

BEOORDELING RWS KUNSTWERKEN NORMTRAJECT 9-2

Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep

Rijkswaterstaat

12 MEI 2022

Contactpersoon

5.1.2e	5.1.2e
	Projectmanager Water
T	5.1.2e

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

5.1.2e	5.1.2e
	Senior Projectleider Water
T	5.1.2e

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 173
1620 AD Hoorn
Nederland

INHOUDSOPGAVE

DOCUMENTHISTORIE	5
1 INLEIDING BEOORDELINGSRAPPORTAGE	6
1.1 Inleiding	6
1.2 Achtergrond bij de rapportage	6
1.3 Proces WBI2017 Beoordeling	7
1.4 Leeswijzer	8
2 BESCHRIJVING VAN DE WATERKERING	9
2.1 Achtergrond van de kering	9
2.2 Verhaal van de kering	10
2.3 Faalkansruimte	11
3 BEOORDELING SLUISCOMPLEX GROTE KOLK	13
3.1 Beschrijving kunstwerk	13
3.1.1 Beschrijving constructie	14
3.1.2 Beschrijving keermiddelen	14
3.1.3 Beschrijving ondergrond	15
3.1.4 Gebruik en bediening	17
3.1.5 Beheer en onderhoud	17
3.2 Aanpak beoordeling	18
3.2.1 Hydraulische randvoorwaarden	18
3.2.2 Aanpak kunstwerk	19
3.2.3 Algemene invoerparameters Riskeer	20
3.3 Hoogte kunstwerk (HTKW)	21
3.3.1 Eenvoudige toets	21
3.3.2 Gedetailleerde toets	22
3.4 Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW)	24
3.4.1 Eenvoudige toets	24
3.4.2 Gedetailleerde toets	25
3.5 Piping bij kunstwerk (PKW)	29
3.5.1 Eenvoudige toets	29

3.6	Sterkte en stabiliteit kunstwerk (STKWp)	30
3.6.1	Eenvoudige toets	30
3.6.2	Gedetailleerde toets	30
4	BEOORDELING SLUISCOMPLEX MEPPERDIEP	35
4.1	Beschrijving kunstwerk	35
4.1.1	Beschrijving constructie	35
4.1.2	Beschrijving keermiddelen	37
4.1.3	Beschrijving ondergrond	38
4.1.4	Gebruik en bediening	38
4.1.5	Beheer en onderhoud	38
4.2	Aanpak beoordeling	39
4.2.1	Hydraulische randvoorwaarden	39
4.2.2	Aanpak kunstwerk	40
4.2.3	Algemene invoerparameters Riskeer	40
4.3	Hoogte kunstwerk (HTKW)	42
4.3.1	Eenvoudige toets	42
4.3.2	Gedetailleerde toets	42
4.4	Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW)	45
4.4.1	Eenvoudige toets	45
4.4.2	Toets op maat	46
4.5	Piping bij kunstwerk (PKW)	47
4.5.1	Eenvoudige toets	47
4.5.2	Toets op maat	48
4.6	Sterkte en stabiliteit kunstwerk (STKWp)	49
4.6.1	Eenvoudige toets	49
4.6.2	Toets op maat	49
5	CONCLUSIE	51
5.1	Eindoordeel	51
5.2	Aanbevelingen	52
6	REFERENTIES	53

BIJLAGEN

BIJLAGE A PLAN VAN AANPAK BEOORDELING	68
BIJLAGE B SCORETABELLEN BETROUWBAARHEID SLUITING	69
Scoretabellen Betrouwbaarheid Sluiting Sluiscomplex Grote Kolk	69
BIJLAGE C BEREKENING	70
BIJLAGE D OMREKENSHEET	71

DOCUMENTHISTORIE

Versie	Datum	Samenvatting van de wijzigingen	Status
0.1	09-04-2021	(1 ^e versie concept rapportage)	concept
1.0	17-06-2021	Review RWS op concept rapportage verwerkt.	concept
1.1	23-6-2021	Review 5.1.2e op tussenconcept verwerkt.	concept
1.2	18-8-2021	Review RWS (5.1.2e) verwerkt.	concept
1.3	29-11-2021	Externe review RWS (5.1.2e) verwerkt.	concept
2.0	12-5-2022	De beoordeling van Gemaal Zedemuden door Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft geleid tot een verwaarloosbare faalkans voor Betrouwbaarheid Sluiting. Hierdoor is de lengte-effectfactor voor Betrouwbaarheid Sluiting verlaagd van 2 naar 1,5 waardoor het veiligheidsoordeel van Sluiscomplex Meppelerdiep is verbeterd van IVv naar IIIv.	definitief

1 INLEIDING BEOORDELINGSRAPPORTAGE

1.1 Inleiding

U leest het beoordelingsrapport van de Sluiscomplexen Grote Kolk en Meppelerdiep, traject 9-2, één van de primaire Rijkskeringen. Conform de Waterwet brengt de beheerder elke twaalf jaar verslag uit over de waterstaatkundige toestand van de waterkeringen. Hiervoor beoordeelt Rijkswaterstaat als beheerder haar waterkeringen of deze aan de wettelijke normen voor de waterveiligheid voldoen. Omdat beide kunstwerken deel uitmaken van een waterkeringstraject met meerdere waterkeringbeheerders is dit rapport slechts een deelrapportage van de waterveiligheid van traject 9-2. De volledige beoordeling van het traject wordt door waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD) gerapporteerd.

Deze beoordeling is uitgevoerd binnen het Programma Rijkskeringen, waarin regionale en landelijke diensten van Rijkswaterstaat samenwerken aan de opgave voor waterveiligheid. In lijn met het ENW-advies 'naar geloofwaardige overstromingskansen' is gekozen om de beoordelingen te starten met een screeningsfase. Deze fase is bedoeld om in de samenwerking met marktpartijen gezamenlijk vast te stellen welke stappen moeten worden gezet om te komen tot een betekenisvolle beoordeling van de waterkering. Daarmee is samen met de beheerder de kennis en functie van de waterkering vergroot en is inzicht verkregen in de beschikbaarheid en kwaliteit van de gegevens.

Op basis van deze screening is de beoordeling uitgevoerd met deze rapportage als resultaat. De rapportage draagt daarmee bij aan het landelijk beeld van de waterveiligheid. Na afronding van deze beoordeling werken wij aan het opstellen van het handelingsperspectief waarin alle aspecten die van invloed zijn op het functioneren en beheren van de waterkering, op korte of lange termijn, worden betrokken. Deze stap is nodig om de inzichten uit de beoordeling goed te laten aansluiten bij de vervolgstappen van de beheerder, zoals het implementeren van de zorgplicht en het waar nodig prioriteren, programmeren en uitvoeren van maatregelen.

1.2 Achtergrond bij de rapportage

Deze beoordelingsrapportage is in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat en Arcadis tot stand gekomen. Aan de beoordeling ligt een gezamenlijk opgestelde aanpak conform het WBI-2017 ten grondslag. Zowel voor de aanpak, zie bijlage A, als de beoordeling zijn meerdere overleggen en reviewronden uitgevoerd, volgens de zogenaamde samenwerkingsdriehoek: Rijkswaterstaat Oost-Nederland, programmabureau Rijkskeringen en Arcadis. Ook zijn relevante uitgangspunten afgestemd WDOD. Deze controlemomenten dragen bij aan een navolgbare, uitlegbare en kwalitatief hoogwaardige beoordeling passend bij een doelmatige beoordelingsaanpak.

Deze rapportage heeft de interne procedures van het ISO9001-gecertificeerde kwaliteitsmanagementsysteem van Arcadis doorlopen. Dat wil zeggen dat de rapportage door een inhoudelijk ervaren tweede lezer is gecontroleerd en de opmerkingen zijn verwerkt voordat de rapportage is vrijgegeven. Het eindconcept van de rapportage is gecontroleerd door Rijkswaterstaat Oost-Nederland en door het programma Rijkskeringen. De versie, na verwerking van dat commentaar, heeft vervolgens een externe reviewronde doorlopen. Dat wil zeggen een review door twee specialisten die niet betrokken zijn geweest bij de beoordeling van de kering. Door middel van deze externe kwaliteitsborging is de uitlegbaarheid, navolgbaarheid en inhoudelijke kwaliteit getoetst. De resultaten van deze review zijn voorgelegd aan de regiocoördinator om te bepalen welke punten uit de review worden overgenomen en welke niet. Het verwerken van deze bevindingen heeft geleid tot een definitieve versie van het beoordelingsrapport dat als bijlage van de overkoepelende rapportage aan ILT kan dienen. Na de verwerking van de bevindingen heeft echter nog een iteratieslag plaatsgevonden op de voorliggende rapportage/beoordeling, nadat bleek dat de faalkansbijdrage voor betrouwbaarheid sluiten van het naast gelegen gemaal Zedemuden (in beheer bij WDOD) verwaarloosbaar is (zie paragraaf 2.3).

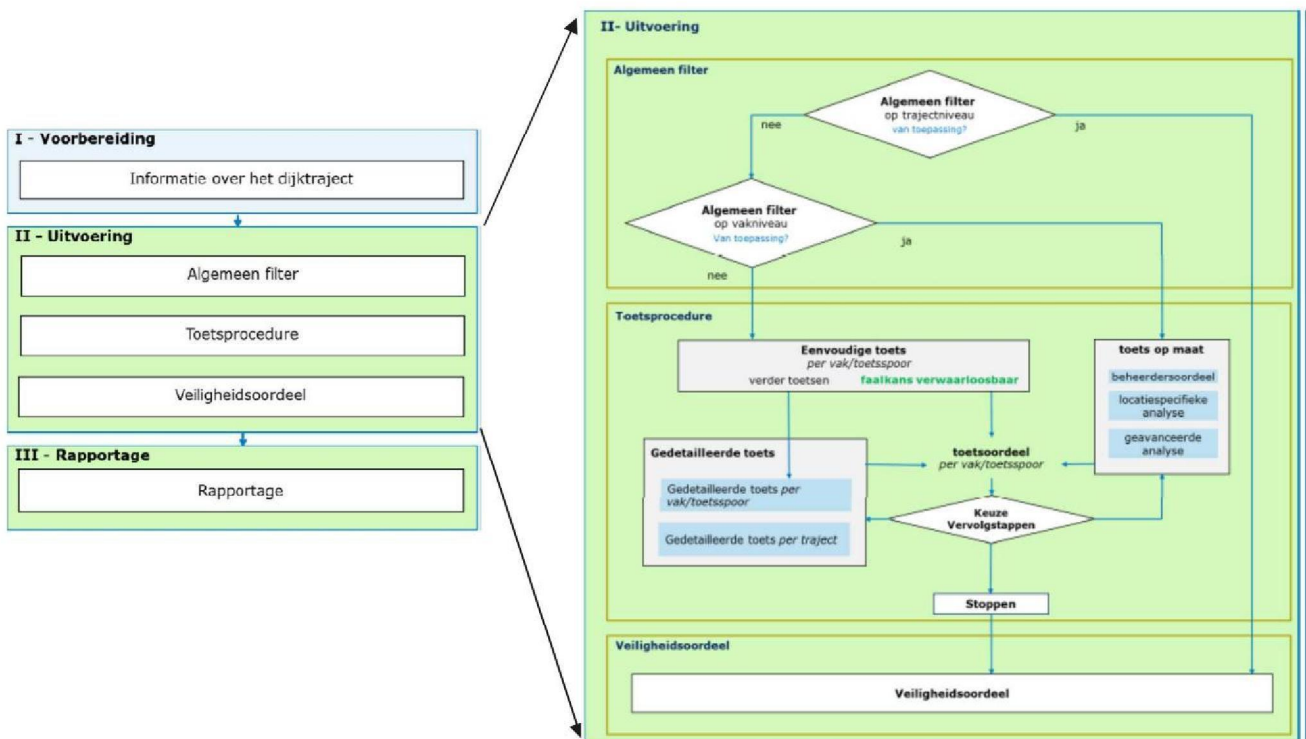
1.3 Proces WBI2017 Beoordeling

De beoordeling van de veiligheid van een primaire waterkering (bedoeld in artikel 2.12, vierde lid, van de Waterwet) dient te worden uitgevoerd volgens de procedurele regels die door de minister in de "Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017" is vastgelegd en is opgenomen in de daarbij behorende bijlage I: "Procedure beoordeling veiligheid primaire waterkeringen".

De beoordeling conform het WBI-2017 bestaat uit drie fases:

1. Voorbereiding
2. Uitvoering
3. Rapportages

Elke fase kan weer uit verschillende onderdelen bestaan. Alle drie de fases zijn voor deze beoordeling doorlopen en in dit rapport vastgelegd.



Figuur 1-1 Beoordelingsproces conform WBI2017. Overgenomen uit [L3].

De tweede fase betreft de inhoudelijke beoordeling van de waterkering op vier faalmechanismen. De beoordeling vindt plaats conform de methodes zoals beschreven in de beschikbare Schematiseringshandleidingen. De beide sluiscomplexen bevatten een waterkerend kunstwerk (een sluis) en zijn beoordeeld op de volgende vier faalmechanismen:

1. Hoogte kunstwerk (HTKW), zie schematiseringshandleiding [L6]
2. Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW), zie schematiseringshandleiding [L7]
3. Piping bij kunstwerk (PKW), zie schematiseringshandleiding [L8]
4. Sterkte en stabiliteit kunstwerk, puntconstructie (STKWp), zie schematiseringshandleiding [L9]

Bij het uitvoeren van een gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer (versie 19.1.1.2).

1.4 Leeswijzer

Dit rapport bevat de beschrijving van de beoordeling van de Sluiscomplexen Grote Kolk en Meppelerdiep, beide onderdeel van traject 9-2. Het is gericht op een lezer die de technische onderbouwing van de veiligheidsbeoordeling wil lezen of gebruiken als naslagwerk om de keuzes en afwegingen terug te vinden waarmee tot het veiligheidsoordeel is gekomen. Verwacht wordt dat de lezer enigszins bekend is met de periodieke beoordeling van waterkeringen en kunstwerken in het bijzonder.

In dit inleidende hoofdstuk (hoofdstuk 1) is de algemene aanpak beschreven hoe gekomen is tot de WBI2017 beoordeling. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de kering bedoeld om een beeld van de waterveiligheidsfunctie van de kering te verkrijgen. In paragraaf 2.3 is de faalkanseis op trajectniveau en het niveau van het individuele kunstwerk toegelicht. De beschrijving en verdere achtergrond van de kunstwerken zijn in de betreffende hoofdstukken 3 en 4 opgenomen.

Hoofdstuk 3 en 4 beslaan het grootste deel (circa 80%) van het rapport en bevatten de inhoudelijke beoordelingen van de beide kunstwerken. Per kunstwerk is de aanpak in detail beschreven evenals de gebruikte gegevens en gehanteerde uitgangspunten. Enkele algemene documenten zijn opgenomen bij de referenties. In de bijlagen zijn aanvullende, onderbouwende berekeningen en analyses opgenomen.

Hoofdstuk 5 sluit af met een overzicht per toetsspoor en het overkoepelende eindoordeel van de beoordeling.

2 BESCHRIJVING VAN DE WATERKERING

In dit hoofdstuk zijn de algemene uitgangspunten en basisgegevens aangegeven die bij de beoordeling gebruikt zijn. Er is een beeld gegeven van de opzet van de toetsing, een overzicht van de beschouwde kunstwerken, de gehanteerde hydraulische randvoorwaarden en de faalkanseisen waaraan is beoordeeld.

2.1 Uitgangspunten van de waterkering

Nederland is een laaggelegen land dat wordt beschermd door waterkeringen. Aan deze waterkeringen worden eisen gesteld die in de Waterwet zijn vastgelegd. Traject 9-2, zie Figuur 2-2, is één van die trajecten. Dat traject is in beheer bij waterschap Drents Overijsselse Delta en Rijkswaterstaat. Het deel van Rijkswaterstaat, waar dit beoordelingsrapport betrekking op heeft, zijn twee Sluiscomplexen, namelijk Grote Kolk [P2] en Meppelerdiep [P13] in de plaats Zwartsluis. De locatie van de Sluiscomplexen is weergegeven in onderstaande figuur. De aansluitende grondlichamen van de dijk worden beoordeeld door waterschap Drents Overijsselse Delta (het betonwerk inclusief kwelschermen behoort bij de beoordeling door RWS).

In de Waterwet heeft het gehele traject:

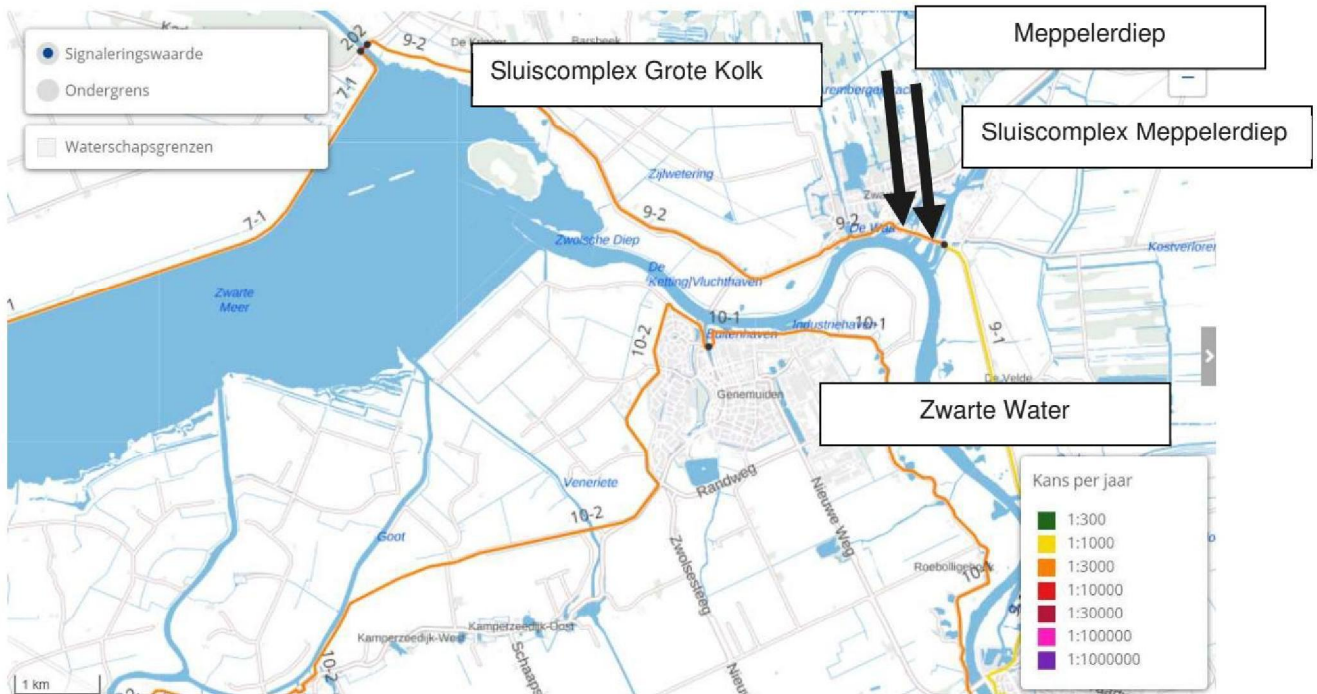
- een signaleringswaarde van 1:3.000 per jaar (Waterwet, bijlage II) en
- een ondergrens (maximaal toelaatbare overstromingskans) van 1:1000 per jaar (Waterwet, bijlage III).

