

Uitgangspuntennota Hydraulische belastingen – NSM Spuigroepen Den Oever

Project Afsluitdijk



Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud
Zaaknummer: 31091279

Documentnummer: ASD-UNO-0024
 Revisie: F
 Status: Definitief
 Datum: 02-jun-2020

Werkpakket: 0.05.13-Ontwerpen Nieuwe Spuigroepen Den Oever DO-fase
 Object: 1.05.1 - Spuimiddel 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 Level EPC.

Opgesteld door:	Gecontroleerd door:	Vrijgegeven door:
24.08.2020	24.08.2020	24.08.2020
Paraaf: 	Paraaf: 	Paraaf: 

Revisie	Datum	Toelichting
0.01	19-07-2018	Concept
0.02	08-08-2018	Correctie afwijkende waterstanden, toelichting na interne toetsing
A	27-08-2018	Verwerken interne toetsing en nieuw sjabloon
B	22-okt-2018	Toevoegen hydraulische belasting IJsselmeer en verwijzing naar memo aangaande de vermoeiingsberekeningen.
B.01	24-okt-2018	Concept revisie B ter beoordeling
B.02	05-nov-2018	Correctie tabel 5.3
B.03	12-dec-2018	Reduceren ASD-UNO-0024 tot UGT belastingen
C	28-feb-2019	Definitief
C.01	07-mei-2019	Wijzigen hydraulische randvoorwaarden: - WOG IJsselmeerszijde - Waterstanden Waddenzeezijde Doorvoeren in belastingen: - UGT en realisatie Waddenzeezijde - UGT en realisatie IJsselmeerszijde
C.02	22-okt-2019	nieuwe UNO format toegepast
C.03	11-dec-2019	Conceptversie met geüpdatete berekeningsresultaten
C.04	30-jan-2020	Verwerking commentaar
D	31-jan-2020	Definitief
E	04-mar-2020	Definitief, verwerking laatste commentaarpunten RWS
E.01	27-mei-2020	T.o.v. C.03: - Zichtjaar 2120 toegevoegd in 5.4; - Operationele golfcondities expliciet toegevoegd (5.7); - Belastingen op vleugel- (6.2) en bouwkuipwanden (6.3) toegevoegd; - Niveau bovenkant schuif aangepast in berekening: dit was niveau bovenkant spuikoker, verticale druk op bovenste rib toegevoegd, schetsen verduidelijkt, spleetgrootte aangepast aan roosterpercentage, doorgevoerd in berekeningen (6.4.1); - Update operationele golfbelasting tijdens openen en sluiten (6.4.2); - Excitatie schuif: update a.d.h.v. nu bekende geometrie (6.4.2.5); - Update trillingen door loslating schuif (6.4.3); - Update opdrijfbelasting op horizontale liggers (6.4.4); - Update operationele golfbelastingen schuif (6.4.6); - Update verticale golfbelasting op afdichtrubber (6.4.7); - Update resultaten golfklap spuikoker (0); - Belasting op roosters toegevoegd (0); - Vervalbelasting oplegging droogzetschotten na 2050 toegevoegd (6.7); - Bijlagen bijgewerkt - Bijlage toegevoegd met combinatie golfklap- en vervalbelasting (Bijlage 4)
F	2-juni-2020	Definitief

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

Managementsamenvatting

In deze notitie worden de hydraulische belastingen voor de uiterste grenstoestand (UGT), bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT), vermoeiing en de bouwfase bepaald op de schuiven, spuikokers en droogzetschotten van de NSM Spuigroepen van Den Oever. Voor de uiterste grenstoestand wordt rekening gehouden met een storm met een terugkeerfrequentie van 1/10.000 jaar. Deze storm levert onder andere golfklappen, golfdruk en gewicht door golven. Voor de vermoeiing van de schuiven is rekening gehouden met stormen met terugkeerfrequenties van 1/1, 1/100, 1/1.000 en 1/10.000 jaar.

Verder is er gekeken naar de volgende belastingen:

- Excitatie van de schuiven door stroming
- Mogelijk opdrijven van de schuiven door orbitaal snelheden van golven bij verschillende terugkeerfrequenties
- Verticale belasting op het afdichtrubber
- Op het dak van de spuikoker in UGT-situatie
- Op de gehele constructie in UGT-situatie met open en gesloten schuiven
- Golfdruk op de droogzetschotten bij storm.

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	3
1 Inleiding	6
1.1 Project	6
1.2 Doel van het document	6
1.3 Scope van het document	6
1.4 Leeswijzer van het document	6
2 Randvoorwaarden en uitgangspunten	8
2.1 Contracteisen	8
2.2 Raakvlakken	8
2.3 Project-specifieke documenten (bindend)	8
2.4 Project-specifieke documenten (niet-bindend)	9
2.5 Normen en richtlijnen	10
2.6 Definities en uitgangspunten	10
2.6.1 Definitie schematische weergave krachten	10
2.6.2 Geometrie	11
2.6.3 Overige begrippen en uitgangspunten	12
2.7 Software	12
3 Kenmerken van het ontwerp	13
3.1 Vormgeving	13
3.2 Civiel	13
3.3 Mechanische installaties	13
3.4 Elektrische installaties	13
3.5 RAM-aspecten (betrouwbaarheid, beschikbaarheid en onderhoudbaarheid)	13
3.6 Veiligheid & Gezondheid	13
3.7 Duurzaamheid	13
3.8 Omgeving en milieu	13
3.9 Bediening en Besturing	13
3.10 Test- en keurconcept	13
3.11 Uitvoeringsconcept	13
3.12 Risico's en beheersmaatregelen	13
3.13 Raakvlakken	13
3.14 Toleranties en maatvoering	14
4 Ontwerpscenario	15
4.1 Klimaatscenario	15
4.2 Zichtjaren, ontwerp levensduur en ontwerp frequenties	15
5 Ontwerpcondities: waterstanden, vervallen en golfcondities	16
5.1 Karakteristieke waterstanden	16
5.2 Waterstanden bij ijsbelasting	16
5.3 Vervallen	17
5.4 Lage laagwaterstanden	17
5.5 Combinatie van verval en golf	17
5.6 Ontwerpgolfcondities	17

5.6.1	Waddenzeezijde	17
5.6.2	IJsselmeerzijde	19
5.7	Operationele golfcondities.....	22
5.7.1	Waddenzeezijde	22
5.7.2	IJsselmeerzijde	24
6	Belastingen.....	25
6.1	Constructie algeheel	26
6.2	Vleugelwanden	27
6.2.1	Waddenzeezijde	27
6.2.2	IJsselmeerzijde	28
6.3	Bouwkuipwanden.....	30
6.3.1	Waddenzeezijde	30
6.3.2	IJsselmeerzijde	38
6.4	Schuiven	40
6.4.1	Schuiven UGT	40
6.4.2	Schuiven vermoeiing (FAT)	50
6.4.3	Excitatie – trillen door loslating rond schuif.....	57
6.4.4	Opdrijven	61
6.4.5	Zakken onder eigen gewicht	62
6.4.6	Operationele golfbelasting op schuiven tijdens openen en sluiten.....	63
6.4.7	Verticale belasting op spuischuif	65
6.5	Spuikoker	67
6.5.1	Waddenzeezijde – UGT.....	67
6.5.2	IJsselmeerzijde – UGT	67
6.6	Roosters.....	70
6.6.1	Verticale golfdruk – UGT.....	70
6.6.2	Golfklap op rooster - UGT	70
6.6.3	Opdrijven	70
6.7	Droogzetschotten	73
6.7.1	Droogzetschotten – Horizontale golfdruk	73
6.7.2	Waterstanden tijdens droogzetten tot 2050	75
6.7.3	Waterstanden tijdens droogzetten na 2050	75
Bijlage 1.	Langsdoorsnede NSM Spuigroep.....	76
Bijlage 2.	Waterstanden en vervallen.....	77
Bijlage 3.	Golfklap en golfdruk histogrammen.....	80
Bijlage 4.	Combinatie golfklap- en vervalbelasting.....	86
Bijlage 5.	TIS formulier	88

1 Inleiding

1.1 Project

De Afsluitdijk vormt de scheiding tussen het IJsselmeer en de Waddenzee, is een icoon van de Nederlandse waterbouw en is aangelegd in 1932. De primaire functies van de Afsluitdijk zijn het verzorgen van de waterveiligheid vanuit de Waddenzee en waterafvoer vanaf het IJsselmeer en als bijkomende functie het verzorgen van het wegverkeer tussen de provincies Noord-Holland en Friesland en voor scheepvaartverkeer tussen de Waddenzee en het IJsselmeer.

Vanwege het stijgen van de zeespiegel en het vergroten van de afvoercapaciteit dient de Afsluitdijk te worden versterkt zoals aangegeven in Document "Rijksinpassingsplan Afsluitdijk" de datum januari 2016. Voor deze versterking treedt het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat, Grote Projecten en Onderhoud op als opdrachtgever en Levvel als Opdrachtnemer.

1.2 Doel van het document

Dit rapport heeft als doel de onderbouwing te geven van de nieuwe spuisluizen bij Den Oever. Het uitgangspuntenrapport geeft invulling aan eis ME_0345 Opstellen Systeemspecificatie, zie Figuur 1-1.

ID	Opstellen systeemspecificatie	Bovenliggend	Onderliggend
ME_03002	De Opdrachtnemer dient het systeem zodanig te documenteren in een systeemspecificatie, dat het gehele ontwerpproces volledig inzichtelijk is. In de systeemspecificatie dienen de volgende elementen minimaal te zijn uitgewerkt: a) systeemdefinitie; b) gebruik en werking van het systeem met zijn te leveren functies; c) ontwerpkeuzes inclusief onderbouwing; d) van toepassing zijnde normen en richtlijnen; e) systeemeisen met bijbehorende verificatiemethoden; f) randvoorwaarden m.b.t. de uitvoering en onderhoud van het systeem; g) risico's met beheersmaatregelen.	ME_03001	ME_03145
Eis geldt beginnend op		Eis geldt tot en met	
Contractdatum.		Einddatum.	
Verwijzing ISO 15288:	NEN-ISO-IEC 15288 par. 6.4.3 Architectural Design Process		

Figuur 1-1 Managementspecificaties eis ME_0345

1.3 Scope van het document

In dit uitgangspuntenrapport worden de hydraulische ontwerpuitgangspunten voor het kunstwerk 'Nieuwe spuisluizen Den Oever' vastgelegd ten behoeve van het definitieve ontwerp (DO).

Doelstelling is een samenvatting van de Outputspecificatie, interpretatie van de normen en richtlijnen en uiteenzetting van de ontwerpuitgangspunten.

1.4 Leeswijzer van het document

In de onderstaande tabel wordt aangegeven wat in welke hoofdstukken wordt beschreven. Deze hoofdstukken en paragrafen geven invulling aan de uitgangspunten en randvoorwaarden die gelden voor dit object.

Tabel 1-1 Leeswijzer

Hoofdstuk	Status	Beschrijving
H1 Inleiding	Gereed	Inleiding van het document
H2 Randvoorwaarden en uitgangspunten	Gereed	Samenvatting van randvoorwaarden en uitgangspunten relevant voor dit document. Dit is aanvullend op H4 en H5.
H3 Kenmerken van het ontwerp	Gereed	Samenvatting van de kenmerken die relevant zijn voor dit document
H4 Ontwerpscenario	Gereed	Uitgangspunten in ontwerp scenario
H5 Ontwerpcondities: waterstanden, vervallen en golfcondities	Gereed	Hydraulische ontwerpcondities
H6 Belastingen	Gereed	Hydraulische belastingen op de NSM Spuigroepen Den Oever.
Bijlage 1 Langsdoorsnede NSM spuigroep	Gereed	Tekening met gehanteerde waarden
Bijlage 2 Waterstanden en vervallen	Gereed	Overzicht van de relevante waterstanden en vervallen.
Bijlage 3 Golfklap en golfdruk histogrammen	Gereed	Lastwisselingshistogrammen voor belastingen door golfklappen en golfdrukken voor 1/1, 1/100, 1/1000 en 1/10000 jaar stormen t.b.v. vermoeiingsberekening.

2 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Dit rapport is een beschrijving en onderbouwing van ontwerponderdeel NSM Spuigroepen Den Oever. Voor randvoorwaarden en uitgangspunten met betrekking tot deze rapportage wordt verwezen naar de verschillende uitgangspuntennota's/-rapporten die van belang zijn voor dit rapport.

2.1 Contracteisen

Voor de relevante contracteisen wordt verwezen naar de Ontwerpnota VO Spuimiddel Den Oever, ASD-ONO-0349. De eisen worden aangetoond in bijbehorende verificatierapporten.

2.2 Raakvlakken

Deze nota beschrijft de hydraulische belasting voor het ontwerponderdeel NSM Spuigroepen Den Oever. Er zijn geen raakvlakken met andere onderdelen van het project.

2.3 Project-specifieke documenten (bindend)

De onderstaande tabel bevat de project-specifieke bindende documenten gehanteerd zijn voor dit deze uitgangspuntennota.

Tabel 2-1 Bindende project-specifieke documenten

Nr.	Document	Versie	Datum	Bindend
A.	Deltares, 2013. Hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp van de versterking van de Afsluitdijk, bijlage van [B]		2013	Ja
B.	Rijkswaterstaat, 2019. Hydraulische Randvoorwaarden Afsluitdijk, versie 7.0: Rapport_Hydraulische_Randvoorwaarden_v7.0.pdf	7.0	31-10-2019	Ja
C.	Rijkswaterstaat, 2017a. Zichtjaren en ontwerplevensduren Infrastructuur RWS: RWS_DR_AFSLUITDIJK-12259-v1-Zichtjaren_en_ontwerplevensduren_Infrastructuur_RWS.pdf		10-07-2017	Ja
D.	Rijkswaterstaat, 2017b. Belastingnota project Afsluitdijk: RWS_DR_AFSLUITDIJK-12107-v1-Belastingnota_onderdelen_infrastructuur_RWS_Afsluitdijk.PDF	V7	13-07-2017	Ja
E.	BND-0096 (Ontwerplevensduur Nieuw te bouwen Spuimiddelen met pompen), BND-0097(Het zichtjaar voor de nieuw te bouwen Spuimiddelen) - SYS0161			Ja
F.	ASD-RAP-0914, Rapport modelbeschrijving golfklappen op kunstwerken	A	31-01-2019	Ja
G.	11201202-004-HYE-0001-v0.2-r-Hydraulische Randvoorwaarden bij lage waterstanden ten behoeve van ontwerp constructies Afsluitdijk -- WOG Laag LaagWater		16-apr-2019	Ja
H.	ASD-MEM-0164 - Stormverlopen en stormduur IJsselmeerzijde en Waddenzeezijde	B	18-dec-2019	Ja

2.4 Project-specifieke documenten (niet-bindend)

Onderstaande tabel bevat de project-specifieke niet-bindende documenten gehanteerd in deze uitgangspuntennota.

Tabel 2-2 Niet-bindende project-specifieke documenten

Nr.	Document	Versie	Datum	Bindend
I.	ASD-BER-0288 - Rapportage Hydraulische Belasting NSM Den Oever	C	29-mei-2020	Nee
J.	ASD-RAP-0227 - Operationeel golfklimaat Afsluitdijk – Waddenzeezijde	A	27-mrt-2019	Nee
K.	ASD-RAP-0228 - Operationeel golfklimaat Afsluitdijk – IJsselmeerzijde	A	07-dec-2018	Nee
L.	ASD-UNO-0020-Uitgangspuntennota Civiel Spuigroep 1.6 en 1.7 Den Oever	B	18-mrt-2019	Nee
M.	ASD-NOT-0668 – Beoordeling schuifdynamica pompschuiven	-	23-jul-2019	Nee
N.	ASD-BER-0003 – DO Berekening – Bouwkuipen Spuigroep 1.6 en 1.7	C	01-mei-2019	Nee

Tabel 2-3 Niet-bindende project-specifieke tekeningen

Nr.	Tekeningnummer	Omschrijving	Versie	Datum
1.	ASD-1.05	Langsdoorsnede A totaal (Bijlage 1)		15-nov-2019
2.	ASD-TEK-CIV-DO-1.05.1.5-O-0195	Spuigroep 1.6 – Overzichtstekening Aanzichten en doorsneden	D	3-apr-2020
3.	ASD-TEK-CIV-DO-1.05.1.5-FUN-0201	Spuigroep 1.6 - Bouwkuip B2 Aanzichten, doorsneden en details	D	3-apr-2020
4.	ASD-TEK-CIV-DO-1.05.1.5-FUN-0202	Spuigroep 1.6 - Bouwkuip B2_0 Aanzichten, doorsneden en details	D	3-apr-2020
5.	ASD-TEK-STA-VO-1.05.1-O-518	S1.05.1.3.02.01-Schuiven en geleidingen - Overzicht spuischuif NSM spuigroepen	0.03	4-mei-2020
6.	ASD-TEK-STA-DO-1.05.1-DTE-0521	Discharge sluice gate NSM S1.05.1.3.02.01	0.03	20-jan-2020
7.	ASD-TEK-STA-VO-1.05.1.1-O-2031	S1.05.1.3.02.01-Schuiven en geleidingen - Overzicht spuischuif NSM spuigroepen	A	21-jan-2020

2.5 Normen en richtlijnen

Onderstaande tabel bevat de normen en richtlijnen gehanteerd in deze uitgangspuntennota weergegeven.

Tabel 2-4 Normen en Richtlijnen

Nr.	Document	Versie	Datum	Bindend
I.	Richtlijn Ontwerpen Kunstwerken (RTD 1001:2017)	1.4	04/2017	Ja
II.	Rijkswaterstaat 2013. Kenmerkende waarden Getijgebied 2011 - http://publicaties.minienm.nl/documenten/kenmerkende-waarden-getijgebied-2011		2011	Nee
III.	Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW), 2003. Leidraad Kunstwerken		2003	Nee
IV.	Dynamisch Gedrag van Waterbouwkundige constructies – Deel A Constructies in stroming; P.A. Kolkman & T.H.G. Jongeling		1996	Nee
V.	Flow-induced vibrations – An engineering Guide; Eduard Naudascher & Donald Rockwell		2005	Nee
VI.	Andersen, Thomas & Frigaard, Peter & Rasmussen, Michael & Martinelli, Luca. (2011). Loads on wind turbines access platforms with gratings. Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering; No 32 (2010): Proceedings of 32nd Conference on Coastal Engineering, Shanghai, China, 2010.; structures.65. 1. 10.9753/icce.v32.structures.65.		2010	Nee

2.6 Definities en uitgangspunten

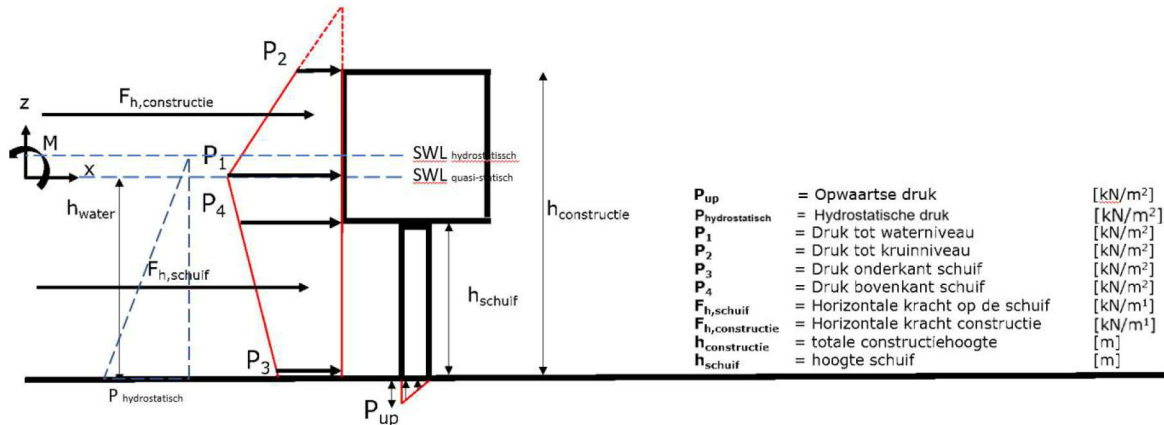
Deze paragraaf bevat definities en uitgangspunten die regelmatig zullen terugkeren in dit rapport.

2.6.1 Definitie schematische weergave krachten

2.6.1.1 Golfdruk schematische weergave

In dit hoofdstuk zijn bepaalde kracht en druk definities gehanteerd bij golfdrukberoeeningen. Deze zijn gegeven in Figuur 2-1. De constructie in deze figuur komt niet één op één overeen met de NSM Spuigroepen. De golfdrukken worden per strekkende meter bepaald. De strekkende meter is in de lengterichting van de constructie (en dus niet over de diepte). De gepresenteerde golfbelastingen (krachten, F_n) zijn een integratie van de berekende golfdrukken. Afhankelijk van de waterstand kan p4 boven of onder p1 zitten.

Let op: er zijn krachten bepaald waarbij de schematische weergave van de krachten afwijkt van de in Figuur 2-1 gegeven definitie. Bij de uitzonderingen wordt de aangehouden schematische weergave van de krachten gegeven.



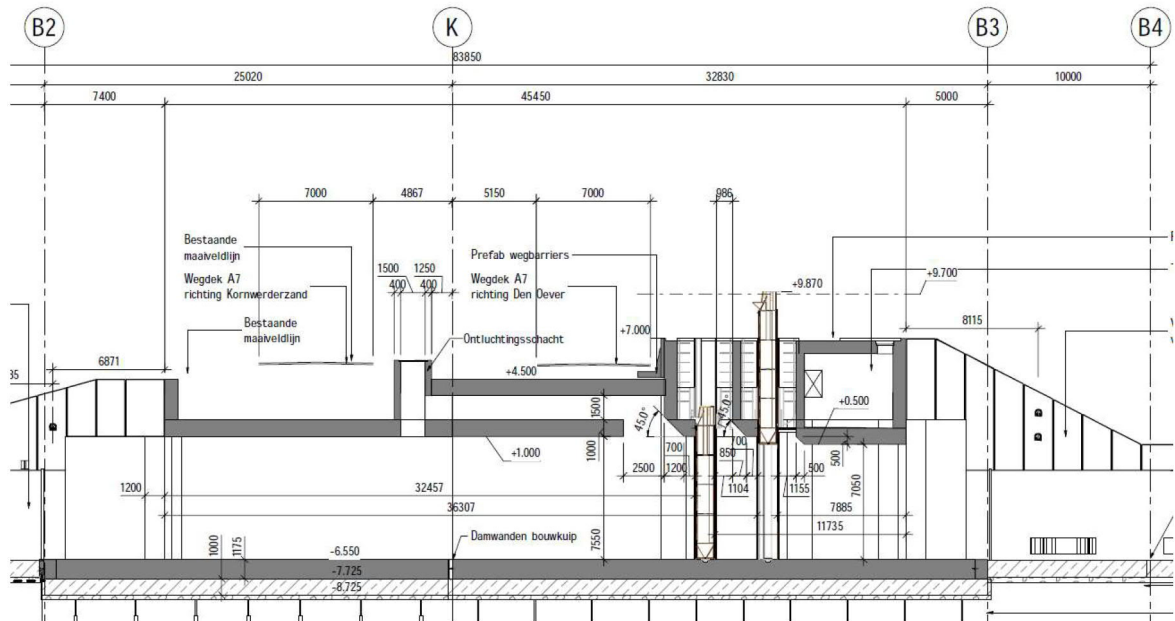
Figuur 2-1: Definities golfdruk op de constructie

2.6.2 Geometrie

De gehanteerde geometrie van de nieuwe spuisluizen bij Den Oever zijn afgeleid uit [1], zie Tabel 2-5 en Figuur 2-2. Bij de berekeningen zijn is autonome bodemdaling van respectievelijk 0,05m en 0,10 m gehanteerd voor de zichtjaren 2050 en 2100, conform [B], tabel 2.5. De bodemdaling voor zichtjaar 2120 is gelijkgesteld aan de bodemdaling voor zichtjaar 2100. Voor de berekening van de golflappen is de geometrie uit Figuur 6-6 en Figuur 6-7 aangehouden. Er is hier, bewust, geen rekening gehouden met zakking, aangezien de huidige situatie maatgevend is.

