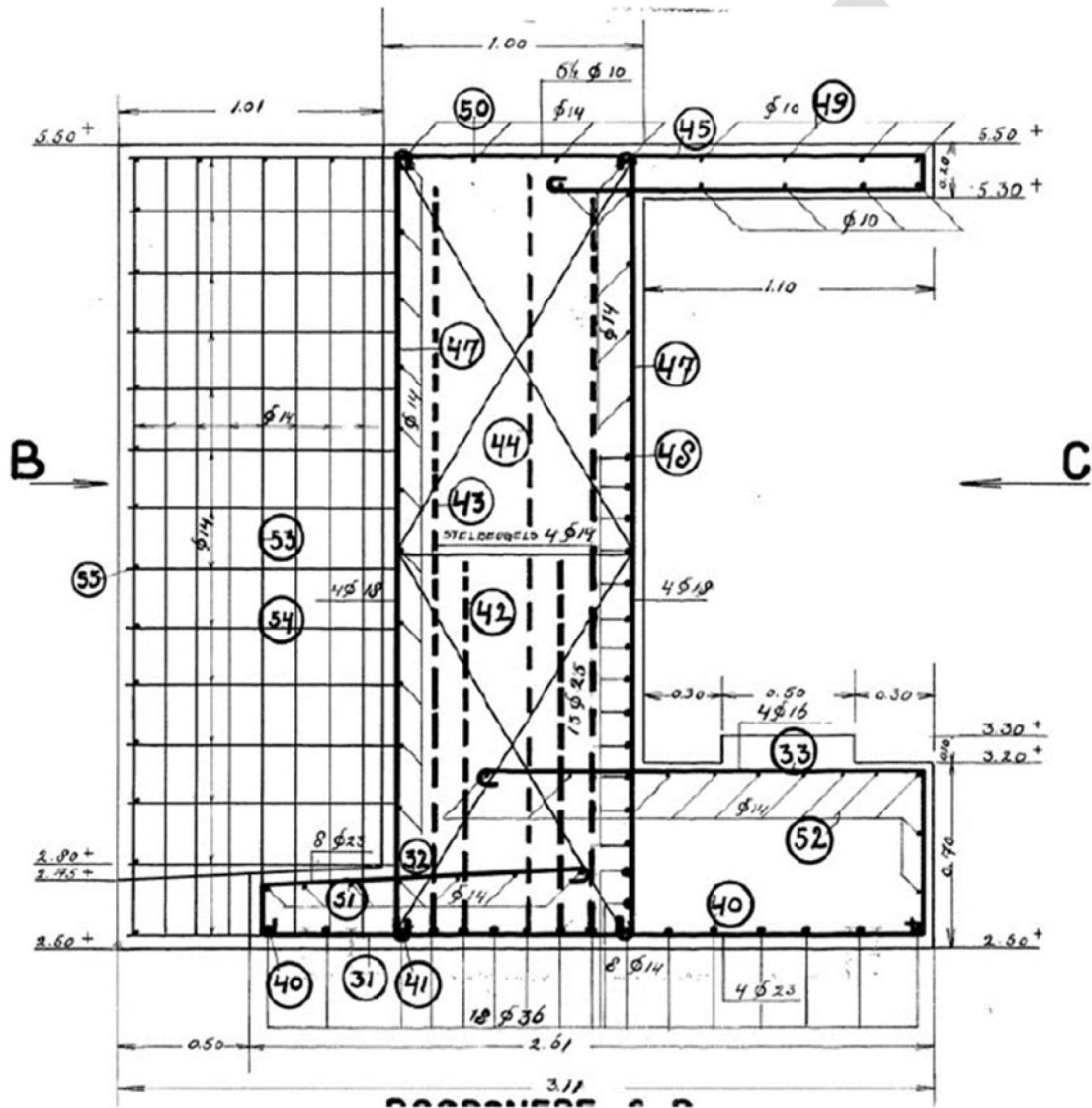
Tabel 6 Herberekening zuidelijke verkeersdekken bij diverse herhaalperiodes