De begin- en eindcoördinaten van het gehele traject zijn X=201902, Y= 516879 en respectievelijk X=195249, Y=195249 conform het Rijkscoördinatenstelsel (Waterwet, Bijlage IA).



Figuur 2-1 Locatie Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep [bron Google Earth]

Volgens de Waterwet dient de beheerder aan de minister elke 12 jaar, momenteel lopend tot en met de peildatum 31 december 2022, een verslag uit te brengen over de algemene waterstaatkundige toestand van de primaire waterkering, volgens de, bij ministeriële regeling, vastgestelde regels voor het bepalen van de hydraulische belasting en de sterkte.



Figuur 2-2 Ligging dijktraject 9-2 en de locatie van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep [bron <https://waterveiligheidsportaal.nl/>]

2.2 Verhaal van de kering

De geschiedenis van de waterkering langs Zwartsluis gaat sowieso terug tot eind 14^{de} eeuw. De waterkering bood bescherming tegen de toenmalige Zuiderzee. Om schippers uit het westen van het land toegang te bieden tot de turfvelen in Drenthe is er toen een sluis gemaakt.

De oudste sluis is gebouwd rond 1400 en werd oorspronkelijk "de Swarte Sluys" genoemd. Deze sluis lag iets ten oosten van het huidige Sluiscomplex Grote Kolk. Op 19 mei 1621 werd de sluis, toen 'Staphorstersluis' of 'Groete Zijl' genaamd, aan een groep investeerders verkocht. Deze herbouwden de sluis, die in 1623 gereedkwam.

Omdat de Staphorstersluis te klein werd voor het drukke scheepvaartverkeer, is westelijk hiervan, tegenover de Handelskade het huidige Sluiscomplex Grote Kolk aangelegd. De kolk was 55 meter lang en 8 meter breed, en kwam op 2 januari 1879 gereed. Deze sluis was tot het midden van de 20^{ste} eeuw van groot belang voor de scheepvaart. In 2001 ging de sluis wegens bouwvalligheid dicht, waardoor de beroepsscheepvaart van het Meppelerdiep naar het Zwarte Water en omgekeerd alleen gebruik kan maken van Sluiscomplex Meppelerdiep. Sluiscomplex Grote Kolk is in 2008 grondig gerenoveerd waarna de acht sluisdeuren weer als vanouds open en dicht gaan. Vanaf 2012 wordt de Grote Kolk niet meer gebruikt voor het schutten van scheepvaart maar alleen gebruikt als keersluis. Onder normale weersomstandigheden staat de sluis open, maar gedurende het stormseizoen (stormseizoen wordt ruimer aangehouden, namelijk van 1 oktober tot 1 mei, omdat op het IJsselmeer door scheefstand in april nog hoge waterstanden kunnen ontstaan) is de keersluis gesloten. Hierdoor kan recreatievaart in de zomer gebruik blijven maken van de sluis. Sinds 2018 worden de bruggen ook niet meer geopend waardoor er alleen lage recreatievaart gebruik kan maken van de sluis.

Sluiscomplex Grote Kolk werd in de loop der jaren ook te klein voor de scheepvaart. Daarom werd tussen 1955 en 1958 Sluiscomplex Meppelerdiep gebouwd. Met zijn doorvaartbreedte van 13,5 meter konden voortaan ook schepen met een laadvermogen van 2.000 ton via deze keersluis het Meppelerdiep opvaren. Deze keersluis gaat dicht bij waterstanden beneden NAP -0,5 m en boven NAP +0,5 m. Dit is gemiddeld zestien dagen per jaar en het Meppelerdiep was dan gestremd voor de scheepvaart. Om de stremming voor de scheepvaart bij deze waterstanden te beperken is de keersluis omgebouwd tot schutsluis, wat in 2017 is voltooid.

Op 13 mei 1974 is het Gemaal Zedemuden in gebruik genomen naast Sluiscomplex Meppelerdiep in Zwartsluis. Het gemaal zorgt bij gesloten toestand van de beide sluiscomplexen voor waterafvoer uit de provincie Drenthe, via het Zwarte Water en het IJsselmeer naar de Waddenzee. In 1998 was er wederom sprake van grote wateroverlast in Meppel, daarom werd in 2010 de capaciteit vergroot. Het gemaal is sinds 31 mei 2018 in handen van waterschap DOD als waterbeheerder van het Meppelerdiep.

Samenvattend en heden ten dage staat Sluiscomplex Grote Kolk in het zomer open en wordt gebruikt voor lage recreatievaart. Bij een waterstand in de zomer tussen NAP -0,5m en NAP +0,5m, en permanent in de winter, is de keersluis gesloten. Het Sluiscomplex Meppelerdiep staat open bij een waterstand tussen NAP -0,5m en NAP +0,5m. Buiten deze waterstanden is de sluis in gebruik als schutsluis.

Samen met Gemaal Zedemuden zorgen Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep ervoor dat de waterstand op het Meppelerdiep bij hoge waterstanden op het Zwarte Water voldoende laag blijft. De maximaal toelaatbare peilverhoging op het Meppelerdiep bedraagt 0,09 meter boven sluitpeil van de waterkering en volgt uit het verschil tussen het sluitpeil en het streefpeil van gemaal Zedemuden. Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep voorkomen hoogwater op het Meppelerdiep, Gemaal Zedemuden pompt het overtollig water op het Meppelerdiep weg. Bij overschrijding van het streefpeil wat wordt veroorzaakt door een waterkerend kunstwerk, dan heeft het waterkerend kunstwerk gefaald. Dat betekent niet dat er direct sprake is van een overstroming maar een ongewenste situatie.

Indien de waterstand op het Meppelerdiep verder toeneemt, kan dit mogelijk leiden tot het falen van de waterkeringen langs het Meppelerdiep, waardoor er overstroming kan optreden tussen Zwartsluis en Meppel, met alle bijbehorende gevolgen. Op basis eerder een uitgevoerde analyse [P16] voor de Meppelerdiepsluis is een kritisch peil van NAP +0,70m beschreven. In het kader van de voorliggende beoordeling is geen verdere analyse uitgevoerd welk bezwijkpeil van de regionale keringen aannemelijk is (bijvoorbeeld vergelijkbaar met de waterstand van circa NAP +0,80m tijdens de wateroverlast in 1998). De maximale peilverhoging conform het streefpeil gehanteerd door waterschap DOD is daarin dus een conservatieve en veilige waarde.

Sluiten bij lage waterstanden is niet beschouwd. De huidige beoordeling is van toepassing op hoogwaterveiligheid.

Verdere beschrijving van de constructie, het gebruik en de bediening is beschreven in de paragrafen 3.1 en 4.1 voor respectievelijk Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep.

2.3 Faalkanseisen

In paragraaf 2.1 is de overstromingskansnorm vanuit de Waterwet gegeven. De overstromingskansnorm op trajectniveau dient vertaald te worden naar een faalkanseis op het niveau van het kunstwerk. Het verschil tussen de norm voor een traject en de bijbehorende faalkans voor een individueel kunstwerk of constructieonderdeel wordt bepaald door de gehanteerde faalkansbegroting en het lengte-effect.

Bij het bepalen van de beschikbare faalkanseis is gebruik gemaakt van de standaard faalkansbegroting uit [L5]. Deze faalkanseisen zijn met behulp van de formule 2.1 uit [L5] omgerekend naar de faalkansbegroting per beoordelingsspoor per kunstwerk. In onderstaande tabel is de faalkanseis gegeven per kunstwerk.

Tabel 2-1: Faalkanseisen per toetsspoor [L5]

Toets-spoor	Faalkansruimte-factor %	N [-]	Faalkanseis Ondergrens [1/jaar]	Faalkanseis Signaleringswaarde [1/jaar]
HTKW	24	2	8.333	25.000
BSKW	4	1,5 ¹	37.500	112.500
PKW	2	1	50.000	150.000
STKWp	2	3	150.000	450.000

¹ De beoordeling van Gemaal Zedemuden door Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft geleid tot een verwaarloosbare faalkans voor Betrouwbaarheid Sluiting. Hierdoor is de lengte-effectfactor voor Betrouwbaarheid Sluiting verlaagd van 2 naar 1,5.

Ad HTKW: Conform [L5] §17.2 is de N_{dsn} voor het toetsspoor HTKW gelijk aan de waarde voor het toetsspoor Grasbekleding erosie kruin en binnentalud (GEKB). Voor traject 9-2 is de $N_{dsn} = 2$.

Ad BSKW: Conform [L5] §19.3 is de N_{dsn} voor het toetsspoor BSKW gelijk aan de maximale waarde van 1 of 0,5 x het aantal kunstwerken in het traject. In traject zijn de volgende kunstwerken gelegen:

Tabel 2-2 - Kunstwerken binnen dijktraject 9-2

Object	Beheerder	Oordeel eenvoudige toetsing BSKW
Gemaal Kadoelen	WDOD	Verwaarloosbare bijdrage volgens WDOD
Gemaal Barsbeker	WDOD	Verwaarloosbare bijdrage volgens WDOD
Keersluis de Whaa	WDOD	Niet verwaarloosbaar volgens WDOD
Sluiscomplex Grote Kolk	RWS-ON	?
Sluiscomplex Meppelerdiep	RWS-ON	?
Gemaal Zedemuden	WDOD	Verwaarloosbare bijdrage volgens WDOD ²
N-factor		=som*0,5

De verwachting is dat zowel Sluiscomplex Grote Kolk én Sluiscomplex Meppelerdiep niet gaan voldoen op basis van de eenvoudige toets. Binnen traject 9-2 geeft dit samen met Keersluis de Whaa drie kunstwerken met een niet-verwaarloosbare bijdrage waardoor geldt $N_{dsn}=1,5$. Dit is afgestemd met WDOD.

Ad PKW: Conform [L5] §2.3 geldt dat voor piping en heave is geen lengte-effect factor van toepassing omdat voor dit toetsspoor geen probabilistische berekening of semiprobabilistische berekening met veiligheidsfactoren beschikbaar is. De faalkanseis per doorsnede is hiermee gelijk aan de faalkanseis op trajectniveau.

Ad STKWp: Conform [L5] §20.1 geldt $N_{dsn}=3$. Dit is onafhankelijk van het aantal kunstwerken.

Per toetsspoor wordt het oordeel bepaald conform de categorieën in onderstaande tabel.

Tabel 2-3 Categorieën oordelen per vak per toetsspoor [L5]

Categorie	Categorie oordeel per vak per toetsspoor	Begrenzing categorie
I _v	voldoet ruim aan de signaleringswaarde	$P_{f,dsn} < \frac{1}{30} P_{eis,sig,dsn}$
II _v	voldoet aan de signaleringswaarde	$\frac{1}{30} P_{eis,sig,dsn} < P_{f,dsn} < P_{eis,sig,dsn}$
III _v	voldoet aan de ondergrens en mogelijk aan de signaleringswaarde	$P_{eis,sig,dsn} < P_{f,dsn} < P_{eis,ond,dsn}$
IV _v	voldoet mogelijk aan de ondergrens en/of aan de signaleringswaarde	$P_{eis,ond,dsn} < P_{f,dsn} < P_{eis,ond}$
V _v	voldoet niet aan de ondergrens	$P_{eis,ond} < P_{f,dsn} < 30 P_{eis,ond}$
VI _v	voldoet ruim niet aan de ondergrens	$P_{f,dsn} > 30 P_{eis,ond}$

Waarbij:

$P_{f,dsn}$	=	Faalkans per doorsnede [1/jaar]
$P_{eis,sig}$	=	Signaleringswaarde van het dijktraject [1/jaar]
$P_{eis,ond}$	=	Ondergrens van het dijktraject [1/jaar]
$P_{eis,sig,dsn}$	=	Faalkanseis per doorsnede bij de signaleringswaarde [1/jaar]
$P_{eis,ond,dsn}$	=	Faalkanseis per doorsnede bij de ondergrens [1/jaar]

² De beoordeling van Gemaal Zedemuden door Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft geleid tot faalkans voor Betrouwbaarheid Sluiting van 1,73e-7. Deze faalkans is conform [L7], paragraaf 2.3.2 verwaarloosbaar klein want deze faalkans is kleiner dan 0,1 x de faalkanseis op vakniveau bij de signaleringswaarde (0,1 x 1/3.000 x 0,04 / 2 = 6,67e-7).

In onderstaande tabel zijn categorieën voor het Sluiscomplex Grote Kolk en Meppelerdiep weergegeven.

Tabel 2-4 Categorieën oordelen*

Categorie	Oordeel	HTKW		BSKW		STKWp	
		Onder-grens	Boven-grens	Onder-grens	Boven-grens	Onder-grens	Boven-grens
I _v	voldoet ruim aan de signaleringswaarde		1,33E-06		2,96E-07		2,22E-07
II _v	voldoet aan de signaleringswaarde	1,33E-06	4,00E-05	2,96E-07	8,89E-06	2,22E-07	6,67E-06
III _v	voldoet aan de ondergrens en mogelijk aan de signaleringswaarde	4,00E-05	1,20E-04	8,89E-06	2,67E-05	6,67E-06	2,00E-05
IV _v	voldoet mogelijk aan de ondergrens en/of aan de signaleringswaarde	1,20E-04	1,00E-03	2,67E-05	1,00E-03	2,00E-05	1,00E-03
V _v	voldoet niet aan de ondergrens	1,00E-03	3,00E-02	1,00E-03	3,00E-02	1,00E-03	3,00E-02
VI _v	voldoet ruim niet aan de ondergrens		3,00E-02		3,00E-02		3,00E-02

Voor PKW wordt het kritieke verval vergeleken met het verval bij de signaleringswaarde en de ondergrens, wat leidt tot een oordeel volgens Tabel 2-3.

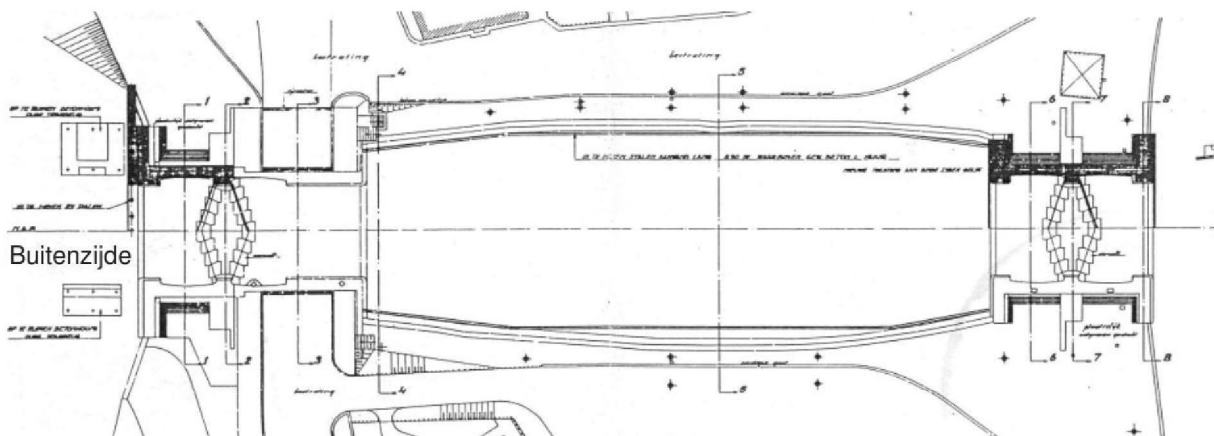
3 BEOORDELING SLUISCOMPLEX GROTE KOLK

3.1 Beschrijving kunstwerk

Sluiscomplex Grote Kolk is gelegen te Zwartsluis. Het Sluiscomplex verbindt het Zwarte Water met het Meppelerdiep. Het Sluiscomplex Grote Kolk bestaat uit een keersluis, beweegbare verkeersbrug en een beweegbare fietsbrug. Verder kent het Sluiscomplex een bedieningsgebouw, diverse steigers en afmeervoorzieningen.



Figuur 3-1 Sluiscomplex Grote Kolk. Foto overgenomen uit [P3].

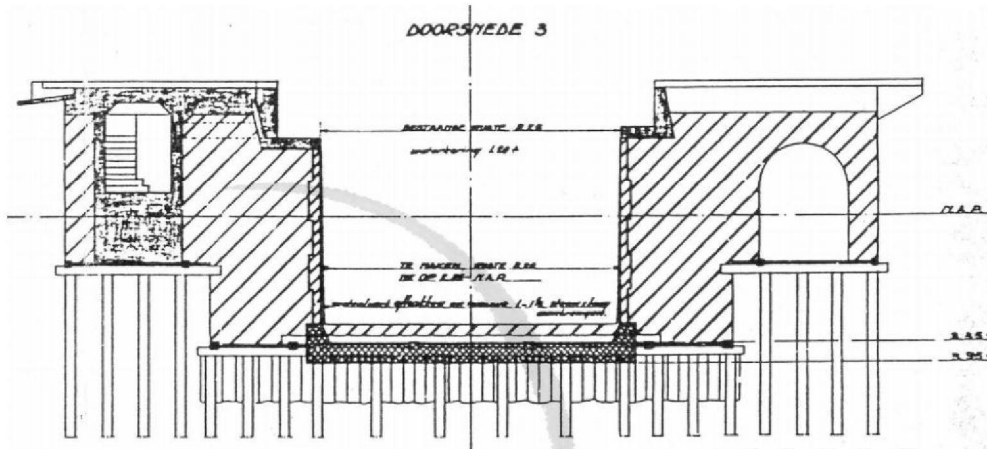


Figuur 3-2 Sluiscomplex Grote Kolk. Bovenaanzicht keersluis. Overgenomen van tekening [P6].

