

Controle uitgangspunten hydraulische belastingen Keersluis Den Oever

Project Afsluitdijk






Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud
Zaaknummer: 31091279

Documentnummer: ASD-RAP-0898
 Revisie: A
 Status: Definitief
 Datum: 04-nov-2019

Werkpakket: 0.03.07-Ontwerpen Keersluis Den Oever UO-Fase
 Object: 1.03.02-Keersluis Den Oever

© Niets uit dit rapport en / of dit ontwerp mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt en / of overhandigd aan derden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Levvel EPC.

Opgesteld door:   04.11.2019 Paraaf: 	Gecontroleerd door:   04.11.2019 Paraaf: 	Vrijgegeven door:   04.11.2019 Paraaf: 
--	--	--

Revisie	Datum	Toelichting
0.01	18-10-2019	Interne beoordeling
0.02		
A		

Beheer: De meest recente revisie in het DMS is geldend.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Conclusie.....	4
2	Waterstanden, vervallen en ontwerpgolfcondities	5
2.1	Karakteristieke waarden	5
2.2	Waterstanden bij ijsbelasting	6
2.3	Vervallen en laagwaterstanden.....	6
2.4	Ontwerpgolfcondities.....	7
2.4.1	Waddenzeezijde	7
2.5	Lage laagwaterstanden.....	7
2.5.1	IJsselmeerzijde	11
3	Belastingen.....	12
3.1	Deurhoogte keersluis	12
3.2	Constructie	12
3.2.1	Belastingen UGT.....	12
3.3	Puntdeuren	13
3.3.1	Puntdeuren UGT	13
3.3.2	Puntdeuren vermoeiing	13
3.3.3	Puntdeuren langskracht passerende scheepvaart.....	14
3.3.4	Puntdeuren verticale belasting op bovenste gording.....	14
3.3.5	Puntdeuren operationeel: F13 Windgolfbelasting.....	16
3.3.6	Puntdeuren operationeel: F21 Toegevoegd massatraagheidsmoment versnelde deurbeweging	16
3.3.7	Puntdeuren operationeel: F22 Stromingsweerstand eenparige deurbeweging	17
3.3.8	Puntdeuren operationeel: F23 Golfweerstand	18
3.3.9	Puntdeuren operationeel: F24 Kasweerstand.....	18
3.4	Operationele belasting aandrijfmechanisme noodsluitsysteem	19
3.5	Operationele belasting aandrijfmechanisme nivelleerschuiф	19
3.5.1	Maximaal statisch verval bij bewegen nivelleerschuiф.....	19
3.5.2	Golfbelasting aandrijfsysteem nivelleerschuiф	20
3.6	Droogzetschotten	20
3.7	Realisatiefase.....	21
3.7.1	Hydraulische belastingen	21

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Onderdeel van het project Afsluitdijk is de aanleg van een nieuwe keersluis voor de schutsluis van Den Oever. Het betreft object 1.03.2-Keersluis Den Oever. Tot en met september 2019 is i.v.m. de consistentie gerekend met ASD-UNO-0026 versie B.03 d.d. 12 december 2018. Recent is versie D van ASD-UNO-0026 vastgesteld (versie 12 september, vrijgegeven op 10 oktober 2019). Dit rapport geeft inzicht in de verschillen tussen de gehanteerde uitgangspunten in de ontwerprapporten van de Keersluis Den Oever en versie D van de UNO-0026 en een deskundig oordeel of het noodzakelijk is het ontwerp als gevolg van die verschillen nog aan te passen.

Voor de afleiding van de waarden in dit rapport wordt verwezen naar ASD-UNO-0026 versie D en de daarin opgenomen bijlagen.

1.2 Conclusie

Na de uitgevoerde verschil-analyse in hoofdstukken 2 en 3 is de conclusie:

Samenvattende conclusie	
Geotechniek	<p>Waterstanden bij ijsbelasting zijn gemiddeld beschouwd, wordt in bouwfase negatiever. Betreft echter voor het ontwerp geen maatgevende situaties;</p> <p>Laagwater wijkt sterk af met het ontwerp, betreft maatgevende situatie in tijdelijke situatie conform BER-0157 Berekeningsnota DO Bouwkuipen Keersluis Den Oever;</p> <p>Golfcondities verschillen minimaal.</p> <p>Maatgevende situaties, verzadigd grondlichaam, blijft voor permanente situatie onveranderd en maatgevend.</p> <p>Bouwkuip met veranderde maatgevende situaties blijven met ruime U.C. waarschijnlijk voldoen. Hele rapport BER-0157 Berekeningsnota DO Bouwkuipen Keersluis Den Oever moet worden nagelopen.</p>
Beton	<p>De indicatieve oplegkracht tijdens droogzetten op oplegging beton dient te worden her-berekend in UO fase.</p> <p>Verder zijn er geen gevolgen gevonden voor het ontwerp beton.</p>
Staal	<ul style="list-style-type: none"> • UGT Nazicht <ul style="list-style-type: none"> ○ Max verval: OK ○ Golven: OK ○ Opwippen → nadere beschouwing nodig • Vermoeiing <ul style="list-style-type: none"> ○ Vermoeiing door golven is niet beschouwd. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesloten stand Niet beschouwd. Deuren zijn slechts 12 keer per jaar voor korte tijd gesloten.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Open stand Er werd aangenomen dat het waterniveau voor en achter de deur tgv windgolven gelijk is. ○ Vermoeiing door schepen vergt extra verduidelijking.
Werktuigbouw	De wijzigingen zijn geen aanleiding voor aanpassing van het ontwerp
Bodembescherming	Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het ontwerp niet wijzigt als gevolg van de in oktober geactualiseerde hydraulische randvoorwaarden in ASD-UNO-0026 versie B. Het aanpassen van de ontwerprapporten voor de bouwkuipen en het beton (consistentie dossier RWS en IL&T) heeft een substantieel effect op de planning.