Tabel 2-5 Afmetingen gebruikte geometrie NSM Spuigroepen, uit [1].

	Einheid	Waddenzeezijde	IJsselmeerzijde
Bodemniveau (onderkant schuif)	m t.o.v. NAP	-6,55	-6,55
Niveau bovenkant schuif (onderkant constructie)	m t.o.v. NAP	0,50	1,00
Bovenkant schuif geheven positie	m t.o.v. NAP	9,87	n.v.t.
Bovenkant betonconstructie	m t.o.v. NAP	7,00	7,00



Figuur 2-2: Langsdoorsnede gebruikt voor berekeningen [1].

2.6.3 Overige begrippen en uitgangspunten

In dit uitgangspuntenrapport zijn enkele uitgangspunten van toepassing en worden enkele begrippen gebruikt die toelichting nodig hebben. Doordat deze begrippen en uitgangspunten raakvlakken hebben worden ze in één lijst weergegeven. Deze punten zijn:

- Met **quasi-statische belasting** wordt een belasting bedoeld die orde grootte 2 seconden duurt. Het is aangegeven in deze notitie (Tabel 6-1) wanneer een kracht deze belastingduur heeft;
- Met **golfklapbelasting** wordt een belasting bedoeld die orde grootte 0,1 seconden duurt. Het is aangegeven in deze notitie wanneer een kracht deze belastingduur heeft;
- Uiterste grenstoestand (UGT): dit zijn de belastingen met een overschrijdingsfrequentie van 1/10.000 per jaar. In de gerapporteerde waarden zijn veiligheidsfactoren niet inbegrepen.
- Alle belastingen zijn bepaald met de golfcondities inclusief robuustheidsfactoren op de golfcondities;
- De golfbelastingen gaan uit van loodrecht invallende golven. De belastingen zijn niet gecompenseerd voor scheef invallende golven. Deze benadering is conservatief. De uitzondering op deze benadering is de globale stabiliteit van de constructie. Daarbij is wel de hoek van inval meegenomen;
- De golfdrukken in dit uitgangspuntenrapport zijn exclusief de hydrostatische waterdruk. Deze moet aanvullend nog in rekening gebracht worden;
- De belastingen zijn representatieve waarden;
- De golfbelastingscenario's en de bijbehorende configuraties zijn bindend voorgeschreven in [D]. In dit document worden enkel de maatgevende belastingen en de bijbehorende configuratie(s) daarvan gepresenteerd;
- De belasting door quasi-statische golfdruk op de constructie worden bepaald aan de hand van Goda en Takahashi uit de Leidraad Kunstwerken [III];
- De belastingen door golfklap op de constructie worden bepaald aan de hand van de theorie die is uitgelegd in [F].

2.7 Software

De gehanteerde software voor het afleiden van de hydraulische belastingen is MathCad, Excel en Python.

3 Kenmerken van het ontwerp

3.1 Vormgeving

De vormgeving van de spuiroker is aangepast als gevolg van de impact van golfklappen. Aan IJsselmeerzijde is de verjonging verwijderd en zijn spleetopeningen (direct voor de schuif) toegepast om de golfklap achter in de koker weg te nemen.

3.2 Civiel

Niet van toepassing voor dit document.

3.3 Mechanische installaties

Niet van toepassing voor dit document.

3.4 Elektrische installaties

Niet van toepassing voor dit document.

3.5 RAM-aspecten (betrouwbaarheid, beschikbaarheid en onderhoudbaarheid)

Niet van toepassing voor dit document.

3.6 Veiligheid & Gezondheid

Niet van toepassing voor dit document.

3.7 Duurzaamheid

Niet van toepassing voor dit document.

3.8 Omgeving en milieu

Niet van toepassing voor dit document.

3.9 Bediening en Besturing

Niet van toepassing voor dit document.

3.10 Test- en keurconcept

Niet van toepassing voor dit document.

3.11 Uitvoeringsconcept

Niet van toepassing voor dit document.

3.12 Risico's en beheersmaatregelen

Niet van toepassing voor dit document.

3.13 Raakvlakken

Van invloed op de hydraulische belastingen tijdens stormcondities zijn de havendammen aan de Waddenzeezijde in Den Oever. Deze dammen worden versterkt zodat zij bestand zijn tegen de 1/10.000-jarige storm. Hierdoor kan uit de serie testen gekozen worden voor de testen met aanwezigheid van havendammen.

3.14 Toleranties en maatvoering

Zie [L]. Voor het fenomeen 'golfklap' is geen autonome bodemdaling meegenomen omdat de huidige situatie maatgevend is. Zie ook paragraaf 2.6.2.

4 Ontwerpscenario

In dit hoofdstuk worden de verschillende onderdelen van het ontwerpscenario beschreven. Allereerst wordt het klimaatscenario in paragraaf 4.1 besproken. Daarna komen onderdelen als de ontwerpfrequentie, zichtjaar en levensduur aan bod in paragraaf 4.2.

4.1 Klimaatscenario

Opdrachtgever heeft voor het constructief ontwerp van het NSM klimaatscenario 'KNMI W+' en 'Veerman' voorgeschreven ([B], paragraaf 2.3), afhankelijk van de aard van het onderdeel, zie paragraaf 4.2. Over de periode 1990 – 2017 heeft volgens dit scenario een absolute stijging van de Waddenzee plaatsgevonden van 0,07 m. De verschillen tussen 2017 en 2020 worden verwaarloosbaar geacht. De toeslagen op de waterstanden aan de Waddenzeezijde zijn bepaald in [A] en ook genoemd in [B]. De toeslagen op de waterstanden zijn vermeld in Tabel 4-1. De genoemde toeslagen zijn ter indicatie: expliciete waterstanden worden uit bijlage E gehaald.

Tabel 4-1 Absolute zeespiegelstijging en peilstijging ten opzichte van 1990 voor zichtjaren 2020, 2050 en 2120 op de Waddenzee en het IJsselmeer volgens KNMI-scenario W+ en Veerman

Zichtjaar	Scenario zeespiegelrijzing	Zeespiegelrijzing Waddenzee [m]	Peilstijging IJsselmeer [m]
2020	KNMI W+	+0,07	+0,00
2050	KNMI W+	+0,35	+0,00
2120	KNMI W+	+1,05	+0,60
2120	Veerman	+1,54	+0,60

De waterstanden zoals vermeld in dit rapport in hoofdstuk 5 zijn inclusief de robuustheidstoelagen.

4.2 Zichtjaren, ontwerp levensduur en ontwerpfrequenties

Tabel 4-2 geeft de zichtjaren, ontwerp levensduur en frequenties weer voor de onderdelen van de NSM Spuigroepen Den Oever, die relevant zijn voor het ontwerp.

Tabel 4-2 Frequenties, zichtjaren en levensduur kunstwerk (NSM Spuigroepen Den Oever)

Object	Frequentie	Zichtjaar	Scenario	Levensduur	Referentie
Nieuwe spuisluizen incl. hoogtes	1/10.000 per jaar	2120	KNMI W+	100 jaar	[B, C]
Fundering, betonconstructie en afsluitmiddelen (niet vervangbaar)	1/10.000 per jaar	2120	Veerman	100 jaar	[B, C]

5 Ontwerpcondities: waterstanden, vervallen en golfcondities

5.1 Karakteristieke waterstanden

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

Tabel 5-1 Karakteristieke waterstanden

Waterstand	Den Oever [m t.o.v. NAP]	Referentie
Gemiddeld springtij	+0,80/ -0,80	(II), pagina 34 en 35
Gemiddeld tij	+0,74/ -0,74	(II), pagina 34 en 35
LAT (laagste astronomische getij)	-1,15	(II), pagina 34 en 35
1x per jaar Waddenzee	+2,50/ -1,80	(II), pagina 34 en 35
SWL	+0,11	(II), pagina 34 en 35
Streefpeil IJsselmeer	-0,20 (zomer), -0,40 (winter)	(B), Tabel 5

5.2 Waterstanden bij ijsbelasting

De waterstanden waarbij de ijsbelasting kan plaats vinden worden in deze paragraaf gegeven. Dit is gedaan door de onder en bovengrens aan te geven, lage en hoge waterstand. Alle waterstanden daartussen kunnen ook optreden tijdens ijsbelasting. De lage waterstand aan de IJsselmeerszijde is het streefpeil in de winter, -0.4 m +NAP. De hoogwaterstand aan de IJsselmeerszijde is afgeleid uit de randvoorwaarden uit [B] bij een terugkeerfrequentie van 1/100 jaar, conform ISO19906-2010. De hoge waterstanden van de Waddenzeezijde zijn conform [B], Bijlage E.1.1. Aangenomen wordt dat de wind en opzet stochastisch volledig afhankelijk zijn (conservatieve aanname) voor deze hoge waterstanden. Hiermee kan de opzet gereduceerd worden met een factor 0,9 voor de hoge waterstanden op de Waddenzee, zie tabel 7-2 van ISO19906-2010. De lage waterstanden op de Waddenzee zijn gelijk gesteld aan LAT uit Rijkswaterstaat, 2013. De gepresenteerde waarden zijn inclusief robuustheidsfactoren. De volledige tabel met invoer en uitvoer van de waterstanden is gegeven in Tabel 6-72 en Tabel 6-73 in Bijlage 2.

Een samenvatting van de resulterende waterstanden voor de bepaling van de ijsbelasting voor Kornwerderzand is in Tabel 5-2 weergegeven.

Tabel 5-2 Overzicht maatgevende waterstanden voor ijsbelasting Waddenzeezijde en IJsselmeerszijde Den Oever.

Den Oever	2050		2120 W+ /Veerman	
	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	3,64	-1,15	4,34/4,74
IJsselmeerszijde	-0,4	1,0	-0,4	1,6

5.3 Vervallen

De vervallen Waddenzee - IJsselmeer en IJsselmeer - Waddenzee worden gegeven in [B], Bijlage E.2. De resultaten zijn hier gepresenteerd in Tabel 6-70 en Tabel 6-71 in Bijlage 2. De nieuwe spuisluizen dienen de waterstanden en vervallen uit beide tabellen te kunnen weerstaan.

5.4 Lage laagwaterstanden

Voor het ontwerp van onder andere de keer-/damwanden zijn de laagste laag water (LLW) standen benodigd; laagwaterstanden die niet zijn gekoppeld aan, en ook niet gecombineerd hoeven te worden met andere belastingen zoals vervallen, golfbelastingen en ijsbelasting. 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. Door verwachte zeespiegelstijging zijn de te verwachten lage laagwaterstanden minder laag in de toekomst. Voor objecten met een levensduur van 100 jaar dient de meest ongunstige situatie te worden gekozen.

Tabel 5-3 Lage laagwaterstanden Den Oever, uit [B] bijlage G.

Zichtjaar	2020				
overschrijdingsfrequentie (1/x jaar)	1	10	100	1000	10000
Laagwaterstanden Waddenzeezijde Den Oever [m +NAP]	-1,65	-2,05	-2,50	-2,90	-3,35
Laagwaterstanden IJsselmeerzijde Den Oever [m +NAP]	-0,75	-1,10	-1,40	-1,70	-2,00
Zichtjaar	2120				
overschrijdingsfrequentie (1/x jaar)	1	10	100	1000	10000
Laagwaterstanden Waddenzeezijde Den Oever [m +NAP]	-0,65	-1,07	-1,52	-1,92	-2,37
Laagwaterstanden IJsselmeerzijde Den Oever [m +NAP]	-0,15	-0,40	-0,70	-1,05	-1,35

5.5 Combinatie van verval en golf

Conform [B] dient Opdrachtnemer ten behoeve van de gecombineerde belasting door verval en golven de waterstanden en golven uit bijlage E.1 te combineren met de vervallen uit bijlage E.2 (voor hetzelfde zichtjaar en dezelfde overschrijdings-frequentie).

De combinatie van gelijktijdige belasting door verval en golven wordt uitgewerkt in de constructieve ontwerpnota's en maakt onderdeel uit van het opstellen van de op constructie van toepassing zijnde belastingcombinaties. Hierbij wordt rekening gehouden met de toe te passen veiligheidsfactoren.

5.6 Ontwerpgolfcondities

De ontwerpgolfcondities in dit uitgangspuntenrapport zijn gedefinieerd volgens de volgende parameters:

- H_{m0} = significante golfhoogte, gebaseerd op het spectrum = $4\sqrt{m_0}$;
- $T_{m-1,0}$ = spectrale golfperiode = m_{-1}/m_0 ;
- T_p = piekperiode;
- θ = golfrichting in graden t.o.v. noord.

5.6.1 Waddenzeezijde

De golfcondities voor het ontwerp zijn bindend voorgeschreven in [B], Bijlage E.1.1. Er zijn in totaal 30 uitvoerpunten beschikbaar waarvoor informatie over de golfcondities bekend is. Sectie 24 is gekozen als maatgevende uitvoerpunt voor de nieuwe spuisluizen bij Den Oever (zie Figuur 5-1). Sectie 24 ligt aan de Waddenzeezijde.



Figuur 5-1 Uitvoerpunten golfmodellering [B]

Tabel 5-4 geeft de golfcondities voor de waterstanden, de verschillende zichtjaren en frequenties, uitgaande met Havendam configuratie A¹ weer. De 1/1 per jaar frequentie vormt een uitzondering en gebruikt de huidige havendam configuratie. De tabel bevat enkel golfcondities met bijbehorende waterstanden. De waterstanden die belangrijk zijn voor vervallen zijn gegeven in Bijlage 2.

Tabel 5-4 Ontwerpgolfcondities aan de Waddenzeezijde voor uitvoerlocatie 24, de nieuwe spuisluizen bij Den Oever uitgaande van Havendam configuratie A

Hydraulische condities Den Oever uitvoerlocatie 24							
Frequentie		1/1 per jaar ²					
Scenario	Zichtjaar	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m +NAP]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
KNMI W+	2020	0,89	3,00	2,99	325	2,10	-
KNMI W+	2120	1,03	3,42	3,76	326	3,19	1/1
Veerman	2120	1,12	3,67	4,03	327	3,88	1/1
Frequentie		1/10 per jaar ³					
Scenario	Zichtjaar	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	h [m +NAP]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
KNMI W+	2020	1,35	3,51	3,77	324	2,90	-
KNMI W+	2120	1,54	3,97	4,36	325	3,93	-
Veerman	2120	1,65	4,23	4,65	326	4,48	-
Frequentie		1/100 per jaar					

¹ Voor Den Oever is de keuze voor alternatieve configuraties gebaseerd op het onderscheid dat wordt gemaakt tussen dammen die in beheer zijn van Rijkswaterstaat (dam 6, 9, 12, 15 en 16) en het waterschap HHNK (overige). Havendam configuratie A gaat uit dat de dammen 6, 9, 11, 12, 15 en 16 in tact zijn; deze worden ook versterkt. SWAN sommen voor Havendam Configuratie C (alleen dam 6, 15 en 16 versterken) hebben aangetoond dat voor de nieuwe spuisluizen de verschillen in golfcondities verwaarloosbaar zijn. De tabellen maken gebruik van de golfcondities van Havendamconfiguratie A

Scenario	Zichtjaar	H_{m0} [m]	$T_{m-1,0}$ [s]	T_p [s]	θ [graden]	h [m +NAP]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
KNMI W+	2020	1,85	4,07	4,55	320	3,70	-
KNMI W+	2120	2,10	4,57	5,03	321	4,70	1/100
Veerman	2120	2,22	4,83	5,31	322	5,10	1/100
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]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
KNMI W+	2020	2,29	4,50	5,02	320	4,40	-
KNMI W+	2120	2,56	4,97	5,47	321	5,30	1/1.000
Veerman	2120	2,70	5,22	5,74	321	5,90	1/1.000
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]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
KNMI W+	2020	2,70	4,83	5,02	320	4,90	-
KNMI W+	2120	2,99	5,30	5,83	321	5,90	1/10.000
Veerman	2120	3,14	5,53	6,08	321	6,50	1/10.000

² waterstanden en golven op basis van extrapolatie voor herhalingsstijd van 1/1 per jaar met Havendam configuratie "huidig"

³ waterstanden en golven op basis van Havendam configuratie "huidig"

5.6.2 IJsselmeerzijde

De maatgevende golfcondities aan de IJsselmeerzijde zijn bepaald volgens [B]. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5-5 voor zichtjaar 2020 en 2050. De golfcondities voor deze twee zichtjaren zijn gelijk aan elkaar. Uitvoerpunt VK1_070_IJM geeft de maatgevende hydraulische belasting vanuit het IJsselmeer op de nieuwe spuisluizen bij Den Oever (zie Figuur 5-2). De maatgevende conditie heeft de hoogste faalkansbijdrage voor het faalmechanisme "Golfklap". De tabellen bevatten enkel golfcondities met bijbehorende waterstanden. De waterstanden die belangrijk zijn voor vervallen zijn gegeven in Bijlage 2.



Figuur 5-2 Locatie van de maatgevende Hydra-Zoet uitvoerpunt bij Den Oever uit [B].

Tabel 5-5 Ontwerpgolfcondities aan de IJsselmeerzijde voor uitvoerlocatie VK1_070_IJM, de nieuwe spuisluizen bij Den Oever voor zichtjaar 2020/2050. Bron: [B].

Zichtjaar 2020/2050 (meerpeilstijging: 0,00 m)		Hydraulische condities Den Oever uitvoerlocatie VK1_070_IJM				
1/1 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-} 1,0 [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2020/2050	0,00	0,75	3,00	3,30	155	1-a
2020/2050	0,20	0,75	3,00	3,30	155	1-b
2020/2050	0,40	0,75	3,00	3,30	155	1-c
2020/2050	0,60	0,52	2,00	2,20	99	1-d
1/10 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-} 1,0 [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2020/2050	0,00	0,96	3,00	3,30	174	n.v.t.
2020/2050	0,20	0,96	3,00	3,30	174	n.v.t.
2020/2050	0,40	0,96	3,00	3,30	174	n.v.t.
2020/2050	0,60	0,96	3,50	3,85	106	n.v.t.
2020/2050	0,80	0,76	3,00	3,30	103	n.v.t.
1/100 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-} 1,0 [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2020/2050	0,00	1,13	3,20	3,52	175	100-a
2020/2050	0,20	1,13	3,20	3,52	175	100-b
2020/2050	0,40	1,13	3,20	3,52	175	100-c
2020/2050	0,60	1,13	3,20	3,52	175	100-d
2020/2050	0,80	1,10	3,30	3,63	171	100-e
2020/2050	1,00	0,96	3,60	3,96	143	100-f
1/1.000 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-} 1,0 [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2020/2050	0,00	1,28	3,30	3,63	177	1000-a
2020/2050	0,20	1,29	3,40	3,74	174	1000-b
2020/2050	0,40	1,29	3,40	3,74	174	1000-c
2020/2050	0,60	1,29	3,40	3,74	174	1000-d
2020/2050	0,80	1,29	3,40	3,74	174	1000-e
2020/2050	1,00	1,25	3,60	3,96	146	1000-f
2020/2050	1,20	1,11	3,70	4,07	143	1000-g
1/10.000 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-} 1,0 [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)

2020/2050	0,00	1,40	3,40	3,74	178	10000-a
2020/2050	0,20	1,45	3,50	3,85	177	10000-b
2020/2050	0,40	1,45	3,50	3,85	177	10000-c
2020/2050	0,60	1,45	3,50	3,85	177	10000-d
2020/2050	0,80	1,45	3,50	3,85	177	10000-e
2020/2050	1,00	1,44	3,60	3,96	174	10000-f
2020/2050	1,20	1,39	3,70	4,07	146	10000-g
2020/2050	1,40	1,20	3,90	4,29	144	10000-h
2020/2050	1,60	0,61	2,30	2,53	99	10000-i

Tabel 5-6 Ontwerpgolcondities aan de IJsselmeerzijde voor uitvoerlocatie VK1_070_IJM, de nieuwe spuisluizen bij Den Oever voor zichtjaar 2120. Bron: [B].

Zichtjaar 2120 (meerpeilstijging: 0,00 m)		Hydraulische condities Den Oever uitvoerlocatie VK1_070_IJM				
1/1 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H_{m0} [m]	T_{m-1,0} [s]	T_p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2120	0,00	0,86	3,10	3,41	169	1-a
2120	0,20	0,89	3,30	3,63	167	1-b
2120	0,40	0,89	3,30	3,63	167	1-c
2120	0,60	0,89	3,30	3,63	167	1-d
2120	0,80	0,89	3,30	3,63	167	1-e
2120	1,00	0,84	3,50	3,85	152	1-f
1/10 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H_{m0} [m]	T_{m-1,0} [s]	T_p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2120	0,00	1,02	3,10	3,41	172	n.v.t.
2120	0,20	1,07	3,30	3,63	170	n.v.t.
2120	0,40	1,11	3,40	3,74	168	n.v.t.
2120	0,60	1,11	3,40	3,74	168	n.v.t.
2120	0,80	1,11	3,40	3,74	168	n.v.t.
2120	1,00	1,11	3,40	3,74	168	n.v.t.
2120	1,20	1,07	3,70	4,07	143	n.v.t.
2120	1,40	0,81	3,10	3,41	103	n.v.t.
1/100 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H_{m0} [m]	T_{m-1,0} [s]	T_p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2120	0,00	1,15	3,20	3,52	175	100-a
2120	0,20	1,21	3,30	3,63	173	100-b
2120	0,40	1,25	3,50	3,85	171	100-c
2120	0,60	1,29	3,60	3,96	169	100-d
2120	0,80	1,29	3,60	3,96	169	100-e
2120	1,00	1,29	3,60	3,96	169	100-f
2120	1,20	1,29	3,60	3,96	169	100-g

2120	1,40	1,22	3,90	4,29	144	100-h
2120	1,60	0,99	3,80	4,18	151	100-i
1/1.000 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2120	0,00	1,29	3,30	3,63	177	1000-a
2120	0,20	1,34	3,40	3,74	175	1000-b
2120	0,40	1,40	3,50	3,85	174	1000-c
2120	0,60	1,44	3,60	3,96	172	1000-d
2120	0,80	1,45	3,80	4,18	170	1000-e
2120	1,00	1,45	3,80	4,18	170	1000-f
2120	1,20	1,45	3,80	4,18	170	1000-g
2120	1,40	1,45	3,80	4,18	170	1000-h
2120	1,60	1,36	4,00	4,40	144	1000-i
2120	1,80	1,14	4,20	4,62	141	1000-j
1/10.000 per jaar						
Zichtjaar	h [m t.o.v. NAP]	H _{m0} [m]	T _{m-1,0} [s]	T _p [s]	θ [graden]	Naamgeving in golfklapberekeningen (Bijlage 3)
2120	0,00	1,40	3,40	3,74	178	10000-a
2120	0,20	1,46	3,50	3,85	177	10000-b
2120	0,40	1,53	3,60	3,96	175	10000-c
2120	0,60	1,58	3,70	4,07	174	10000-d
2120	0,80	1,62	3,80	4,18	172	10000-e
2120	1,00	1,62	3,80	4,18	172	10000-f
2120	1,20	1,62	3,80	4,18	172	10000-g
2120	1,40	1,62	3,80	4,18	172	10000-h
2120	1,60	1,60	3,90	4,29	170	10000-i
2120	1,80	1,50	4,20	4,62	144	10000-j
2120	2,00	1,24	4,30	4,73	142	10000-k

5.7 Operationele golfcondities

5.7.1 Waddenzeezijde

De operationele golfcondities zijn bepaald met [J] en gerapporteerd in Tabel 5-7 en Tabel 5-8.