3.1.1 Beschrijving constructie

De sluiskolk is 55,10 meter lang. De doorvaartbreedte bij het buitenhoofd is 8,20 m, de drempel van het buitenhoofd ligt op NAP -3,05 m.

Oorspronkelijk was Sluiscomplex Grote Kolk een gemetselde sluis, maar tijdens de renovatie in de jaren '50 zijn de sluishoofden uitgevoerd in gewapend beton met een fundering van houten palen [P7], [P8]. De wanden zijn bekleed met metselwerk.



Figuur 3-3 Sluiscomplex Grote Kolk. Doorsnede keersluis ter hoogte van buitenhoofd, voor verbetering. Overgenomen van tekening [P6].

3.1.2 Beschrijving keermiddelen

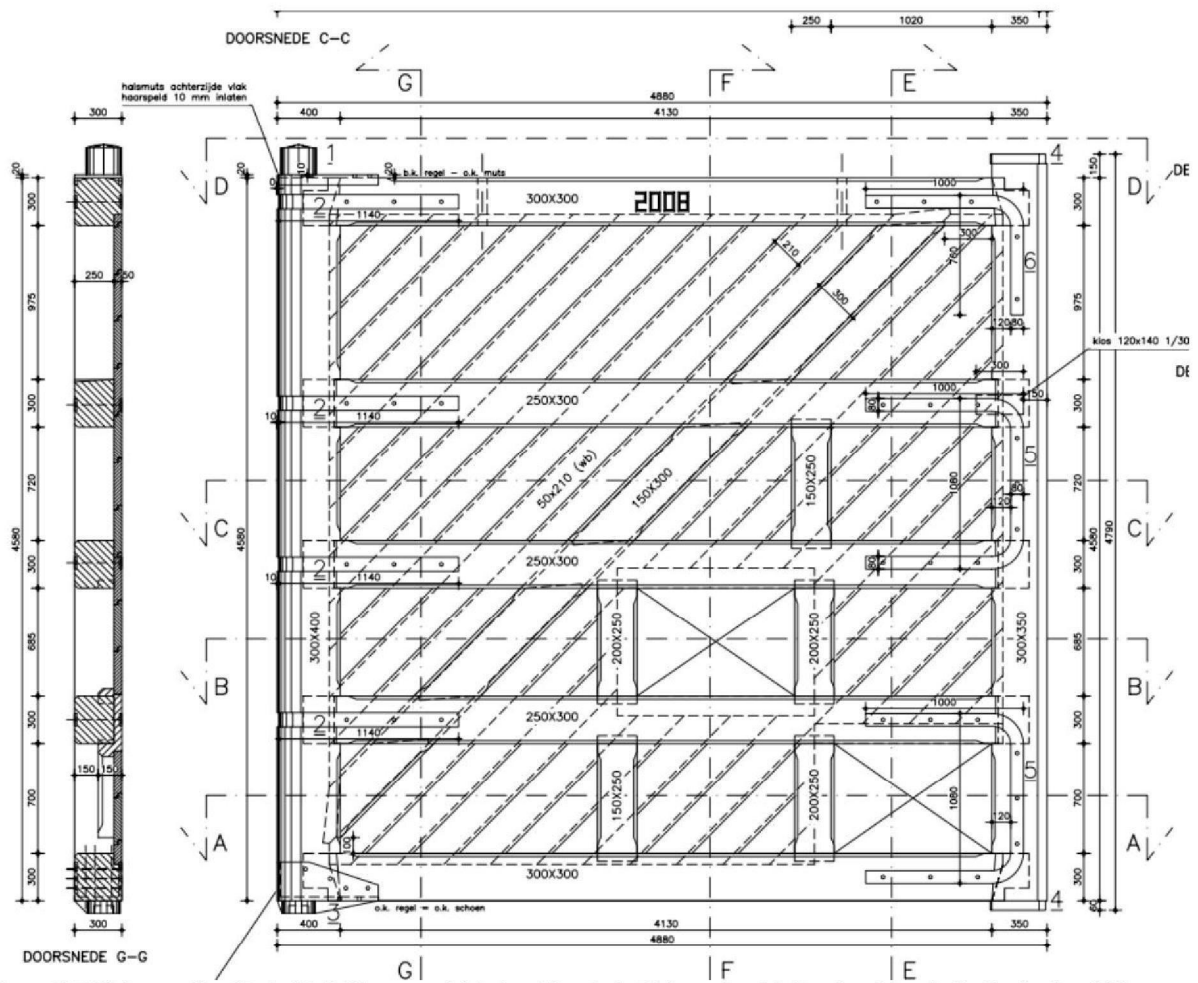
Het Sluiscomplex Grote Kolk beschikt over de volgende kerende elementen;

- buitenhoofd 2 houten vloeddeuren NAP +3,31 m
- buitenhoofd 2 houten ebdeuren
- binnenhoofd 2 houten vloeddeuren NAP +1,25 m
- binnenhoofd 2 stalen ebdeuren

De kerende hoogte van deze deuren is NAP +3,31 m volgens [P4]. De vloeddeuren in het binnenhoofd hebben een kerende hoogte van NAP +1,25 m volgens [P4].



Figuur 3-4 Sluiscomplex Grote Kolk. Vloeddeuren in buiten- en binnenhoofd. Overgenomen uit [P4].

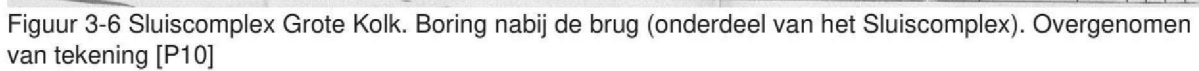


Figuur 3-5 Sluiscomplex Grote Kolk. Vooraanzicht vloeddeur in het binnenhoofd. De vloeddeur in het buitenhoofd is constructief identiek, behalve de hoogte van de deur. Overgenomen van tekening [P9]

3.1.3 Beschrijving ondergrond

De ondergrond nabij het Sluiscomplex Grote Kolk bestaat uit vette klei en/of lokaal klei vermengd met veen. Op een diepte van circa NAP – 15,0 meter wordt een laag matig tot zeer grof zand aangetroffen. Zie onderstaande figuur met een 3-tal boringen ter plaatse van de verkeersbrug bij het buitenhoofd van de keersluis.

De lokale ondergrond is zettingsgevoelig. Dit blijkt ook uit de actuele bodemdaling van het maaiveld volgens [L11], zijnde circa 2,0 tot lokaal zelfs 4,0 mm/jaar oftewel 3 à 6 cm tussen de vorige toetsronde en peildatum van 1-1-2023.



3.1.4 Gebruik en bediening

De beheerder van Sluiscomplex Grote Kolk is Rijkswaterstaat, de aangrenzende dijken worden beheerd door waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). Het Sluiscomplex wordt sinds 2012 alleen gebruikt voor het passeren van lage recreatievaart die onder de gesloten brug op het buitenhoofd kan varen.

Het Sluiscomplex Grote Kolk wordt primair op afstand bediend vanaf het bediengebouw van Sluiscomplex Meppelerdiep en is eventueel lokale besturing te bedienen. De sluis is niet meer in gebruik als schutsluis en functioneert daardoor als keersluis. Het bediengebouw is enkel bemand als de keersluis operationeel is (niet doorvaarbaar) of gesloten. Schotbalken, die aanwezig zijn op het nabijgelegen Sluiscomplex Meppelerdiep, kunnen zo nodig in de sponningen worden gehesen. Het plaatsen van schotbalken onder stroming is niet mogelijk. De schotbalken zijn daardoor niet geschikt als herstelmaatregel bij falen sluiting voorafgaand aan een hoogwater.

In het zomerseizoen staat de keersluis normaliter geheel open, indien de waterstand op het Zwarte Water en Meppelerdiep tussen de NAP -0,50 m en NAP +0,47 m ligt [P23]. Op deze manier wordt de vorming van blauwalg in de sluiskolk en haven voorkomen. Tijdens het hoogwaterseizoen (1 oktober tot 1 mei) [P23] is de vloeddeur in het buitenhoofd van de sluis standaard gesloten.

Een hoogwatersluiting kan enkel voorkomen in het zomerseizoen, want bij hoogwater in het winterseizoen is de keersluis reeds gesloten. De hoogwatersluiting wordt geruime tijd voor het daadwerkelijke hoogwater uitgevoerd want de melding "hoogwater" komt circa 36 uur vooraf binnen. Het Waterschap is verantwoordelijk voor het peilbeheer in het achterliggende gebied en geeft aan wanneer de keersluis moet worden gesloten. Omdat de keersluis enkel een functie vervult voor recreatievaart, kan deze sluiting vroegtijdig plaatsvinden waardoor er veel tijd beschikbaar is voor eventueel herstel van mogelijke problemen.

3.1.5 Beheer en onderhoud

De keersluis wordt maandelijks geïnspecteerd door een vaste onderhoudsaannemer. Het resultaat van de inspectie wordt vastgelegd in Ultimo [P11], [P12]. Gedurende de zomermaanden wordt maandelijks een proefsluiting uitgevoerd.

De keersluis functioneert door de frequente inspecties en testsluitingen goed. Wel zijn er soms problemen met vuil/sediment nabij de deuren waardoor de deuren niet helemaal sluiten. Dit wordt opgelost door inzet van een duikbedrijf.

3.2 Aanpak beoordeling

3.2.1 Hydraulische randvoorwaarden

In de toetsing is gebruik gemaakt van Riskeer versie 19.1.1.2 en de actuele documenten van het WBI. De gebruikte hydraulische randvoorwaarden zijn verkregen uit Riskeer, hiertoe zijn de gegevens van het uitvoerpunt ZW_1_9-2_dk_00384 gebruikt. Dit uitvoerpunt is opgenomen in de hydraulische dataset WBI2017_Vechtdelta_9-2_v01.



Figuur 3-8 Sluiscomplex Grote Kolk. Locatie uitvoerpunt [bron Riskeer].

In onderstaande tabel zijn, ter indicatie, de hydraulische randvoorwaarden weergegeven die van toepassing zijn op de huidige beoordeling en zoals toegepast bij de 3^{de} toetsronde. De hydraulische randvoorwaarden van toepassing op de huidige toetsing, zijn bepaald met Riskeer. Onderstaande waarden zijn gebaseerd op de toetsrandvoorwaarden uit de marginale statistiek waardoor de waterstanden en de golfhoogten niet zijn gecorreleerd. Tijdens een berekening in Riskeer op een toetsspoor wordt echter wel rekening gehouden met de correlatie en zijn in de illustratiepunten andere waarden te vinden, behorende bij de betreffende faalkans.

Tabel 3-1 Sluiscomplex Grote Kolk. Ontwerp/Toets waterstanden en golfhoogte kunstwerk

Ontwerpwaarde / toetswaarde	3de Toetsronde VTV [P3]	Signaleringswaarde (1/3.000 per jaar)	Ondergrenswaarde (1/1.000 per jaar)
Waterstand	NAP + 1,80m	NAP + 2,48 m	NAP + 2,30 m
Significante golfhoogte	0,77 m	1,17 m	1,08 m

3.2.2 Aanpak kunstwerk

In onderstaande tabel is de aanpak van de beoordeling samengevat. De aanpak is uitgebreid toegelicht in het Plan van Aanpak, [P1]. Tijdens de beoordeling is de aanpak (gebaseerd op werken van grof naar fijn) uitgebreid met de toets op maat voor het toetsspoor 'Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk' omdat de gedetailleerde toets methodiek onvoldoende toepasbaar bleek.

Tabel 3-2 - Sluiscomplex Grote Kolk. Toelichting beoordeling per toetsspoor

Toetsspoor	Beoordeling		
	Eenvoudig	Gedetailleerd	Toets op maat
Hoogte kunstwerk	Relevantietoets	Probabilistische beoordeling met Riskeer	Geen onderdeel van dit rapport
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	Beslisregels	Probabilistische beoordeling met Riskeer met Pns uit de scoretabellen	Het in rekening brengen van de binnendeur met analyses buiten Riskeer.
Piping kunstwerk	Volgens Relevantietoets en beslisregels is er geen intredepunt aanwezig.	Geen onderdeel van dit rapport	Geen onderdeel van dit rapport
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	Relevantietoets	Probabilistische toets met Riskeer met sterkte keermiddel.	Geen onderdeel van dit rapport

3.2.3 Algemene invoerparameters Riskeer

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer, tenzij anders is aangegeven. In onderstaande tabel zijn de algemene invoerparameters van Sluiscomplex Grote Kolk weergegeven. Deze invoerparameters zijn van toepassing op meerdere toetssporen. De toetsspoor specifieke parameters zijn weergegeven in de paragraaf bij het betreffende toetsspoor.

Tabel 3-3 Algemene invoerparameters Sluiscomplex Grote Kolk

Benaming	Symbol	μ	Vr of σ	Toelichting
Oriëntatie normaal kunstwerk	ψ_{kw}	240 °N	-	De richting van de normaal van het kunstwerk is bepaald met behulp van Google Earth en bedraagt 240°.
Kerende hoogte kunstwerk	h_{kr}	NAP + 3,26 m	$\sigma = 0,05$	De keersluis beschikt over een set waterkerende vloeddeuren in het buitenhoofd. De kerende hoogte van de sluisdeuren bedraagt NAP + 3,31 m. Deze hoogte is verkregen uit rapport [P4] en qua ordegrrootte gecontroleerd met [L12]. Deze hoogte is vervolgens gecorrigeerd voor bodemdaling gedurende 12 jaar à 4 mm/jaar volgens [L11].
Breedte van de kruin van het kunstwerk	B	8,2 m	$\sigma = 0,05$	De breedte van de kruin is gelijkgesteld aan de breedte van de sluiscolk ter hoogte van het buitenhoofd omdat de vloeddeuren lager zijn dan het buitenhoofd. De breedte is overgenomen van tekening [P6] en komt overeen met de breedte genoemd in [P3].
Stroomvoerende breedte bodembescherming kunstwerk	B_{sv}	8,2 m	$\sigma = 0,05$	De stroomvoerende breedte van de bodembescherming is gelijkgesteld aan de breedte van de sluiscolk ter hoogte van het buitenhoofd omdat de vloeddeuren lager zijn dan het buitenhoofd. De breedte is overgenomen van tekening [P6] en komt overeen met de breedte genoemd in [P3].
Kritiek instromend debiet directe invoer per strekkende meter	q_c	1 m³/s/m	$V_r = 0,15$	Bij een gesloten buitendeur wordt het kritieke overslagdebet bepaald door de weerstand tegen golfoverslag. Onder deze omstandigheden is de sluiscolk gevuld met water. De bodembescherming bestaande uit beton wordt niet rechtstreeks belast. De sterkte van de bodembescherming is daardoor niet maatgevend. De sterkte van de deur onder de overslagbelasting zal hier bepalend zijn. De richtwaarde voor sluizen uit [L6] tabel 7-4 is aangehouden als conservatieve waarde.
Faalkans kunstwerk gegeven erosie bodem	$P_{f,kw erosie bodem}$	1	-	De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de beoordeling is het uitgangspunt gehanteerd dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.
Binnenwaterstand	h_{bi}	NAP +0,47m	$\sigma = 0,10$	De binnenwaterstand in gesloten situatie is gelijkgesteld aan de buitenwaterstand bij sluiting waterkering het volgens het sluitprotocol [P23].
Toegestane peilverhoging komberging	Δh_{kom}	0,04 m	$\sigma = 0,01$	De toegestane peilverhoging is bepaald in samenspraak met het Waterschap. Toelichting Waterschap: De toegestane peilverhoging voordat de regionale keringen falen is aangenomen als het verschil tussen de maatgevende waterstand en het streefpeil tijdens hoogwater bij Zedemuden. De 1/200 waterstand (norm) van de regionale keringen bij Zedemuden was in 2009 NAP+0,56 m

[WGS, 2012]. Het resultaat van de toetsing was dat de regionale keringen voldeden. Er kan daarmee worden aangenomen dat peilopzet tot dit niveau nog veilig is, $\Delta H_{kom} = 0,09$ m.

Het kombergend vermogen achter traject 9-2 wordt gespreid over 2 kunstwerken waardoor $\Delta H_{kom} = 0,04$. Dit is een conservatief uitgangspunt.

De bijbehorende standaardafwijking is vastgesteld op 0,01 m. Hiermee wordt afgeweken van de standaardwaarde van 0,1 m uit [L6]. De gekozen waarde voor ΔH_{kom} is met voldoende zekerheid en conservatisme bepaald waardoor het toepassen van een standaardafwijking van 25% voldoende wordt geacht.

Kombergend oppervlak	A_{kom}	550000 m ²	$V_r = 0,10$	Het kombergend oppervlak is bepaald in samenspraak met het Waterschap. Toelichting Waterschap:
Stormduur	t_s	6 uur	$V_r = 0,25$	Het Meppelerdiep is 11 km lang en 50 tot 110 meter breed volgens de gegevens op de website van Rijkwaterstaat. Er is uitgegaan van een conservatieve minimale breedte van 50 meter. Het oppervlak is daarmee $A_{kom} = 5,5 \cdot 10^5$ m ² . Alle havenkomen en zijtakken zijn daarmee buitenbeschouwing gelaten wat een conservatieve benadering is.

3.3 Hoogte kunstwerk (HTKW)

3.3.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het faalmechanisme relevant is voor dit kunstwerk.



Figuur 3-9 Schema eenvoudige toets hoogte kunstwerk (HTKW)

Stap E.1: Ja, het faalmechanisme hoogte is relevant voor de toetsing van het kunstwerk omdat de kerende hoogte wordt verzorgd door het kunstwerk.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk, een gedetailleerde toetsing is noodzakelijk.

3.3.2 Gedetailleerde toets

De gedetailleerde toets op Hoogte bij kunstwerken wordt uitgevoerd volgens het schema uit [L6] figuur 2-2. De toetsing is uitgevoerd met het softwareprogramma Riskeer. De volgende deelfaalmechanismen zijn beoordeeld:

1. Z11: Bezwijken bodembescherming achter Kunstwerk

De sterkte van de bodembescherming achter het kunstwerk is bepaald op basis van een conservatieve inschatting van de maximale toelaatbare stroomsnelheid.