2 Waterstanden, vervallen en ontwerpcondities

2.1 Karakteristieke waarden

Karakteristieke waterstanden bij Den Oever zijn gegeven in Tabel 5-1 .

Tabel 5-1 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Karakteristieke waterstanden (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019)

Waterstand	Den Oever [m t.o.v. NAP]	Referentie
Gemiddeld springtij	+0,80 / -0,80	(Rijkswaterstaat, 2013), pagina 34 en 35
Gemiddeld tij	+0,74 / -0,74	(Rijkswaterstaat, 2013), pagina 34 en 35
LAT (laagste astronomische getij)	-1,15	(Rijkswaterstaat, 2013), pagina 34 en 35
1x jaar Waddenzee	+2,50 / -1,80	(Rijkswaterstaat, 2013), pagina 34 en 35
Streefpeil IJsselmeer	-0,20 (zomer),- 0,40 (winter)	(Rijkswaterstaat, 2017a), Tabel 5

Conclusie op basis van deskundig oordeel

Conclusie	
Geotechniek	Gehanteerde wijkt niet af
Beton	Maatgevend lage waterstand scheepvaart (MHWS) is aangenomen op -1,15 NAP. Onderkant prefab schorten is aangehouden op -2,15 NAP. De rest is niet relevant voor het ontwerp beton.
Staal	Niet relevant voor het ontwerp van de puntdeuren. Enkel waterstandsverschillen voor en achter de deur zijn van belang.
Werktuigbouw	Niet relevant voor het ontwerp van het bewegingswerk. Enkel de waterstand bij sluitcriterium (NAP +2,10 m) is relevant.

Bodembescherming Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

2.2 Waterstanden bij ijsbelasting

Tabel 5-2 Overzicht maatgevende waterstanden voor ijsbelasting Waddenzeezijde en IJsselmeerzijde Den Oever (ontbreekt in versie B 0.3).

Controle				
	Lage ontwerp waterstand ijsbelasting [m+NAP]	Hoge ontwerp waterstand ijsbelasting [m+NAP]	Lage ontwerp waterstand ijsbelasting [m+NAP]	Hoge ontwerp waterstand ijsbelasting [m+NAP]
Waddenzeezijde	-1,15	4,34	-1,15	4,74
IJsselmeerzijde	-0,4	1,0	-0,4	1,6

Conclusie op basis van deskundig oordeel

Conclusie	
Geotechniek	Waterstanden wijken sterk af. IJsselbelasting is als calamiteit beschouwd bij gemiddeld (hoog) tij o.b.v. BER-0157 Berekeningsnota DO Bouwkuipen Keersluis Den Oever. Invloed op het huidige ontwerp zal minimaal zijn, maatgevend betreft verval en verzadigd grondlichaam.
Beton	In het definitiefontwerp revisie B, is de hoge ontwerpwaterstand 4,74+ NAP gecombineerd met ijs belasting meegenomen in de berekening (wijziging is vermeld). Lage ontwerpwaterstand geeft geen maatgevende wapening ontwerpkrachten.
Staal	Voor de IJsselbelasting is er gerekend met een simultaan optredend positief verval van: - ontwerp deuren: +6.47mNAP / -0.61 mNAP - lastendaling naar civiel: +4.74mNAP / -0.61 mNAP In bovenstaande tabel wordt +4.74 mNAP/1.6mNAP opgegeven. Dit is een lagere belasting als waarmee gerekend is en is dus OK, zowel voor staal als civiel.
Werktuigbouw	Niet relevant voor het ontwerp van het bewegingswerk, ijsbelasting wordt niet in rekening gebracht.
Bodembescherming	Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

2.3 Vervallen en laagwaterstanden

De vervallen Waddenzee - IJsselmeer en IJsselmeer - Waddenzee worden gegeven in Rijkswaterstaat, 2017a, Bijlage E.2. De resultaten zijn te vinden in Tabel 6-18 en Tabel 6-19 in Bijlage 3 van ASD-UNO-0026 versie D.