Tabel 5-7 Operationele golfbrandvoorwaarden Waddenzee, 99% onderschrijdingswaarde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Waterstand	h_w	+m NAP	0,00 ²
Golfhoogte	H_s	m	0,60
Piekperiode	T_p	s	2,75

² Een lage waterstand is maatgevend voor diepegelegen objecten.

Tabel 5-8 Operationele golfrandvoorwaarden Waddenzee, 85% onderschrijdingswaarde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Waterstand	h_w	+m NAP	0,00
Golfhoogte	H_s	m	0,40
Piekperiode	T_p	s	2,20

5.7.2 IJsselmeerzijde

De operationele golfcondities zijn bepaald met [K] en gerapporteerd in Tabel 5-9 en Tabel 5-10.

Tabel 5-9 Operationele golfrandvoorwaarden IJsselmeer, 99% onderschrijdingswaarde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Waterstand	h_w	+m NAP	-0,20
Golfhoogte	H_s	m	0,60
Piekperiode	T_p	s	2,75

Tabel 5-10 Operationele golfrandvoorwaarden IJsselmeer, 85% onderschrijdingswaarde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Waterstand	h_w	+m NAP	-0,20
Golfhoogte	H_s	m	0,40
Piekperiode	T_p	s	2,20

6 Belastingen

In dit hoofdstuk zijn de belastingen gepresenteerd die relevant zijn voor de NSM Spuigroepen bij Den Oever. Een overzichtstabel van de belastingen is gegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Overzicht hydraulische belastingen nieuwe spuisluizen Den Oever

Toelichting binnen deze rapportage in paragraaf	Onderdeel	Belasting	Berekening te vinden in
6.1	Gehele constructie	Globale stabiliteit onder golfdruk - UGT	Zie bijlagen 2 en 4 in [I]
6.2	Vleugelwanden	Horizontale golfdruk - UGT	Zie bijlagen 11 en 12 in [I]
6.3	Bouwkuipwanden	Horizontale golfdruk - UGT	Zie bijlagen 13 t/m 17 en bijlage 19 in [I]
6.4.1.1	Schuiven	Hydrostatische drukken - UGT	
6.4.1.2	Schuiven	Horizontale golfdruk - UGT - gesloten toestand	Zie bijlagen 3 en 4 in [I] voor volledige berekening
6.4.1.3	Schuiven	Verticale golfdruk - UGT - gesloten toestand	Zie bijlagen 3 en 4 in [I] voor volledige berekening
6.4.1.4	Schuiven	Horizontale golfdruk - UGT - geheven toestand	Zie bijlage 3 in [I] voor volledige berekening
6.4.1.5	Schuiven	Golfklap UGT	Zie bijlage 3 in [I] voor volledige berekening
6.4.2.1	Schuiven	Hydrostatische drukken - Vermoeiing	[B], bijlage E2
6.4.2.2	Schuiven	Horizontale golfdruk - Vermoeiing	methode: [F], case 5 rekenresultaten: Bijlage 3, zie [F] voor methode
6.4.2.3	Schuiven	Golfklap - Vermoeiing	methode: [F], case 5 rekenresultaten: Bijlage 3, zie [F] voor methode
6.4.2.4	Schuiven	Vervalbelasting bij openen en sluiten - Vermoeiing	Zie [I], bijlage 22
6.4.2.5	Schuiven	Operationele golfbelasting bij openen en sluiten	Zie [I], bijlage 18 en 21
6.4.3	Schuiven	Excitatie (Trillen door loslating stroming rond schuifhoofd)	Zie bijlage 6 in [I] voor volledige berekening
6.4.4	Schuiven	Opdrijven schuiven door orbitaalsnelheid golven - UGT	Zie bijlage 7 in [I] voor volledige berekening
6.4.5	Schuiven	Zakken onder eigen gewicht - UGT	Berekening in tekst

6.4.6	Schuiven	Golfdruk tijdens heffen – UGT	Zie [I], bijlage 18 en 21 voor berekening
6.4.7	Schuiven- afdichtrubber	Verticale belasting boven op schuif t.b.v. afdichtrubber – UGT	Zie bijlage 8 in [I] voor volledige berekening
6.5	Spuikoker/brugdek /weg (zie definitie in paragraaf 6.5)	Golfklap en golfdruk – UGT	Golfdruk: bijlage 3 en 4 in [I] Golfklap: bijlage 5 in [I]
6.6.1	Roosters	Verticale golfdruk – UGT	Berekening in tekst
6.6.2	Roosters	Golfdruk – UGT	Berekening in tekst
6.6.3	Roosters	Opdrijven roosters	Bijlage 20 in [I]
6.7	Droogzetschotten	Horizontale golfdruk voor 1/1 en 1/10 jaar storm	Methode: Goda resultaten in paragraaf zelf, berekening in [I], bijlage 9 en 10

6.1 Constructie algeheel

De constructie dient stabiel te zijn als deze door golfdrukken wordt belast. Onderstaand zijn de maatgevende condities weergegeven. Vanwege kortkammigheid van de golven (zie voor verdere uitleg [I], bijlage 2 en 4) mag een reductiefactor worden toegepast op de berekende golfdruk.

Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2120

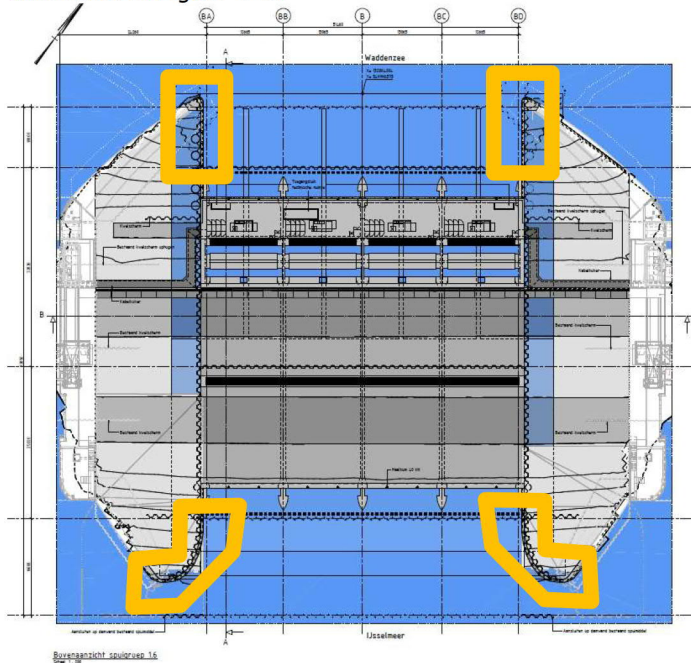
- Waterstand: NAP +6,48 m
- Significante golfhoogte: 3,14 m
- Piekperiode: 6,08 s

Tabel 6-2: Golfdruk op gehele constructie

Variabele	Waarde	Eenheid
Overschrijdingsfrequentie	1/10.000	per jaar
Totale kracht (excl. kortkammigheid)	348	kN/m
Reductiefactor	0,76	-
Totale kracht (inclusief kortkammigheid)	265	kN/m
Aangrijpingsniveau	1,10	m t.o.v. NAP

6.2 Vleugelwanden

Aan beide zijden van de nieuwe spuisluizen bevinden zich vleugelwanden. Deze zijn in oranje omkaderd in Figuur 6-1.



Figuur 6-1 Locatie vleugelwanden nieuwe spuisluizen, oranje omkaderd [2].

6.2.1 Waddenzeezijde

Voor de tijdelijke wand kunnen zowel hoog- als laagwater een maatgevende belasting opleveren. In onderstaande tabellen zijn de resultaten van de windgolfbelasting voor beide belastingcombinaties samengevat. Het is aan de constructeur zelf om de maatgevende belasting te kiezen.

Tabel 6-3: Geometrie van de vleugelwanden aan Waddenzeezijde (2020), conform [2]

Vleugelwand 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant vleugelwand	$P_{2,h}$	[m t.o.v. NAP]	7,00
Niveau onderkant vleugelwand	$P_{3,h}$	[m t.o.v. NAP]	-6,63

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 11. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, 2120:

- Waterstand: NAP +6,48 m
- Significante golfhoogte: 3,14 m
- Piekperiode: 6,08 s

Tabel 6-4 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op vleugelwanden (2120).

2120, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	7,00	P ₂	29,52
Waterlijn	6,48	P ₁	31,31
Bodemniveau Waddenzeezijde	-6,63	P ₃	12,49
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	1,07		302

Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2120

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-5 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op vleugelwanden (2120).

2120, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	7,00	P ₂	1,20
Waterlijn	2,60	P ₁	19,35
Bodemniveau Waddenzeezijde	-6,63	P ₃	5,78
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	0,31		161

6.2.2 IJsselmeerzijde

Tabel 6-6: Geometrie van de vleugelwanden aan IJsselmeerzijde (2020), conform [2]

Vleugelwand 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant vleugelwand	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	4,50
Niveau onderkant vleugelwand	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	-6,55

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 12. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, 2120:

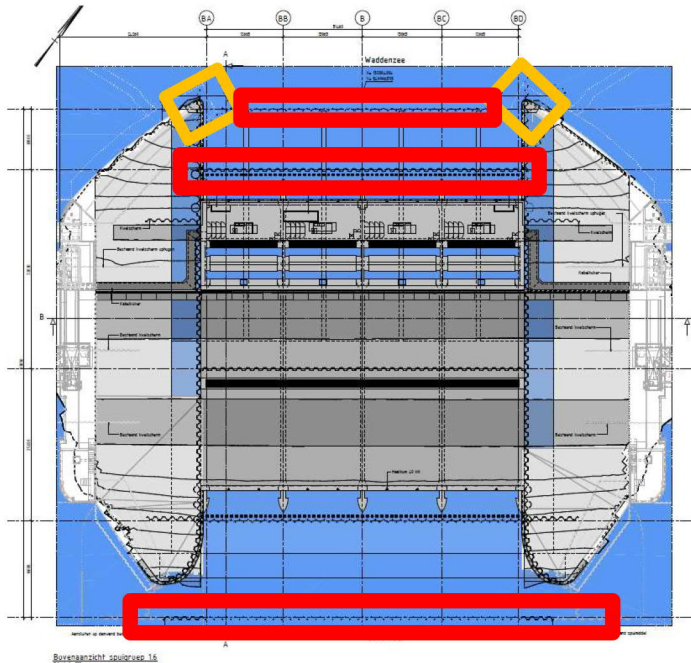
- Waterstand: NAP +1,80 m
- Significante golfhoogte: 1,50 m
- Piekperiode: 4,62 s

Tabel 6-7 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op vleugelwanden (2120).

2120, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	4,94
Waterlijn	1,80	P ₁	15,58
Bodemniveau IJsselmeerzijde	-6,55	P ₃	5,49
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-0,68		116

6.3 Bouwkuipwanden

Aan beide zijden van de nieuwe spuisluizen bevinden zich tijdens de bouwfase tijdelijke wanden. Deze zijn in rood omkaderd in Figuur 6-2.



Figuur 6-2 Locatie bouwkuipwanden nieuwe spuisluizen, bouwkuipwanden rood omkaderd, hulpbouwkuipwanden in oranje omkaderd [2].

6.3.1 Waddenzeezijde

Voor de bouwkuipwanden zijn twee situaties van belang:

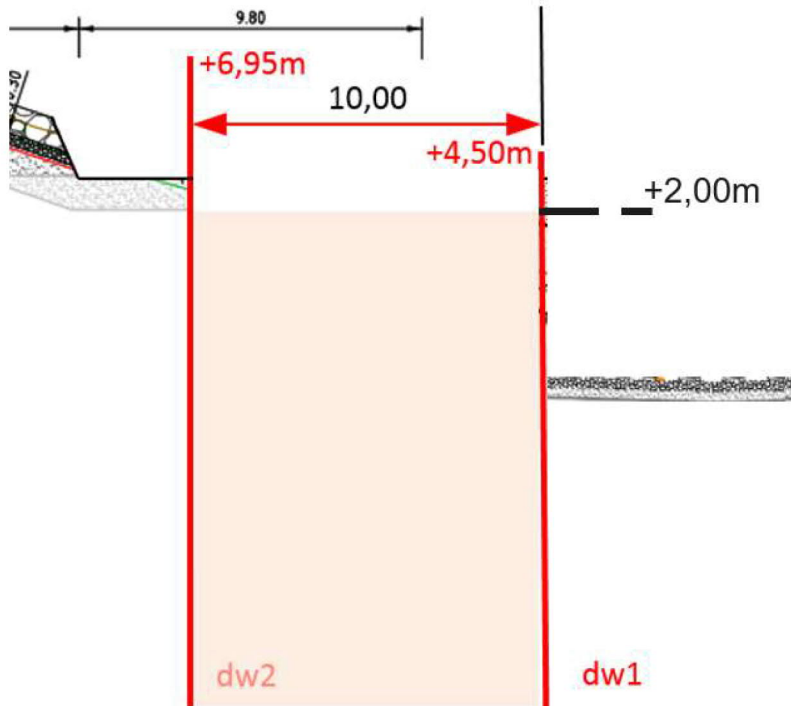
1. Stormcondities (1/10 per jaar) in combinatie met een droge bouwkuip;
2. Stormcondities (1/10.000 per jaar) in combinatie met een ondergelopen bouwkuip.

Tijdens de bouw moet de drooggemalen bouwkuip een 1/10 per jaar storm kunnen weerstaan. De bijbehorende drukken, krachten en aangrijpingsniveaus zijn weergegeven in Tabel 6-9. In extremere situaties wordt de bouwkuip ontruimd en dient de ondergelopen bouwkuip extremere condities (terugkeerperiodes oplopend tot 1/10.000 per jaar) te kunnen weerstaan. Voor de tijdelijke wand kunnen zowel hoog- als laagwater een maatgevende belasting opleveren. Op het moment van oplevering van deze uitgangspuntennota is de exacte bouwfasering nog niet bekend. Er worden twee situaties onderscheiden:

1. Bouwkuip zonder voorliggende terp (paragraaf 6.3.1.1)
2. Bouwkuip met voorliggende terp (paragraaf 6.3.1.2)

Voor de hulpbouwkuipwanden wordt geen onderscheid gemaakt voor de verschillende situaties. De belastingen hierop worden besproken in paragraaf 6.3.1.3.

6.3.1.1 Bouwkuip zonder voorliggende terp



Figuur 6-3 Schematisatie bouwkuip zonder voorliggende terp.

De resultaten van de windgolfbelasting op damwand 1 zijn samengevat in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** t/m Tabel 6-11, de resultaten voor damwand 2 zijn samengevat in Tabel 6-25 t/m Tabel 6-27.

Damwand 1

De gehanteerde geometrie is weergegeven in Tabel 6-8. In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** t/m Tabel 6-11 zijn de belastingen op damwand 1 (dw1 in Figuur 6-3) van de bouwkuip weergegeven. Het is aan de constructeur zelf om de maatgevende belasting te kiezen.

Tabel 6-8: Geometrie van de damwand 1 aan Waddenzeezijde (2020), conform [2 & N]

Damwand 1 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant damwand 1	$P_{2,h}$	[m t.o.v. NAP]	4,50
Niveau onderkant damwand 1	$P_{3,h}$	[m t.o.v. NAP]	-6,63

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 13. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (droge bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,90 m
- Significante golfhoogte: 1,35 m
- Piekperiode: 3,77 s

Table 6-9 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	6,29
Waterlijn	2,90	P ₁	12,74
Bodemniveau Waddenzeezijde	-6,63	P ₃	1,67
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	0,13		84

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 13. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +4,90 m
- Significante golfhoogte: 2,70 m
- Piekperiode: 5,02 s

Tabel 6-10 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	23,94
Waterlijn	4,90	P ₁	24,55
Bodemniveau Waddenzeezijde	-6,63	P ₃	7,01
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-0,05		172

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 13. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-11 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	11,51
Waterlijn	2,60	P ₁	19,35
Bodemniveau Waddenzeezijde	-6,63	P ₃	5,78
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-0,25		145

Damwand 2

De gehanteerde geometrie is weergegeven in

Tabel 6-12. In Tabel 6-13 t/m Tabel 6-15 zijn de belastingen op damwand 2 (dw2 in Figuur 6-3) van de bouwkuip weergegeven. Het is aan de constructeur zelf om de maatgevende belasting te kiezen.

Tabel 6-12: Geometrie van de bouwkuipwanden aan Waddenzeezijde (2020), conform [2 & N]

Bouwkuipwand 2 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant damwand 2	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	6,95
Niveau onderkant damwand 2, 'maaiveld' bouwkuip	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	2,00

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 14. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (droge bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,90 m
- Significante golfhoogte: 1,35 m
- Piekperiode: 3,77 s

Tabel 6-13 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95	P ₂	0
Waterlijn	2,90	P ₁	12,74
Bodemniveau bouwkuip	2,00	P ₃	11,69
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	3,43		31

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 14. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +4,90 m
- Significante golfhoogte: 2,70 m
- Piekperiode: 5,02 s

Tabel 6-14 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95	P ₂	16,12
Waterlijn	4,90	P ₁	24,55
Bodemniveau bouwkuip	2,00	P ₃	20,14
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	4,42		106

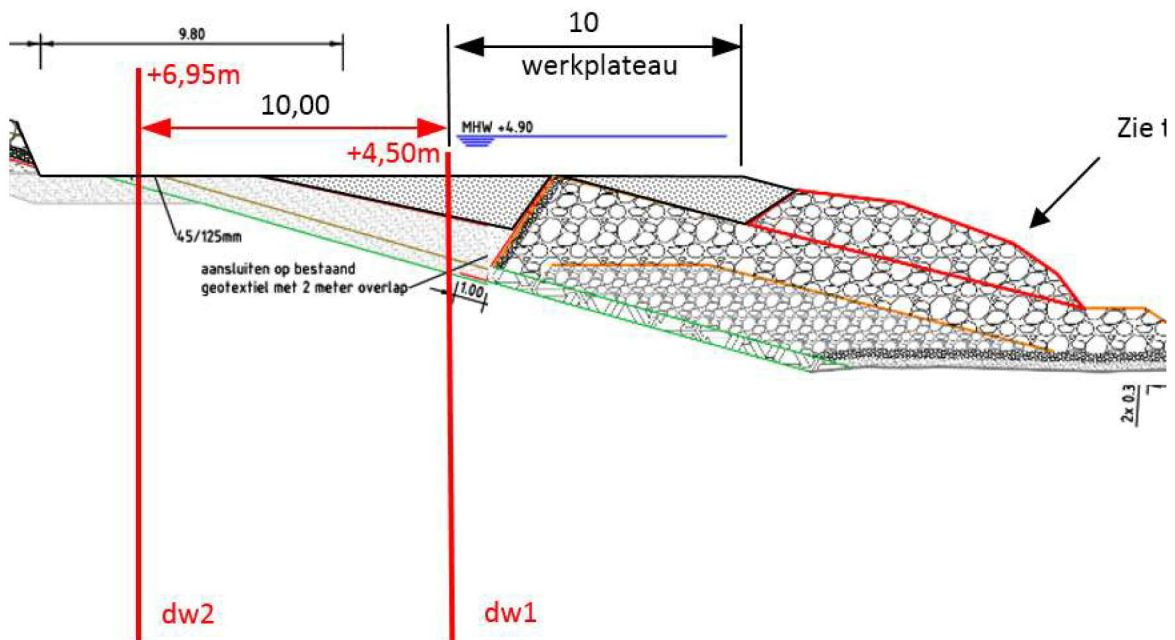
De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 14. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-15 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95	P ₂	1,41
Waterlijn	2,60	P ₁	19,35
Bodemniveau bouwkuip	2,00	P ₃	18,47
Totale golfbelasting			
[kN/m]			
Resulterende kracht	3,78		56

6.3.1.2 Bouwkuip met voorliggende terp



Figuur 6-4 Schematisatie bouwkuip met voorliggende terp.

De resultaten van de windgolfbelasting op damwand 1 zijn samengevat in Tabel 6-17 t/m Tabel 6-19, de resultaten voor damwand 2 zijn samengevat in Tabel 6-21 t/m Tabel 6-35.

Damwand 1

De gehanteerde geometrie is weergegeven in Tabel 6-16. In Tabel 6-17 t/m Tabel 6-19 zijn de belastingen op damwand 1 (dw1 in Figuur 6-3) van de bouwkuip weergegeven. Het is aan de constructeur zelf om de maatgevende belasting te kiezen.

Tabel 6-16: Geometrie van de damwand 1 aan Waddenzeezijde (2020), conform [2 & N]

Damwand 1 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant damwand 1	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	4,50
Niveau onderkant damwand 1	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	4,00

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 15. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (droge bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,90 m
- Significante golfhoogte: 1,35 m
- Piekperiode: 3,77 s

Tabel 6-17 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	6,29
Niveau terp	4,00	P ₃	8,31
Waterstand	2,90	P ₁	12,73
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	4,24		4

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 15. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +4,90 m
- Significante golfhoogte: 2,70 m
- Piekperiode: 5,02 s

Tabel 6-18 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	23,94
Bodemniveau Waddenzeezijde	4,00	P ₃	23,18
Waterstand	4,90	P ₁	24,55
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	4,25		12

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 15. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-19 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 1 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	4,50	P ₂	11,51
Bodemniveau Waddenzeezijde	4,00	P ₃	13,57
Waterstand	2,60	P ₁	19,35
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	4,24		6

Damwand 2

De gehanteerde geometrie is weergegeven in Tabel 6-20. In Tabel 6-21 t/m Tabel 6-23 zijn de belastingen op damwand 2 (dw2 in Figuur 6-4) van de bouwkuip weergegeven. Het is aan de constructeur zelf om de maatgevende belasting te kiezen.

Tabel 6-20: Geometrie van de bouwkuipwanden aan Waddenzeezijde (2020), conform [2 & N]

Bouwkuipwand 2 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant damwand 2	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	6,95
Niveau onderkant damwand 2, 'maaiveld' bouwkuip	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	4,00

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 16. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (droge bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,90 m
- Significante golfhoogte: 1,35 m
- Piekperiode: 3,77 s

Tabel 6-21 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95		0
Bovenkant drukfiguur	6,06	P ₂	0
Bodemniveau bouwkuip	4,00	P ₃	8,31
Waterstand	2,90	P ₁	12,74
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	4,69		9

Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +4,90 m
- Significante golfhoogte: 2,70 m
- Piekperiode: 5,02 s

Tabel 6-22 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95	P ₂	16,12
Waterstand	4,90	P ₁	24,55
Bodemniveau bouwkuip	4,00	P ₃	23,18
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	5,38		63

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 16. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-23 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op damwand 2 (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	6,95	P ₂	1,41
Bodemniveau bouwkuip	4,00	P ₃	13,57
Waterstand	2,60	P ₁	19,35
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	5,08		22

6.3.1.3 Hulpbouwkuip

Tabel 6-24: Geometrie van de bouwkuipwanden aan Waddenzeezijde (2020), conform [2 & N]

Hulpbouwkuip 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant hulpbouwkuip	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	3,00
Niveau onderkant hulpbouwkuip	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	-4,00

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 19. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (droge bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,90 m
- Significante golfhoogte: 1,35 m
- Piekperiode: 3,77 s

Tabel 6-25 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op hulpbouwkuip (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	3,00	P ₂	12,45
Waterstand	2,90	P ₁	12,86

Bodemniveau Waddenzeezijde	-4,00	P ₃	3,35
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	0,19		57

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 19. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, hoogwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +4,90 m
- Significante golfhoogte: 2,70 m
- Piekperiode: 5,02 s

Tabel 6-26 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op hulpbouwkuip (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Waterstand	4,90	P ₁	25,41
Bovenkant constructie	3,00	P ₂	22,18
Bodemniveau Waddenzeezijde	-4,00	P ₃	10,26
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-0,07		114

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 19. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, laagwater, W+/Veerman 2020 (ondergelopen bouwkuip):

- Waterstand: NAP +2,60 m
- Significante golfhoogte: 2,08 m
- Piekperiode: 4,55 s

Tabel 6-27 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op hulpbouwkuip (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	3,00	P ₂	18,51
Waterstand	2,60	P ₁	20,28
Bodemniveau Waddenzeezijde	-4,00	P ₃	9,14
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-0,06		105

6.3.2 IJsselmeerzijde

Tabel 6-28: Geometrie van de bouwkuipwanden aan IJsselmeerzijde (2020), conform [2 & N]

Vleugelwand 2020	Parameter	Eenheid	Waarde
Niveau bovenkant bouwkuipwand 5	P _{2,h}	[m t.o.v. NAP]	2,50
Niveau onderkant bouwkuipwand 5	P _{3,h}	[m t.o.v. NAP]	-6,55

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 17. Maatgevende ontwerpcondities 1/10 per jaar, 2020:

- Waterstand: NAP +0,60 m
- Significante golfhoogte: 0,96 m
- Piekperiode: 3,85 s

Tabel 6-29 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10 per jaar) op bouwkuipwanden (2020).