Verkeersdek zuid	W	P _z	U.C. M	U.C. V	F _{R;d,tot}
	m	kN/m ²	-	-	kN ↓
DOV 1/10.000 jaar	2,69	46	0,27	0,26	7750
DOV 1/1.000 jaar	1,71	24	0,16	0,37	9680
DOV 1/100 jaar	0,56	4	0,18	0,41	10580
KWZ 1/10.000 jaar*	7,22	165	2,31	6,55	-16316
KWZ 1/1.000 jaar*	6,18	136	1,53	4,38	-8738
KWZ 1/100 jaar*	4,53	88	0,19	1,00	944

Bijlage 3. Variant: versterking kabelkoker DOV

De volgende doorsnede toont de kabelkoker nabij de oplegging. Wanneer de zuidschiif wordt ingezet voor het opvangen van de golfklappen IJsselmeer mag de golfklap worden opgevat als calamiteit.

Vanwege de recent verhoogde belastingen op de kabelkoker is een versterking van de kabelkoker nog niet verder uitgewerkt.



Onderwerp Overleg bovenbalk op bestaand spuumiddel Den Oever en Kornwerderzand

Datum bespreking 29 januari 2020

Tijdstip 14:00 – 15.30 uur

Locatie Projectkantoor Levvel, Stontelerweg 1, Den oever

Documentnummer

Aanwezigen

Agendaleden

Afwezigen

Nr.	Onderwerp en doel	Tijd	Opmerking
1.	Opening en welkom	14:00	Doel van het overleg is om de RCE te informeren over de achtergrond en noodzaak rondom de bovenbalk en mee te nemen in de gemaakte afwegingen en de nog komende afwegingen. Daarop ophalen of er nogo's zijn en welke afwegingen belangrijk zijn vanuit het aspect rijksmonument. De RCE is tweeledig: zij geven advies aan RWS volgens het convenant en aan ILT voor de vergunning.
2.	Achtergrond		Toelichting door Levvel () over de laatste stand van zaken over de bovenbalk bij BSM. Er is een hoge variant en een lage variant van de bovenbalk. Voorwaarden variabelen die een rol spelen zijn onder andere: <ul style="list-style-type: none">- Bij KWZ zijn de hydraulische randvoorwaarden zwaarder dan bij DOV. Onder andere door de wind, bijvoorbeeld een ongunstige situatie door de wind.- Bij een lage variant kunnen kabelkokers bezwijken.- Een lage variant moet zwaar verankerd worden.- Bij de hoge variant is er geen risico op omvallen fietsbrug.

Samen. Sterker. Trots.

Nr.	Onderwerp en doel	Tijd	Opmerking
			<ul style="list-style-type: none"> - Constructief is bij KWZ een zware constructie nodig vanwege aantasting door ASR, wat zonder bovenbalk binnen 30 jaar voor problemen gaat zorgen. Gezien vanuit het behoud van het spuumiddel op de lange termijn is het daarom verstandig om nu voor een robuust ontwerp te gaan en niet een voorzichtig ontwerp te kiezen omdat dat voor korte termijn nog houdbaar is. Bij KWZ is de lage bovenbalk constructief eigenlijk geen optie. <p>Reactie RCE (■■■■): de uitleg van Level over de technische noodzaak van de bovenbalk is onderbouwd en goed te volgen. Er zijn verschillende afwegingen gemaakt en onderzocht. De niet-toevoeging aan het rijksmonument in de vorm van een bovenbalk is in de context van die uitleg acceptabel. Dit geldt voor zowel de lage als de hoge variant, waarbij elke variant vanuit het aspect erfgoed voor- en nadelen heeft. Voordeel van de hoge variant is dat het oude spatscherm langzamerhand behouden kan blijven. Voordeel van de lage variant is dat er meer van het oorspronkelijk spuumiddel zichtbaar blijft en deze beter tot zijn recht komt. Bij de hoge variant verdient het de aanbeveling de voorzijde van de heftoren zichtbaar te houden i.h.k.v. de afleesbaarheid van tijdlagen en functies. Dit zou kunnen door bijvoorbeeld een hoekje weg te halen bij het 'inkapselen' van de heftoren.</p> <p>Symmetrie KWZ en DOV</p> <p>Voor de RCE is symmetrie tussen spuumiddel KWZ en DOV een belang voor het rijksmonument. Vanuit bouwhistorisch oogpunt is er altijd symmetrie geweest tussen beide spuumiddelen en het is zeer wenselijk om deze te behouden in de uitwerkingen met de bovenbalk. Indien symmetrie tussen beide spuumiddelen niet haalbaar is, dan is dat iets wat met overige stakeholders, bij voorkeur met een KBO, besproken moet worden. Voor de RCE geldt dat symmetrie KWZ en DOV het uitgangspunt is, tenzij er sterke argumenten zijn dat dit onzinnig is. Met andere woorden: symmetrie moet n...</p>

Samen. Sterker. Trots.