Na controle met versie B.03 van 12 december 2018:

Conclusie	
Geotechniek	Geen verschil tussen BER-0157 en UNO-0026
Beton	Idem als hieronder vermeld bij staal
Staal	Het maximaal verval waarmee destijds is gerekend is ongewijzigd gebleven (+6.47mNAP / -0.61m NAP). Er zijn dus geen wijzigingen voor het ontwerp.
Werktuigbouw	Geen verschillen, waterstand bij openen/sluiten is nog steeds sluitcriterium (NAP +2,10 m), er is dan geen verval.
Bodembescherming	Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

2.4 Ontwerpgolfcondities

2.4.1 Waddenzeezijde

De golfcondities voor het ontwerp zijn bindend voorgeschreven in (Rijkswaterstaat, 2017a), Bijlage E.1.1. De WOG 7.0 heeft niet geleid tot wijzigingen.

2.5 Lage laagwaterstanden

De lage laagwaterstanden behorende bij bepaalde overschrijdingsfrequenties (kans dat waterstand lager is) zijn gegeven in tabel 5-3 voor het IJsselmeer en de Waddenzee in Den Oever. De waarden zijn gegeven voor het zichtjaar 2020, omdat voor andere zichtjaren mag niet gerekend worden met zeespiegel- en meerpeilstijging indien dit een gunstig effect heeft (WOG LLW).

Tabel 5-3 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Lage laagwaterstanden Den Oever. Bron: 11201202-004-HYE-0001-v0.2-r. Randvoorwaarden zijn opgelegd door WOG LLW (laag laagwater).

zichtjaar	2020				
overschrijdingsfrequentie (1/x jaar)	1	10	100	1000	10000
Laagwaterstanden Waddenzeezijde Den Oever [m +NAP]	-1,65	-2,05	-2,5	-2,9	-3,35
Laagwaterstanden IJsselmeerzijde Den Oever [m +NAP]	-0,75	-1,1	-1,4	-1,7	-2,0

Na controle met versie B.03 van 12 december 2018:

Conclusie	
Algemeen	De laagwaterstanden worden voor alsnog niet gehanterd voor bijv. de peilmeetbuizen die worden voorzien. Het minimale niveau wordt op NAP-1,75m aangehouden. Eventuele lagere waterstanden worden niet geregistreerd.
Geotechniek	1/10.000 bijna een meter lager – maar Laag water is niet maatgevend voor het ontwerp van de hoofdconstructie. Voor de berekening van de funderingen moet de impact op berekening ASD-RAP-0157 beschouwd worden, hetgeen ca. 4 weken tijd gaat kosten. Heeft geen impact op het ontwerp zelf.

Beton	Onderkant prefab schorten van kadeconstructie is aangehouden op -2,15 NAP. Kan nog aangepast naar -1,1 m -1,0 m = -2,1m NAP. Het verschil is te verwaarlozen.
Staal	Niet relevant voor het ontwerp van de puntdeuren.
Werktuigbouw	Niet relevant voor het ontwerp van het bewegingswerk
Bodembescherming	Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

In versie B0.3 is onderstaande tabel opgenomen in Bijlage 4,

Tabel **Error! No text of specified style in document.**..1 Waterstanden en vervallen voor hoogwater Waddenzee - laagwater IJsselmeer

Hoogwater Waddenzee - laagwater IJsselmeer													
Zichtjaar (scenario)	2020 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)		
Peilstijging Waddenzee [m]	0,07					1,05					1,05		
Peilstijging IJsselmeer [m]	0,00					0,60					0,60		
Den Oever	2020 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)		
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	
Waterstand Waddenzee [m t.o.v. NAP]	2,57	3,91	4,08	4,48	5,00	3,55	4,89	5,06	5,46	5,98	4,04	5,38	
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	-0,62	-0,94	-0,98	-1,09	-1,21	-0,01	-0,34	-0,38	-0,49	-0,61	-0,01	-0,34	
Verval [m]	3,19	4,85	5,06	5,57	6,21	3,56	5,23	5,44	5,95	6,59	4,05	5,72	

Tabel **Error! No text of specified style in document.**..2 Waterstanden en vervallen voor hoogwater IJsselmeer - laagwater Waddenzee

Hoogwater IJsselmeer - laagwater Waddenzee													
Zichtjaar (scenario)	2020 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)					2120 (KNMI W+)		
Peilstijging Waddenzee	0,07					0,67					0,67		
Peilstijging IJsselmeer	0,00					0,60					0,60		
Den Oever (regressie)	Zichtjaar 2020 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)		
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	-0,30	-0,14	-0,12	-0,07	0,01	0,30	0,46	0,48	0,53	0,61	0,30	0,46	
Waterstand Waddenzee [m t.o.v. NAP]	-1,50	-2,28	-2,39	-2,66	-3,03	-0,90	-1,68	-2,39	-2,06	-2,43	-0,90	-1,68	
Verval [m]	1,20	2,14	2,27	2,59	3,04	1,20	2,14	2,87	2,59	3,04	1,20	2,14	
Den Oever (advies)	Zichtjaar 2020 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)					zichtjaar 2120 (KNMI W+)		
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	1/200	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	0,33	0,79	0,85	0,99	1,21	0,93	1,39	1,45	1,59	1,81	0,93	1,39	
Waterstand Waddenzee [m t.o.v. NAP]	-0,88	-1,35	-1,42	-1,60	-1,83	-0,28	-0,75	-0,82	-1,00	-1,23	-0,28	-0,75	
Verval [m]	1,21	2,14	2,27	2,59	3,04	1,21	2,14	2,27	2,59	3,04	1,21	2,14	

Tabel 5-4 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Ontwerpgolfcondities aan de Waddenzeezijde voor uitvoerlocatie 29, de keersluizen bij Den Oever uitgaande van Havendam configuratie A.