2020, 1/10 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	2,50	P ₂	2,70
Waterlijn	0,60	P ₁	10,28
Bodemniveau IJsselmeerzijde	-6,55	P ₃	2,70
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-1,51		59

De volledige resultaten zijn terug te vinden in [I], bijlage 17. Maatgevende ontwerpcondities 1/10.000 per jaar, 2020:

- Waterstand: NAP +1,20 m
- Significante golfhoogte: 1,39 m
- Piekperiode: 4,07 s
-

Tabel 6-30 Maatgevende extreme golfbelastingen (terugkeerperiode 1/10.000 per jaar) op bouwkuipwanden (2020).

2020, 1/10.000 per jaar	Niveau [m t.o.v. NAP]	Parameter	Golfbelasting [kN/m ²]
Bovenkant constructie	2,50	P ₂	8,20
Waterlijn	1,20	P ₁	13,40
Bodemniveau IJsselmeerzijde	-6,55	P ₃	3,70
			Totale golfbelasting [kN/m]
Resulterende kracht	-1,29		80

6.4 Schuiven

In deze paragraaf worden de belastingen op de schuiven gegeven. Dit wordt gedaan voor verschillende mechanismen en situaties. Dit zijn 1) UGT, 2) vermoeiing, 3) excitatie van de schuif, 4) mogelijk opdrijven van de schuif, 5) Vervalbelasting tijdens noodsluiting, 6) operationele golfbelasting en 7) de verticale belasting op het afdichtingsrubber.

6.4.1 Schuiven UGT

Voor de uiterste grenstoestand belasting op de schuiven van de nieuwe spuimiddelen worden de extreme belastingen (overschrijdingsfrequentie 1/10.000 per jaar) beschouwd uit het Veerman scenario. De golfcondities op de Waddenzee zijn gepresenteerd in Tabel 5-4 en die op het IJsselmeer in Tabel 5-5. Zowel het zichtjaar 2050 als 2120 zijn van toepassing.

In deze paragraaf komen vier verschillende belastingen op de schuiven aan bod: 1) Hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk, 3) golfklap en 4) verticale golfbelasting.

Belangrijk: De gegeven golfdrukken zijn quasi-statische golfdrukken (dat wil zeggen exclusief dynamische vergrotingsfactor). De hydrostatische druk moet nog apart in rekening gebracht worden. Dit geldt ook voor de golfklappen. Golfklap en golfdruk dienen niet met elkaar gecombineerd te worden. Een inschatting van deze hydrostatische druk kan worden gemaakt met de waterstanden in paragraaf 6.4.1.1.

6.4.1.1 Schuiven UGT - Hydrostatische druk

Een inschatting van de hydrostatische druk kan worden gemaakt met de waterstanden in Tabel 6-31.

Tabel 6-31: Waterstanden behorende bij vervalbelasting voor een terugkeerfrequentie van 1/10.000 jaar op Waddenzee en IJsselmeer voor UGT (scenario Veerman). Bron: [B], bijlage E2

Stormkant	Terugkeerfrequentie	Waterstand Waddenzee [m + NAP]	Waterstand IJsselmeer [m + NAP]
Waddenzeezijde	1/10.000 jaar	6,47	-0,61
IJsselmeerzijde	1/10.000 jaar	-1,23	1,81

6.4.1.2 Schuiven UGT - Horizontale golfdruk – gesloten toestand

De golfdruk wordt eerst gegeven voor de Waddenzeezijde en vervolgens voor de IJsselmeerzijde.

Waddenzeezijde

Tabel 6-32 Afmetingen gebruikte geometrie schuiven NSM Spuigroepen [7] voor omzetten krachten in drukken in deze paragraaf.

	Eenheid	Waarde
Bodemniveau (onderkant schuif)	m t.o.v. NAP	-6,55
Niveau bovenkant schuif	m t.o.v. NAP	+2,00

De maatgevende horizontale belastingen vanuit de Waddenzee op de spuischouwen van de NSM Spuigroepen bij Den Oever zijn in Tabel 6-33 gegeven voor twee configuraties. De voorgeschreven belasting kan geschematiseerd worden zoals gegeven in de tabel. De hydrostatische druk moet nog apart in rekening gebracht worden, zie Tabel 6-31 voor de waterstanden. De twee beschouwde configuraties zijn:

1. Hoge waterstand [B];
2. Lage waterstand (2,6 m +NAP) [B].

Tabel 6-33 Maatgevende golfbelasting (excl. hydrostatische druk) vanuit Waddenzee voor beide schouwen NSM Spuigroepen Den Oever met het Veerman scenario [D]. Volledige resultaten zie [I], bijlage 4.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting (hoogwater)	Golfbelasting (laagwater)
Totale horizontale golfbelasting	$F_{x,max}$	kN/m ¹	185	123
Arm	a	+m NAP	-2,84	-3,12
Type belasting			quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3	quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3
Druk bovenkant schuif	P4	kN/m ²	28,68	21,92
Aangrijppunt druk bovenkant schuif	P4,h	+m NAP	2,00	2,00
Druk onderkant schuif	p3	kN/m ²	14,55	6,90
Aangrijppunt druk onderkant schuif	p3,h	+m NAP	-6,55	-6,55

IJsselmeerzijde

De golfdrukkrachten vanuit de IJsselmeerzijde zijn gegeven in Tabel 6-34, zie ook [I] bijlage 3. De definities van de belastingen zijn weergegeven in paragraaf 2.6.1.

Tabel 6-34 Maatgevende golfdruk vanuit IJsselmeerzijde (excl. hydrostatische druk) NSM Spuigroepen Den Oever.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting ULS
Golfdruk niveau waterlijn	$P_{1,h}$	m t.o.v. NAP	1,8
Niveau bovenkant drukfiguur	$P_{2,h}$	m t.o.v. NAP	5,61
Golfdruk niveau bodem	$P_{3,h}$	m t.o.v. NAP	-6,55
Golfdruk niveau bovenkant schuif	$P_{4,h}$	m t.o.v. NAP	2,00
Druk op waterniveau	P_1	kN/m ²	15,58
Druk op kruinniveau	P_2	kN/m ²	0,00
Druk onderkant constructie	P_3	kN/m ²	5,49
Druk op niveau bovenkant deur	P_4	kN/m ²	15,17
Horizontale golfbelasting - schuif	$F_{h,schuif}$	kN/m ¹	91
Aangrijpniveau belasting schuif	a	m t.o.v. NAP	-1,69

Type belasting

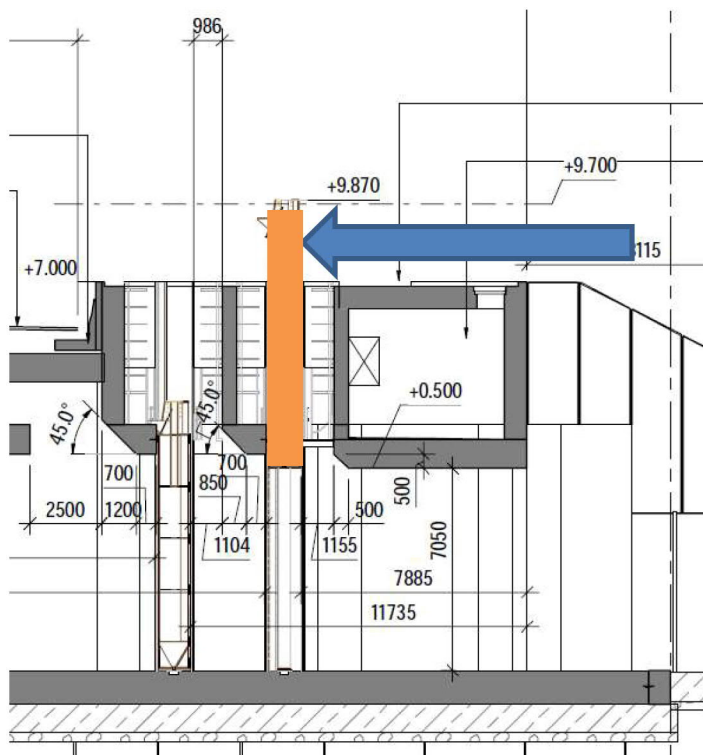
 quasi-statisch, zie
 paragraaf 2.6.3

6.4.1.3 Schuiven UGT – Verticale golfdruk – gesloten toestand.

Op de ribben van de spuischuiф can een verticale golfdruk ontstaan. Voor de ribben onder water levert dit netto geen kracht op: waterdruk is alzijdig. Voor de bovenste rib can de opwaartse waterdruk gelijk worden genomen aan de druk op niveau bovenkant schuiф. De druk is gelijk aan 15,17 kN/m², zie ook Tabel 6-34.

6.4.1.4 Schuiven UGT – Horizontale golfdruk - geheven toestand

In geheven toestand steekt de deur uit boven de constructie. Golven belasten de deur aan de bovenkant, zie onderstaande afbeelding.



Figuur 6-5: Golfbelasting op bovenzijde spuischuiф (geheven toestand)

Tabel 6-35 Maatgevende golfbelasting (excl. hydrostatische druk) vanuit Waddenzee op bovenkant schuiven NSM Spuigroepen Den Oever met het Veerman scenario [D]. Volledige resultaten zie [I], bijlage 4.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Totale horizontale golfbelasting	$F_{x,max}$	kN/m ¹	83
Arm	a	+m NAP	8,27
Type belasting			quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3
Druk bovenkant schuiф, geheven	p1	kN/m ²	21,76
Aangrijppunt druk bovenkant schuiф	p1,h	+m NAP	9,87
Druk onderkant schuiф	p3	kN/m ²	34,46
Aangrijppunt druk onderkant schuiф	p3,h	+m NAP	7,00

6.4.1.5 Schuiven UGT - Golfklap

De schuiven worden belast door golfklappen. Golfklappen kunnen, voorin of achterin optreden. Per schuif en zijde is bekeken of de klap en bijbehorende druk voorin of achterin maatgevend is. Indien nodig worden beide drukken gegeven. Zie [F], case 5 voor een verder uitwerking. In vogelvlucht:

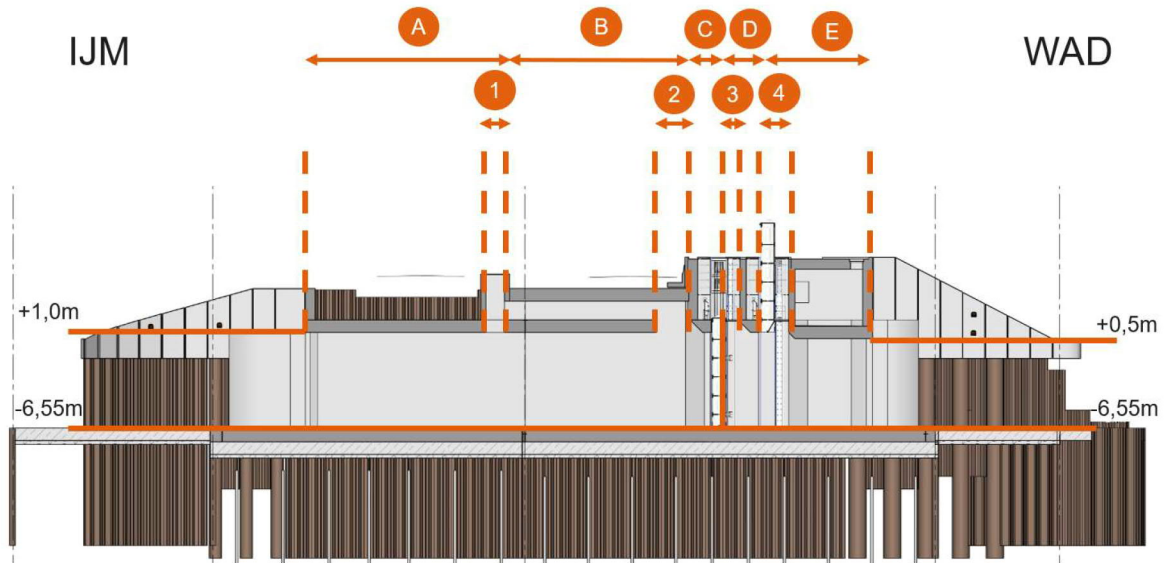
- **Voorin:** De drukgolf van klappen welke voorin de spuiukoker optreden zal zich verder door de koker voortplanten. De druk zal spreiden over de hoogte van de koker en bij de schuif zal een uniform drukprofiel optreden;
- **Achterin:** Een golfklap achterin de spuiukoker geeft een exponentieel drukprofiel, waarbij de druk bovenaan de spuischuif groter is dan onderaan de spuischuif.

Om de grootte van de golfklap te berekenen, zijn de overhanglengte en spleetgroottes van belang. Een schematische weergave hiervan is te zien in Figuur 6-6 en Figuur 6-7. De tweede spleetopening vanaf IJsselmeerzijde is geschematiseerd met een breedte van 1,5m. De opening is weliswaar 2,5m breed, maar het bovenliggende ontluichtingskanaal heeft een breedte van 1,5m. De waarden zijn in Tabel 6-38, Tabel 6-41, Tabel 6-44 en Tabel 6-47 samengevat.

Let op: Tabel 6-33 (voorgeschreven golfdruk Waddenzeezijde) en Tabel 6-34 (voorgeschreven golfdruk IJsselmeerzijde) en de WOG UGT golfklapbelasting dienen niet met elkaar gecombineerd te worden. De, voor het beschouwde faalmechanisme, maatgevende waarde dient toegepast te worden. De maatgevende waarde dient niet gecombineerd te worden met ijsbelasting.

Let op: De gegeven druk is **exclusief hydrostatische druk**. De hydrostatische druk moet nog apart in rekening gebracht worden. De waterstanden die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn vermeld in Tabel 6-31. In deze paragraaf wordt alleen de grootste golfklapbelasting gerapporteerd. Het is mogelijk dat een kleinere golfklapbelasting in combinatie met de bijbehorende vervalbelasting maatgevend is. De golfklapbelasting in Tabel 6-38 is bijvoorbeeld 9,26 kN/m² en treedt op bij 1/100 per jaar condities. Er dient dan rekening te worden gehouden met de 1/100 per jaar vervalbelasting. De 1/10.000 per jaar condities geven kleinere golfklapbelastingen, maar grotere vervalbelastingen. De golfklapberekeningen voor 1/10.000 per jaar condities zijn opgenomen in onderstaande tekst. Een overzicht van alle golfklap- en vervalbelastingen is te vinden in Bijlage 4.

Figuur 6-6: Geometrie die gehanteerd is om golfklappen op de Zuiderschuiф uit te rekenen. De Zuiderschuiф is gesloten en de Noorderschuiф open in deze schematische weergave.



Tabel 6-36 Maatvoering Zuiderschuiф voor golfklapberekeningen.

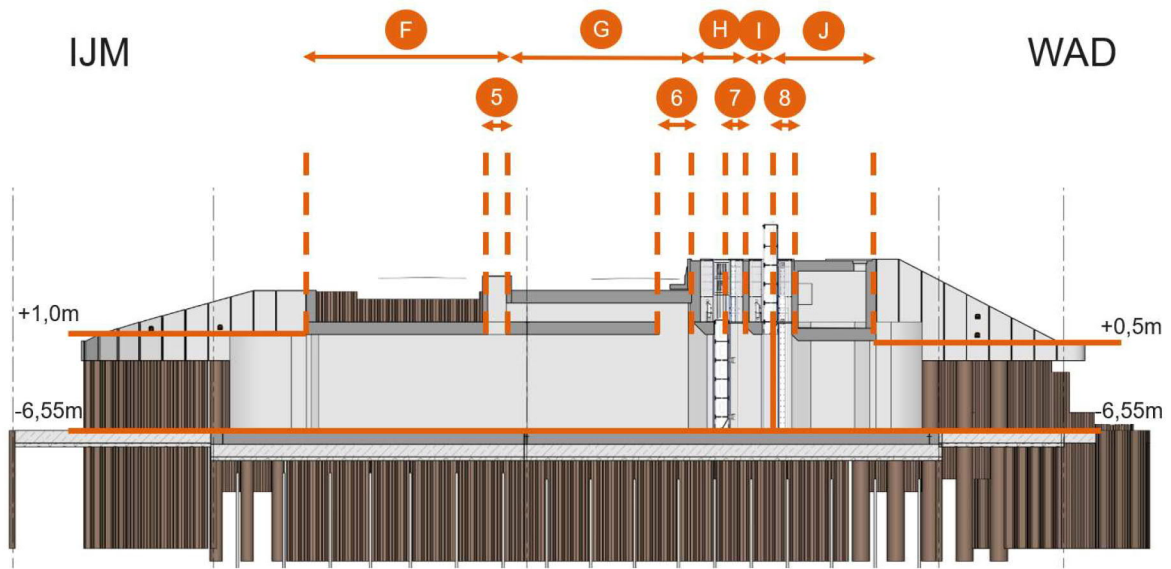
Overhang	Lengte [m]
A	14,957*
B	13,717*
C	0,700**
D	3,470
E	7,337
Spleet	Lengte [m]
1	1,500
2	1,500***
3	0,883****
4	0,924****

* Er is voor gekozen de weggedeeltes een gelijke breedte te geven. Hiermee verschuift spleet 1 en veranderen de afmetingen van overhangen A en B. Deze verandering is niet doorgevoerd in de input van de golfklap berekeningen, maar zal geen invloed hebben op de output. Overhangen A en B zijn namelijk in de nieuwe situatie nog altijd breder dan het deel van de golf dat het kokerdek raakt.

** C betreft het horizontale overgangsdeel van het beton voor de schuiф.

*** De opening is weliswaar 2,5m breed, maar het bovenliggende ontluhtingskanaal heeft een breedte van 1,5m.

**** De opening is gebaseerd op de breedte van de spleet zoals aangegeven in Figuur 2-2 vermenigvuldigd met een roosterpercentage 80%.



Figuur 6-7: Geometrie die gehanteerd is om golfklappen op de Noorderschuif uit te rekenen. De Zuiderschuif is open en de Noorderschuif gesloten in deze schematische weergave.

Tabel 6-37 Maatvoering Noorderschuif voor golfklapberekeningen.

Belastingen	Lengte [m]
F	14,957*
G	13,717*
H	4,710
I	0,700**
J	7,337
Spleet	Lengte [m]
5	1,500
6	1,500***
7	0,883****
8	0,924****

* Er is voor gekozen de weggedeeltes een gelijke breedte te geven. Hiermee verschuift spleet 1 en veranderen de afmetingen van overhangen F en G. Deze verandering is niet doorgevoerd in de input van de golfklap berekeningen, maar zal geen invloed hebben op de output. Overhangen F en G zijn namelijk in de nieuwe situatie nog altijd breder dan het deel van de golf dat het kokerdek raakt.

** I betreft het horizontale overgangsdeel van het beton voor de schuif.

*** De opening is weliswaar 2,5m breed, maar het bovenliggende ontluftingskanaal heeft een breedte van 1,5m.

**** De opening is gebaseerd op de breedte van de spleet zoals aangegeven in Figuur 2-2 vermenigvuldigd met een roosterpercentage 80%.

Waddenzee & Noorderschuif

De maximale druk door golfklap vanuit de **Waddenzee** is **9,26 kN/m²**. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (65,29 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-38: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Noorderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	7,34
Spleetgrootte	O	m	0,92
Maatgevende conditie		-	2020 WAD 100
Golfklapdruk	F	kN/m ²	9,26
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	1,95*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,49

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

De druk door golfklap vanuit de **Waddenzee** is **3,16 kN/m²** bij 1/10.000 jaar condities. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (22,26 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-39: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Noorderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	7,34
Spleetgrootte	O	m	0,92
Maatgevende conditie		-	2020 WAD 10.000
Golfklapdruk	F	kN/m ²	3,16
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	2,52*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,61

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

Extra golfklapanalyse buiten aangeleverde HR [B]

Op verzoek van opdrachtgever is, na review en buiten de initieel aangeleverde HR, een extra golfklapanalyse uitgevoerd bij een waterstand van NAP +0,50m en een significante golfhoogte van 1,50m. Op basis van de stormverlopen zoals gerapporteerd in [H], is de bijbehorende maximale golfperiode 4,0s. Een grote golfperiode is voor de golfklapanalyse conservatief.

De maximale druk door golfklap in deze analyse is **38,58 kN/m²**. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (272 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-40: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Noorderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	7,34
Spleetgrootte	O	m	0,92
Maatgevende conditie		-	-
Golfklapdruk	F	kN/m ²	38,58
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	0,50*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,75**

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

** O.b.v. 1/1 lage laagwaterstand IJsselmeer uit [B], bijlage G

Waddenzee & Zuiderschuif

De maximale druk door golfklap vanuit de **Waddenzee** is **1,31 kN/m²**. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (9,24 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-41: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Zuiderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	10,81
Spleetgroottes	O	m	0,88; 0,92
Maatgevende conditie		-	2020 WAD 1.000
Golfklapdruk	F	kN/m ²	1,31
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	1,95*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,49

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

De druk door golfklap vanuit de **Waddenzee** is **0,32 kN/m²** bij 1/10.000 jaar condities. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (2,28 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-42: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Zuiderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	10,81
Spleetgrootte	O	m	0,88; 0,92
Maatgevende conditie		-	2020 WAD 10.000
Golfklapdruk	F	kN/m ²	0,32
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	2,52*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,61

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

Extra golfklapanalyse buiten aangeleverde HR [B]

Op verzoek van opdrachtgever is een extra golfklapanalyse uitgevoerd bij een waterstand van NAP +0,50m en een significante golfhoogte van 1,50m. Op basis van de stormverlopen zoals gerapporteerd in [H], is de bijbehorende maximale golfperiode 4,0s. Een grote golfperiode is voor de golfklapanalyse conservatief.

De maximale druk door golfklap in deze analyse is **8,79 kN/m²**. Deze is afgeleid uit de maximale belasting door golfklap (62 kN/m), te delen door de hoogte van de schuif. Voor Waddenzeezijde is dit een hoogte van 7,05 m. M.a.w. een uniform drukprofiel wordt aangenomen, omdat in dit geval een klap 'voorin' de koker maatgevend is, zie ook [F].

Tabel 6-43: Uitgangspunten en resultaten golfklapberekeningen Zuiderschuif Waddenzeezijde, zie ook [I], bijlage 5. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	10,81
Spleetgroottes	O	m	0,88; 0,92
Maatgevende conditie		-	-
Golfklapdruk	F	kN/m ²	8,79
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	0,50*
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	-0,75**

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

** O.b.v. 1/1 lage laagwaterstand IJsselmeer uit [B], bijlage G

IJsselmeer & Zuiderschuif

De maximale belasting door golfklap vanuit het **IJsselmeer** (32,58 kN/m). De golfklap is niet uniform verdeeld over de deur, zie Tabel 6-45. Dit komt doordat de golfklap direct voor de deur optreedt.