Nr.	Onderwerp en doel	Tijd	Opmerking
			alléén worden doorgevoerd vanuit esthetische overwegingen, er dient ook een technische noodzaak te zijn.
3.	Vormgeving		Door ██████████ (Levvel). Uitgangspunt in het nieuwe ontwerp is om door middel van verschillende tinten grijs onderscheid te maken tussen oud en nieuw beton. Het nieuwe ontwerp van de fiets is robuuster dan het oude ontwerp, het geheel een stoerdere uitstraling geeft, wat meer in lijn is met de uitstraling van spuimiddel als geheel. Een nuance zit hem in de opening (spleet) tussen de kolommen, die het tegelijk een ranke uitstraling verlenen, die klopt met het effect van de canalen van de heftorens.
4.	Conclusie en afspraken		<ul style="list-style-type: none"> - Omdat de noodzaak voor de hoge dan wel de lage variant van de bovenbalk goed is onderbouwd, zijn er vanuit de RCE geen nogo's om verder te gaan met de huidige ontwerp. - Levvel gaat met RWS verder onderzoeken wat de noodzaak is van de bovenbalk bij De Oever en de hoge dan wel de lage variant, waarbij het bovenstaande overwegingen meeneemt. - Levvel gaat de leden van het KBO tijdens het eerstvolgende overleg op 10 februari informeren over de bovenbalk.
5.	Afsluiting	15:00	De bijeenkomst is binnen het uur afgerond.

Samen. Sterker. Trots.

LEVEL - Afsluitdijk - FN W-0XXX - Samenvatting Kostenramingen

datum: 2020/01/28

versie 0.3 (2020/01/30)

opsteller:

kostenramingen opgesteld met opslagpercentages indirecte kosten (ex AKWR) conform
Wijzigingen conform planontwikkeling WOG-team Ontwerp & TM, na overleg met RWS

FN W-0XXX - Samenvatting Kostenramingen Bovenbalken Bestaande Spuimiddelen - opties A t/m D

	Omschrijving	Optie A - Balken bk 3 m + NAP	Optie B - Balken bk 5,5 m + NAP
Regelnummer	Projectfase	Aandachtspunten >>>	Constructieve Toepasbaarheid?? Zoutwaterbezwaar golfoverslag
			Spatscherm blijft als hoogwaterkering
1			
2	Realisatiefase		
3			
4	Directe Kosten	optie constructief niet haalbaar	€
5			
6	Indirecte Kosten (Engineering / ABK / Organisatie)		€
7			
8			
9	Subtotaal Directe & Indirecte Kosten CAPEX		€
10			€
11			
12	Exploitatie- en Onderhoudsfase		
13			
14	Directe Kosten	optie constructief niet haalbaar	€
15			
16	Indirecte Kosten (Engineering / ABK / Organisatie)		€
17			
18			
19	Subtotaal Directe & Indirecte Kosten OPEX		€
20			€
18			
19	Subtotaal Directe Kosten CAPEX en OPEX		€
20			
21			
22	Subtotaal Directe & Indirecte Kosten CAPEX en OPEX		€
23			

LEVEL - Afsluitdijk - FN W-0XXX - Kostenraming Versterking Kabelkokers tbv Opname Golfklappen (behoort bij Bovenbalken BSM)

datum: 2020/01/28
opsteller: [REDACTED]

versie 0.3 (2020/01/30)
kostenramingen opgesteld met opslagpercentages indirecte kosten (ex AKWR) conform
Kostenboek CAPEX
Wijzigingen conform planontwikkeling WOG-team Ontwerp & TM, na overleg met RWS