Hydraulische condities Den Oever uitvoerlocatie 29						
Frequentie		1/1 per jaar*				
Scenario	Zichtjaar	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m t.o.v. NAP]
KNMI W+	2020	0,50	1,89	1,74	311	2,30
KNMI W+	2120	0,57	2,43	2,68	317	3,27
Veerman	2120	0,53	2,57	2,83	323	3,69
Frequentie		1/100 per jaar				
		H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m t.o.v. NAP]
KNMI W+	2020	0,94	2,86	3,77	321	3,70
KNMI W+	2120	0,97	3,09	3,40	319	4,70
Veerman	2120	1,01	3,17	3,48	314	5,10
Frequentie		1/1.000 per jaar				
		H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m t.o.v. NAP]
KNMI W+	2020	1,09	3,12	4,15	321	4,40
KNMI W+	2120	1,14	3,38	3,72	322	5,30
Veerman	2120	1,15	3,50	3,86	322	5,90
Frequentie		1/10.000 per jaar				
		H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m t.o.v. NAP]
KNMI W+	2020	1,25	3,36	4,55	321	4,90
KNMI W+	2120	1,32	3,59	3,95	322	5,90
Veerman	2120	1,38	3,71	4,09	322	6,50

* waterstanden en golven op basis van extrapolatie voor de situatie met alle havendammen (Havendamconfiguratie 'huidig'). Extrapolatie is lineair gedaan met de terugkeerfrequenties op een log schaal.

Na controle met versie B.03 van 12 december 2018:

Conclusie	
Geotechniek	Golfcondities verschillen minimaal met gehanteerde in BER-0157 invloed zal minimaal zijn.
Beton	Geen invloed, Maatgevende oplegkrachten zijn reeds gemodelleerd voor beton.

Staal	De laagwaterstanden zijn niet relevant voor het ontwerp van de puntdeuren.
Werktuigbouw	1/1 jaar golfcondities komen overeen met in BER-0178 gehanteerde condities
Bodembescherming	Geen wijzigingen ten opzichte van de UNO-0007 en daarmee de ONO-0033.

2.5.1 IJsselmeerzijde

De hydraulische belasting vanuit het IJsselmeer tijdens storm condities wordt niet behandeld in dit uitgangspuntenrapport.

3 Belastingen

3.1 Deurhoogte keersluis

Tabel 6-3 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Berekende deurhoogtes keersluis Den Oever voor de KNMI W+ en Veerman scenario's voor het zichtjaar 2120 inclusief toeslag voor autonome bodemdaling

Scenario	Bodem niveau 2020 [m t.o.v. NAP]	Bodem niveau 2120 [m t.o.v. NAP]	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	h _{deur} [m t.o.v. NAP]	h _{deur,correctie} [m t.o.v. NAP]
KNMI W+	-5	-5,10	5,9	1,32	3,59	6,40	6,50
Veerman	-5	-5,10	6,5	1,38	3,71	7,00	7,10

Na controle met versie B.03 van 12 december 2018:

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Geen wijziging t.b.v. de huidige bodem niveau van -5.0 m NAP
Staal	De deurhoogte ligt nu op +6.55 mNAP. Deze waarde was overgenomen uit het voorontwerp. Volgens Veerman hebben is er een hogere deurhoogte nodig (+7.1mNAP). Volgens hetgeen beschreven staat in §4.2.1. dient voor het bepalen van de hoogtes van de afsluitmiddelen Veerman niet beschouwd te worden. +6.55mNAP lijkt dus nog steeds OK.
Werktuigbouw	Niet relevant voor bewegingswerk
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.2 Constructie

3.2.1 Belastingen UGT

Voor de extreme belastingen (overschrijdingsfrequentie 1/10.000 per jaar) worden zowel de Veerman en KNMI W+ scenario's beschouwd. Het Veerman scenario wordt toegepast op de moeilijke/niet-ervangbare constructie elementen. Dit zijn o.a. de funderingen, betonconstructies en de afsluitmiddelen (maar niet de hoogtes). Het KNMI W+ scenario zijn voor de overige constructieonderdelen van toepassing.