2. Z12: Bezwijken Kunstwerk als gevolg van erosie bodem

De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de toetsing wordt het aangenomen dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.

3. Z13: Overschrijden bergend vermogen

Het kombergend vermogen en de toegestane peilverhoging zijn bepaald in samenspraak met het waterschap.

Voor de gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer. De parameters die zijn ingevoerd zijn het resultaat van het schematisatieproces conform de schematiseringshandleiding hoogte kunstwerk [L6]. De gehanteerde algemene invoerparameters zijn opgenomen in paragraaf 3.2.3. De invoer in Riskeer is weergegeven in onderstaande figuur.

Eigenschappen	
	
▼ Algemeen	
Kunstwerk	9_2K2_Keersluis
Locatie (RD) [m]	(201319, 517086)
Hydraulische belastingenlocatie	ZW_1_9-2_dk_00384 (56 m)
▼ Modelinstellingen	
> Modelfactor overloopdebiet volkomen	1,10 (Standaardafwijking = 0,05)
▼ Schematisering instromend debiet/volume	
Oriëntatie [°]	240,00
> Kerende hoogte [m+NAP]	3,26 (Standaardafwijking = 0,05)
> Breedte van doorstroomopening [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
> Stormduur [uur]	6,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,25)
▼ Schematisering bodembescherming	
> Kritiek instromend debiet [m³/s/m]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,15)
> Stroomvoerende breedte bodembescherming [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
Faalkans gegeven erosie bodem [-]	1/1
▼ Schematisering komberging	
> Kombergend oppervlak [m²]	550000,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
> Toegestane peilverhoging komberging [m]	0,04 (Standaardafwijking = 0,01)
▼ Voorland en (haven)dam	
Voorlandprofiel	
> Dam	
> Voorlandgeometrie	
▼ Uitvoer	
Illustratiepunten inlezen	True

Figuur 3-10 Sluiscomplex Grote Kolk - Invoer Riskeer HTWK

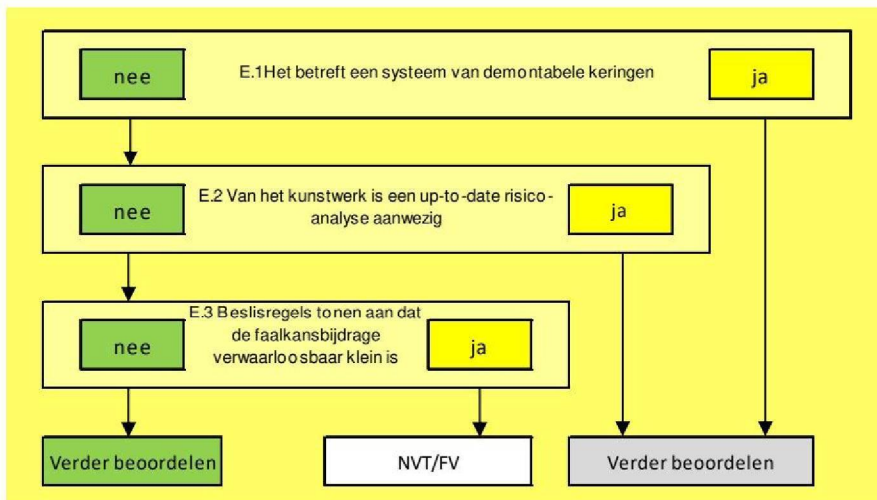
Uit de toetsing met Riskeer volgt dat de faalkans van het toetsspoor HTKW gelijk is aan 1/830.530 per jaar.

Oordeel: Op basis van een gedetailleerde toets voor het toetsspoor HTKW is vastgesteld dat het Sluiscomplex Grote Kolk ruim aan de signaleringswaarde voldoet omdat de kerende hoogte voldoende is. De faalkans van het toetsspoor HTKW valt daarmee in categorie Iv "voldoet ruim aan de signaleringswaarde".

3.4 Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW)

3.4.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het spoor Betrouwbaarheid Sluiten op eenvoudige wijze “Niet Van Toepassing” kan worden beoordeeld of dat “verder beoordelen” van toepassing is.



Figuur 3-11 Schema eenvoudige toets betrouwbaarheid sluiting (BSKW)

- Stap E.1: Nee, het kunstwerk betreft geen systeem van demontabele keringen omdat het kunstwerk geen mobiele waterkering is die bij naderend hoogwater dient te worden opgebouwd.
- Stap E.2: Nee, van het kunstwerk is geen up-to-date risicoanalyse aanwezig.
- Stap E.3: Nee, de beslisregels tonen niet aan dat de faalkansbijdrage verwaarloosbaar klein is omdat het een keersluis betreft die soms open staat.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk, een gedetailleerde toetsing is noodzakelijk.

3.4.2 Gedetailleerde toets

De gedetailleerde toets op Betrouwbaarheid Sluiten bij kunstwerken is uitgevoerd volgens het schema uit [L7] figuur 2-3. De toetsing is uitgevoerd met het softwareprogramma Riskeer. De volgende deelfaalmechanismen zijn beoordeeld:

1. Z12: Bezwijken kunstwerk als gevolg van erosie bodem

De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de toetsing wordt aangenomen dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.

2. Z21: Overschrijden bergend vermogen

Het kombergend vermogen en de toegestane peilverhoging zijn bepaald in samenspraak met het waterschap.

3. Z22: Bezwijken bodembescherming achter kunstwerk

De sterkte van de bodembescherming achter het kunstwerk is bepaald op basis van een conservatieve inschatting van de maximale toelaatbare stroomsnelheid.

4. Z23: Falen sluitproces

Het deelfaalmechanisme Z23, Falen sluitproces, is in samenspraak met de beheerder uitgewerkt met behulp van de standaard scoretabellen uit [L10]. De uitgewerkte scoretabellen zijn opgenomen in bijlage B. Met behulp van de scoretabellen "Niet Sluiten" is een faalkans bepaald van 1/2.292 per vraag.

5. Z24: Falen herstel achteraf

De faalkans bij herstel achteraf is gelijkgesteld aan 1. Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van de standaard scoretabellen. Er zijn geen noodherstelmaatregelen.

De volgende bijzonderheden zijn noemenswaardig;

- Het Waterschap is per 2018 verantwoordelijk voor het peilbeheer van het achterland. Op verzoek van het Waterschap wordt de keersluis door Rijkswaterstaat gesloten. Het Waterschap maakt voor deze beslissing gebruik van de hoogwatervoorspelling vanuit de centrale post in Lelystad.

Voor de gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer. De parameters die zijn ingevoerd zijn het resultaat van het schematisatieproces conform de schematiseringshandleiding [L7]. De gehanteerde algemene invoerparameters zijn opgenomen in paragraaf 3.2.3. De specifieke parameters behorende bij het toetsspoor BSKW zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3-4 Invoerparameters Riskeer toetsspoor BSKW – Sluiscomplex Grote Kolk

Benaming	Symbool	μ	Vr of σ	Toelichting
Aantal doorstroomopeningen	n_{in}	1	-	Uit tekening [P5] volgt dat er 1 sluisolk is met 1 doorstroomopening.
Kans mislukken sluiting	P_{ns}	1/2.292	-	Het deelfaalmecanisme Z23, Falen sluitproces, is in samenspraak met de beheerder uitgewerkt met behulp van de standaard scoretabellen uit [L10]. De uitgewerkte scoretabellen zijn opgenomen in bijlage B. Met behulp van de scoretabellen "Niet Sluiten" is een faalkans bepaald van 1/2.292 per vraag.
Kans op open staan bij naderend hoogwater	P_{open}	1/10	-	Uit het gesprek met de beheerder, zoals verwerkt in de scoretabellen in bijlage B, volgt dat de sluis enkel gedurende het zomerseizoen geopend is. Volgens de beheerder is een hoogwatersluiting in het zomerseizoen afgelopen 10 jaar eenmaal voorgekomen. Dit sluit aan bij [L7] waarin een voorbeeld wordt gegeven waarbij wordt aangenomen dat 90% van de hoogwaters gedurende het winterseizoen optreedt wanneer de keersluis gesloten is. De gehanteerde aanpak past dus binnen de methodiek van [L7]. Om deze redenen is voor P_{open} 1/10 aangehouden.
Faalkans herstel van gefaalde situatie	$P_{f;herstel}$	1	-	Herstel is meegenomen in de scoretabellen. In overeenstemming met [L7] is de standaardwaarde 1 aangehouden.
Instroommodel	-	Lage drempel	-	Bij geopende hoogwaterkerende deur stroomt het water over de drempel van het buitenhoofd door de kolk. Hier hoort het instroommodel lage drempel bij. Gekozen waarde van het kritiek instromend debiet is overgenomen aan de hand van de richtwaarde van de schematiseringshandleiding tabel 7-4.
Drempelhoogte niet gesloten kering	h_{dr}	NAP - 3,10 m	$\sigma = 0,10$	De hoogte van de bovenkant van de drempel in het buitenhoofd is overgenomen uit rapport [P4]. De hoogte is gecorrigeerd voor bodemdaling gedurende 12 jaar à 4 mm/jaar.

De invoer in Riskeer is weergegeven in onderstaande figuur.

Eigenschappen	
	
Algemeen	
Kunstwerk	9_2K2_Keersluis
Locatie (RD) [m]	(201319, 517086)
Hydraulische belastingenlocatie	ZW_1_9-2_dk_00384 (56 m)
Schematisering sluitproces	
Aantal identieke doorstroomopeningen [-]	1
Kans mislukken sluiting [-]	1/2.292
Kans op open staan bij naderend hoogwater [-]	1/10
Faalkans herstel van gefaalde situatie [-]	1/1
Schematisering instromend debiet/volume	
Instroommodel	Lage drempel
> Binnenwaterstand [m+NAP]	0,47 (Standaardafwijking = 0,10)
> Drempelhoogte [m+NAP]	-3,10 (Standaardafwijking = 0,10)
> Breedte van doorstroomopening [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
> Stormduur [uur]	6,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,25)
Factor voor stormduur hoogwater [-]	1,00
Schematisering bodembescherming	
> Kritiek instromend debiet [m³/s/m]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,15)
> Stroomvoerende breedte bodembescherming [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
Faalkans gegeven erosie bodem [-]	1/1
Schematisering komberging	
> Kombergend oppervlak [m²]	550000,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
> Toegestane peilverhoging komberging [m]	0,04 (Standaardafwijking = 0,01)
Voorland en (haven)dam	
Voorlandprofiel	
> Dam	
> Voorlandgeometrie	
Uitvoer	
Illustratiepunten inlezen	True

Figuur 3-12 Sluiscomplex Grote Kolk - Invoer Riskeer BSKW

Uit de toetsing met Riskeer volgt dat de faalkans van het toetsspoor BSKW gelijk is aan 1/9.949 per jaar.

Oordeel: Op basis van een gedetailleerde toets voor het toetsspoor BSKW is vastgesteld dat het Sluiscomplex Grote Kolk niet aan de ondergrens voldoet omdat de faalkans voor betrouwbaarheid sluiting conform de gekozen werkwijze/aanpak een orde groter is dan de gestelde faalkanseis. Bij de gedetailleerde beoordeling is een aantal (standaard) conservatieve uitgangspunten gehanteerd waardoor er ruimte is voor optimalisatie. De beoordeling is voortgezet met een Toets op Maat.

3.4.3 Toets op maat

Bij de gedetailleerde toetsing is geen rekening gehouden met het waterkerend vermogen van de binnendeuren. Technisch falen van de buitendeuren resulteert enkel tot falen van het kunstwerk als de binnendeuren open staan, niet voldoende sterk zijn of als de komberging te klein is. Het sluiten van de binnendeur kan hiermee leiden tot een positief oordeel.

Geschiktheid binnendeur functie keren hoogwater

Volgens [P4] is de waterkerende hoogte van de binnendeuren NAP + 1,35 m en ontworpen op een verval van 2,17 m. De binnendeur is dus onvoldoende hoog om de toetswaterstand te keren omdat de toetswaterstand bij de ondergrens NAP + 2,3 meter is, zie paragraaf 3.2.1.

Uit een toetsing van de binnendeur op hoogte (HTKW) met Riskeer, volgt dat de faalkans van de binnendeur 1/13 per jaar is (zomer en winter). De bijbehorende waterstand volgens Riskeer is ca. NAP + 1,45 m. De binnendeur is onvoldoende hoog om de maatgevende belasting behorende bij de faalkanseis op doorsnedenivo te keren. De binnendeur is echter zeer waarschijnlijk wel voldoende sterk, omdat het maatgevende verval over de deur 0,98 m is met een significante golfhoogte bij de ondergrens van 1,08 m, terwijl het ontwerpverval 2,17 meter is.

Het inzetten van de binnendeuren geeft een tweetal mogelijke situaties afhankelijk van de buitenwaterstand.

Situatie A: Buitenwaterstand $\leq$ NAP + 1,45 m

- De binnendeur is voldoende sterk en hoog. De "faalkans niet sluiten" wordt bepaald door de gecombineerde kans op falen sluiting buitendeur én binnendeur. Indien de buitendeur niet sluit fungeert de gesloten binnendeur als een tweede keermiddel.

Situatie B: Buitenwaterstand $>$ NAP + 1,45 meter

- De binnendeur is te laag. De "faalkans sluiten" wordt volledig bepaald door de kans op falen niet sluiten van de buitendeur.

Sluitvraag waterkering in de zomerperiode

De sluitvraag van de waterkering is bepaald met behulp van circa 18 jaar aan gemeten waterstanden, verkregen via waterinfo. Hierbij is bewust enkel gekeken naar data ingewonnen na oplevering van de Ramspol in december 2002 omdat dit huidige situatie is. In 18 jaar is het sluitpeil van NAP + 0,47 m in totaal 49 maal overschreden. Sluiscomplex Grote Kolk is in de winterperiode standaard gesloten waardoor enkel de sluitvragen in de zomerperiode relevant zijn. Gedurende de zomerperiode is in 18 jaar tijd het sluitpeil van NAP + 0,47 m slechts viermaal beperkt overschreden:

26-6-2007	NAP + 51 cm
30-8-2010	NAP + 57 cm
13-9-2017	NAP + 56 cm
1-5-2018	NAP + 51 cm

Op basis van gemeten waterstandsdata bedraagt de sluitvraag in de zomerperiode circa 1 x per 4 jaar. Waarbij opgemerkt wordt dat bij een voorspelling die ook op NAP +51cm zal uitkomen er waarschijnlijk besloten wordt niet tot sluiting over te gaan en het aantal sluitvragen gemiddeld lager zal liggen.

Faalkans “niet sluiten”

De gesloten binnendeur functioneert onder situatie A als een tweede keermiddel. Niet sluiten van de buitendeur leidt niet tot falen bij een gesloten binnendeur. Bij situatie B leidt niet sluiten van de buitendeur wel tot falen door een te grote instroming. Situatie A en B treden nooit tegelijkertijd op waardoor de kans op falen gelijk is aan de som van de kans van situatie A en B. Wiskundig als volgt uitgedrukt:

$$P_{\text{sluiting:faalt}} = P_{A:\text{faalt}} \cdot n_{\text{sluitingen:A}} + P_{B:\text{faalt}} \cdot n_{\text{sluitingen:B}} \quad [f1]$$

Waarin;

$P_{\text{sluiting:faalt}}$	=	de kans dat de sluiting faalt in kans/jaar
$P_{B:\text{faalt}}$	=	de kans dat de sluiting van situatie B faalt in kans/vraag
$P_{A:\text{faalt}}$	=	de kans dat de sluiting van situatie A faalt in kans/vraag
$n_{\text{sluitingen:B}}$	=	het aantal sluitingen/jaar onder situatie B
$n_{\text{sluitingen:A}}$	=	het aantal sluitingen/jaar onder situatie A (zonder sluitingen bij situatie B)

Het kritisch peil aan de binnenzijde is NAP + 0,56 meter. Het sluitpeil van NAP + 0,47 meter is bij benadering gelijk aan het kritisch peil en wordt aantoonbaar meerdere keren per jaar overschreden. Echter in de winterperiode staat de buitendeur standaard dicht en is er geen sprake van een sluitvraag aangezien de kering dan al gesloten is. Uit de gemeten piekwaterstanden weergegeven in de voorgaande paragraaf, volgt het sluitpeil in de zomer slechts gemiddeld een maal per vier jaar wordt overschreden. Voor de faalkans niet sluiten (situatie B) is enkel het aantal keer van waterstand groter dan NAP + 1,45 meter in de zomerperiode relevant. Op basis van de gemeten waterstanden is het aannemelijk dat situatie B, een waterstand hoger dan NAP + 1,45 m, een verwaarloosbare kans van voorkomen heeft in de zomerperiode (extrapolatie van de 18 jaar aan metingen naar een herhalingsjijd van 3000 jaar, geeft een waterstand kleiner dan NAP+1,10 m). Het aantal sluitingen/jaar onder situatie B ($=n_{\text{sluitingen:B}}$) is dus verwaarloosbaar, omdat de situatie in de zomer niet voorkomt en in het stormseizoen de kering gesloten is.

Formule [f1] vereenvoudigt daarmee tot:

$$P_{\text{faalt}} = P_{A:\text{faalt}} \cdot n_{\text{sluitingen:A}} \quad [f2]$$

Bovenstaande formule gaat uit van de sluitvraag in de zomerperiode en een verwaarloosbare kans op waterstanden groter dan NAP + 1,45 meter in de zomerperiode. Waarbij het aantal sluitingen in de zomerperiode circa 1 x per 4 jaar is, dus 1/4 per jaar.

De kans op falen van de sluiting van zowel de buitendeur én binnendeur, $P_{A:faalt}$, is bepaald in onderstaande tabel.

Tabel 3-5 Faalkans "Niet Sluiten" per vraag bij sluiten buitendeur én binnendeur.