Tabel 6-44: Uitgangspunten golfklapberekeningen Zuiderschuif IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	29,37
Spleetgroottes	O	m	1,50; 1,50
Maatgevende conditie		-	2120 IJM 1.000-a
Golfklap	F	kN/m	32,58
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	-1,00
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	1,59

De belasting door golfklap onder de bovenste ligger van de schuiven (verticaal) kan gelijk genomen worden aan de horizontale druk bovenin de spuischuif (achterin) voor stormen vanuit het IJsselmeer. Deze druk door golfklap is gelijk aan $8,18 \text{ kN/m}^2$, zie Tabel 6-47. Deze belasting is vanaf onder op de bovenste ligger.

 Tabel 6-45 Golfklapdrukken op Zuiderschuif vanuit IJsselmeer. **Exclusief hydrostatische druk.** Zie ook [I], bijlage 5.

Bovenkant drukblok [m +NAP]	Onderkant drukblok [m +NAP]	Kracht [kN/m]	Druk [kN/m ²]
+1,00	-0,51	12,35	8,18
-0,51	-2,02	7,58	5,02
-2,02	-3,53	5,10	3,38
-3,53	-5,04	3,97	2,63
-5,04	-6,55	3,56	2,36

Tabel 6-46: Uitgangspunten golfklapberekeningen Zuiderschuif IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	29,37
Spleetgroottes	O	m	1,50; 1,50
Maatgevende conditie		-	2050 IJM 10.000-A
Golfklap	F	kN/m	32,37
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	-1,23
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	1,81

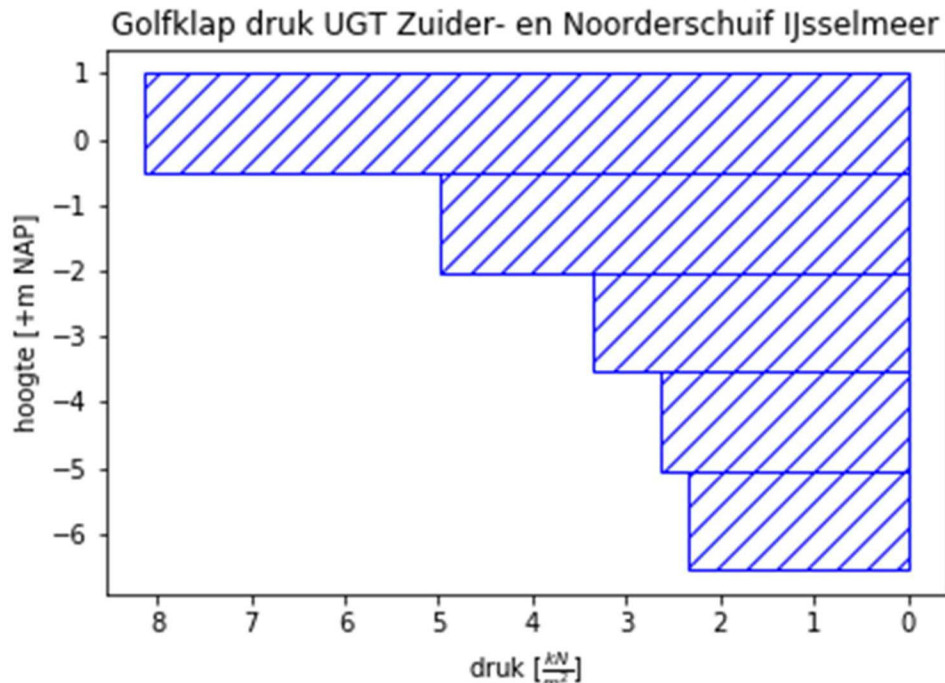
IJsselmeer & Noorderschuif

De UGT-belasting op de Noorderschuif wordt gelijk genomen aan die op de Zuiderschuif. Dit is conservatief, wetende dat er zich tussen de Zuider- en Noorderschuif nog een ontluchtingsopening bevindt.

De maximale belasting door golfklap vanuit het **IJsselmeer** ($32,58 \text{ kN/m}$). De golfklap is niet uniform verdeeld over de deur, zie Figuur 6-8.

Tabel 6-47: Uitgangspunten golfklapberekeningen Noorderschuif IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Waarde
Totale lengte overhang	W	m	34,08
Spleetgroottes	O	m	1,50; 1,50; 0,88; 0
Golfklap	F	kN/m	32,58
Waterstand Waddenzee	$h_{w,WAD}$	[m NAP]	-1,00
Waterstand IJsselmeer	$h_{w,IJM}$	[m NAP]	1,59



Figuur 6-8 Drukverdeling over de hoogte van de Zuider- en Noorderschuif bij golfklapbelasting vanuit IJsselmeer bij 1/1.000 jaar conditie.

6.4.2 Schuiven vermoeiing (FAT)

Er zijn een aantal onderdelen voorgeschreven in Belastingnota project Afsluitdijk [D] om de vermoeiingsberekening te doen voor de schuiven van de spuumiddelen. Deze onderdelen horen bij verschillende (golf)belastingen, te weten: 1) Hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk, 3) golfklap en 4) vervalbelastingen bij openen en sluiten van de schuiven (dit wil zeggen; vervalbelasting bij deels geopende deur). De verschillende onderdelen van de voorgeschreven vermoeiingsberekening worden opgesomd in Tabel 6-48. In de tabel staan ook de relevante belastingen. De belastingen worden per type belasting besproken in onderstaande paragrafen.

Bij onderdeel c ten behoeve van de horizontale golfdruk en golfklap berekeningen moet het volgende opgemerkt worden:

- Aangezien getij afwezig is op het IJsselmeer wordt voor de IJsselmeerzijde per storm scenario met een vast IJsselmeerpeil gerekend, zoals beschreven in Bijlage E1.3 van HR 7.0 [B]. De waterstand per herhaal periode leidend tot de meest conservatieve belastingen wordt meegenomen in de vermoeiingsberekening.

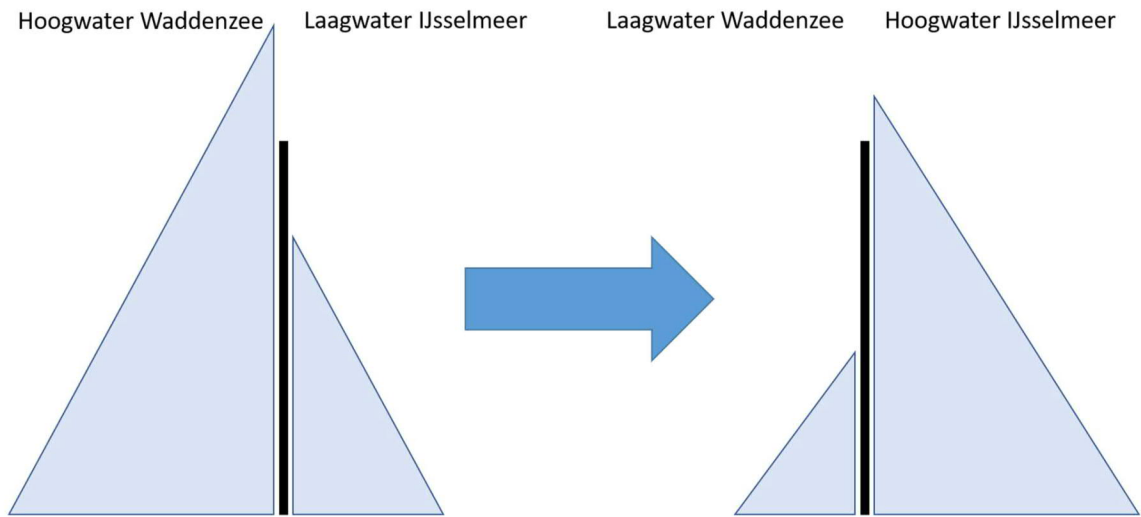
- Voor Waddenzeezijde is het getij verwerkt in de totale stormopzet, de opbouw van het stormverloop wordt beschreven in [H].
- Voor het bepalen van de dagelijkse golfbelasting aan Waddenzeezijde is het dagelijks getij zoals gegeven in Tabel 5-1 gecombineerd met 1/1 per jaar golfcondities.
- De werkwijze ter bepaling van de stormverlopen is gerapporteerd in [H].

Tabel 6-48: Onderdelen vermoeiingsberekening voorgeschreven in [D]

Onderdeel vermoeiingsberekening	Type belastingen
a) dagelijks 1 keer openen en sluiten onder normaal verval	4) vervalbelasting bij deels geopende deur
b) dagelijks visintrekstand en visvriendelijk spuien	4) vervalbelasting bij deels geopende deur
c) dagelijks 2× van laag naar hoogwater met 1/1 jaar storm	1) hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk, 3) golfklap
d) jaarlijks 1/100 jaar storm	1) hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk en 3) golfklap
e) elke 10 jaar 1/1.000 jaar storm	1) hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk en 3) golfklap
f) één maal 1/10.000 jaar storm	1) hydrostatische druk, 2) horizontale golfdruk en 3) golfklap
g) windbelasting	dit is geen hydraulische belasting
h) jaarlijks sluiten onder maximaal verval	4) vervalbelasting bij deels geopende deur
i) jaarlijks openen onder maximaal verval	4) vervalbelasting bij deels geopende deur

6.4.2.1 Schuiven vermoeiing - Hydrostatische druk

Bij onderdeel c, d, e, en f van de vermoeiingsberekening moet ook één lastwisseling per storm ten gevolge van waterstandswisselingen van laag naar hoogwater inrekening gebracht worden. Dit is geïnterpreteerd als van hoogwater Waddenzee en laagwater IJsselmeer naar laagwater Waddenzee en hoogwater IJsselmeer, afgebeeld in Figuur 6-9. De bijbehorende waterstanden zijn gegeven in Tabel 6-49 en komen uit [B], bijlage E2. Bijlage 2 bevat meer waterstanden behorende bij vervalbelastingen. Merk op: De waterstanden bij een vervalbelasting met terugkeerfrequentie 1/1 jaar zijn op basis van lineaire extrapolatie met de terugkeerfrequentie op logschaal.



Figuur 6-9: Lastwisseling door hydrostatische druk

Tabel 6-49: Waterstanden behorende bij vervalbelasting met verschillende terugkeerfrequenties op Waddenzee en IJsselmeer voor vermoeiing. Bron: [B], bijlage E2. Zie ook Bijlage 2

Terugkeerfrequentie	Hoogwater Waddenzee [m +NAP]	Laagwater IJsselmeer [m +NAP]	Hoogwater IJsselmeer [m +NAP]	Laagwater Waddenzee [m +NAP]
1/1 jaar*	4,04	-0,01	0,33	-0,88
1/100 jaar	5,38	-0,34	1,39	-0,75
1/1.000 jaar	5,95	-0,49	1,59	-1,00
1/10.000 jaar	6,47	-0,61	1,81	-1,23

* De waterstanden bij een vervalbelasting met terugkeerfrequentie 1/1 jaar zijn op basis van lineaire extrapolatie met de terugkeerfrequentie op logschaal.

6.4.2.2 Schuiven vermoeiing - Horizontale golfdruk

De horizontale golfdruk wordt berekend bij de golfklap berekeningen t.b.v. vermoeiing, zie paragraaf 6.4.2.3 en Bijlage 3.

6.4.2.3 Schuiven vermoeiing – Golfklap

In [F] is de benaderingswijze gegeven welke toegepast is om de grootte van de kracht van de golfklap af te leiden en om het aantal golfklappen te bepalen. Er wordt gerekend conform case 5. De gebruikte geometrie is getoond in Figuur 6-6 en Figuur 6-7. Het resultaat is gegeven in Bijlage 3. Dit kan gebruikt worden om de onderdelen c, d, e en f van de vermoeiingsberekening te doen. In [F] wordt uitgelegd hoe met deze vermoeiingsbelastingen gerekend kan worden voor de vermoeiing van de schuiven. Bij deze berekening is van belang dat:

- De vermoeiingsbelasting door golfklap en golfdruk is geschematiseerd als uniforme druk op de schuiven. Voor vermoeiing komt de meeste schade voort uit het natrillen. Dit is een uniforme belasting. Hierom is de vermoeiingsbelasting ook uniform genomen.
- De druk door golfklap vanuit het IJsselmeer op de bovenste ligger van de schuiven kan gelijk genomen worden aan de uniforme horizontale druk op de schuif. Deze belasting is vanaf onder voor stormen vanuit het IJsselmeer.

- De quasi statische golfbelasting (Lineaire golftheorie/ Goda, etc.) is opgenomen in de getoonde golfklappen. In paragraaf 6.4.1.1 werd al verwezen naar de berekeningen uit deze paragraaf.

De lastwisselingen door golfklap en golfdruk tijdens stormen vanuit Waddenzee en IJsselmeer met verschillende terugkeerfrequenties zijn gegeven in Bijlage 3 en uitgerekend in bijlage 5 van [I]. **De periode waarvoor het aantal lastwisselingen gegeven is verschilt voor de verschillende terugkeerfrequenties en is:**

- **één storm voor terugkeerfrequenties van 1/100, 1/1000 en 1/10000;**
- **één jaar voor terugkeerfrequentie van 1/1 jaar;**
- **één jaar voor de 99% onderschrijdingsfrequentie i.c.m. dagelijks getij.**

6.4.2.4 Schuiven vermoeiing - Vervalbelasting bij deels geopende deur

Deze paragraaf bevat een beschouwing van de dynamische belasting op schuiven ten gevolge van stromend water tijdens sluiten en openen van de schuiven. De getoonde waarden zijn **inclusief hydrostatische druk** en komen uit berekeningen die getoond zijn in [I], (bijlage 18) of zijn hieruit afgeleid. De volgende situaties worden beschouwd:

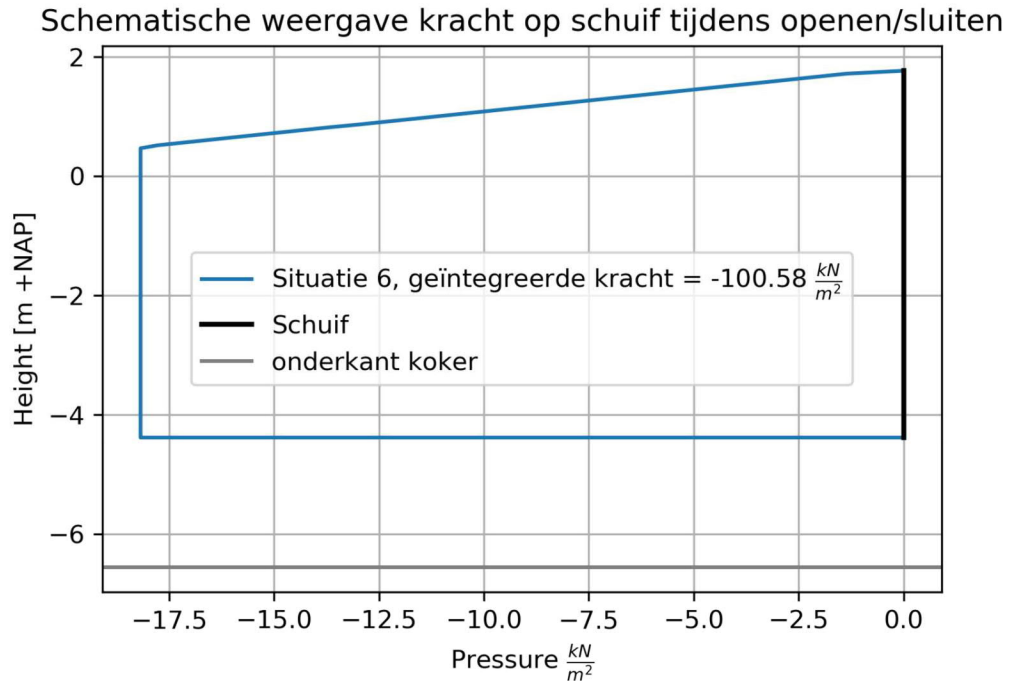
- Openen bij normaal verval, situatie 1 in Tabel 6-50, hoort bij situatie a voor vermoeiing in Tabel 6-48
- Openen bij normaal verval, situatie 1 in Tabel 6-50, hoort bij element a voor vermoeiing in Tabel 6-48;
- Sluiten bij normaal verval, situatie 2 in Tabel 6-50, hoort bij element a voor vermoeiing in Tabel 6-48;
- Openen bij noodsluiting, situatie 5 in Tabel 6-50, hoort bij element i voor vermoeiing in Tabel 6-48;
- Sluiten bij noodsluiting, situatie 6 in Tabel 6-50, hoort bij element h voor vermoeiing in Tabel 6-48.

Het gegeven verval is het totaalverval als gevolg van het verval op het moment van sluitcommando, het verlopen van het getij gedurende het sluiten en traagheid van de stroming. Er is geen onderscheid tussen bovenstrooms en benedenstrooms gemaakt. Voor krachtenberekening is het extra verval aan de meest ongunstige zijde in rekening gebracht. Dit is een bovengrensbenadering. Tabel 6-50 toont de maximale totaal kracht op de schuif. Deze kracht treedt éénmaal op tijdens het openen of sluiten en werkt op de deels geopende schuif. Deze kracht is omgezet in een drukprofiel zoals getoond in Figuur 6-10. Hierbij zijn de drukprofielen uit [I] verschaald om geïntegreerd dezelfde kracht te geven als opgegeven. De aangegeven drukken en aangrijphoogtes zijn gegeven in Tabel 6-51 voor situatie 1 tot en met 4 en in Tabel 6-52 voor de overige situaties.

Tabel 6-50: Rekenresultaat vervalbelasting NSM Spuigroepen Den Oever. Bron [I, bijlage 22]

	Situatie	IJsselmeerpeil	Verval bij aanvang sluiten*	Tijd sluiten	Tijd openen	Kracht op schuif
		[m +NAP]	[m]	[min]	[min]	[kN/m]
1.	Openen bij normaal verval	-0,20	0,22	2	2	13,81
2.	Sluiten bij normaal verval	-0,20	0,15	2	2	23,99
3.	Sluiten bij calamiteit, reguliere tijd	-0,20	-0,90	2	2	-86,64
4.	Sluiten bij calamiteit, verlengde tijd	-0,20	-0,90	5	2	-70,78
5.	Openen bij calamiteit	0,55	0,61	2	2	41,55
6.	Sluiten bij calamiteit, reguliere tijd	0,55	-0,90	2	2	-100,58
7.	Sluiten bij calamiteit, verlengde tijd	0,55	-0,90	5	2	-79,29

*Positief is richting Waddenzee



Figuur 6-10: Vervalbelasting bij situatie 6 geschematiseerd in een drukprofiel. Positieve druk/kracht is richting Waddenzee. Negatieve druk/kracht richting IJsselmeer.

Tabel 6-51: Vervalbelasting bij situaties 1 tot en met 4 geschematiseerd in een drukprofiel. Positieve druk/kracht is richting Waddenzee. Negatieve druk/kracht richting IJsselmeer.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3	Situatie 4
Totale horizontale druk door vervalbelasting	$F_{x,max}$	kN/m1	13,81	23,99	-86,64	-70,78
druk onderkant schuif	p1	kN/m ²	2,24	4,84	-16,77	-11,09
aangrijphoogte druk onderkant schuif	p1,h	m +NAP	-6,50	-5,13	-4,78	-6,07
druk bij knik in drukprofiel	p2	kN/m ²	2,24	4,84	-16,77	-11,09
aangrijphoogte druk bij knik in drukprofiel	p2,h	m +NAP	-0,45	-0,38	-0,28	-0,22
druk bovenkant schuif	p3	kN/m ²	0,00	0,00	0,00	0,00
aangrijphoogte druk bovenkant schuif	p3,h	m +NAP	-0,25	-0,03	0,97	0,78

Tabel 6-52: Vervalbelasting bij situaties 5 tot en met 7 geschematiseerd in een drukprofiel. Positieve druk/kracht is richting Waddenzee. Negatieve druk/kracht richting IJsselmeer.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Situatie 5	Situatie 6	Situatie 7
Totale horizontale druk door vervalbelasting	$F_{x,max}$	kN/m1	41,55	-100,58	-79,29
druk onderkant schuif	p1	kN/m ²	6,12	-18,18	-11,20
aangrijphoogte druk onderkant schuif	p1,h	m +NAP	-6,55	-4,38	-6,02
druk bij knik in drukprofiel	p2	kN/m ²	6,12	-18,18	-11,20
aangrijphoogte druk bij knik in drukprofiel	p2,h	m +NAP	-0,10	0,47	0,53
druk bovenkant schuif	p3	kN/m ²	0,00	0,00	0,00
aangrijphoogte druk bovenkant schuif	p3,h	m +NAP	0,50	1,77	1,53

6.4.2.5 Schuiven vermoeiing – Operationele golfbelasting tijdens openen en sluiten.

Er moet rekening gehouden worden met golfbelasting tijdens openen en sluiten onder normaal verval, zie Tabel 6-53. Dit wordt gedaan op basis van de golfbelastingen die gegeven worden in paragraaf 6.4.6. Er wordt uitgegaan van een golf die maximaal 1% van de tijd in een jaar overschreden wordt om de belasting te bepalen (conservatief), zie Tabel 6-53 voor resultaat. In werkelijkheid zal deze belasting minder vaak voorkomen, omdat er maar geringe tijd van het jaar geopend/gesloten wordt met de schuiven. De opgegeven belasting kan uniform op de schuif worden toegepast. Het aantal wissels wordt conservatief ingeschat op basis van een bewegingsduur van 2 minuten en een golfperiode van 1 seconde, zie Tabel 6-53. Het gemiddelde van de gemiddelde golfperiodes ligt hoger, zie bijlage 18 en 21 van document [I], maar een kortere golfperiode geeft meer wissels.

Tabel 6-53 Operationele golfbelasting voor vermoeiing schuiven bij normaal verval

Aanvallende zijde	kracht max 1% van jaar [kN/m]	bijbehorende overschrijdingskans [-]	wissels per beweging
IJsselmeer	12	1,00E-02	120

Waddenzee	14	9,327E-03	120
-----------	----	-----------	-----

6.4.3 Excitatie – trillen door loslating rond schuif

Interactie van de hefschuiven met de stroming kan leiden tot trillingen van de schuiven, excitatie. In het uiterste geval kan zelfs schade ontstaan aan de schuiven of de bewegingswerken als gevolg. In deze paragraaf wordt eerst een kwalitatieve beschouwing hierop gedaan. Vervolgens is een aanvullende analyse gedaan voor de vismigatiestand omdat deze stand over langere tijd vastgehouden wordt.

Deze analyse gaat uit van de constructieve karakteristieken in Den Oever. Als deze wijzigen in Kornwerderzand, dan moet onderstaande analyse gecheckt worden.