Hydraulische golfbelastingen

Tabel 6-4 ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Maatgevende belastingen voor de keersluizen bij Den Oever, KNMI W+ en Veerman scenario's

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting W+	Golfbelasting Veerman
			ULS - 1	ULS - 2
niveau waterlijn	h ₁	m t.o.v. NAP	5,90	6,50

niveau kruin	h_2	m t.o.v. NAP	7,00	7,00
onderkant constructie / bodem	h_3	m t.o.v. NAP	-5,10	-5,10
Druk op waterniveau	P_1	kN/m^2	14,60	15,26
Druk op kruinniveau	P_2	kN/m^2	10,17	13,25
Druk onderkant constructie	P_3	kN/m^2	1,67	1,83
Totale horizontale golfbelasting	$F_{\text{horizontaal}}$	kN/m^1	103,1	106,3

Conclusie	
Geotechniek	Alleen voor bouwkuip van belang en deze is getoetst met 67 kN/m^1 maar waterlijn bedraagt dan NAP + 3,24 m. Inschatting dat aanname van 67 kN/m^1 voldoende conservatieve aanname is.
Beton	Gerekend met $F_{\text{horizontaal}} = 103 \text{ kN/m}$, Voor de beton onderdelen dient te worden gerekend met Scenario Veerman waarbij $F_{\text{horizontaal}} = 106,3 \text{ kN/m}$. wijziging heet gen invloed op de resultaten.
Staal	De golfdrukken op basis van Veerman zijn beschouwd in het deurontwerp. De gehanteerde waarden in het ontwerp voor p_1 , p_2 en p_3 bedragen 15/13/2 kN/m^2 . Deze zijn nu iets hoger geworden, namelijk 15,26/13.25/1.83 kN/m^2 . Deze toename is verwaarloosbaar (1.5%).
Werktuigbouw	Niet relevant voor bewegingswerk
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3 Puntdeuren

3.3.1 Puntdeuren UGT

De UGT belasting op de puntdeuren door quasi-statische golfdruk is dezelfde belasting als gegeven in paragraaf 3.2.1. Enkel zal een deel van de drukfiguur boven de bovenkant van de puntdeuren liggen. Dit deel van het drukprofiel kan dan weggelaten worden.

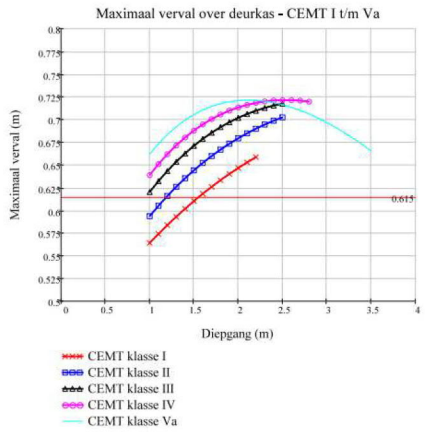
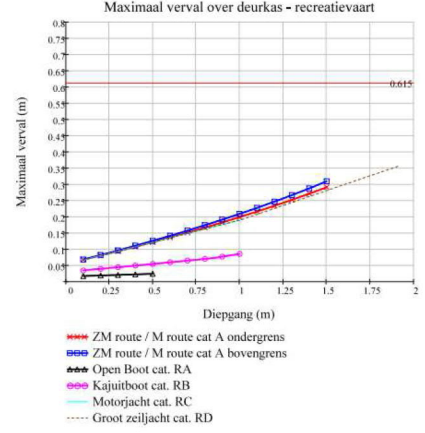
3.3.2 Puntdeuren vermoeiing

De golfbelastingen ten behoeve van de vermoeiingsberekeningen zijn bepaald in ASD-BER-0286, bijlage 1.9 (Levvel, 2019a). Geen wijziging.

3.3.3 Puntdeuren langskracht passerende scheepvaart

Tabel 6-5 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Verval over puntdeuren bij passeren scheepvaart

Belasting	Maximaal verval over de deur
Waterstand NAP +1,8 meter (vasthoudkracht)	0,725 m
Belasting bij gemiddelde waterstand (vermoeiing)	0,615 m

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing voor beton
Staal	<p>Volgende belastingen zijn beschouwd voor het deurontwerp (ASD-UNO-0018):</p> <ul style="list-style-type: none"> - voorbijvaren binnenvaart en zeevaart: <ul style="list-style-type: none"> • een hydrostatisch waterpeilverschil van 0.725m • 3135 passages per jaar - voorbijvaren recreatievaart (ASD-RAP-0286): <ul style="list-style-type: none"> • een hydrostatisch waterpeilverschil van 0.3m • 30150 passages per jaar
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="511 1134 933 1564">  <p>Maximaal verval over deurkas - CEMENT t/m Va</p> <p>Y-axis: Maximaal verval (m) X-axis: Diepgang (m)</p> <p>Legend: ■ CEMENT klasse I ■ CEMENT klasse II ■ CEMENT klasse III ■ CEMENT klasse IV ■ CEMENT klasse Va</p> </div> <div data-bbox="950 1134 1372 1564">  <p>Maximaal verval over deurkas - recreatievaart</p> <p>Y-axis: Maximaal verval (m) X-axis: Diepgang (m)</p> <p>Legend: ■ ZM route / M route cat A ondergrens ■ ZM route / M route cat A bovengrens ■ Open Boot cat. RA ■ Kajuutboot cat. RB ■ Motorjacht cat. RC ■ Groot zeiljacht cat. RD</p> </div> </div> <p>Vermoeiing van de puntdeuren dient nog aan de berekeningsnota te worden toegevoegd, heeft geen impact op de uitkomsten.</p>
Werktuigbouw	Alleen relevant voor grendelpen zelf, niet voor aandrijving (cilinder) grendelpen
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.4 Puntdeuren verticale belasting op bovenste gording

Tabel 6-6 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Golfklapbelasting bovenste gording, conform ASD-NOT-0443.