Deelspoor	Faalkans/vraag	Toelichting
Alarmering	1×10^{-5}	Overgenomen uit scoretabel Bijlage B, scoretabel buitendeur. Dit is een conservatief uitgangspunt omdat Sluiscomplex Grote Kolk bediend wordt vanuit de bedienpost van Sluiscomplex Meppelerdiep.
Mobilisatie	1×10^{-5}	Overgenomen uit scoretabel Bijlage B, scoretabel buitendeur. Aanpassing vraag b) in scoretabel: herstel mobilisatie is mogelijk en vastgelegd in bedienhandleiding: ja, waardoor de score uit Bijlage B met 0,1 is gereduceerd. Toelichting bij aanpassing: Sluiscomplex Grote Kolk wordt aangestuurd vanuit de bedienpost van Sluiscomplex Meppelerdiep. Sluiscomplex Meppelerdiep is recent opgeleverd. De mobilisatieregeling is actueel en goed uitgewerkt.
Bediening	1×10^{-5}	Overgenomen uit scoretabel Bijlage B, scoretabel buitendeur.
Technisch falen	$1,59 \times 10^{-5}$	Aangenomen wordt dat de techniek van de binnendeur gelijk is aan de buitendeur. De faalkans van de buitendeur is overgenomen uit de scoretabel in Bijlage B zijnde $1 \times 10^{-3,5}$ per vraag (gemiddeld 1 maal per 3162 vragen). De techniek van de binnendeur en buitendeur is geografisch gescheiden en functioneert "onafhankelijk". Het gelijktijdig technisch falen van binnendeur en buitendeur is enkel mogelijk door externe effecten zoals een grote stroomstoring. Veiligheidshalve wordt een standaard Common-Cause-Failure (CCF) factor van 5% meegenomen. Dat betekent dat bij technisch falen van de buitendeur er een kans is van 5% dat de binnendeur ook technisch faalt door een gemene deler. $P_{buitendeur}^2 + 0,05 \cdot P_{buitendeur} = 1/62.848$ per vraag
Totaal	$4,59 \times 10^{-5}$	Totale faalkans is 1/21.781 per vraag. Bepaald uitgaande van seriesysteemgedrag en onafhankelijkheid van de gebeurtenissen. De totale faalkans per vraag is de som van de faalkans behorende bij Alarmering, Mobilisatie, Bediening en Technisch falen.

Invullen in formule [f1] geeft;

$$P_{faalt} = 1/21.781 \cdot \frac{1}{4} = 1/87.124 \text{ per jaar}$$

Daarmee wordt voldaan aan de faalkanseis voor BSKW van 1/37.500 per jaar.

Oordeel: Op basis van een toets op maat voor het toetsspoor BSKW is vastgesteld dat het Sluiscomplex Grote Kolk voldoet aan de ondergrenswaarde. Hiervoor is een analyse uitgevoerd waarbij de sluis standaard dicht staat in de winterperiode en bij waterstanden $> \text{NAP} + 0,47$ meter in de zomerperiode de binnendeur gesloten moet worden. De faalkans van het toetsspoor BSKW valt daarmee in categorie IIIv "voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde".

3.5 Piping bij kunstwerk (PKW)

3.5.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het spoor Piping bij kunstwerken op eenvoudige wijze als “niet van toepassing” of “verwaarloosbaar” kan worden beoordeeld.



Figuur 3-13 Schema eenvoudige toets bij piping bij kunstwerk (PKW)

Stap E.1: Ja, het faalmechanisme piping is relevant omdat er bij hoogwater een verval ontstaat over het kunstwerk en deze is omringd door grond.

Stap E.2: Ja, omdat het kunstwerk wordt omsloten door een slecht doorlatend klei-/veenpakket (zie paragraaf 3.1.3) wordt voldaan aan de beslisregels uit paragraaf 19.1 van [P3] waardoor de faalkans verwaarloosbaar klein is.

Oordeel: Op basis van de beslisregels voor het toetsspoor PKW is vastgesteld dat het Sluiscomplex Grote Kolk niet relevant is omdat het kunstwerk wordt omsloten door een slecht doorlatend klei-/veenpakket. De faalkans van het toetsspoor PKW valt daarmee in categorie Iv “voldoet ruim aan de signaleringswaarde”.

3.6 Sterkte en stabiliteit kunstwerk (STKWp)

3.6.1 Eenvoudige toets

Voor dit faalmechanisme is geen eenvoudige toets beschikbaar.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk, een gedetailleerde toetsing is noodzakelijk.

3.6.2 Gedetailleerde toets

De gedetailleerde toets op Sterkte en stabiliteit bij kunstwerken is uitgevoerd volgens schema uit [L9] figuur 2-3. De toetsing is uitgevoerd met het softwareprogramma Riskeer. De volgende deelfaalmechanismen zijn beoordeeld:

1. Z411: Bezijken constructie t.g.v. verval en golven
 Analooq aan [P3] is er voor de houten buitendeur van het Sluiscomplex Grote Kolk een sterkteberekening uitgevoerd, waarbij de capaciteit van de deur is bepaald (zie Bijlage C). Om de capaciteit van de buitendeur te bepalen is uitgaande van een binnenpeil van NAP -0,25 m (conform [P3]) middels een herberekening van de sterkte, de maximale buitenwaterstand (exclusief golfbelastingen) bepaald, waarbij het maatgevende onderdeel net niet bezijkt (unity-check $\leq 1,0$). Uit de berekening blijken de regels maatgevend te zijn bij een buitenwaterstand van NAP +3,50 m, wat neerkomt op een maatgevend karakteristiek verval van 3,75 m. De deur is uitgevoerd in Azobe met bijbehorende materiaalparameter van 0,12 volgens [L9]. Dit leidt tot een gemiddelde waarde van de sterkte van de deur van 45,98 kN/m².

Opgemerkt wordt dat er in Bijlage C een hogere Unity-Check van 1,86 wordt berekend ter plaatse van de aansluiting van de regel met de voor- en achterhar. In de in Bijlage C gehanteerde rekensheet is echter nog geen rekening gehouden met de stalen banden om de har en regels heen. Indien deze worden meegenomen voldoet de verbinding, de verbinding is overigens niet maatgevend³:

Maatgevende dwarskracht:	$V_{d,r} = 80,1 \text{ kN}$
Door regel op te nemen dwarskracht:	$V_{u,r} = 80,1 / 1,86 = 43,1 \text{ kN}$
Door verbinding op te nemen dwarskracht:	$V_{u,b} = 80,1 - 43,1 = 37,0 \text{ kN}$
Benodigde dikte verbinding:	$t_{ben} = 37,0 \cdot 10^3 / (2 \cdot 80 \cdot 235 / \sqrt{3}) = 1,7 \text{ mm}$

Op de tekening van de buitendeur is de dikte van de stalenplaat om de har en regels heen niet te herleiden, verwacht mag worden dat dit meer is dan de berekende 1,7 mm. De verbinding van de regel met de voor- en achterhar is derhalve niet maatgevend.

2. Z43: Falen door instabiliteit constructie en grondlichaam (STCG)
 Op basis van de afmetingen van de gehele keersluis en de steunende achterliggende (grond)constructies is het deelfaalmechanisme Z43 'instabiliteit constructie en grondlichaam' onwaarschijnlijk. Uitschakelen van dit faalmechanisme in Riskeer is niet mogelijk. De kansbijdrage van dit faalmechanisme is verwaarloosbaar gemaakt door het invoeren van een zeer hoge sterkte.
3. Z422: Kans op aanvaring 2^e keermiddel
 Faalmechanisme niet relevant. Falen door aanvaring is niet van toepassing omdat de keersluis enkel geschikt is voor recreatievaart. Dit is conform Figuur 6-4 uit [L9].

³ De berekening is uitgevoerd conform de NEN EN 1995 artikel 6.2.5. Inmiddels is door onderzoek (zie bijvoorbeeld "Force Distribution and connection strength in timber lock gates", TU Delft, 5.1.2e 2013) bekend dat toepassing van deze berekening voor pen-gat verbindingen van houten sluisen bijzonder conservatief is.

4. Z421: Aanvaarenergie groter dan kritieke waarde
Faalmechanisme niet relevant. Falen door aanvaring is niet van toepassing omdat de keersluis enkel geschikt is voor recreatievaart. Uitschakelen van dit faalmechanisme in Riskeer is niet mogelijk. De kansbijdrage van dit faalmechanisme is verwaarloosbaar gemaakt door het invoeren van een zeer hoge sterkte.
5. Z423: Falen herstel fatale aanvaring
Faalmechanisme niet relevant. Falen door aanvaring is niet van toepassing omdat de keersluis enkel geschikt is voor recreatievaart.
6. Z21: Onvoldoende bergend vermogen
Het kombergend vermogen en de toegestane peilverhoging zijn bepaald in samenspraak met het waterschap.
7. Z22: Bezijken bodembescherming achter Kunstwerk
De sterkte van de bodembescherming achter het kunstwerk is bepaald op basis van een conservatieve inschatting van de maximale toelaatbare stroomsnelheid.
8. Z12: Bezijken Kunstwerk als gevolg van erosie bodem
De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de toetsing wordt het aangenomen dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.
9. Z412: Falen herstel
De faalkans herstel bij gefaalde situatie is conform de schematiseringshandleiding gelijkgesteld aan 1 omdat de doorstroomopening groot is en de optredende stroomsnelheden te hoog om na falen van de sluisdeuren alsnog de sluis dicht te maken.

Voor de gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer. De parameters die zijn ingevoerd zijn het resultaat van het schematisatieproces conform de schematiseringshandleiding [L9][L7]. De gehanteerde algemene invoerparameters zijn opgenomen in paragraaf 3.2.3. De specifieke parameters behorende bij het toetsspoor STKWp zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3-6 Invoerparameters Riskeer toetsspoor STKWp – Sluiscomplex Grote Kolk

Benaming	Symbool	μ	Vr of σ	Toelichting
Kritieke sterkte constructie volgens de lineaire belastingschematisatie	R_{lin}	45,98 kN/m ²	$V_r = 0,12$	De bepaling van de kritieke sterkte is opgenomen in bijlage C: berekening puntdeuren. De toegepaste houtsoort is Azobé. Voor de variatiecoëfficiënt wordt in overeenstemming met [L9] paragraaf 7.2.2.3 de waarde voor Azobé, $V_r = 0,12$ aangehouden.
Bermlengte	B_M	0 m	-	Op basis van tekening [P6] is vastgesteld dat er geen berm aanwezig is voor de keermiddelen. De bermlengte is 0 m.
Binnenwaterstand bij constructief falen	$h_{bi,CB}$	NAP +0,47m	$\sigma = 0,10$	De binnenwaterstand in gesloten situatie is gelijkgesteld aan de buitenwaterstand bij sluiting waterkering het volgens het sluitprotocol [P23]. Uitgangspunt hierbij is dat de binnendeuren geopend zijn waardoor de waterstand in de kolk gelijk is aan de waterstand aan de binnenzijde van de sluis.
Evaluatiehoogte	h_j	NAP +0,47 m	-	Uit de analyse volgt dat de regels maatgevend zijn voor de sterkte van de deur. Aangenomen wordt dat de maatgevende regel zich bevindt op de locatie met maximale druk. Dit is volgens [L9] figuur 7-4 het niveau van de binnenwaterstand.

Bermhoogte	Δh	0	-	Op basis van tekening [P6] is vastgesteld dat er geen berm aanwezig is voor de keermiddelen. De bermhoogte is 0 m.
Faalkans herstel van gefaalde situatie	$P_{f,herstel}$	1	-	De faalkans herstel bij gefaalde situatie is conform de schematiseringshandleiding gelijkgesteld aan 1 omdat de doorstroomopening groot is en de optredende stroomsnelheden te hoog om na falen van de sluisdeuren alsnog de sluis dicht te maken.
Instroommodel	-	Lage drempel	-	Bij het constructief bezwijken van de hoogwater kerende buitendeur en binnendeur ontstaat instroming door de sluiskolk. Het water stroomt hierbij over het hoogste punt, de drempel van de buitendeur, de kolk in. Hierdoor is gekozen voor het instroommodel 'lage drempel'.

De invoer in Riskeer is weergegeven in onderstaande figuur.

Eigenschappen	
  	
Algemeen	
Kunstwerk	9_2K2_Keersluis
Locatie (RD) [m]	(201319, 517086)
Hydraulische belastingenlocatie	ZW_1_9-2_dk_00384 (56 m)
Hydraulische belastingen op constructie	
Volumiek gewicht van water [kN/m ³]	9,81
> Binnenwaterstand bij constructief falen [m+NAP]	0,47 (Standaardafwijking = 0,10)
> Bermbreedte [m]	0,00 (Standaardafwijking = 0,00)
Afstand onderkant wand en teen van de dijk/bi	0,00
Bezijken waterkerende constructie-onderdelen	
Belasting schematisering	Lineair
> Lineaire belasting schematisering constructieve	45,98 (Variatiecoëfficiënt = 0,12)
Analyse hoogte [m+NAP]	0,47
Faalkans herstel van gefaalde situatie [-]	1/1
Schematisering instromend debiet/volume	
Instroommodel	Lage drempel
Oriëntatie [°]	240,00
> Kerende hoogte [m+NAP]	3,26 (Standaardafwijking = 0,05)
> Binnenwaterstand [m+NAP]	0,47 (Standaardafwijking = 0,10)
> Drempelhoogte [m+NAP]	-3,10 (Standaardafwijking = 0,10)
> Breedte van doorstroomopening [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
> Stormduur [uur]	6,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,25)
Factor voor stormduur hoogwater [-]	1,00
Schematisering bodembescherming	
> Kritiek instromend debiet [m ³ /s/m]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,15)
> Stroomvoerende breedte bodembescherming [m]	8,20 (Standaardafwijking = 0,05)
Faalkans gegeven erosie bodem [-]	1/1
Schematisering komberging	
> Kombergend oppervlak [m ²]	550000,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
> Toegestane peilverhoging komberging [m]	0,04 (Standaardafwijking = 0,01)
Instabiliteit constructie en grondlichaam	
> Lineaire belasting schematisering stabiliteit [kN]	9999999999,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
Aanvaring tweede keermiddel	
> Bezwijkwaarde aanvaarenergie [kN m]	9999999999,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,30)
> Massa van het schip [ton]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,20)
> Aanvaarsnelheid [m/s]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,55)
Aantal nivellerings per jaar [1/jaar]	0
Kans op aanvaring tweede keermiddel per nive	1/1
> Kritieke stroomsnelheid sluiting eerste keermid	9999999999,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,20)
Voorland en (haven)dam	
Voorlandprofiel	
> Dam	
> Voorlandgeometrie	
Uitvoer	
Illustratiepunten inlezen	True

Figuur 3-14 Sluiscomplex Grote Kolk - Invoer Riskeer STKWp

Uit de toetsing met Riskeer volgt dat de faalkans van het toetsspoor STKWp gelijk is aan 1/8.451.289 per jaar.

Oordeel: Op basis van een gedetailleerde toets voor het toetsspoor STKWp is vastgesteld dat het Sluiscomplex Grote Kolk ruim voldoet omdat de buitendeuren ruim voldoende sterk zijn. De faalkans van het toetsspoor STKWp valt daarmee in categorie IIv "voldoet aan de signaleringswaarde".

3.7 Samenvatting beoordeling Sluiscomplex Grote Kolk

In onderstaande tabel is het toetsresultaat samengevat per toetsspoor.

Tabel 3-7: Samenvatting beoordeling Sluiscomplex Grote Kolk

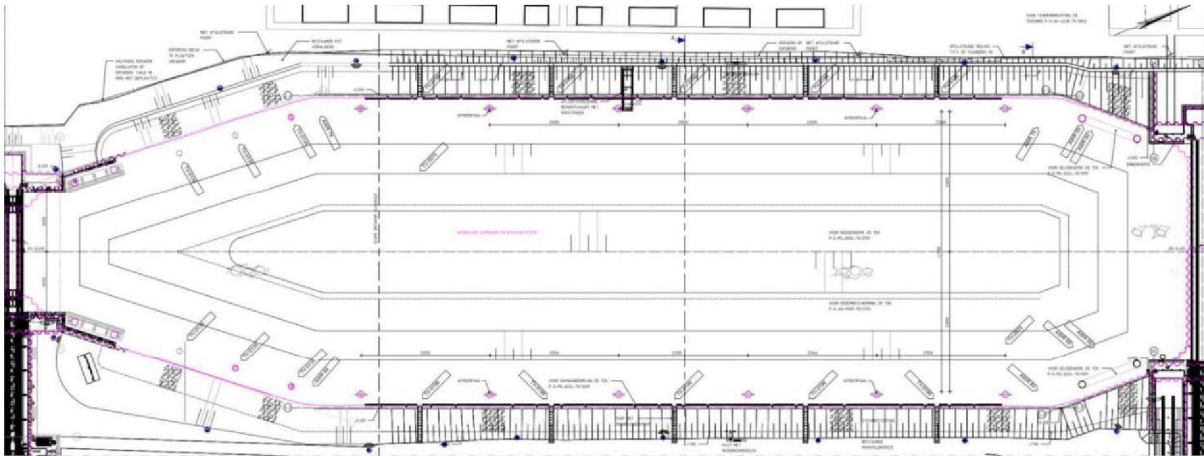
Kunstwerk	Toetsspoor	Faalkans [per jaar]	Oordeel	Toelichting
Sluiscomplex Grote Kolk	HTKW	1/830.530	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde	De kerende hoogte is ruim voldoende hoog
	BSKW	1/87.124	IIlv, voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde	De faalkans voor betrouwbaarheid sluiting is net kleiner dan de faalkanseis bij de ondergrens.
	PKW	o.b.v. beslisregel	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde,	Het toetsspoor is niet relevant omdat het kunstwerk wordt omsloten door een slecht doorlatend klei-/veenpakket
	STKWp	1/8.451.289	IIlv, voldoet aan de signaleringswaarde	De buitendeuren zijn ruim voldoende sterk

4 BEOORDELING SLUISCOMPLEX MEPPERLIEDIEP

4.1 Beschrijving kunstwerk

Sluiscomplex Meppelerdiep bestaat uit een schutsluis voor beroepsvaart en een verkeersbrug. Onderdeel van deze beoordeling is de schutsluis. Het betreft een relatief nieuwe schutsluis uit 2017 bestaande uit een buiten- en binnenhoofd met een 'groene' schutkolk. De beheerder van Sluiscomplex Meppelerdiep is Rijkswaterstaat, de aangrenzende dijken worden beheerd door waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD).

In beide hoofden is een stalen roldeur aanwezig. De schutsluis staat normaal volledig open. Om de functie "keren hoogwater" te kunnen vervullen dient ten minste één van de twee deuren te zijn gesloten. Over het buitenhoofd is een beweegbare brug aanwezig waarvan de bediening aan de schutsluis is gekoppeld.