6.4.3.1 **Kwalitatieve** evaluatie dynamica hefschuiven nieuwe spui Den Oever

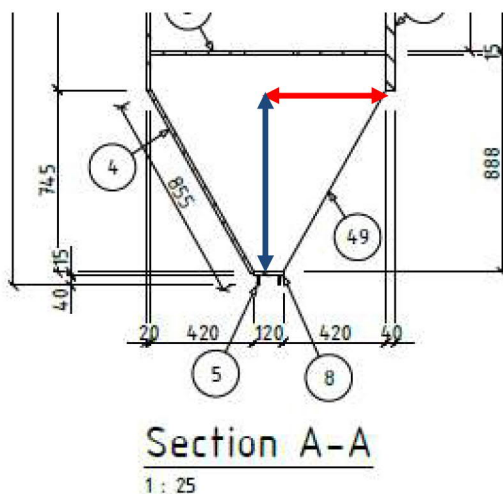
De volgende ontwerpaspecten van de schuiven en het bewegingswerk hebben invloed op het optreden van trillingen:

- 1) De eigenfrequentie van het gecombineerde systeem van schuif en bewegingswerk
- 2) De vorm van de onderrand van de schuif
- 3) De detaillering van de afdichtingen langs de onderkant en zijkanten van de schuif
- 4) Trilling door stromingsinstabiliteit in de schuiven schacht

Punt 2 en 3 hebben betrekking tot het aanliggen van de stroming. Als het aanliggen van de stroming voorkomen wordt, dan kunnen de turbulente wervels geen excitatie van de schuif genereren. Punt 2 en 3 worden hieronder besproken. Bron van deze tekst: [I], bijlage 6. Punt 4 is gerelateerd aan de breedte van de schuivenschacht en wordt ook hieronder besproken

Vorm van de onderrand van de schuif

Het ontwerp van de onderkant van de hefschuiven dat getoond is in Figuur 6-11 voorkomt bij aanstroming vanaf Waddenzeezijde aanliggen (links in figuur) en is daarmee juist vormgegeven tegen excitatie, zie [I], bijlage 6.



Figuur 6-11: Onderkant doorsnede hefschuif nieuwe spuisluis Den Oever [6]; aanstroming vanaf links (Waddenzeezijde)

Indien de schuif vanaf rechts (IJsselmeerzijde) wordt aangestroomd, kunnen er, omdat deze zijde niet beplaat is, onder de onderste rib loslatingen ontstaan. Aanstroming vanaf IJsselmeerzijde komt voor tijdens het heffen van de schuif en als ervoor wordt gekozen om tijdens het spuien de schuiven niet volledig te heffen. Naudascher en Rockwell [V] zeggen over deze vorm van onderrand (vorm f in Figuur 6-12) dat deze stabiel is als de hoogte van de punt (800 mm, zie blauwe pijl Figuur 6-11) veel groter is dan de breedte van de punt (500 mm, zie rode pijl Figuur 6-11).

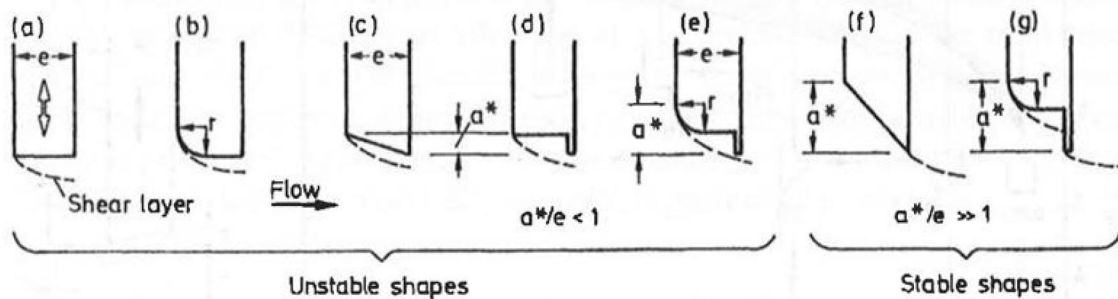


Figure 9.39. Unstable and stable bottom shapes for gates free to undergo vertical vibrations (qualifications given in text).

Figuur 6-12: Stabiele en niet-stabiele vormen van onderranden schuif [V].

De verhouding 'hoogte punt : breedte punt' is 800 mm/500 mm = 1,6. Dit is groter dan 1, maar niet veel groter. Hierom de volgende aandachtspunten:

- De schuif dient in een continue beweging geheven te worden;
- Bij voorkeur dient de schuif tijdens het spuien geheel geheven te zijn;
- Als blijkt dat er bij gebruik toch hinderlijke trillingen optreden, kan het beplaten van de rechter onderzijde (onderdeel 49 in Figuur 6-11) als maatregel getroffen worden.

Detailering van de afdichtingen

De detailering van afdichting aan de onderrand maar ook de zijafdichtingen zijn van belang om excitatie te voorkomen. De voorlopige vormgeving van de onderrand is in Figuur 6-11 gegeven, de zijafdichting in Figuur 6-14. Dit is een gunstige vorm voor het voorkomen van dynamisch gedrag. De volgende punten zijn van belang bij de verdere detailering van de afdichtingen:

- Niet-vormvaste profielen kunnen in interactie treden met de stroming. Het resultaat daarvan is een wisselende doorstroomopening en een variërende afvoercoëfficiënt. Hierdoor kan de hele schuif in trilling komen als gevolg van het oscilleren van de hele stroming. De afdichting aan de onderrand uit Figuur 6-11 moet massief en vormvast uitgevoerd worden. Ook de afdichtingen aan de zijkanten moeten vormvast zijn, om dezelfde reden.
- De afdichtingen mogen niet te kwetsbaar uitgevoerd worden. Als afdichtingen beschadigd raken tijdens het gebruik, dan kunnen soms alsnog trillingsproblemen ontstaan. Het is daarom van belang dat de afdichtingen niet te kwetsbaar worden uitgevoerd en dat het onderhoud erop gericht is de afdichtingen in goede conditie te houden. Beschadigingen kunnen ontstaan wanneer bijvoorbeeld een voorwerp klem komt te zitten onder de schuif.

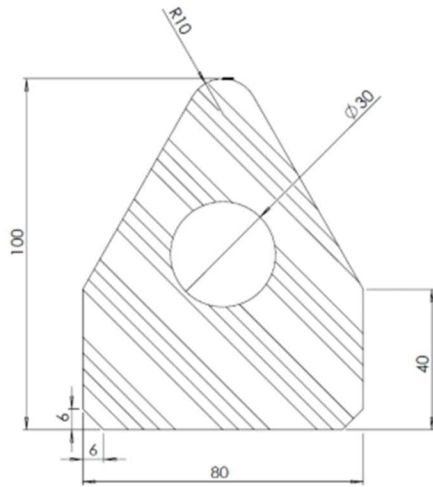


Figure 8 Trelleborg CS 111/114 profiel met gat

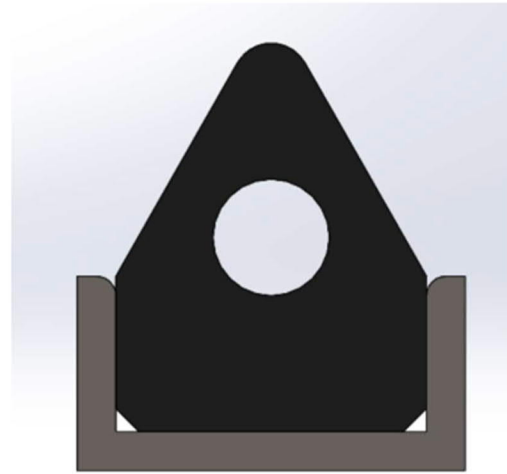
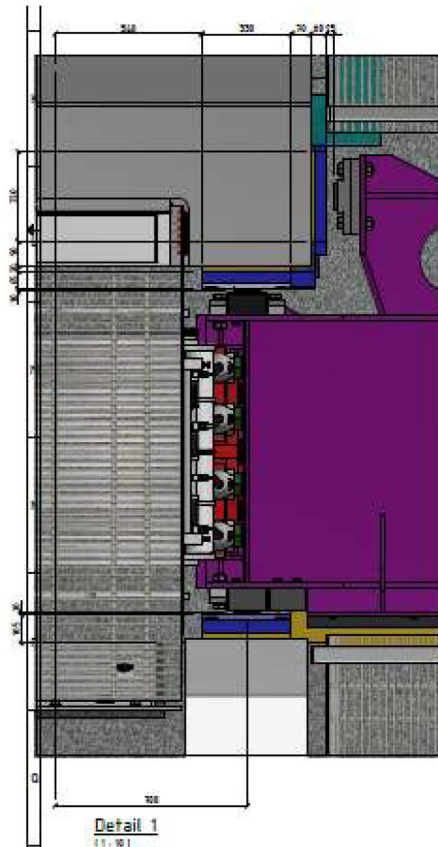


Figure 9 Klemconstructie CS 111/114

Figuur 6-13: gunstige vorm voor het voorkomen van dynamisch gedrag



Figuur 6-14: Zijafdichtingen schuiven in NSM Spuigroepen [5]

6.4.3.2 **Kwantitatieve** evaluatie stationaire dynamica hefschuiven nieuwe spui Den Oever

Bij een stationaire stroming is een analyse als aanvulling op bovenstaande kwalitatieve analyse nodig. Dit komt enkel voor tijdens visvriendelijk spuien, opening van 0,5 m. De loslaatfrequenties die verwacht kunnen worden bij deze stand zijn afhankelijk van het verval. De horizontale en verticale loslaatfrequenties als functie van het verval zijn uitgerekend in Bijlage 6 van [I] en gegeven in Tabel 6-54, Figuur 6-15 en Figuur 6-16.

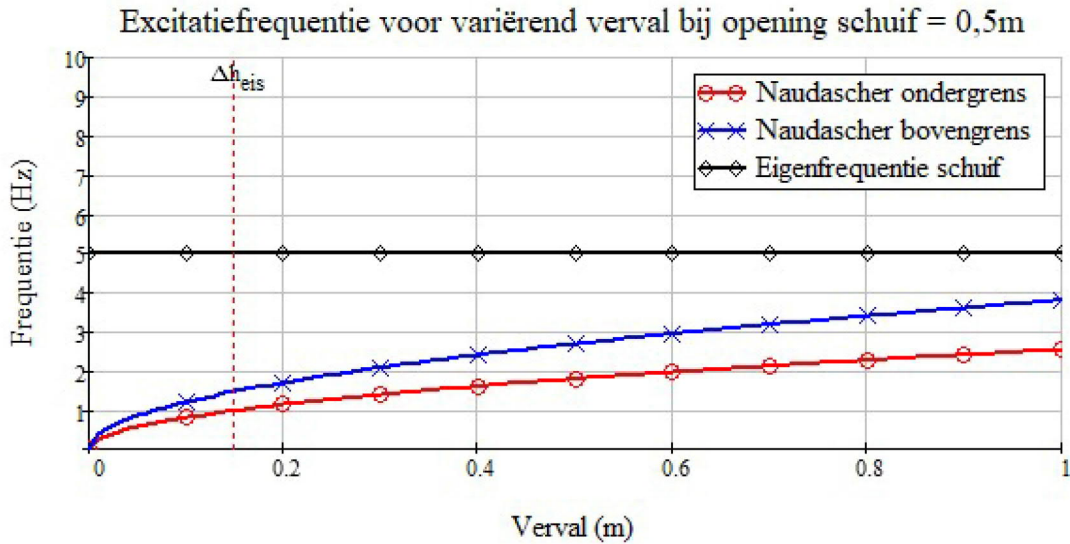
De Eigenfrequentie van het systeem moet 2 tot 3 keer zo hoog zijn als de excitatiefrequentie van de stroming voor een kleine kans op excitatie, volgens Kolkman en Jongeling [IV].

Let op:

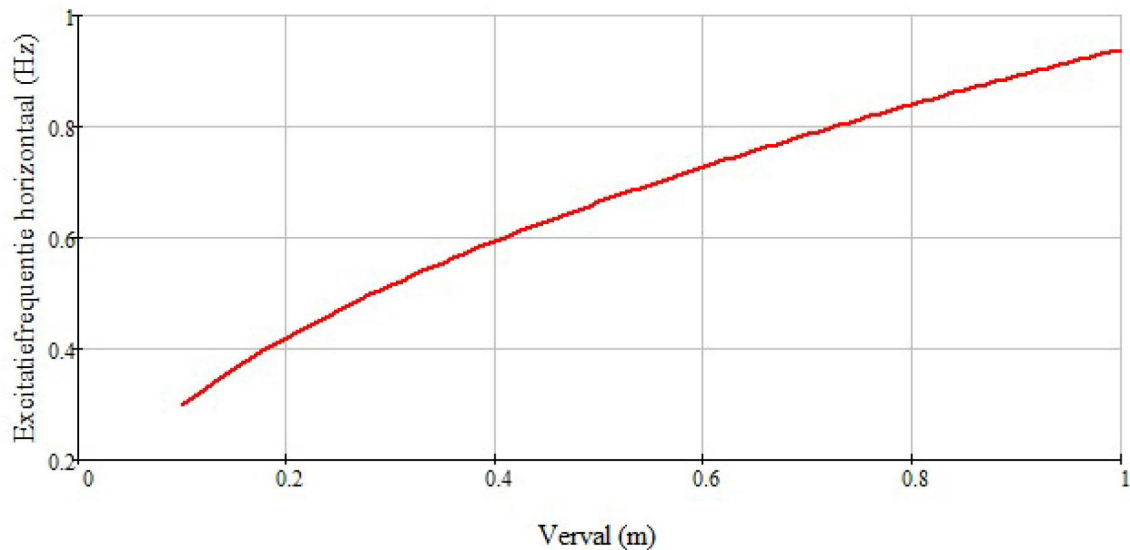
- Aandachtspunten t.a.v. detaillering van de afdichtingen blijven onverkort geldig;
- Methode Naudascher toegepast ver buiten geldigheidsgebied; andere methoden zijn niet bekend;
- Breedte van de neus is nu aangenomen op 25 mm.
- Bij een kleinere schuifopening dan 0,50 m komt de excitatiefrequentie in de buurt van de eigenfrequentie. Hieromtrent de volgende aandachtspunten:
 - De schuifopening niet kleiner laten zijn dan 0,50 m;
 - De schuif met redelijke snelheid openen totdat vismigratiestand bereikt is. Hetzelfde geldt voor het sluiten van de schuif.
 -

Tabel 6-54 Horizontale en verticale excitatiefrequenties als functie van verval bij een schuif die 0,5 m open staat.

Verval (m)	Excitatiefrequentie verticaal (Hz)	Excitatiefrequentie horizontaal (Hz)
0,10	1,20	0,30
0,15	1,47	0,36
0,20	1,70	0,42
0,25	1,90	0,47
0,30	2,08	0,51
0,35	2,25	0,56
0,40	2,40	0,59
0,45	2,55	0,63
0,50	2,68	0,66
0,55	2,82	0,70
0,60	2,94	0,73
0,65	3,06	0,76
0,70	3,18	0,79
0,75	3,29	0,81
0,80	3,40	0,84
0,85	3,50	0,87
0,90	3,60	0,89
0,95	3,70	0,92
1,00	3,80	0,94



Figuur 6-15 - Verticale excitatiefrequenties als functie van verval bij een schuif die 0,5 m open staat.

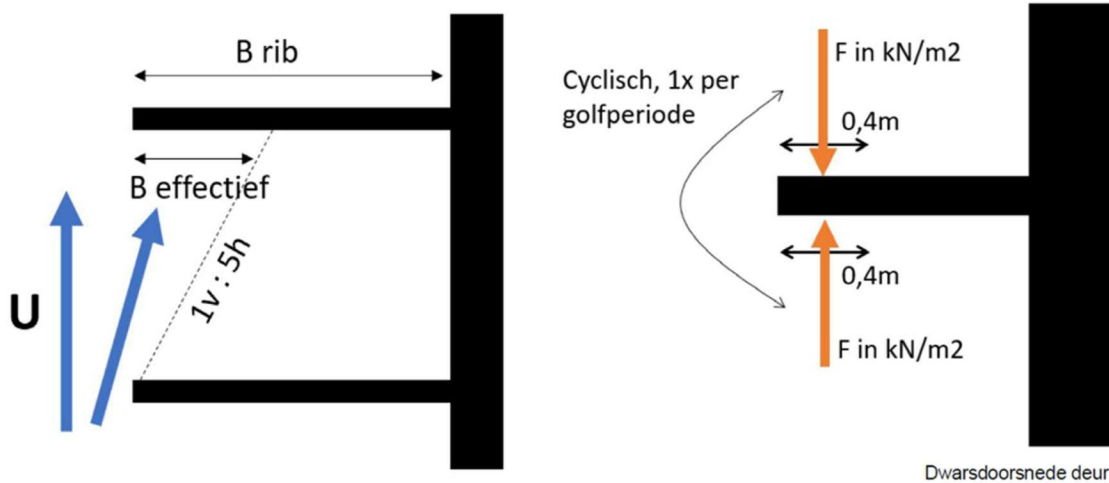


Figuur 6-16 - Horizontale excitatiefrequenties als functie van verval bij een schuif die 0,5 m open staat.

6.4.4 Oprijven

De maximale som van de verticale kracht op alle liggers door het op en neer gaan van de golven is gegeven in deze paragraaf voor stormen vanuit het IJsselmeer met verschillende terugkeerfrequenties, zie Tabel 6-55. Deze kracht kan gebruikt worden om te bepalen of de schuiven onder de cyclische belasting van de golven omhoog kunnen komen of dat het eigengewicht meer is dan de opwaartse kracht.

De verticale kracht bestaat in deze berekening uit een stromingsbelasting (sleepkracht) en een kracht door versnelling (traagheid) van de waterdeeltjes. De berekening is een variant op de Morison methode en gegeven [1], bijlage 7. Niet de volledige regel wordt aangestroomd, zie Figuur 6-17. De effectieve breedte is ongeveer 0,4 meter door de geometrie van de schuiven. Deze effectieve breedte is gebruikt om te komen tot de gesommeerde verticale golfkracht per meter schuif in Tabel 6-55. Eén keer per golf zal er een kracht naar beneden en naar boven optreden, zie rechter afbeelding in Figuur 6-17 voor de definitie van de kracht.



Figuur 6-17: Linker figuur: schematische weergave van aanstroming van de regels. De figuur geeft het effectief aangestroomde gedeelte en de schaduwzone. Rechter figuur: Lastwisseling en kracht definitie (effectieve breedte voor 4 ribben).

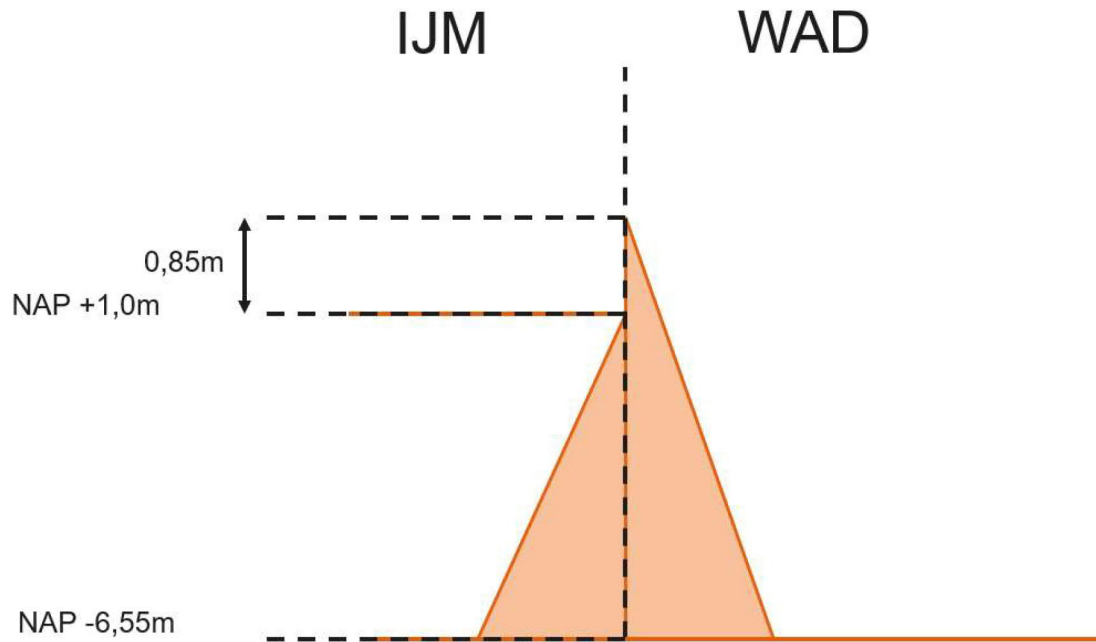
Tabel 6-55: Som van maximale simultane verticale belasting op de Hoofdliggers. Deze belasting is per strekkende meter schuif en al gesommeerd over de ribben.

Frequentie	Maximale simultane verticale belasting, 4 ribben [kN/m]		Maximale simultane verticale belasting, 5 ribben [kN/m]	
1/1 jaar	+/-	6,6	+/-	6,1
1/100 jaar	+/-	7,6	+/-	7,0
1/1.000 jaar	+/-	7,9	+/-	7,4
1/10.000 jaar	+/-	8,2	+/-	7,6

6.4.5 Zakken onder eigen gewicht

In geval van een calamiteitsluiting moet de spuiscuif kunnen sluiten onder eigen gewicht bij een bepaald verval. SYS-0287 stelt dat dit verval minimaal 0,85m is. Dit verval geeft een extra druk op de wrijfstukken wat het zakken bemoeilijkt. Figuur 6-18 geeft een schematische weergave van de vervalbelasting, de resultaten zijn weergegeven in Tabel 6-56 De maximale kracht per strekkende meter is gegeven door:

$$F = F_{wad} - F_{IJM} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{WAD} \cdot g \cdot h_{WAD}^2 - \frac{1}{2} \cdot \rho_{IJM} \cdot g \cdot h_{IJM}^2$$



Figuur 6-18: Schematische weergave vervalbelasting bij sluiting onder eigen gewicht.

Tabel 6-56: Vervalbelasting bij zakken onder eigen gewicht.

	Belasting [kN/m]
Waddenzeezijde	354,7
IJsselmeerzijde	279,6
Resulterende belasting	75,1

6.4.6 Operationele golfbelasting op schuiven tijdens openen en sluiten

Golfbelastingen zullen er ook buiten de UGT-situaties om zijn, tijdens normale operatie van de schuiven. De frequentie waarbij een bepaalde kracht overschreden wordt per jaar wordt gegeven in Tabel 6-57 voor golven vanuit de Waddenzee en in Tabel 6-58 voor golven vanuit het IJsselmeer. Deze belastingen worden afgeleid in bijlage 18 en 22 van document [I].

Tabel 6-57 Operationele golfbelasting (excl. hydrostatische druk) vanuit Waddenzee voor beide schuiven NSM Spuigroepen Den Oever.

Kracht (kN/m)	Kans op overschrijden (%)
0,0	100
1,0	92
2,0	74
3,0	52
4,0	33
5,0	21
6,0	14
7,0	10
8,0	7,1
9,0	5,2
10,0	3,7
11,0	2,7
12,0	1,9
12,0	1,9
13,0	1,3
14,0	0,93
15,0	0,66
16,0	0,47
17,0	0,33
18,0	0,23
19,0	0,16
20,0	0,11

Tabel 6-58 Operationele golfbelasting (excl. hydrostatische druk) vanuit IJsselmeer voor beide schuiven NSM Spuigroepen Den Oever.

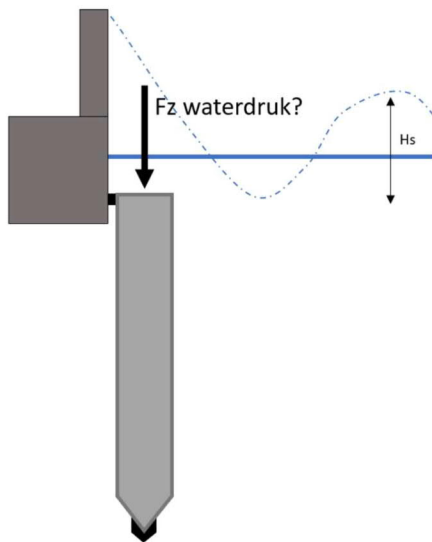
Kracht (kN/m)	Kans op overschrijden (%)
0,0	98
1,0	89
2,0	67
3,0	44
4,0	27
5,0	18
6,0	12
7,0	8,0
8,0	5,5
9,0	3,7
10,0	2,4
11,0	1,6
12,0	1,0
13,0	0,65
14,0	0,43
15,0	0,28
16,0	0,19
17,0	0,13
18,0	0,085
19,0	0,055
20,0	0,036

6.4.7 Verticale belasting op spuischuiф

Deze paragraaf geeft de maximaal te verwachten verticale belasting boven op de schuiven door verschillende stormen op de Waddenzee. Deze berekening is gedaan ten behoeve van de dimensionering van het afdichtrubber aan de onderkant van de schuif en boven aan de IJsselmeerszijde. Zie paragraaf 6.4.2.5 voor advies over de vormgeving van het rubber aan de onderkant. Figuur 6-19 bevat een schematische weergave van de kracht. Deze is inclusief hydrostatische druk.