Belasting	Golfklap: kracht per strekkende meter deur
Golfklap 1/1 per jaar bij NAP + 2,1 meter	0 kN/m
Golfklap 1/10 per jaar bij NAP + 2,1 meter 0.1% kans van overschrijden	30,4 kN/m
Golfklap 1/100 per jaar bij NAP + 2,1 meter 0.1% kans van overschrijden	40,4 kN/m
Golfklap 1/1.000 per jaar bij NAP + 2,1 meter 0.1% kans van overschrijden	42,2 kN/m
Golfklap 1/10.000 per jaar bij NAP + 2,1 meter 0.1% kans van overschrijden	46,5 kN/m

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	In het ontwerp van beton is rekening gehouden maatgevende resultaten opleg krachten van de deur.
Staal	<p>Momenteel is het verticaal evenwicht van de deur geverifieerd onder maximaal verval in combinatie met een opwippende kracht van 59.1 kN/m. In bovenstaande tabel staan lagere belastingen opgegeven, maar eveneens bij een waterstand van NAP +2.1m? Wil dit dan zeggen dat dit de situatie is waarbij de deuren gesloten zijn zonder dat er een verval op staat? In dit geval is de deur nog niet opgespannen ter hoogte van de drukstoelen waardoor we ook niet over de gunstig werkende wrijvingskracht beschikken. Enkel het eigengewicht van de deur kan dan weerstand bieden. Deze situatie lijkt mij onrealistisch aangezien we bij deze lage waterstand de golven niet tegen de bovenregel kunnen opspatten.</p> <p>We bekommen dan onderstaande controle:</p> $1.5 \times 59.1 \text{ kN/m} \times 8.5 \text{ m} / (0.9 \times 600 \text{ kN}) = 753 \text{ kN} / 540 \text{ kN} = 140\%$
Werktuigbouw	Niet relevant voor bewegingswerk
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

Tabel 6-7 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Verticale stromingsbelasting door orbitaalbeweging van de golf per strekkende meter deur (maatgevende combinatie waterstand/golfhoogte)

Belasting	Stroming: totale cyclische* verticale kracht per strekkende meter deur. Breedte gording 0,863 meter.
Stroming 5x per jaar	+/- 15,6 kN/m
Stroming 1/1 per jaar	+/- 16,5 kN/m
Stroming 1/10 per jaar	+/- 11,5 kN/m
Stroming 1/100 per jaar	+/- 9,6 kN/m
Stroming 1/1.000 per jaar	+/- 8,6 kN/m
Stroming 1/10.000 per jaar	+/- 8,4 kN/m

* de krachten opgenomen in deze tabel treden 2 maal per golfperiode op, een maal positief en een maal negatief.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	In het ontwerp van beton is rekening gehouden maatgevende resultaten opleg krachten van de deur.
Staal	Deze belasting is nog niet beschouwd. Deze lijkt nergens maatgevend te zijn.
Werktuigbouw	Niet relevant voor bewegingswerk
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.5 Puntdeuren operationeel: F13 Windgolfbelasting

Tabel 6-8 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) F13 Windgolfbelasting 1/1 per jaar, puntdeur tijdens beweging (ontwerp bewegingswerk)

	Golfpiek Bij NAP +2,1 meter		Golfdal Bij NAP +1,8 meter	
	Sluittijd 60s (1/1 per jaar)	Sluittijd 90s (1/1 per jaar)	Sluittijd 60s (1/1 per jaar)	Sluittijd 90s (1/1 per jaar)
Kracht die 2x per schuifbeweging optreedt [kN/m]	12.9 kN/m	13.9 kNm	-10.2 kN/m	-11.0 kN/m

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	In het ontwerp van beton is rekening gehouden maatgevende resultaten opleg krachten van de deur.
Staal	Voor het staal is gerekend met de maximale overstortkracht van de vijzel. Deze kracht is dus niet van belang. Zolang de overstortkracht ongewijzigd blijft heeft dit geen invloed op het ontwerp van de deuren.
Werktuigbouw	Belastingen komen overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.6 Puntdeuren operationeel: F21 Toegevoegd massatraagheidsmoment versnelde deurbeweging

Tabel 6-9 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Toegevoegd massatraagheidsmoment versnelde deurbeweging

Belasting	Moment ten opzichte van draaipunt deur*
F21 Toegevoegd massatraagheidsmoment Vrijwel gesloten deur (nabij hart vaarweg)	+/- 37,2 kNm

Hoekversnelling: +/- 0,22 deg/s ²	
F21 Toegevoegd massa traagheidsmoment Vrijwel geopende deur (nabij deurkas) Hoekversnelling: +/- 0,22 deg/s ²	+/- 54,6 kNm
F21 Toegevoegd massa traagheidsmoment Noodstop Hoekversnelling: -0,37 deg/s ²	- 62 kNm