VTW W-0XXX - Kostenraming Bovenbalken Bestaande Spuimiddelen / Versterking Kabelkokers etc - Optie D

Regelnummer	Omschrijving	Verrekening Financieel Nadeel				OPMERKINGEN
		HVLHD	EHD	EHP	TOTAAL	
1	Motivatie / Toelichting					
2	Optie D: Versterking Kabelkokers tbv Opname Golfklappen					
3	Werkzaamheden Realisatie:					
4	Opname golfklappen door Versterkingen Kabelkoker:					
5	Verwijderen defensiebalken: Reeds in opdracht					
6	Constructieve renovatie kabelkoker bestaand					
7	Versterking onderzijde kabelkokers door staalprofielen verankerd aan kabelkoker of betonnen vloer aan onderzijde kabelkoker					
8	Aanvullende betonconstructie op 'neus' buitenzijde kabelkoker					
9	Plakwapening aan bovenzijde kabelkoker, plawapening te beschermen met betonvloer					
10	Constructieve verbinding kabelkoker met spatscherm bovenzijde kabelkoker					
11	Constructieve verbinding in de kabelkoker met spatscherm - met verlegging kabels en leidingen in de kabelkoker (Constructieve) verbinding / overgangsconstructie spatscherm brugdek					
12	Constructieve renovatie spatscherm					
13	'Terugslag klepconstructie' tussen nieuw te plaatsen schuiven en kabelkokers					
14	In deze configuratie bovenzijde schuiven zwaarder uit te voeren ivm golfklap (ca 4 ton/schuif)					
15	Golfklap en waterkering Waddenzeezijde: op te vangen door kabelkoker en spatscherm boven niveau noordschuiven					
16	Golfklap IJsselmeerzijde op te vangen door bewegende terugslagkleppen tussen noordschuiven en kabelkokers >> grotere mate van onderhoud, groter risicoprofiel op niet werken en gevolgen daarvan op totale constructie					
17						
18						
19	EPC					
20	[REDACTED]					
21	[REDACTED]					
22	[REDACTED]					
23	[REDACTED]					
24	[REDACTED]					
25	[REDACTED]					
26	[REDACTED]					
27	[REDACTED]					
28	[REDACTED]					
29	[REDACTED]					
30	[REDACTED]					
31	[REDACTED]					
32	[REDACTED]					
33	[REDACTED]					
34	[REDACTED]					
35	[REDACTED]					
36	[REDACTED]					
37	[REDACTED]					
38	[REDACTED]					
39	[REDACTED]					
40	[REDACTED]					
41	[REDACTED]					
42	[REDACTED]					
43	[REDACTED]					
44	[REDACTED]					
45	[REDACTED]					
46	[REDACTED]					
47	[REDACTED]					
48	[REDACTED]					
49	[REDACTED]					
50	[REDACTED]					
51	[REDACTED]					
52	[REDACTED]					
53	[REDACTED]					
54	[REDACTED]					
55	[REDACTED]					
56	[REDACTED]					
57	[REDACTED]					
58	[REDACTED]					
59	[REDACTED]					
60	[REDACTED]					
61	[REDACTED]					
62	[REDACTED]					
63	[REDACTED]					
64	[REDACTED]					
65	[REDACTED]					
66	[REDACTED]					
67	[REDACTED]					
68	[REDACTED]					
69	[REDACTED]					
70	[REDACTED]					
71	[REDACTED]					
72	[REDACTED]					
73	[REDACTED]					
74	[REDACTED]					
75	[REDACTED]					
76	[REDACTED]					
77	[REDACTED]					
78	[REDACTED]					
79	[REDACTED]					
80	[REDACTED]					
81	[REDACTED]					
82	[REDACTED]					
83	[REDACTED]					
84	[REDACTED]					
85	[REDACTED]					
86	[REDACTED]					
87	[REDACTED]					
88	[REDACTED]					
89	[REDACTED]					
90	[REDACTED]					
91	[REDACTED]					
92	[REDACTED]					
93	[REDACTED]					
94	[REDACTED]					
95	[REDACTED]					
96	[REDACTED]					
97	[REDACTED]					
98	[REDACTED]					
99	[REDACTED]					
100	[REDACTED]					