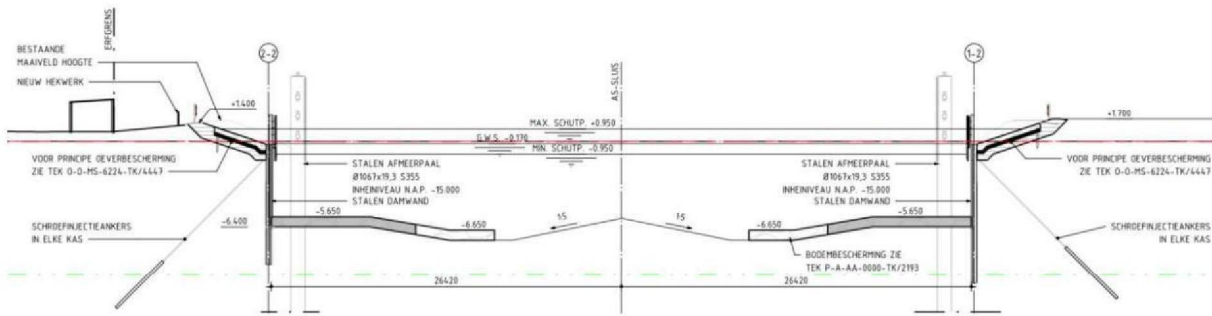
Figuur 4-1 Sluiscomplex Meppelerdiep. Bovenaanzicht sluiskolk. Overgenomen van tekening [P18]

4.1.1 Beschrijving constructie

De constructie van Sluiscomplex Meppelerdiep is uitgebreid beschreven in de ontwerpnota van het buitenhoofd, [P14].

Aan de zijde van het Zwarte Water, het buitenhoofd, is de doorvaartbreedte 20,5 m; bij het binnenhoofd is de doorvaartbreedte 37,0 m. De bovenkant van de vloeddeur in het buitenhoofd ligt op NAP +3,0 m, de kerende hoogte van het buitenhoofd is NAP +3,45 m. Het binnenhoofd kan als tweede kering fungeren bij lagere waterstanden. De kerende hoogte van de ebdeur bedraagt namelijk NAP +1,3 m.

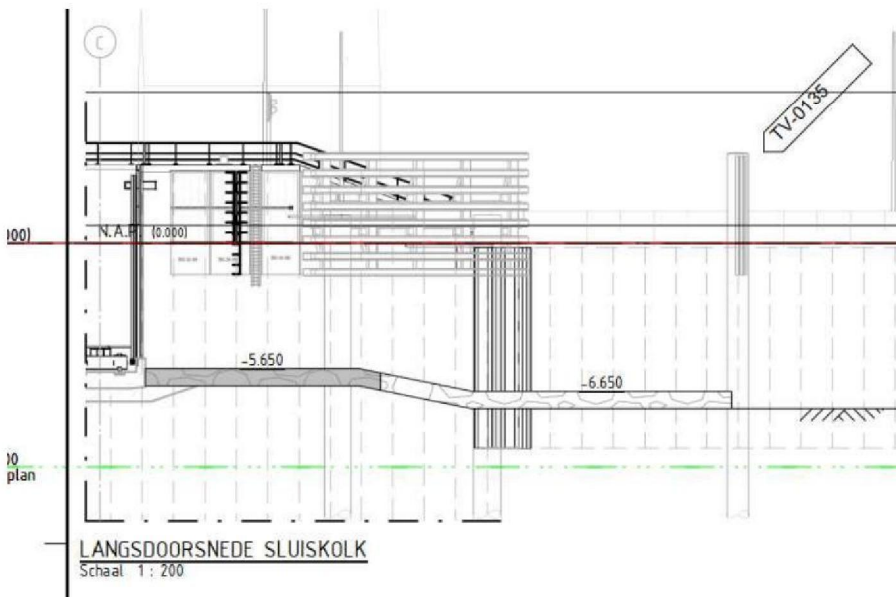
De basis van de constructie bestaat uit stalen damwanden. Deze stalen damwanden omsluiten de deurkas en funderen de machinekamers en de drempel. De damwanden van de deurkas zijn voorzien van groutankers en een gording.



Figuur 4-2 Sluiscomplex Meppelerdiep. Doorsnede sluiscolk. Overgenomen van tekening [P18]

Om onderloopsheid en achterloopsheid te voorkomen zijn de sluishoofden voorzien van damwandschermen. De vloer van de deurkas bestaat uit een onderwaterbetonvloer met daarbovenop een in het werk gestorte vloer met rails voor de roldeur. De drempel van het sluishoofd is een prefab element, de aansluiting met de damwand eronder is gecreëerd door een groutopvulling. De verbreding van het buitenhoofd naar de sluiscolk verloopt gelijkmatig door de fuikwand bestaande uit een damwandconstructie, voorzien van een voorzetwand.

De bodembescherming bestaat uit een geotextiel met wiepen waarop steensortering 10-60kg is aangebracht. Binnen 10 meter afstand van de sluishoofden en de damwanden is aan de zijkanten van de sluiscolk de steensortering gepenetreerd met colloïdaal beton. Buiten de sluis loopt de bodembescherming over de volle breedte door tot 35 m uit de deur aan de Zwarte Waterzijde en tot 20 m uit de deur aan de Meppelerdiepzijde.



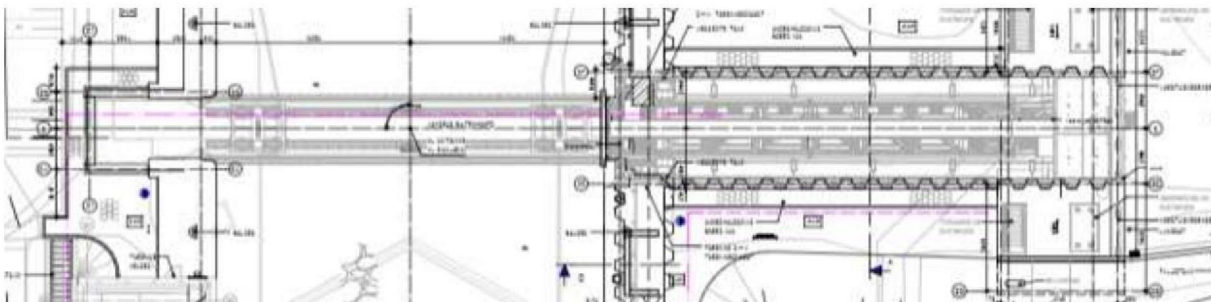
Figuur 4-3 Sluiscomplex Meppelerdiep. Bodembescherming binnenzijde buitenhoofd. Overgenomen van tekening [P20].

4.1.2 Beschrijving keermiddelen

Het ontwerp van de deuren van de schutsluis is uitgebreid beschreven in de ontwerpnota van het buitenhoofd, [P14].

De schutsluis beschikt over twee roldeuren, beide op twee onderrolwagens per deur die op de rails in de drempel rijden. De deur in het buitenhoofd heeft een lengte van 21,5 m en een hoogte van ruim 8,1 m. De deuren zijn opgebouwd uit een 3D profielenstructuur waartegen aan voor- en achterzijde een waterkende plaat zit. Onder in de deur zitten zes doorstroomopeningen, die door middel van rinketschuiven worden afgesloten of geopend.

In gesloten toestand zijn de deuren ruimschoots voldoende sterk om de voorkomende grootste waterstandsverschillen op te vangen. De deuren zijn niet ontworpen op aanvaarbelasting. Bij aanvaren zal de deur mogelijk bezwijken, waardoor de belasting op de civiele constructie beperkt blijft.



Figuur 4-4 Sluiscomplex Meppelerdiep. Bovenaanzicht roldeur buitenhoofd. Overgenomen van tekening [P18]



Figuur 4-5 Sluiscomplex Meppelerdiep. Doorsnede deur binnenhoofd. Overgenomen van tekening [P19]

4.1.3 Beschrijving ondergrond

De bodemopbouw ter plaatse van het buitenhoofd is weergegeven in onderstaande tabel overgenomen uit [P15]. Uit deze tabel en [P15] blijkt dat over het algemeen een klei/veenlaag aanwezig is vanaf maaiveld tot ca. NAP -5,0 m. Onder het peil NAP -5,0 m bevindt zich een zandlaag. De aanleghoogten van de sluis liggen lager dan NAP -5,00 m.

Grondsoort	van [m .. NAP]	tot [m .. NAP]
ZAND, los gepakt	mv	1,4
VEEN, matig voorbelast	1,4	-0,6
KLEI, matig vast	-0,6	-1,3
KLEI, humeus	-1,3	-3,3
VEEN, matig voorbelast	-3,3	-5,0
ZAND, matig vast	-5,0	-30,0

Tabel -1: Bodemopbouw: buitenhoofd en beweegbare brug oostzijde

Bodemopbouw behorend bij gebied 3 met sonderingen DKM104, DKM106 en DKM109 [12] en S07 en S21 [6]

maatgevende sondering: 5.1.2e 06 [12]

Figuur 4-6 Sluiscomplex Meppelerdiep. Bodemopbouw bij buitenhoofd. Overgenomen uit [P15]

4.1.4 Gebruik en bediening

Het Sluiscomplex Meppelerdiep is in 2017 opgeleverd waardoor er nog maar enkele jaren ervaring is met het dagelijks gebruik en bediening.

De bediening van de schutsluis voldoet aan de uniforme wijze waarop bruggen en sluizen binnen RWS areaal worden bediend. Voor dit Sluiscomplex zijn de volgende versies gehanteerd van de kaderstellende documenten:

- MMI bediening bruggen en sluizen versie 1.1 d.d. 01-07-2011.
- Basisbeschrijving werkproces bediening versie 1.0 Definitief-Concept d.d. 06-07-2011.

De processen rondom hoogwatersluiting staan beschreven in [P23]. De belangrijkste elementen zijn onderstaand overgenomen.

Voor waarschuwen:

± 36-24 uur voor verwacht hoogwater

- **WDODelta** ontvangt van het **WMCN** een voorwaarschuwing;
- **WDODelta** waarschuwt telefonisch RWS (CMIJ telefoonnummer zie bijlage 1) met verzoek om contact met wachtdienstmedewerker Zwartsluis;
- Wachtdienst medewerker **RWS** neemt contact op met WDODelta en maken afspraken over hoe onderling contact onderhouden;
- **RWS** sluit de deuren van de GKS indien deze open staan;
- **RWS** meldt telefonisch aan WDODelta dat de deuren gesloten zijn en bevestigen dit via de mail (mailadres zie bijlage 1);
- **WDODelta** monitoren en bijstellen waterstandsverloop en doorgeven info aan betrokkenen (WMCN – WDODelta)

Mobilisatie:

Bij een waterstand van Zwartsluis buiten +0,35 m NAP of Meppel Galgenkampsbrug +0,45 m NAP bedraagt dan worden de volgende punten uitgevoerd:

- Aanvang opstartfase gemaal Zedemuden (automatisch);
- **WDODelta** waarschuwt telefonisch RWS (CMIJ telefoonnummer zie bijlage 1) met verzoek om contact met wachtdienstmedewerker Zwartsluis;
- Wachtdienst medewerker **RWS** neemt contact op met WDODelta en maken afspraken over hoe onderling contact onderhouden;
- Buiten de bedientijden van de brug zorgt **RWS** er voor dat er binnen 45 minuten personeel aanwezig is in het bediengebouw;
- **RWS** meldt WDODelta dat operator aanwezig is in het bediengebouw.

Sluiten deuren en starten peilbeheer middels gemaal:

Bij een waterstand Zwartsluis buiten +0,47 m NAP of Meppel Galgenkampsbrug +0,57 m NAP worden de volgende punten uitgevoerd.

- **Gemaalmeester** neemt contact op met operator Meppelerdiepsluis met de opdracht om de deuren te sluiten.
- **Operator** sluit de deuren en meld aan gemaalmeester als de deuren zijn gesloten;
- De **operator** van de Meppelerdiepsluis verzorgt alle noodzakelijke berichtgeving t.b.v. de scheepvaart
- **WDODelta** regelt het peilbeheer op het Meppelerdiep door middel van het gemaal Zedemuden

De Meppelerdiep Sluis is niet bemand buiten de bedientijden. Na het sluiten van de deuren zal de operator RWS in overleg met de gemaalmeester WDODelta zijn post kunnen verlaten.

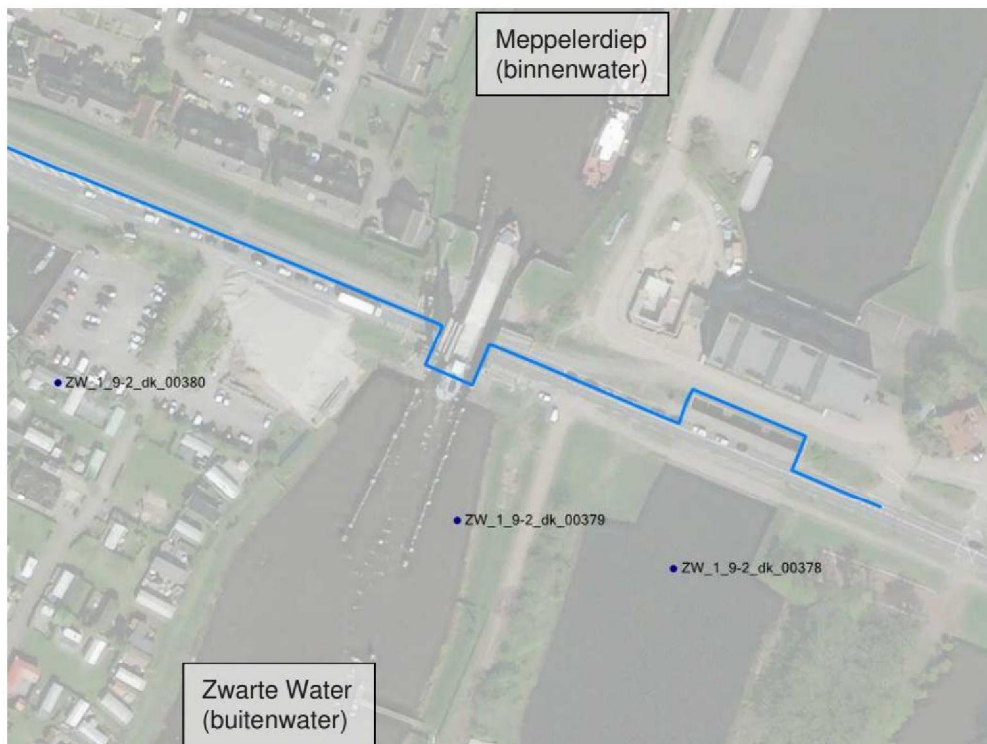
4.1.5 Beheer en onderhoud

Bij oplevering van het Sluiscomplex in 2017 is een instandhoudingsinspectie uitgevoerd. Daarnaast is een instandhoudingsplan beschikbaar, waarin is aangegeven wat er de komende tien jaar aan onderhoud wordt verwacht. Er zijn geen bijzonderheden ten aanzien van beheer en onderhoud.

4.2 Aanpak beoordeling

4.2.1 Hydraulische randvoorwaarden

In de toetsing is gebruik gemaakt van Riskeer versie 19.1.1.2 en de actuele documenten van het WBI. De gebruikte hydraulische randvoorwaarden zijn verkregen uit Riskeer versie 19.1.1.2, hiertoe zijn de gegevens van het uitvoerpunt ZW_1_9-2_dk_00379 gebruikt. Dit uitvoerpunt is opgenomen in de hydraulische dataset WBI2017_Vechtdelta_9-2_v01 en sluit daarmee aan met de gehanteerde database die is gebruikt door waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). In het voorjaar 2021 (28-5-2021) is via de 'Voorjaarsrelease' een nieuwe database (WBI2023_Vechtdelta_9-2_v00_terBeoordeling) voor onder andere de Vechtdelta beschikbaar gesteld. Deze heeft bij dezelfde herhalingstijden lagere waterstanden (circa 30cm) en sluit beter aan bij de waargenomen waterstanden. Gelet op de eerdere afspraken met WDOD is de oorspronkelijke database gehandhaafd. In paragraaf 4.4.2 is voor betrouwbaarheid sluiten al wel een doorkijk gemaakt indien de nieuwe database wordt gehanteerd.



Figuur 4-7 Sluiscomplex Meppelerdiep. Locatie uitvoerpunt in Riskeer

In onderstaande tabel zijn ter indicatie de hydraulische randvoorwaarden weergegeven die van toepassing zijn op de huidige beoordeling en zoals toegepast in het ontwerpdocument. De hydraulische randvoorwaarden van toepassing op de huidige toetsing zijn bepaald met Riskeer. Onderstaande waarden zijn gebaseerd op de toetsrandvoorwaarden uit de marginale statistiek waardoor de waterstanden en de golfhoogten niet zijn gecorreleerd. Tijdens een berekening in Riskeer op een toetsspoor wordt echter wel rekening gehouden met de correlatie en zijn in de illustratiepunten andere waarden te vinden, behorende bij de betreffende faalkans.

Tabel 4-1 Sluiscomplex Meppelerdiep. Ontwerp/Toets waterstanden en golfhoogte kunstwerk

Ontwerpwaarde / toetswaarde	Ontwerpdossier [P22]	Signaleringswaarde (1/3.000 per jaar)	Ondergrenswaarde (1/1.000 per jaar)
Waterstand	NAP + 2,31 m	NAP + 2,46 m	NAP + 2,28 m
Significante golfhoogte	0,3 m*	1,23 m	1,12 m

* situatie 1 uit [P22], golfhoogte bij maximaal positief verval.

4.2.2 Aanpak kunstwerk

In onderstaande tabel is de aanpak kort samengevat. De aanpak is uitgebreid toegelicht in het Plan van Aanpak, [P1].

Tabel 4-2 - Toelichting beoordeling Sluiscomplex Meppelerdiep per toetsspoor

Toetsspoor	Beoordeling		
	Eenvoudig	Gedetailleerd	Toets op maat
Hoogte kunstwerk	Relevantietoets	Probabilistische beoordeling met Riskeer	Geen onderdeel van dit rapport
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	Geen onderdeel van dit rapport	Geen onderdeel van dit rapport	Analyse leidraden en randvoorwaarden gevolgd door nadere analyse
Piping kunstwerk	Geen onderdeel van dit rapport	Geen onderdeel van dit rapport	Analyse leidraden en randvoorwaarden
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	Geen onderdeel van dit rapport	Probabilistische toets met Riskeer met sterkte keermiddel conform ontwerpdocs, ná analyse van Leidraden (toets op maat)	Analyse leidraden en randvoorwaarden

4.2.3 Algemene invoerparameters Riskeer

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer, tenzij anders is aangegeven. In onderstaande tabel zijn de algemene Riskeer invoerparameters weergegeven. Deze invoerparameters zijn van toepassing op meerdere toetssporen. De toetsspoor specifieke parameters worden weergegeven bij het betreffende toetsspoor.