* Positieve waarden werken tegen de draairichting van de deur in. Negatieve waarden werken met de draairichting van de deur mee.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	@Dieter Gevaert: Voor het staal is gerekend met de maximale overstortkracht van de vijzel. Deze kracht is dus niet van belang. Zolang de overstortkracht ongewijzigd blijft heeft dit geen invloed op het ontwerp van de deuren.
Werktuigbouw	Belastingen komen overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.7 Puntdeuren operationeel: F22 Stromingsweerstand eenparige deurbeweging

Tabel 6-10 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Stromingsweerstand eenparige deurbeweging

Belasting	Moment ten opzichte van draaipunt deur*
F22 Stromingsweerstand Eenparig Hoeksnelheid: 1.1 deg/s	3,13 kNm

* Positieve waarden werken tegen de draairichting van de deur in. Negatieve waarden werken met de draairichting van de deur mee.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	In het ontwerp van beton is rekening gehouden met de maatgevende oplegkrachten van de deur.
Staal	Voor het staal is gerekend met de maximale overstortkracht van de vijzel. Deze blijft ongewijzigd
Werktuigbouw	Belastingen komen overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.8 Puntdeuren operationeel: F23 Golfweerstand

Tabel 6-11 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Golfweerstand

Belasting	Moment ten opzichte van draaipunt deur*
Golfweerstand bij openen deur	180 kNm
Golfweerstand bij sluiten deur (door waterstandsverhoging in de kolk)	236 kNm

* Positieve waarden werken tegen de draairichting van de deur in. Negatieve waarden werken met de draairichting van de deur mee.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	@Dieter Gevaert: Voor het staal is gerekend met de maximale overstortkracht van de vijzel. Deze kracht is dus niet van belang. Zolang de overstortkracht ongewijzigd blijft heeft dit geen invloed op het ontwerp van de deuren.
Werktuigbouw	Belastingen komen overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.3.9 Puntdeuren operationeel: F24 Kasweerstand

Tabel 6-12 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Kasweerstand

Belasting	Moment ten opzichte van draaipunt deur*
Bovengrensbenadering Kasweerstand	315,5 kNm (sluiting bij max hoeksnelheid)
Openen sluisdeur (van stormstand naar kas)	50 kNm (numerieke benadering)
Sluiten sluisdeur (van kas naar stormstand)	-61,3 kNm (numerieke benadering)

* Positieve waarden werken tegen de draairichting van de deur in. Negatieve waarden werken met de draairichting van de deur mee.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	In het ontwerp van beton is rekening gehouden de maatgevende oplegkrachten van de deur.
Staal	@Dieter Gevaert: Voor het staal is gerekend met de maximale overstortkracht van de vijzel. Deze kracht is dus niet van belang. Zolang de overstortkracht ongewijzigd blijft heeft dit geen invloed op het ontwerp van de deuren.
Werktuigbouw	Belasting komt overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178 (bovengrensbenadering)

Bodembescherming Niet van toepassing op bodembescherming

3.4 Operationele belasting aandrijfmechanisme noodsluitsysteem

Tabel 6-13 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Operationele belasting aandrijfmechanisme noodsluitsysteem

Belasting	Moment ten opzichte van draaipunt deur*
F21 Stromingsweerstand versnelling	+/- 3,96 kNm (vrijwel geopende deur) +/- 2,7 kNm (vrijwel gesloten deur)
F22 Stromingsweerstand eenparige beweging	0,02 kNm (verwaarloosbaar)
F23 Golfweerstand	13,04 kNm (golfweerstand) 113 kNm (waterstandsverhoging in kolk)
F24 Kasweerstand	1,66 kNm

* Positieve waarden werken tegen de draairichting van de deur in. Negatieve waarden werken met de draairichting van de deur mee.

In overleg met ontwerper van het noodsluitmechanisme is besloten om voorlopig de golfbelasting aan te houden behorende bij de normale sluitoperatie. Indien de golfhoogte op het moment van noodsluiting hoger is dan bij normale sluiting dient hier een losse berekening voor gemaakt te worden. Dit is mede afhankelijk van het proces rondom noodsluiting en wordt nader uitgewerkt in de volgende versie van de UNO.

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	De ankerpunten zijn momenteel berekend voor een UGT belasting van 500kN op basis van ASD-ONO-0031. DE UGT wordt niet groter dan 500kN
Werktuigbouw	Belastingen komen overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.5 Operationele belasting aandrijfmechanisme nivelleerschuiif

De nivelleerschuiten kennen twee operationele scenario's;

1. Inlaten water voorafgaand aan bewegen deur (nivelleren)
2. Inlaten water om kolk op peil te houden tijdens storm bij een Waddenzeepeil tussen NAP + 2,1m en NAP + 4,15m

3.5.1 Maximaal statisch verval bij bewegen nivelleerschuiif

Tabel 6-14 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Operationele vervalbelasting nivelleerschuiif keersluis DOV