Bij de bepaling van de kracht zijn de volgende uitgangspunten van belang:

- De kracht bestaat uit een statische (waterstand) en dynamische (golven) component met terugkeerfrequentie 1/10, 1/100, 1/1.000 en 1/10.000 per jaar.
- Geen overslag (conservatieve aanname). Dit zou bij de terugkeerfrequenties kleiner dan 1/100 jaar wel het geval kunnen zijn omdat de top van de golf boven de constructie uitkomt. Overslag zou de reflectie en daarmee de belasting kunnen verlagen.



Figuur 6-19: Verticale belasting op rubberprofiel tussen deur en koker

Tabel 6-59: verticale kracht op schuif (rubberprofiel), zie ook [I], bijlage 8.

Herhalingsfrequentie	Waterstand [m +NAP]	Inkomende Golfhoogte H_{m0} [m]	Maximale kracht [kN/m]
1/1 jaar	3,88	1,12	41
1/10 jaar	4,88	1,65	55
1/100 jaar	5,09	2,22	71
1/1.000 jaar	5,88	2,70	86
1/10.000 jaar	6,48	3,14	99

6.5 Spuikoker

De spuikoker (zowel dak als wanden) wordt belast door golfklapkrachten. In onderstaande paragrafen worden de gevonden waarden samengevat.

6.5.1 Waddenzeezijde – UGT

6.5.1.1 Golfdruk

Het dak van de spuikoker wordt door golfdruk belast. Met behulp van de methode gepresenteerd in bijlage 4 van [I] zijn deze belastingen bepaald. De maatgevende druk is weergegeven in Tabel 6-60.

Tabel 6-60: Verticale golfdruk op dak spuikoker, Waddenzeezijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	6,48
Significante golfhoogte	H_s	m	3,14
Piekperiode	T_p	s	6,08
Type belasting			statisch
Niveau dak spuikoker	$P_{4,h}$	+m NAP	0,50
Verticale golfdruk	P_4	kN/m ²	26,37

6.5.1.2 Golfklap

De spuikoker (zowel dak als wanden) wordt belast door golfklapkrachten. In onderstaande paragraaf worden de gevonden waarden samengevat.

Tabel 6-61: Verticale golfklap op dak en wanden spuikoker, Waddenzeezijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	1,48
Significante golfhoogte	H_s	m	1,38
Piekperiode	T_p	s	3,86
Type belasting			dynamisch, zie paragraaf 2.6.3
Representatieve breedte	W_{rep}	m	2,38
Maatgevende conditie			2020 1/100 uitvoerpunt 24
Golfklapkracht	F	kN/m	124,53
Druk golfklap	p	kN/m ²	52,23

6.5.2 IJsselmeerzijde – UGT

6.5.2.1 Golfdruk

Het dak van de spuikoker wordt door golfdruk belast. Met behulp van de methode gepresenteerd in bijlage 3 van [I] zijn deze belastingen bepaald. De maatgevende druk is weergegeven in Tabel 6-62.

Tabel 6-62: Verticale golfdruk op dak spuikoker, IJsselmeerzijde.

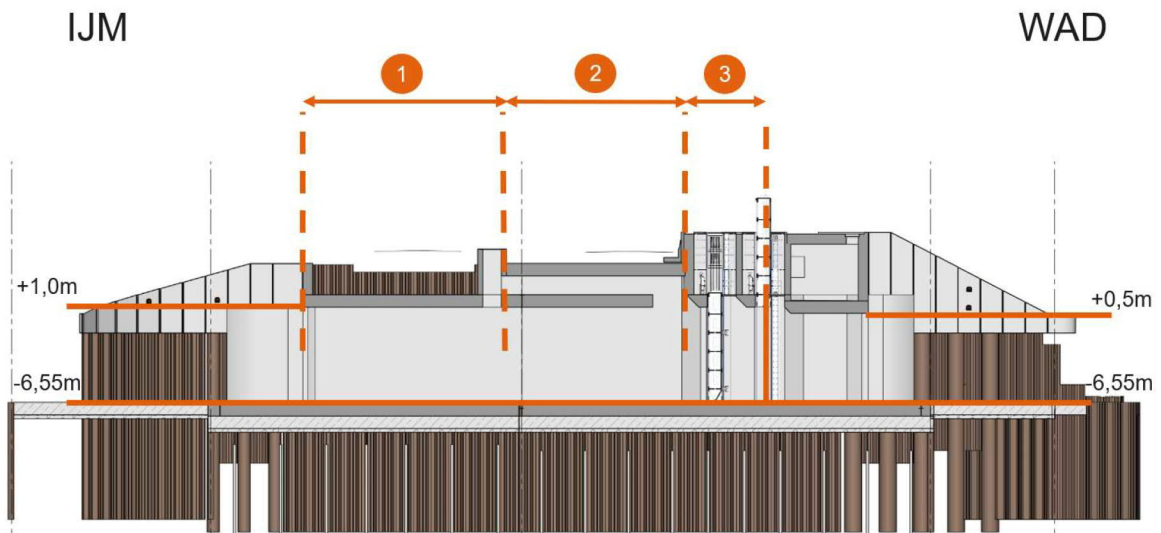
Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	1,00
Significante golfhoogte	H_s	m	1,62
Piekperiode	T_p	s	4,18
Type belasting			Statisch
Niveau dak spuikoker	$P_{4,h}$	+m NAP	
Verticale golfdruk	P_4	kN/m ²	14,96

6.5.2.2 Golfklap

De spuikoker (zowel dak als wanden) wordt belast door golfklapkrachten. In onderstaande paragraaf worden de gevonden waarden samengevat. Er wordt onderscheid gemaakt tussen golfklappen:

1. voorin de spuikoker;
2. middenin de spuikoker;
3. achterin de spuikoker.

In Figuur 6-20 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 6-20: Onderverdeling spuikoker verticale golfklappen

Tabel 6-63: Verticale golfklap op dak en wanden voorin spuikoker (1), IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	1,00
Significante golfhoogte	H_s	m	1,62
Piekperiode	T_p	s	4,18
Type belasting	dynamisch, zie paragraaf 2.6.3		
Representatieve breedte	W_{rep}	m	3,89
Maatgevende conditie	2120 10.000-f		
Golfklapkracht	F	kN/m	378,54
Druk golfklap	p	kN/m ²	97,39

Tabel 6-64: Verticale golfklap op dak en wanden middenin spuikoker (2), IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	0,80
Significante golfhoogte	H_s	m	1,62
Piekperiode	T_p	s	4,18
Type belasting	dynamisch, zie paragraaf 2.6.3		
Representatieve breedte	W_{rep}	m	2,33
Maatgevende conditie	2120 10.000-e		
Golfklapkracht	F	kN/m	135,35
Druk golfklap	p	kN/m ²	58,03

Tabel 6-65: Verticale golfklap op dak en wanden achterin spuikoker (3), IJsselmeerzijde.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Waterstand	H_w	+m NAP	0,00
Significante golfhoogte	H_s	m	1,29
Piekperiode	T_p	s	3,63
Type belasting	dynamisch, zie paragraaf 2.6.3		
Representatieve breedte	W_{rep}	m	0,70
Maatgevende conditie	2120 1.000-a		
Golfklapkracht	F	kN/m	17,89
Druk golfklap	p	kN/m ²	25,56

6.6 Roosters

Er bevinden zich roosters ten noorden van de Zuider- en Noorderschuif. In onderstaande paragrafen wordt per rooster de golfbelasting gerapporteerd. Het rooster ten noorden van de Noorderschuif kan alleen vanuit Waddenzeezijde belast worden. Het rooster ten noorden van de Zuiderschuif kan zowel van uit Waddenzeezijde als vanuit IJsselmeerzijde belast worden. De maatgevende belasting is in de betreffende tabellen gerapporteerd.

6.6.1 Verticale golfdruk – UGT

Op de roosters voor de spuischuiven treden golfkrachten op. De grootte van de golfdruk is gelijk aan de golfdruk bovenaan de gesloten spuischuif (Tabel 6-33, p4 voor Waddenzeezijde en Tabel 6-34, p4 voor IJsselmeerzijde). Door het open raster van het rooster hoeft echter niet de volledige golfdruk in rekening gebracht te worden. Er is uitgegaan van een openingspercentage van 80%. De verticale golfdrukken voor de Zuider- en Noorderschuif zijn weergegeven in Tabel 6-66. Het rooster bij de Zuiderschuif kan zowel vanuit IJsselmeerzijde als uit Waddenzeezijde belast worden. De golfdruk vanuit Waddenzeezijde blijkt maatgevend voor de Zuiderschuif.

Tabel 6-66: Verticale golfdruk op persroosters.

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting
Horizontale golfbelasting	$p_{4,max}$	kN/m ²	21,36
Openingspercentage rooster		%	80
Verticale golfbelasting	$p_{z,max}$	kN/m ²	4,27

6.6.2 Golfklap op rooster - UGT

Golfklap op de roosters wordt verwaarloosbaar klein geacht. Door het open karakter van het rooster zal er zich hier geen impuls opbouwen, deze zal afvloeien via de openingen.

6.6.3 Opdrijven

Tabel 6-67 geeft de maximale verticale kracht op de roosters door het op en neer gaan van de golven. De verticale kracht bestaat in deze berekening uit een stromingsbelasting (sleepkracht) en een kracht door versnelling (traagheid) van de waterdeeltjes. De berekening is een variant op de Morison methode en gegeven [1], bijlage 20.

Sleepkracht/Drag

Het drag gedeelte van de golfkrachten op de roostervloer worden berekend met de Morison drag formule, zie formule hieronder.

$$F_{V,drag} = \frac{1}{2} * C_D * \rho_w * v_{imp}^2 * W$$

In de paper van Aalborg University in coastal engineering 2010 'Loads on Wind Turbines Access Platforms with Gratings' Ref. [VI] zijn C_D coëfficiënten afhankelijk van porositeit gegeven. Voor drag op roosters zijn 3 verschillende vergelijkingen gegeven afhankelijk van porositeit (β), welke hieronder zijn weergegeven. In vergelijking 8 wordt β_e gebruikt, welke voor een rechthoekige rooster gelijk is aan $2/3 \beta$. De drag-kracht is afgeleid voor constante snelheid. De vertaling van porositeit naar drag-coëfficiënt op basis van de 3 formules is weergegeven in Figuur 6-21.

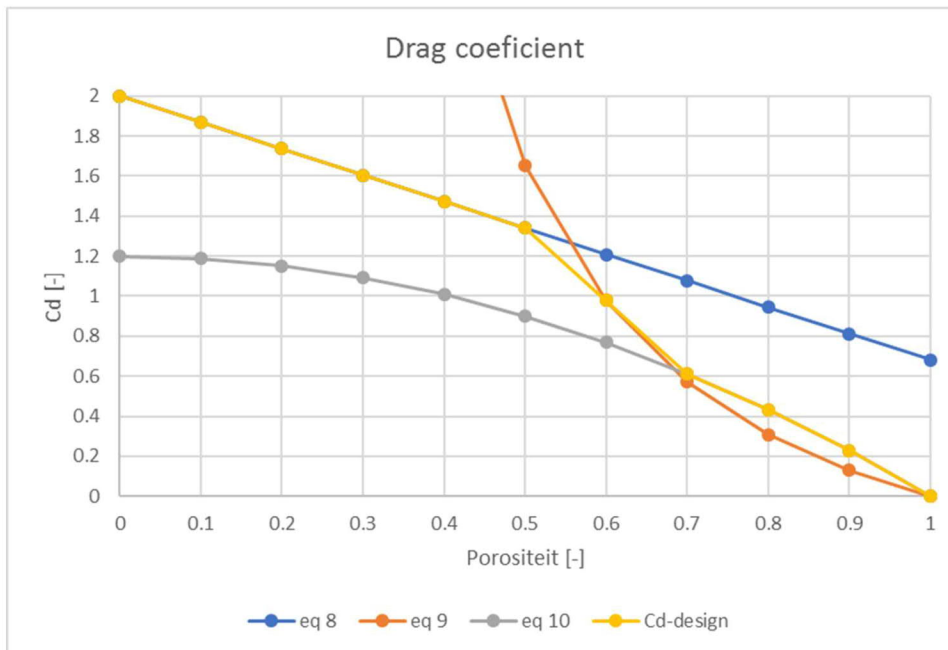
Te zien is dat vergelijking 8 bij een porositeit van 1 nog altijd een drag-coëfficiënt geeft, terwijl dit logischerwijs 0 moet zijn. Hierom is ervoor gekozen om voor een porositeit groter dan 0,5 vergelijking 9 of 10 te hanteren. Hierbij wordt de grootste waarde gehanteerd. Bovenstaande

resulteert in de gele lijn in Figuur 6-21. Uit deze figuur volgt, voor een roosterpercentage van 80%, een drag-coëfficiënt C_D van 0,43.

$$\frac{C_D}{C_{D,solid}} = 1 - \beta_c \quad (8)$$

$$C_D = \frac{a \cdot (1 - \beta^2)}{\beta^2} \quad (9)$$

$$C_D = 1.2 \cdot (1 - \beta^2) \quad (10)$$



Figuur 6-21 Drag coëfficiënt voor poreuze platen (roosters) als functie van porositeit.

Traagheid/inertia

Het inertia gedeelte van de golfkrachten op de roostervloer worden berekend met de Morison inertia formule, zie formule hieronder.

$$F_{V,inertia} = \rho_w * A * (1 + C_A) * \frac{du}{dt}$$

Er wordt op basis van DNV-RP-H103 een C_A gehanteerd van 1,98. Zie bijlage 20 van [I] voor volledige uitwerking.

De maximale krachten volgend uit het onderdeel drag en inertia zijn gesommeerd in Tabel 6-67. De waarden kunnen gebruikt worden om te bepalen of de roosters onder de cyclische belasting van de golven omhoog kunnen komen of dat het eigengewicht meer is dan de opwaartse kracht.

Tabel 6-67: Verticale maximale opgaande belasting op roosters.

Rooster	Zijde	h_w [+m NAP]	H_s [m]	T_p [s]	Maximale verticale belasting [kN/m]	
Noordelijk rooster	Waddenzee	2,60	2,08	4,55	+/-	0,30
Noordelijk rooster	IJsselmeer	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	+/-	n.v.t.
Zuidelijk rooster	Waddenzee	2,60	2,08	4,55	+/-	0,32
Zuidelijk rooster	IJsselmeer	-0,20	1,30	3,60	+/-	0,96

6.7 Droogzetschotten

Ten behoeve van onderhoud aan de spuischuiten zijn aan zowel IJsselmeerzijde als Waddenzeezijde droogzetschotten voorzien. In deze paragraaf staan golfdrukbelastingen op de droogzetschotten en waterstanden die gehanteerd kunnen worden tijdens het droogzetten.

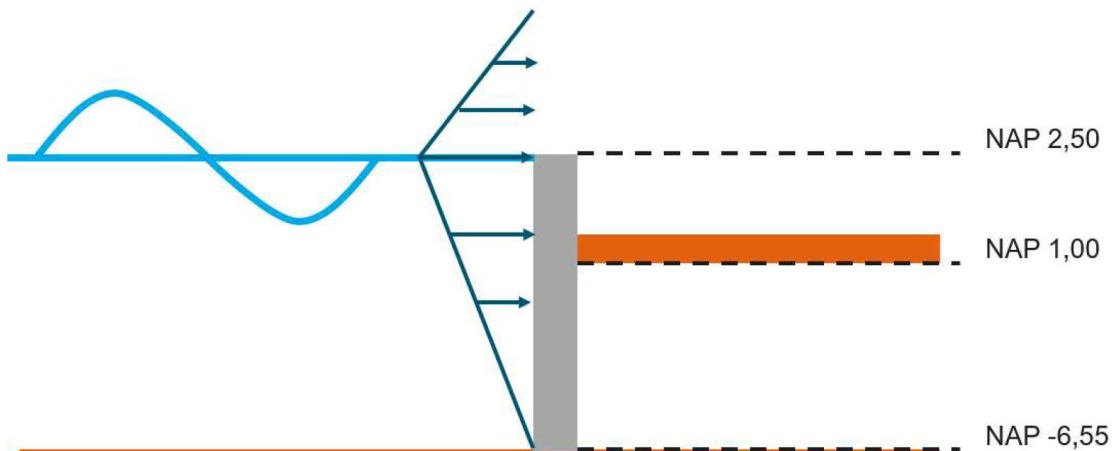
Aangenomen wordt dat het niveau bovenkant droogzetschot zich op NAP +2,50m bevindt.

6.7.1 Droogzetschotten – Horizontale golfdruk

De droogzetschotten worden o.a. belast door windgolven. De golfdrukbelasting tijdens stormen met een frequentie van 1/1 en 1/10 jaar is bepaald in [I] bijlage 9 en 10 conform Goda & Takahashi. Om deze berekening te maken is uitgegaan van de situatie die geschetst is in Figuur 6-22. Voor de bovenkant van het schot is een hoogte van +2,5 m NAP aangehouden.

Let op de volgende punten:

1. De gegeven drukken zijn voor stormcondities. De laag laagwater conditie zal een minder hoge druk geven. Hierdoor zal de tegendruk op de afgestempelde droogzetschotten dus aanzienlijk minder zijn. Om dit te bepalen zijn lage laagwaterstanden afgegeven met een bepaalde overschrijdingsfrequentie, zie Tabel 5-3.
2. De gegeven golfdrukken zijn quasi-statische golfdrukken. De hydrostatische druk moet nog apart in rekening gebracht worden. De waterstand waar rekening mee gehouden is bij de golfdrukken kan ook gebruikt worden voor de hydrostatische druk.



Figuur 6-22: Schematische weergave van gehanteerde situatie in berekening windgolfdruk op droogzetschotten.

Tabel 6-68 toont de maatgevende golfdruk belasting op de droogzetschotten door windgolven tijdens stormen aan de Waddenzeezijde met verschillende terugkeer frequenties.

Let op: hoogwater bij de stormen met frequentie 1/1 jaar en 1/10 jaar is respectievelijk 3,88 +m NAP en 4,48 +m NAP. De schotten zullen hierdoor overstromen.

Tabel 6-68: Golfbelastingen windgolven Waddenzeezijde, zichtjaar 2120. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting tijdens 1/1 jaar storm	golfbelasting tijdens 1/10 jaar storm
Golfdruk niveau waterlijn	$P_{1,h}$	m t.o.v. NAP	3,88	4,48
Golfdruk niveau bodem	$P_{3,h}$	m t.o.v. NAP	-6,55	-6,55
Golfdruk niveau bovenkant droogzetschot	$P_{4,h}$	m t.o.v. NAP	2,50	2,50
Druk op waterniveau	P_1	kN/m ²	12,02	16,93
Druk onderkant droogzetschot	P_3	kN/m ²	1,71	3,96
Druk op bovenkant droogzetschot	P_4	kN/m ²	10,57	14,50
Horizontale golfbelasting - droogzetschot	$F_{h,schot}$	kN/m ¹	57	85
Aangrijpingsniveau resulterende belasting		m t.o.v. NAP	-0,97	-1,20
Type belasting			quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3	quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3

Tabel 6-69 toont de maatgevende belasting op de droogzetschotten door windgolven tijdens stormen aan de IJsselmeerzijde met verschillende terugkeer frequenties. Er zijn verschillende waterstanden met golfcondities, zie paragraaf 5.6.2, doorgerekend. Degene met de grootste totale kracht is als maatgevend aangemerkt.

Tabel 6-69: Maatgevende golfbelastingen windgolven **IJsselmeerzijde**, zichtjaar 2120. **Exclusief hydrostatische druk.**

Belastingen	Parameter	Eenheid	Golfbelasting tijdens 1/1 jaar storm	golfbelasting tijdens 1/10 jaar storm
Golfdruk niveau waterlijn	$P_{1,h}$	m t.o.v. NAP	0,80	1,20
Golfdruk niveau bodem	$P_{3,h}$	m t.o.v. NAP	-6,55	-6,55
Golfdruk niveau bovenkant droogzetschot/maximale hoogte tot waar druk uitgeoefend wordt	$P_{4,h}$	m t.o.v. NAP	2,50	2,50
Druk op waterniveau	P_1	kN/m ²	9,40	11,48
Druk onderkant droogzetschot	P_3	kN/m ²	1,83	3,10
Druk op bovenkant droogzetschot	P_4	kN/m ²	3,08	6,68
Horizontale golfbelasting - droogzetschot	$F_{h,schot}$	kN/m ¹	52	69
Aangrijpingsniveau resulterende belasting		m t.o.v. NAP	-1,38	-1,34
Type belasting			quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3	quasi-statisch, zie paragraaf 2.6.3

6.7.2 Waterstanden tijdens droogzetten tot 2050

Voor de waterstanden tijdens droogzetten kan worden gekeken naar de vervalbelastingen. Voor hoogwater op de Waddenzee kan de vervalbelasting met terugkeerfrequentie 1/1 jaar worden gehanteerd. Bij een lagere terugkeerfrequentie zullen de droogzetschotten overstroomd worden. Daarom is het niet relevant om naar lagere terugkeerfrequenties te kijken. **De waterstand welke gehanteerd dient te worden aan Waddenzeezijde is hiermee gelimiteerd op NAP +2,50m.**

Voor hoogwater op het IJsselmeer kan de vervalbelasting met terugkeerfrequentie 1/10 jaar worden gehanteerd. De droogzetschotten worden ook op deze terugkeerfrequentie ontworpen. **De waterstand welke gehanteerd dient te worden aan IJsselmeerzijde is hiermee gelijk aan NAP +0,80m**, zie Tabel 5-5.