Tabel 4-3 Algemene invoerparameters Riskeer – Sluiscomplex Meppelerdiep

Benaming	Symbol	μ	Vr of σ	Toelichting
Oriëntatie normaal kunstwerk	ψ_{kw}	200 °N	-	De richting van de normaal van het kunstwerk is bepaald met behulp van Google Earth en bedraagt 200°.
Kerende hoogte kunstwerk	h_{kr}	NAP + 3,0 m	$\sigma = 0,05$	De schutsluis beschikt over twee waterkerende deuren, één in het binnenhoofd en één in het buitenhoofd. De kerende hoogte van de buitendeur bedraagt NAP + 3,0 m op tekening [P21]. De sluis is in 2017 opgeleverd. Er is geen correctie toegepast voor bodemdaling omdat deze een paar millimeter betreft.
Breedte van de kruin van het kunstwerk	B	20,5 m	$\sigma = 0,05$	De breedte van de kruin is gelijkgesteld aan de breedte van de sluiswolk ter hoogte van het buitenhoofd omdat de roldeur de kerende hoogte bepaalt. De breedte is overgenomen van tekening [P17].
Stroomvoerende breedte bodembescherming: kunstwerk	B_{sv}	20,5 m	$\sigma = 0,05$	De stroomvoerende breedte van de bodembescherming is gelijkgesteld aan de breedte van de sluiswolk ter hoogte van het buitenhoofd omdat de roldeur de kerende hoogte bepaalt. De breedte is overgenomen van tekening [P17].

Kritiek instromend debiet directe invoer per strekkende meter	q_c	$1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$	$V_r = 0,15$	Bij een gesloten buitendeur wordt het kritieke overslagdebiet bepaald door de weerstand tegen golfoverslag. Onder deze omstandigheden is de sluisolk gevuld met water. De bodembescherming, bestaande uit beton, wordt niet rechtstreeks belast. De sterkte van de bodembescherming is daardoor niet maatgevend. De sterkte van de deur onder de overslagbelasting zal hier bepalend zijn. De richtwaarde voor sluizen uit [L6] tabel 7-4 is aangehouden als conservatieve waarde.
Faalkans kunstwerk gegeven erosie bodem	$P_{f,kw \text{erosie bodem}}$	1	-	De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de beoordeling is het uitgangspunt gehanteerd dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.
Binnenwaterstand	h_{bi}	NAP +0,47m	$\sigma = 0,10$	De binnenwaterstand in gesloten situatie is gelijkgesteld aan de buitenwaterstand bij sluiting waterkering het volgens het sluitprotocol [P23].
Toegestane peilverhoging komberging	Δh_{kom}	0,04 m	$\sigma = 0,01$	De toegestane peilverhoging is bepaald in samenspraak met het Waterschap. Toelichting Waterschap: De toegestane peilverhoging voordat de regionale keringen falen is aangenomen als het verschil tussen de maatgevende waterstand en het streefpeil tijdens hoogwater bij Zedemuden. De 1/200 waterstand (norm) van de regionale keringen bij Zedemuden was in 2009 NAP+0,56 m [WGS, 2012]. Het resultaat van de toetsing was dat de regionale keringen niet zijn afgekeurd. Er kan daarmee worden aangenomen dat peilopzet tot dit niveau nog veilig is, $\Delta H_{kom} = 0,09 \text{ m}$. Het kombergend vermogen achter traject 9-2 wordt gespreid over twee kunstwerken waardoor $\Delta H_{kom} = 0,04$. Dit is een conservatief uitgangspunt. De bijbehorende standaardafwijking is vastgesteld op 0,01 m. Hiermee wordt afgeweken van de standaardwaarde van 0,1 m uit [L6]. De gekozen waarde voor ΔH_{kom} is met voldoende zekerheid en conservatisme bepaald waardoor het toepassen van een standaardafwijking van 25% voldoende wordt geacht.
Kombergend oppervlak	A_{kom}	550000 m ²	$V_r = 0,10$	Het kombergend oppervlak is bepaald in samenspraak met het Waterschap. Toelichting Waterschap: Het Meppelerdiep is 11 km lang en 50 tot 110 meter breed volgens de gegevens op de website van Rijkswaterstaat. Er is uitgegaan van de minimale breedte van 50 meter. Het oppervlak is daarmee $A_{kom} = 5,5 \cdot 10^5 \text{ m}^2$.
Stormduur	t_s	6 uur	$V_r = 0,25$	De standaardwaarde uit [L6] paragraaf 7.4.5 is aangehouden.

4.3 Hoogte kunstwerk (HTKW)

4.3.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het faalmechanisme relevant is voor dit kunstwerk.



Figuur 4-8 Schema eenvoudige toets hoogte kunstwerk (HTKW)

Stap E.1: Ja, het faalmechanisme hoogte is relevant voor de toetsing van het kunstwerk omdat de kerende hoogte wordt verzorgd door het kunstwerk.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk, een gedetailleerde toetsing is noodzakelijk.

4.3.2 Gedetailleerde toets

De gedetailleerde toets op Hoogte bij kunstwerken wordt uitgevoerd volgens het schema uit [L6] figuur 2-2. De toetsing is uitgevoerd met het softwareprogramma Riskeer. De volgende deelfaalmechanismen zijn beoordeeld:

1. **Z11: Bezijken bodembescherming achter Kunstwerk**
De sterkte van de bodembescherming achter het kunstwerk is bepaald op basis van een conservatieve inschatting van de maximale toelaatbare stroomsnelheid.
2. **Z12: Bezijken Kunstwerk als gevolg van erosie bodem**
De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de toetsing wordt het aangenomen dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.
3. **Z13: Overschrijden bergend vermogen**
Het kombergend vermogen en de toegestane peilverhoging zijn bepaald in samenspraak met het waterschap.

Voor de gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer. De parameters die zijn ingevoerd zijn het resultaat van het schematisatieproces conform de schematiseringshandleiding hoogte kunstwerk [L6]. De gehanteerde algemene invoerparameters zijn opgenomen in paragraaf 4.2.3. De invoer in Riskeer is weergegeven in onderstaande figuur.

Eigenschappen	
▼ Algemeen	
Kunstwerk	9_2K1_Schutsluis
Locatie (RD) [m]	(201761, 516921)
Hydraulische belastingenlocatie	ZW_1_9-2_dk_00379 (49 m)
▼ Modelinstellingen	
> Modelfactor overloopdebiet vol	1,10 (Standaardafwijking = 0,05)
▼ Schematisering instromend debiet/volume	
Oriëntatie [°]	200,00
> Kerende hoogte [m+NAP]	3,00 (Standaardafwijking = 0,05)
> Breedte van doorstroomopening	20,50 (Standaardafwijking = 0,05)
> Stormduur [uur]	6,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,25)
▼ Schematisering bodembescherming	
> Kritiek instromend debiet [m³/s/]	1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,15)
> Stroomvoerende breedte bodem	20,50 (Standaardafwijking = 0,05)
Faalkans gegeven erosie bodem	1/1
▼ Schematisering komberging	
> Kombergend oppervlak [m²]	550000,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
> Toegestane peilverhoging komt	0,04 (Standaardafwijking = 0,01)
▼ Voorland en (haven)dam	
Voorlandprofiel	
> Dam	
> Voorlandgeometrie	
▼ Uitvoer	
Illustratiepunten inlezen	True

Figuur 4-9 Sluiscomplex Meppellerdiep - Invoer Riskeer HTKW

Uit de toetsing met Riskeer volgt dat de faalkans van het toetsspoor HTKW gelijk is aan 1/50.452 per jaar.

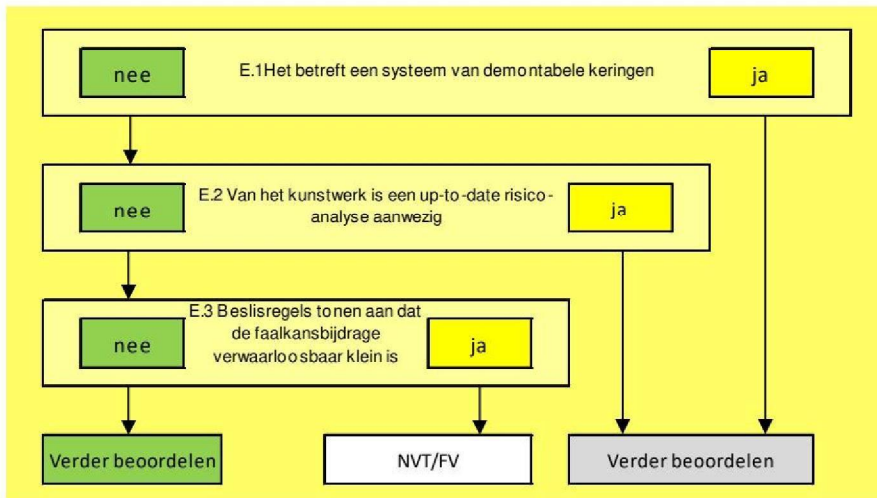
Oordeel: Op basis van een gedetailleerde toets voor het toetsspoor HTKW is vastgesteld dat het Sluiscomplex Meppellerdiep voldoet aan de signaleringswaarde omdat de kerende hoogte voldoende is. De faalkans van het toetsspoor HTKW valt daarmee in categorie IIv "voldoet aan de signaleringswaarde".

Opmerking: in het illustratiepunt is overschrijding bergend vermogen maatgevend. De lokale waterstand in het illustratiepunt is NAP + 2,59 meter met een bijbehorende significante golfhoogte van 0,92 meter. De waterkerende hoogte van de deur is NAP + 3,0 meter. De waterkerende hoogte van het landhoofd is NAP + 3,45 meter. Bij een gemiddeld overslagdebiet van 0,05 m³/s is het aannemelijk dat het overslagdebiet volledig over de deur slaat en niet over het landhoofd.

4.4 Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW)

4.4.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het spoor Betrouwbaarheid Sluiten op eenvoudige wijze “Niet Van Toepassing” kan worden beoordeeld of dat “verder beoordelen” van toepassing is.



Figuur 4-10 Schema eenvoudige toets betrouwbaarheid sluiting (BSKW)

Stap E.1: Nee, het kunstwerk betreft geen systeem van demontabele keringen omdat het kunstwerk geen mobiele waterkering betreft die bij naderend hoogwater opgebouwd dient te worden.

Stap E.2: Ja, van het kunstwerk is een up-to-date risicoanalyse aanwezig.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk. De sluis is recent opgeleverd. Conform de aanpak wordt direct overgegaan op een Toets op maat.

4.4.2 Toets op maat

Het Sluiscomplex Meppelerdiep is in 2017 opgeleverd maar niet ontworpen volgens recente en/of vigerende leidraden. Met een Toets op maat wordt aan de hand van een analyse van de toegepaste leidraden en randvoorwaarden vastgesteld of het Sluiscomplex Meppelerdiep voldoet.

De sluis staat bij normaal gebruik volledig open en sluit voorafgaand aan hoogwater. Volgens de eenvoudige toets uitgevoerd in paragraaf 4.4.1 is betrouwbaarheid sluiten een relevant faalmechanisme en is verdere beoordeling noodzakelijk.

De betrouwbaarheid van het onderdeel Technisch falen van het Sluiscomplex Meppelerdiep is recent aangetoond middels een uitgebreide betrouwbaarheidsstudie [P16], onderdeel van de ontwerpdocumentatie Sluiscomplex Meppelerdiep. De uitgevoerde betrouwbaarheidsstudie is uitgewerkt in FaultTree+ en dient gezien te worden als een Toets op maat. Uit [P16] pagina 347/373 volgt dat het ontwerp van de sluis voldoet aan de volgende voorwaarden:

- Faalkanseis gehanteerd bij ontwerp: 1/12.500 per jaar.
- Gerealiseerde faalkans "Technisch Falen" inclusief binnendeur en inclusief herstel: $6,628 \times 10^{-5}$ per jaar (ca. 1/15.000 per jaar).
- De deelsporen Alarmering, Mobilisatie en Bediening zijn niet opgenomen in [P16].

Dat de deelsporen Alarmering, Mobilisatie en Bediening niet zijn beschouwd in [P16], sluit aan bij onze verwachting. De aannemer die de sluis heeft gebouwd, heeft alleen invloed op het ontwerp en daarmee het deelspoor Technisch falen. Hij heeft geen invloed op de deelsporen die door de beheerder worden verzorgd namelijk Mobilisatie, Alarmering en Bediening.

De faalkanseis voor het toetsspoor Betrouwbaarheid Sluiting volgens het WBI-2017 van Sluiscomplex Meppelerdiep (1/37.500 per jaar) is strenger dan de faalkanseis van 1/15.000 per jaar die destijds aan het deelspoor Technisch falen is gesteld. Op basis van de bestaande analyse kan dus niet tot een voldoende oordeel worden gekomen

De bestaande analyse [P16] toont aan dat het deelspoor Technisch falen voor sluiting van de Meppelerdiepsluis voldoet aan de eis bij realisatie. De bestaande analyse is uitgevoerd op basis van het aantal sluitvragen dat hoort bij sluitpeil. Volgens het WBI moet er worden gekeken naar het kritisch peil, wat hoger ligt dan het sluitpeil. Er zit dus nog reserve in de faalkans.

Bij de uitwerking van toetsspoor Betrouwbaarheid Sluiting staat het verhaal van "Sluiscomplex Meppelerdiep: betrouwbaarheid sluiting kunstwerk" centraal. Het verhaal bestaat uit vijf verhaallijnen die realistische scenario's beschrijven die kunnen voorkomen bij het in gebruik nemen van de sluis.

Operationeel concept Sluiscomplex Meppelerdiep

Sluiscomplex Meppelerdiep heeft een gecombineerde functie als open (doorvaarbare) sluis, schutsluis en hoogwaterkering (keersluis). Het sluiscomplex wordt gebruikt als schutsluis bij buitenwaterstanden van NAP +0,50m tot NAP +0,95m. Bij waterstanden hoger dan NAP +0,95m is de sluis in gebruik als hoogwaterkering.

De Meppelerdiepsluis is onbemand als deze volledig open staat en buiten de bedientijden [P23]. Alarmering en Mobilisatie is noodzakelijk om tot bediening over te gaan. Het niet sluiten van de sluisdeuren kan leiden tot een overstroming van het achterland. Bij een open sluis stijgt de waterstand op het Meppelerdiep mee met de buitenwaterstand. Het kritische peil op het Meppelerdiep is NAP +0,7 meter [P25] volgens [P16]. Bij het niet kunnen sluiten van de deur in zowel het buitenhoofd en het binnenhoofd, en een waterstand op het Meppelerdiep van NAP +0,7m of hoger, heeft de hoogwaterkering gefaald⁴. Deze waterstand is iets hoger dan het door WDOOD afgegeven normpeil van de achterliggende waterkeringen van NAP +0,56m.

Uit de bestaande betrouwbaarheidsanalyse [P16] volgt dat de hoogwaterstanden windgedomineerd zijn. De bijbehorende stijging van de buitenwaterstand is relatief snel waardoor de tijd voor eventueel herstel kort is. Bij sluiting op een buitenwaterstand van NAP +0,47m, is er bij volledig geopende kering in sommige gevallen slechts één uur beschikbaar voor herstel [P16], dus voordat het kritisch peil van NAP +0,7m wordt bereikt. Als alleen de binnendeur sluit, is er circa 4,5 uur beschikbaar om de buitendeur te sluiten [P16] voordat het kritisch peil, namelijk de kerende hoogte van de binnendeur, NAP +1,3m wordt bereikt.

Het verhaal van de Sluiscomplex Meppelerdiep: Betrouwbaarheid Sluiting

Het verhaal van Sluiscomplex Meppelerdiep: Betrouwbaarheid Sluiting Kunstwerk bestaat uit vijf verhaallijnen. Iedere verhaallijn beschrijft een realistisch scenario dat kan optreden bij het sluiten van het kunstwerk. Een beschrijving van oorzaak en gevolg staat centraal in de verhaallijnen.

- Verhaallijn 1:** Waterstand Zwarte Water > NAP +0,5 meter stijgend naar > NAP +0,7 meter. De buitendeur sluit bij sluitvraag. De Meppelerdiepsluis is hoogwaterkerend. De sluiting is succesvol verlopen.
- Verhaallijn 2:** Waterstand Zwarte Water > NAP +0,5 meter stijgend naar > NAP +0,7 meter. De buitendeur sluit niet bij sluitvraag. De binnendeur sluit wel. De buitenwaterstand blijft lager dan de maximaal toelaatbare waterstand bij gesloten binnendeur. De sluiting is partieel gefaald maar er vindt geen instroming plaats. Het partieel falen blijft zonder gevolgen waardoor er geen sprake is van falen van het systeem.
- Verhaallijn 3:** Waterstand Zwarte Water > NAP +0,5 meter stijgend naar > NAP +0,7 meter. De buitendeur sluit niet bij sluitvraag. De binnendeur sluit wel. Tijdig herstel van de buitendeur leidt tot herstel van functionaliteit. De Meppelerdiepsluis is hoogwaterkerend. De sluiting is succesvol verlopen.
- Verhaallijn 4:** Waterstand Zwarte Water > NAP +0,5 meter stijgend naar > NAP +0,7 meter. De buitendeur sluit niet bij sluitvraag, herstel faalt ook. De binnendeur sluit wel bij sluitvraag. Het water kan over de sluisdeur en over de kolkwand naar het Meppelerdiep stromen. Bij falen (op sterkte of overloop) van het grondlichaam van de kolkwand (kruinhoogte van NAP +1,4m) of het bereiken van kritische peil op het Meppelerdiep van NAP +0,7 meter [P25] is sprake van "falen sluiting".

⁴ In 1998 zijn waterstanden hoger dan NAP+0,80 m opgetreden op het Meppelerdiep. Bij deze waterstanden is grootschalige wateroverlast opgetreden, maar nog niet de overstromingsgevolgen waarop de overstromingskansnorm gebaseerd is. Een waarde van NAP+0,70 m wordt in dit licht nog als een 'voorzichtige' keuze beschouwd, maar in ieder geval beter passend bij de overstromingskansbenadering dan het normpeil van de keringen.