Scenario	Waterstand Waddenzee [NAP + meter]	Waterstand Kolk [NAP + meter]	Verval [meter]
Inlaten water tijdens storm	4,15	2,10	2,05

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	Er is gerekend met een representatieve instelwaarde van de cilinderkracht van 17.6 kN (ASD-BER-0178). Zolang deze niet wijzigt heeft dit geen invloed op het ontwerp van de puntdeuren.
Werktuigbouw	Het in BER-0178 gehanteerde verval is op basis van $4,05 - 2,10 = 1,95$ m. Een verval van 2,05 in rekening brengen geeft een minimale verhoging van de cilinderkracht van ongeveer 2%.
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.5.2 Golfbelasting aandrijfsysteem nivelleerschuiif

De operationele golfbelastingen op de nivelleerschuiif is opgenomen in tabel 6-15.

Tabel 6-15 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Operationele golfbelasting nivelleerschuiif keersluis DOV (golftop)

Scenario	Waterstand [NAP + m]	Golfhoogte Hm0 [m]	Kracht [kN/m]
1/10000 per jaar	4,15 *	1,38	8,44
1/10000 per jaar bij lage waterstand	2,6	1,2	7,54

* golfhoogte opgelegd bij lagere waterstand dan volgt uit HR 6.2 bijlage E.1.1

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	Er is gerekend met een representatieve instelwaarde van de cilinderkracht van 16.7 kN (ASD-BER-0178). Zolang deze niet wijzigt heeft dit geen invloed op het ontwerp van de puntdeuren.
Werktuigbouw	Belasting komt overeen met belastingen gehanteerd in BER-0178 (8,44 kN/m)
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming

3.6 Droogzetschotten

Ten behoeve van het plaatsen van droogzetschotten zijn conform SYS-2217 voorzieningen getroffen in het betonwerk. De droogzetschotten zelf zijn vooralsnog niet voorzien.

Indicatie oplegkracht per oplegging droogzetschot op basis van hydrostatische druk (dus excl. golfbelasting);

- Hoogte schot NAP + 2,5m (cf. droogzetschotten BS Spui DOV)

- Ontwerpwaterstand NAP + 2,5 m (bovenkant schot cf. droogzetschotten BS Spui DOV)
- Onderkant schot NAP -4,75 meter (bodem kolk)

De indicatieve kracht per strekkend meter droogzetschot is:

$F_{\text{horizontaal}} = 265 \text{ kN / meter schot}$ (hydrostatische druk van NAP +2,5 m tot bodem)

Detailberekening oplegkracht droogzetschotten afhankelijk van detaillering droogzetschot. Nadere uitwerking in UO fase.

3.7 Realisatiefase

De hydraulische randvoorwaarden tijdens de realisatie zijn voorgeschreven in Rijkswaterstaat, 2017a en aanbestedingsverklaringen (vraagnummer VR-0143, datum 25 mei 2017). De maatgevende belasting door hoogwater in de uitvoeringsfase is gelijk aan de Hydraulische Randvoorwaarden (HR) met zichtjaar 2020 en een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar. Dit komt doordat in de uitvoeringsfase de schutsluis nog steeds de functie van primaire waterkering heeft. Voor werkzaamheden tijdens de zomerperiode (van 1 april tot 15 oktober) is het voor hoogwater op de Waddenzee toegestaan om de gereduceerde HR te gebruiken, door het verlagen van de maatgevende hoogwaterstanden op de Waddenzee met 1,25 m. Buiten deze reductie moet er rekening gehouden worden met de golfcondities die horen bij een storm met overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 jaar. Volgens de voorgeschreven hydraulische randvoorwaarden (Rijkswaterstaat, 2017a) mogen de golfparameters niet worden verlaagd en blijven deze gelijk aan de uitgangspunten gepresenteerd in de hydraulische condities.

3.7.1 Hydraulische belastingen

Tabel 6-16 (ASD-UNO-0026-D 12-09-2019) Belastingen met een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar voor de bouwphase met zichtjaar 2020

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting W+ Bouwfase - 1 Hoog water	Golfbelasting W+ Bouwfase - 2 Laag water
Frequentie	-	jaar ⁻¹	1/10.000	1/10.000
Druk niveau waterlijn	h ₁	m t.o.v. NAP	4,90	3,65
Druk niveau kruin	h ₂	m t.o.v. NAP	7,00	7,00
Druk onderkant constructie / bodem	h ₃	m t.o.v. NAP	-5,10	-5,10
Druk op waterniveau	P ₁	kN/m ²	14,07	14,35
Druk op kruinniveau	P ₂	kN/m ²	5,48	0,44
Druk onderkant constructie	P ₃	kN/m ²	3,69	4,63

Totale horizontale golfbelasting	F _{horizontaal}	kN/m ¹	109,3	107,9
---	--------------------------	-------------------	-------	-------

Conclusie	
Geotechniek	Niet van toepassing op geotechniek
Beton	Niet van toepassing op beton
Staal	Geen invloed.
Werktuigbouw	Niet relevant voor bewegingswerk
Bodembescherming	Niet van toepassing op bodembescherming