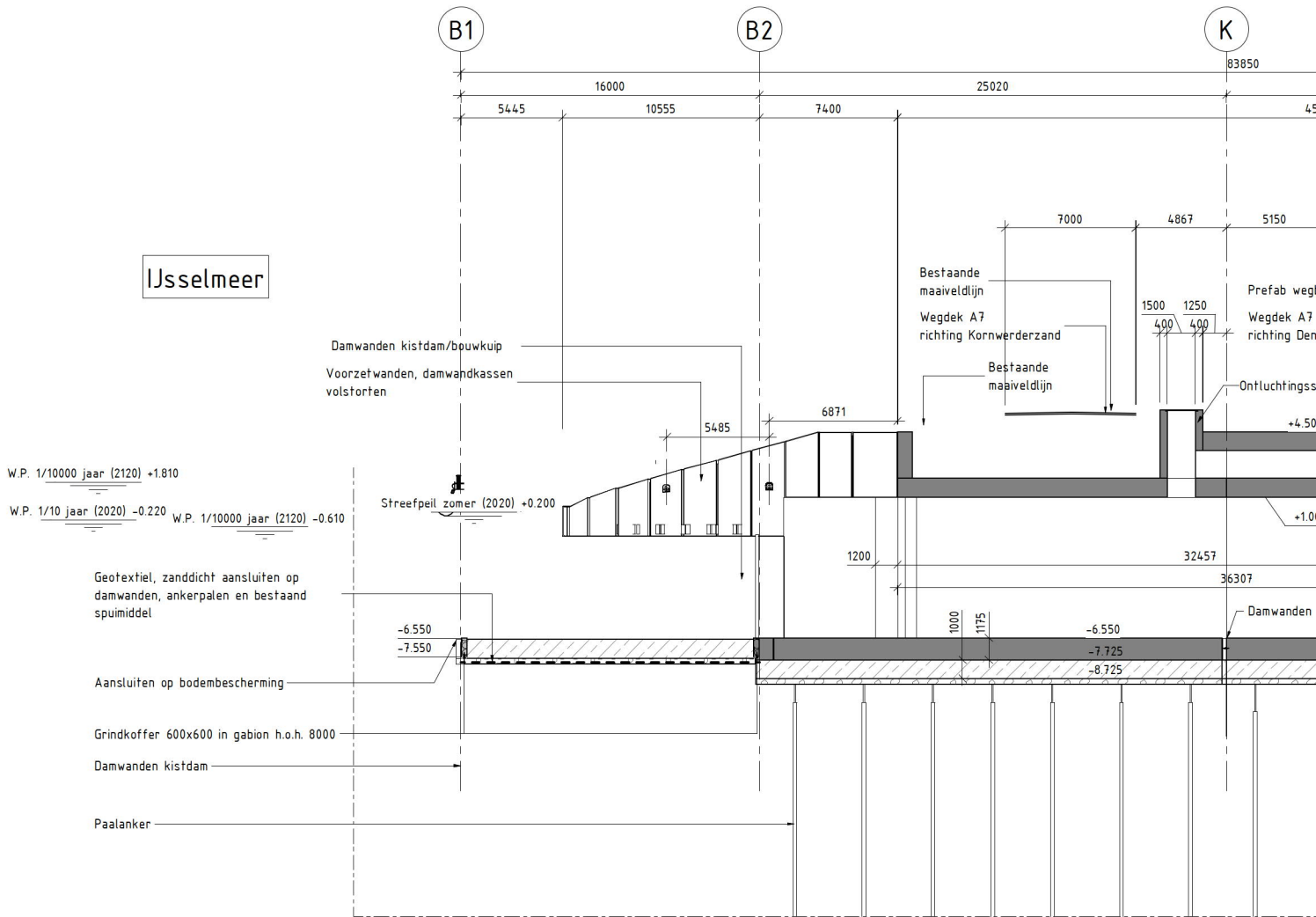
6.7.3 Waterstanden tijdens droogzetten na 2050

Voor het civiele werk waar de droogzetschotten tegenaan steunen, dient rekening te worden gehouden met belastingen welke op kunnen treden ná 2050. Aan Waddenzeezijde dient een zeespiegelstijging van 1,19m mee te worden genomen in het ontwerp. De waterstand aan Waddenzeezijde welke gehanteerd dient te worden op de ondersteunende constructie wordt hiermee op **NAP +3,69m** gesteld.

Eenzelfde redenering is te maken voor IJsselmeerzijde. Mogelijke meerpeilstijging en toenemende stormcondities leiden ertoe dat aan IJsselmeerzijde een waterstand van **NAP +1,16m** dient te worden meegenomen.

Bijlage 1. **Langsdoorsnede NSM Spuigroep**

IJsselmeer



Bijlage 2. Waterstanden en vervallen

Tabel 6-70 Waterstanden en vervallen voor hoogwater Waddenzee - laagwater IJsselmeer. Bron: tabel E2 uit [B].

Hoogwater Waddenzee - laagwater IJsselmeer									
Zichtjaar (scenario)	2020 (KNMI W+)				2120 (KNMI W+)				
Peilstijging Waddenzee [m]	0,07				1,05				
Peilstijging IJsselmeer [m]	0,00				0,60				
Den Oever									
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100	1/1.000	1/10.000	1/1
Waterstand Waddenzee [m t.o.v. NAP]	2,57	3,91	4,48	5,00	3,55	4,89	5,46	5,98	4,04
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	-0,61	-0,94	-1,09	-1,21	-0,01	-0,34	-0,49	-0,61	-0,01
Verval [m]	3,18	4,85	5,57	6,21	3,56	5,23	5,95	6,59	4,05

Tabel 6-71 Waterstanden en vervallen voor hoogwater IJsselmeer - laagwater Waddenzee. Bron: tabel E2 uit [B].

Hoogwater IJsselmeer - laagwater Waddenzee						
Zichtjaar (scenario)	2020/2050 (KNMI W+)				2120 (KNMI W+)	
Peilstijging Waddenzee [m]	0,07				0,07	
Peilstijging IJsselmeer [m]	0,00				0,00	
Den Oever (regressie)						
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	-0,30	-0,14	-0,07	0,01	0,30	0,46
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	-1,50	-2,28	-2,66	-3,03	-0,90	-1,68
Verval [m]	1,20	2,14	2,59	3,04	1,20	2,14
Den Oever (advies)						
Overschrijdingsfrequentie [jaar ⁻¹]	1/1	1/100	1/1.000	1/10.000	1/1	1/100
Waterstand IJsselmeer [m t.o.v. NAP]	0,33	0,79	0,99	1,21	0,93	1,39
Waterstand Waddenzee [m t.o.v. NAP]	-0,88	-1,35	-1,60	-1,83	-0,28	-0,75
Verval [m]	1,21	2,14	2,59	3,04	1,20	2,14

Tabel 6-72 Maatgevende waterstanden voor ijsbelasting IJsselmeerszijde. Deze waarden komen uit [B] voor uitvoerlocatie VK1_070_IJM voor het faa

IJsselmeerszijde			2050				2120		
Locatie	lage of hoge waterstand	Frequentie [1/jaar]	waterstand incl. robuustheidstoeslag en meerpeilstijging [m+NAP]	Meerpeil stijging [m]	Ontwerp Waterstand Ijsbelasting [m+NAP]	waterstand incl. robuustheidstoeslag en meerpeilstijging [m+NAP]	Meerpeil stijging [m]		
Den Oever	lage waterstand	n.v.t.	-0,4	0	-0,4	-0,4	0		
	hoge waterstand	100	1,0	0	1,0	1,6	0,6		

Tabel 6-73 Maatgevende waterstanden voor ijsbelasting Waddenzeezijde. De hoge waterstanden komen uit tabel E1.1 uit [B] en de lage waterstanden uit Rijkswaterstaat, 2013, pagina 34 en 35. Ook de gemiddelde waterstand SWL komt uit Rijkswaterstaat, 2013, pagina 34 en 35.

Waddenzeezijde		2020						2050			2120 W+		
Locatie	lage of hoge waterstand	Frequentie [1/jaar]	waterstand incl. surge [m+NA P]	SWL [m+N AP]	Surge [m]	gereduceerde surge [m]	Zeespiegel rijzing [m]	waterstand incl. surge [m+NA P]	Ontwerp Waterstand Ijsbelasting [m+NAP]	Zeespiegel rijzing [m]	waterstand incl. surge [m+NA P]	Ontwerp Waterstand Ijsbelasting [m+NAP]	
Den Oever	lage waterstand	n.v.t.	-1,15	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	0	n.v.t.	-1,15	0	n.v.t.	-1,15	
	hoge waterstand	100	3,70	0,11	3,59	3,23	0,28	4,00	3,64	0,98	4,7	4,34	

Bijlage 3. Golfklap en golfdruk histogrammen

In deze bijlage worden eerst de golfklap en golfdruk krachtwisselingen gegeven voor de Noorder- en Zuiderschuif van de NSM Spuig IJsselmeerzijde en daarna voor de Waddenzeezijde. Voor de Noorderschuif zijn dezelfde belastingen gehanteerd als voor de Zuiderschuif in geheven toestand een extra ontluuchtingsmogelijkheid geeft voor de Noorderschuif. Zie Figuur 6-6 en Figuur 6-7 v De volledige resultaten zijn terug te vinden in bijlage 5 van [I].

De periode waarvoor het aantal lastwisselingen gegeven is verschilt voor de verschillende terugkeerfrequenties en is:

- één storm voor terugkeerfrequenties van 1/100, 1/1.000 en 1/10.000;
- één jaar voor terugkeerfrequentie van 1/1 jaar.

Noorder- en Zuiderschuif vanuit IJsselmeer

Tabel 6-74: Belastingen op **Noorder- en Zuiderschuif NSM Spuigroepen Den Oever** uit golfklapberekeningen inclusief golfdrukken op basis van **IJsselmeerzijde**. Hierbij is geen rekening gehouden zetting, zie paragraaf 2.6.2.

Midden van bin belasting [kN/m]	1-a	1-b	1-c	1-d	1-e
5	7003133	6438158	6405418	6370467	6337
15	4027830	3722115	3709727	3701321	3714
25	1586976	1538309	1557776	1596267	1631
35	753891	803000	829103	846358	856
45	344206	402164	408800	409242	403
55	138921	179182	177412	172988	164
65	48667	69018	67248	62382	55
75	14158	23891	22121	19467	16
85	885	6636	5309	4424	2
95	0	442	0	0	
105	0	0	0	0	

Tabel 6-75: Belastingen op **Noorder- en Zuiderschuif NSM Spuigroepen Den Oever** uit golfklapberekeningen inclusief golfdrukken op basis van **IJsselmeerzijde**. Hierbij is geen rekening gehouden zetting, zie paragraaf 2.6.2.

Midden van bin belasting [kN/m]	100-a	100-b	100-c	100-d	100-e	100-f	100-g
5	22053	21149	19721	19003	18933	18877	18826
15	12959	12348	11406	10964	10966	11005	11086
25	5632	5485	5134	5023	5114	5226	5346
35	3402	3481	3333	3328	3399	3460	3511
45	2045	2182	2267	2307	2337	2346	2341
55	1316	1435	1473	1524	1518	1503	1470
65	677	854	956	997	975	945	907
75	417	467	547	631	605	565	515
85	195	295	299	336	311	280	252
95	40	104	192	213	196	177	156
105	3	18	77	114	97	76	56
115	0	0	15	30	20	15	8
125	0	0	0	5	3	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6-76: Belastingen op **Noorder- en Zuiderschuif NSM Spuigroepen Den Oever** uit golfklapberekeningen inclusief golfdrukken op basis van **IJsselmeerzijde**. Hierbij is geen rekening gehouden zetting, zie paragraaf 2.6.2.

Midden van bin belasting [kN/m]	1000-a	1000-b	1000-c	1000-d	1000-e	1000-f	1000-g	1000-h
5	24035	23140	22298	21529	20258	20200	20151	20124
15	14178	13525	12967	12475	11621	11655	11713	11793
25	6206	6034	5830	5677	5363	5467	5592	5707
35	4018	3981	3911	3851	3681	3747	3815	3879
45	2543	2654	2781	2815	2688	2725	2748	2758
55	1806	1828	1902	1930	1916	1914	1901	1880
65	1159	1328	1401	1386	1367	1351	1318	1275
75	667	741	876	995	957	929	893	852
85	487	522	534	561	635	595	550	503
95	211	317	403	417	370	338	307	279
105	49	114	205	257	260	245	220	196
115	8	21	57	104	159	138	114	94
125	0	3	13	23	71	48	35	20
135	0	0	0	5	16	12	6	3
145	0	0	0	0	3	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 6-77: Belastingen op **Noorder- en Zuiderschuif NSM Spuigroepen Den Oever** uit golfklapberekeningen inclusief golfdrukken op basis van **vanuit IJsselmeerzijde**. Hierbij is geen rekening gehouden zetting, zie paragraaf 2.6.2

Midden van bin belasting [kN/m]	10000-a	10000-b	10000-c	10000-d	10000-e	10000-f	10000-g	10000-h	10000-i
5	26336	25391	24494	23701	22962	22904	22852	22814	22776
15	15499	14816	14244	13717	13243	13260	13312	13389	13466
25	6831	6612	6376	6186	6052	6167	6296	6422	6548
35	4523	4408	4295	4234	4159	4245	4331	4415	4500
45	3010	3151	3257	3252	3200	3252	3294	3323	3352
55	2140	2202	2257	2279	2308	2315	2321	2314	2307
65	1651	1717	1711	1738	1745	1738	1716	1693	1670
75	959	1125	1330	1370	1343	1330	1304	1267	1230
85	721	700	796	887	976	930	874	812	750
95	476	585	612	564	606	569	526	491	456
105	201	337	440	501	475	458	436	404	372
115	52	119	219	311	342	306	266	233	200
125	11	29	71	128	182	146	111	79	47
135	0	5	19	36	65	43	30	18	6
145	0	0	2	10	17	13	7	3	0
155	0	0	0	0	3	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zuiderschuif vanuit Waddenzee

Tabel 6-78: Belasting **Zuiderschuif NSM Spuigroepen** golfklapberekeningen inclusief golfdrukken o.b.v. Goda voor **stormen vanuit Waddenzee**

Midden van bin belasting [kN/m]	99% onderschrijding i.c.m. dagelijks getij (2020)	1/1 (Veerman, 2120)	1/100 (Veerman, 2120)	1/1.000 (Veerman, 2120)
5	1142523	5551766	13960	1520
15	2592686	3778199	7211	920
25	2723429	1647763	3491	420
35	2029309	720415	2579	280
45	1179315	263930	2090	220
55	551059	77536	1649	180
65	244568	17972	1315	140
75	49111	1540	1007	110
85	0	0	772	100
95	0	0	574	90
105	0	0	406	80
115	0	0	297	70
125	0	0	175	60
135	0	0	119	50
145	0	0	85	40
155	0	0	37	30
165	0	0	8	20
175	0	0	1	10
185	0	0	0	0
195	0	0	0	0
205	0	0	0	0
215	0	0	0	0
225	0	0	0	0
235	0	0	0	0
245	0	0	0	0
255	0	0	0	0
265	0	0	0	0

Noorderschuif vanuit Waddenzee

Tabel 6-79: Belasting **Noorderschuif NSM Spuigroepen** golfklapberekeningen inclusief golfdrukken o.b.v. Goda voor **stormen vanuit Waddenzee**

Midden van bin belasting [kN/m]	99% onderschrijding i.c.m. dagelijks getij (2020)	1/1 (Veerman, 2120)	1/100 (Veerman, 2120)	1/1000 (Veerman, 2120)
5	3421853	5551766	13960	13960
15	5388320	3778199	7211	7211
25	2859724	1647763	3491	3491
35	806730	720415	2579	2579
45	137773	263930	2090	2090
55	0	77536	1649	1649
65	0	17972	1315	1315
75	0	1540	1007	1007
85	0	0	772	772
95	0	0	574	574
105	0	0	406	406
115	0	0	297	297
125	0	0	175	175
135	0	0	119	119
145	0	0	85	85
155	0	0	37	37
165	0	0	8	8
175	0	0	1	1
185	0	0	0	0
195	0	0	0	0
205	0	0	0	0
215	0	0	0	0
225	0	0	0	0
235	0	0	0	0
245	0	0	0	0
255	0	0	0	0
265	0	0	0	0

Bijlage 4. Combinatie golfklap- en vervalbelasting

Tabel 6-80 Combinatie golfklap- en vervalbelasting voor **Noorderschuif**, golfklap vanuit Waddenzee.

Waddenzee	Conditie	Golfklapbelasting [kN/m ²]	Drukprofiel [-]	Waterstand Waddenzee [m NAP]	Waterstand IJsselmeer [m NAP]
1/1	2020 W+	3,88	Uniform	1,06*	-0,01
1/100	2020 W+	9,26	Uniform	1,48*	-0,34
1/1.000	2020 W+	8,14	Uniform	1,95*	-0,49
1/10.000	2020 W+	3,16	Uniform	2,52*	-0,61
Extra HR	-	38,58	Uniform	0,50*	-0,75 ³

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

Tabel 6-81 Combinatie golfklap- en vervalbelasting voor **Zuiderschuif**, golfklap vanuit Waddenzee.

Waddenzee	Conditie	Golfklapbelasting [kN/m ²]	Drukprofiel [-]	Waterstand Waddenzee [m NAP]	Waterstand IJsselmeer [m NAP]
1/1	2050 W+	0,23	Uniform	1,36*	-0,01
1/100	2020 W+	1,56	Uniform	1,48*	-0,34
1/1.000	2020 W+	1,31	Uniform	1,95*	-0,49
1/10.000	2020 W+	0,32	Uniform	2,52*	-0,61
Extra HR	-	8,79	Uniform	0,50*	-0,75 ⁴

*Voor de waterstand aan Waddenzeezijde is de waterstand genomen waarbij de golfklap daadwerkelijk optreedt.

Tabel 6-82 Combinatie golfklap- en vervalbelasting voor Noorder- en Zuiderschuif, golfklap vanuit IJsselmeer.

IJsselmeer	Conditie	Golfklapbelasting [kN/m]	Drukprofiel [-]	Waterstand Waddenzee [m NAP]	Waterstand IJsselmeer [m NAP]
1/1	2120-B	26,05*	Niet-uniform	-0,88	0,33
1/100	2050-B	29,38*	Niet-uniform	-0,75	1,39
1/1.000	2120-A	32,58*	Niet-uniform	-1,00	1,59
1/10.000	2050-A	32,37*	Niet-uniform	-1,23	1,81

*Voor het drukprofiel kan een gelijkvormig profiel als Figuur 6-8 worden aangenomen.

³ O.b.v. 1/1 lage laagwaterstand IJsselmeer uit [B], bijlage G

⁴ O.b.v. 1/1 lage laagwaterstand IJsselmeer uit [B], bijlage G

Tabel 6-83 Combinatie golfklap- en vervalbelasting voor Noorder- en Zuiderschuif, golfklap vanuit IJsselmeer.

IJsselmeer	Conditie [-]	Golfklap- belasting [kN/m ²]	Drukprofiel [-]	Locatie* [-]	Waterstand Waddenzee [m NAP]	Waterstand IJsselmeer [m NAP]
1/1	2120-B	3,34	Uniform	midden	-0,88	0,33
1/100	2120-A	4,29	Uniform	midden	-0,75	1,39
1/1.000	2120-A	4,32	Uniform	midden	-1,00	1,59
1/10.000	2050-C	3,72	Uniform	midden	-1,23	1,81

*T.b.v. herleidbaarheid, zie [F] voor modelbeschrijving golfklap

Bijlage 5. **TIS** formulier



Toetsingsformulier ingediende documenten Project Afsluitdijk		N-00226-CTG	
Project onderdeel :	Uitgangspuntenrapporten Hydraulische belastingen		
Document nr.		TF nr :	
Toetser :		Datum :	29 mei 2020

Overzicht getoetste documenten

Document ID	versie	titel	status	datum
ASD-ONO-0028	B.04	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen – bestaande spuisluizen Kornwerderzand	GC/TK	04/12/2019
ASD-UNO-0023	E	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen – bestaande spuisluizen Den Oever	GC/TK	04/05/2020
ASD-UNO-0024	E.01	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen – spuigroepen 1.6 en 1.7	GC/TK	29/05/2020
ASD-UNO-0025	E.02	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen – pompgroepen Den Oever	GC/TK	03/03/2020
ASD-UNO-0026	F.01	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen – Keersluis Den Oever	GC/TK	17/04/2020
ASD-UNO-0101	A.07	Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen : keersluis KWZ	GC/TK	06/11/2019
ASD-BER-0286	C.01	Berekening Hydraulische belastingen Keersluis Den Oever	GC/TK	17/04/2020
ASD-BER-0287	C	Berekening Hydraulische belastingen BSM Den Oever	GC/TK	06/05/2020
ASD-BER-0288	B.01	Rapportage hydraulische belastingen NSM Spuigroepen Den Oever	GC/TK	29/05/2020
ASD-BER-0289	A	Rapportage hydraulische belastingen pompgroepen Den Oever	GC/TK	19/11/2019
ASD-BER-0290	0.02	Rapportage DO Keersluis KWZ Hydraulische belastingen	GC/TK	06/11/2019
ASD-BER-0291	0.02	Berekening Hydraulische belastingen BSM Kornwerderzand	GC/TK	04/12/2019

Overzicht getoetste tekeningen

Document ID	versie	titel	status	datum

Status :	OO	Openstaande Opmerking // bevinding
	NT	Nadere Toelichting gevraagd
	AP	AandachtsPunt voor vervolgtraject
	GC	Geen Commentaar // opmerkingen opgelost
	TK	Ter Kennisname // geen scope van toetsing



Toetsingsformulier ingediende documenten		N-00226-CTG	
Project Afsluitdijk			
Project onderdeel :	Uitgangspuntenrapporten Hydraulische belastingen		
Document nr.		TF nr :	
Toetser :		Datum :	29 mei 2020

Inhoud van de toetsing :

- Validatie van de invoerwaarden
 - Materiaaleigenschappen
 - Belastingaannames
 - Grondparameters
- Validatie van de duurzaamheid
 - Betondekking
 - Betonsamenstelling/milieuklasse
 - Scheurwijdtebepaling
 - Andere : corrosie damwanden
- Validatie van de eindresultaten d.m.v.
 - Vereenvoudigd schaduwmodel door gebruik makend van software : damwandberekening dmv programma Sheet (intern ontwikkeld programma op basis van verenmodel)
 - Uitgebreid schaduwmodel door gebruik makend van software :
 - Handmatige verificatie
 - Verificatie t.o.v. referentiemodel nr.

Detail van het schaduwmodel of handmatige validatie :

- In rekening gebrachte belastingen
 - Eigengewicht
 - Gebruiksbelasting :
 - Verkeersbelasting volgens NEN-EN 1991
 - Spoor- en treinbelasting volgens NEN-EN 1991 + NB + OVS
 - Windbelasting volgens ...
 - Sneeuwbelasting volgens ...
 - Uitzonderlijke belasting volgens ...
 - Overige belastingen : ...
- Belastingcombinaties volgens NEN-EN 1990 + NB
- Uiterste grenstoestand / bezwijkgrenstoestand
- Gebruiksgrenstoestand
- Parameterstudie :

Bijkomende inlichtingen :

- Inhoudelijke toetsing betreffende hydraulische belastingen bij de bestaande spuisluizen Kornwerderzand
- [Toetsing revisie document op aanpassingen en uitbreidingen ten aanzien van voorgaande versie, waarop geen bijkomende bijzondere tekortkomingen worden vastgesteld.](#)



Toetsingsformulier ingediende documenten		N-00226-CTG	
Project Afsluitdijk	Uitgangspuntenrapporten Hydraulische belastingen		
Project onderdeel :	Uitgangspuntenrapporten Hydraulische belastingen		
Document nr.		TF nr :	
Toetser :		Datum :	29 mei 2020

Ref : ASD-ONO-0028-v.B.04 : Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen–bestaande spuisluizen Kornwerderzand
ASD-UNO-0023-v.E : Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen–bestaande spuisluizen Den Oever
ASD-UNO-0024-v.E.01 : Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen–spuigroepen 1.6 en 1.7
ASD-UNO-0025-v.E.02 : Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen–pompgroepen Den Oever
ASD-UNO-0026-v.F.01 : Uitgangspuntenrapport Hydraulische belastingen–Keersluis Den Oever
ASD-UNO-0101-v.A.07 : Uitgangspunten rapport Hydraulische belastingen : keersluis Kornwederzand
ASD-BER-0286-v.C.01 : Berekening Hydraulische belastingen – keersluis Den Oever
ASD-BER-0287-v.C : Berekening Hydraulische belastingen – BSM Den Oever
ASD-BER-0288-v.B.01 : Rapportage Hydraulische belastingen NSM spuigroepen Den Oever
ASD-BER-0289-v.A : Rapportage Hydraulische belastingen pompgroepen BSM Den Oever
ASD-BER-0290-v.02 : Rapportage DO keersluis Kornwederzand, hydraulische belastingen
ASD-BER-0291-v.0.02 : Berekening Hydraulische belastingen – BSM Kornwerderzand

Opmerking :

Datum: 29/05/2020

Op bovenstaand document zijn er geen inhoudelijke technische tekortkomingen vast te stellen, voor deze fase van het ontwerp. Is hoofdzakelijk input voor het vervolgproces.

Commentaar LEVVEL :

Datum:

Commentaar Seconed :

Datum: 29/05/2020

afgerond