Verhaallijn 5: Waterstand Zwarte Water > NAP +0,5 meter stijgend naar > NAP +0,7 meter. De buitendeur en binnendeur sluiten niet bij sluitvraag. Herstel van beide deuren faalt ook. Het water kan vrij van Zwarte Water naar het Meppelerdiep stromen. Bij bereiken van kritische peil op het Meppelerdiep van NAP +0,7 m [2] is sprake van “falen sluiting”.

Bij **verhaallijn 4 en 5** is sprake van een **falen sluiting** én overschrijding van het kritische peil op het Meppelerdiep of falen van het grondlichaam en/of bodembescherming. **Verhaallijn 1, 2 en 3** dragen niet bij aan de “faalkans niet sluiting” omdat de **waterkering succesvol sluit of omdat er geen negatieve gevolgen zijn**.

Kwantitatieve uitwerking faalkans voor verhaallijn 4 en 5

De faalkans niet sluiting is uitgewerkt voor verhaallijn 4 en 5. Bij de uitwerking is gebruik gemaakt van de beschikbaarheidsanalyse uit de ontwerp- en bouwphase [P16]. De bestaande analyse [P16] toont aan dat de betrouwbaarheid van de Technisch falen bij sluiting van de Meppelerdiepsluis voldoet aan de eisen bij realisatie.

Onderstaande formule uit [P16] geeft de wiskundige uitdrukking van de eis voor technisch falen. De eis bij realisatie betreft een faalkans kleiner dan 8×10^{-5} per jaar.

$$0,1Q_{bth} + 60Q_{bth}Q_{bnh} \leq 8 \cdot 10^{-5} \text{ -/jaar} \quad (22)$$

Waarin:

Q_{bth} = kans op niet sluiten buitendeur gegeven vraag = $5,023 \times 10^{-4}$ per vraag [P16, pag. 275]

Q_{bnh} = kans op niet sluiten binnendeur gegeven vraag = $5,326 \times 10^{-4}$ per vraag [P16, pag. 275]

De formule bestaat uit twee onderdelen, onderstreept met **blauw** (verhaallijn 4) en **oranje** (verhaallijn 5):

Blauw: Een buitenwaterstand hoger dan NAP + 1,3 meter en falen sluiting buitendeur, leidt direct tot falen van de hoogwaterkering. De binnendeur is ontworpen op een buitenwaterstand van NAP +1,3m. Een buitenwaterstand van NAP +1,3m komt volgens [P16] gemiddeld een maal per 10 jaar voor. Dit leidt tot de factor 0,1.

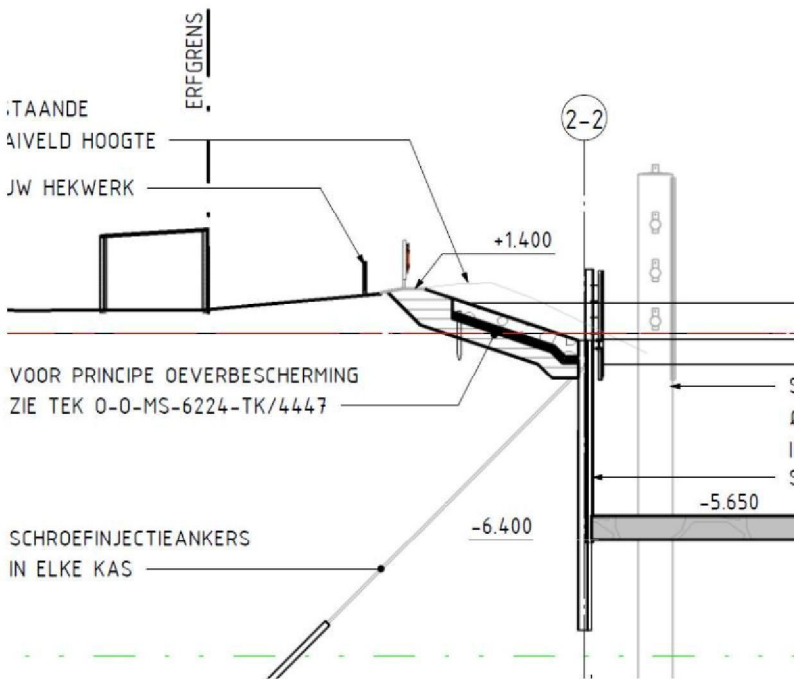
Oranje: Niet sluiten buitendeur en binnendeur bij een buitenwaterstand > NAP +0,5 meter. De factor 60 bestaat uit de kans op een buitenwaterstand > NAP +0,5 meter (12 x per jaar) en een Common Cause Factor van 5. Niet sluiten bij NAP +0,5 meter leidt direct tot falen.

Uitwerking verhaallijn 4: falen buitendeur met gesloten binnendeur (**blauw**)

De binnendeur heeft een kerende hoogte van NAP +1,3 meter [P26]. In de bestaande analyse [P16] faalt de hoogwaterkering bij niet sluiten van de buitendeur én een waterstand van NAP +1,3 meter. Binnen de huidige beoordeling is sprake van falen als niet sluiten leidt tot overstroming van het achterland. Bij de uitwerking van verhaallijn 4 is de reserve tussen het sluitpeil van NAP +0,5m en het kritisch peil van het binnenwater van NAP +0,7m bepaald.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd;

- De binnendeur is voldoende sterk:
 - De binnendeur kan waterstanden $> \text{NAP} + 1,3$ meter weerstaan.
 - De binnendeur kan een flinke mate van overloop en overslag bij waterstanden $> \text{NAP} + 1,3$ meter weerstaan.
- De westelijke kolkwand nabij de woonwijk is het maatgevende grondlichaam voor de analyse:
 - De westelijke kolkwand (Figuur 4-11, woonwijk zijde) heeft een kerende hoogte van $\text{NAP} + 1,4$ meter [P17]
 - De oostelijke kolkwand (Zedemuden) heeft een kerende hoogte van $\text{NAP} + 1,7$ meter [P17]
- De bekleding van het grondlichaam kan gedurende 6 uur een overloopdebiet van 100 l/m/s weerstaan.
- In de sluiskolk zijn geen golven aanwezig. Dit is aannemelijk omdat de sluiskolk relatief beschermt ligt.
- Gemaal Zedemuden heeft voldoende capaciteit beschikbaar om het overlopende/overslaande water af te voeren
 - De komberging is voldoende groot omdat het overlopende/overslaande water door Gemaal Zedemuden wordt afgevoerd.



Figuur 4-11 Westelijke kolkwand. Bron: [P17]

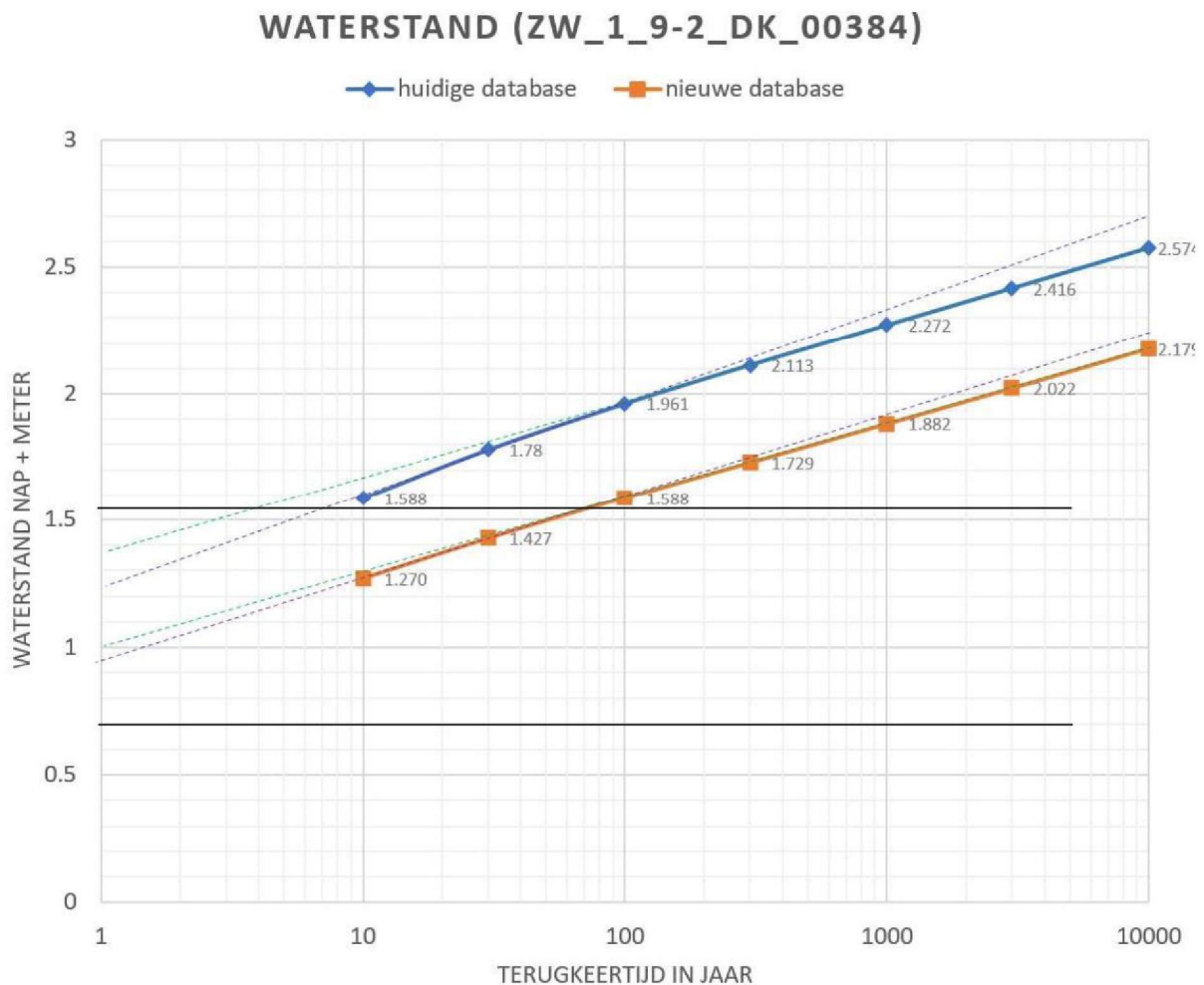
De waterstand bij een overloop van 100 l/m/s volgt uit WOWK [L13] formule 5.13. Bij afwezigheid van golven in de sluiskolk en een kerende hoogte van $\text{NAP} + 1,4$ meter, geeft dit een waterstand van $\text{NAP} + 1,54$ meter. Bij een waterstand van $\text{NAP} + 1,54$ meter bedraagt het overloopdebiet over de binnendeur 223 l/m/s . Het is aannemelijk dat de roldeur voldoende sterk is om een overloopdebiet van 223 l/m/s te weerstaan. (in de schematiseringshandleiding betrouwbaarheid sluiting wordt hiervoor een richtwaarde van 1000 l/s/m gehanteerd).

De breedte van het binnenhoofd is circa 60 meter. De lengte van de kolkwand is circa 190 meter. Het totale overloopdebiet tijdens de piek van de storm bedraagt $32,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit is gelijk aan 26% van de piekcapaciteit van Gemaal Zedemuden. Bij een kombergend oppervlak van 550.000 m^2 en een toelaatbare peilstijging van 0,2 meter is de komberging in circa 1 uur gevuld. De piek van de storm duurt langer dan 1 uur. Inzet van gemaal Zedemuden is dus noodzakelijk.

Verhaallijn 4 leidt tot falen bij het niet sluiten van de buitendeur, een gesloten binnendeur en een waterstand van NAP + 1,54 meter of hoger op het Zwarte Water. De terugkeerperiode van een waterstand van NAP + 1,54m is bepaald met de huidige HR-database "WBI2017_Vechtdelta_9-2_v01" en de nieuwe HR-database "WBI2023_Vechtdelta_9-2_v00_ter-Beoordeling.sqlite". Figuur 4-12 geeft de waterstanden bij verschillende terugkeerperioden.

Uit Figuur 4-12 volgt dat een waterstand van NAP + 1,54 meter ongeveer eenmaal per 8 jaar voorkomt uitgaande van de huidige HR-database. Bij toepassing van de nieuwe HR-database komt een waterstand van NAP + 1,54 meter circa eenmaal per 70 jaar voor.

Bij toepassing van de nieuwe HR-database geeft dat voor het "blauwe deel" (verhaallijn 4) van de formule uit [P16] niet $0,1 \times Q_{bth}$ maar $1/70 \times Q_{bth}$. Verhaallijn 4 wordt verder in deze paragraaf samengevoegd met verhaallijn 5 en gezamenlijk berekend.



Figuur 4-12 terugkeertijd waterstanden oude en nieuwe HR-database.

Uitwerking verhaallijn 5: falen binnendeur en buitendeur (oranje)

In de bestaande analyse [P16] faalt de hoogwaterkering bij niet sluiten van de buitendeur én het niet sluiten van de binnendeur én een waterstand van NAP +0,5 meter. Binnen de huidige beoordeling is sprake van falen als niet sluiten leidt tot overstroming van het achterland. Bij de uitwerking van verhaallijn 5 is de reserve in de faalkans tussen het sluitpeil van NAP +0,5m en het kritisch peil van NAP +0,7m bepaald.

De kans op niet sluiten van de buitendeur én binnendeur is, gegeven een sluitvraag, gelijk aan:

$$Q_{bth} \times Q_{bth} \times CCF \text{ factor} = 5,326 \times 10^{-4} \times 5,023 \times 10^{-4} \times 5 = 1,34 \times 10^{-6} \text{ per vraag.}$$

In de bestaande analyse voor het ontwerp [P16] is gerekend met 12 sluitvragen per jaar, dus een waterstand hoger dan NAP +0,50m. Op basis van extrapolatie is deze waterstand ook uit de HR-databases te halen. Dit leidt tot een aanzienlijk hoger aantal namelijk circa 40 maal per jaar. De HR-databases zijn echter bij hoogfrequente waterstanden niet representatief.

Het aantal sluitvragen per jaar kan worden aangescherpt op basis van het daadwerkelijke aantal sluitvragen dat plaats heeft gevonden over de afgelopen 18 jaar (na realisatie Ramspol). In de metingen over de afgelopen 18 jaar komt 49 maal een hoogwater voor met een waterstand > NAP + 0,5 meter en 13 maal een waterstand $\geq$ NAP + 0,7 meter. Hierbij is uitgegaan van ten minste 6 uur tussen twee hoogwaters.

Faalkans niet sluiting

De totale faalkans op niet sluiten volgt uit verhaallijn 4 en 5 samen. Het invullen van de formule voor technisch falen geeft;

$$(1 \text{ sluiting} / 70 \text{ jaar}) \times Q_{bth} + 5 \text{ (CCF-factor)} \times Q_{bnh} \times Q_{bth} \times (13 \text{ sluitingen} / 18 \text{ jaar}) = 8,15 \times 10^{-6} \text{ per jaar.}$$

De faalkans niet sluiten door technisch falen is 1/122.823 jaar. De maatgevende gebeurtenis is het niet sluiten van de buitendeur én een buitenwaterstand > NAP + 1,54m waardoor het grondlichaam van de westelijke kolkwand faalt.

Bovenstaande formule geeft de faalkans door technisch falen. Dit is exclusief het falen van Alarmering, Mobilisatie en Bediening.

De Meppelerdiepsluis is niet bemand buiten de bedientijden [P23]. Naast bediening is alarmering en mobilisatie dus noodzakelijk voor sluiting. Gedetailleerde informatie hiervan ontbreekt maar voorsnog is er vanuit gegaan dat dit optimaal is. In onderstaande Tabel 4-4 Optimale Faalkans Alarmering, Mobilisatie en Bediening.

Tabel 4-4 Optimale Faalkans Alarmering, Mobilisatie en Bediening.

Deelmechanisme	Faalkans/vraag	Bron
Alarmering	1×10^{-7}	Standaardgetal, scoretabel 2018
Mobilisatie	1×10^{-5}	Standaardgetal, scoretabel 2018
Bediening	1×10^{-5}	Standaardgetal, scoretabel 2018
Totale bijdrage	$2,01 \times 10^{-5}$	

Bij 0,72 vragen per jaar (13 vragen in de afgelopen 18 jaar) is de faalkans voor Alarmering, Mobilisatie of Bediening $0,72 \times 2,01 \times 10^{-5} = 1,45 \times 10^{-5}$ per jaar.

De totale faalkans niet sluiten is vervolgens gelijk aan $8,15 \times 10^{-6}$ per jaar + $1,45 \times 10^{-5}$ per jaar = $2,26 \times 10^{-5}$ per jaar. Oftewel 1/44.166 per jaar.

Eindoordeel

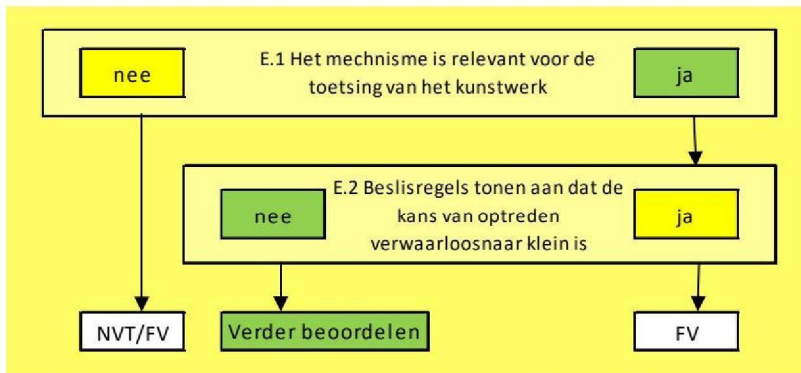
Uit de analyse volgt dat de faalkans niet sluiten bij toepassing van de nieuwe HR-database (WBI2023) gelijk is aan 1/43.342 per jaar. Daarmee voldoet Sluiscomplex Meppelerdiep aan de ondergrens van de faalkanseis Betrouwbaarheid Sluiting van 1/37.500 per jaar.

Oordeel: Op basis van de Toets op maat voor het toetsspoor BSKW is vastgesteld dat de berekende faalkans van het Sluiscomplex Meppelerdiep voldoet aan de faalkanseis bij de ondergrens. De faalkans van het toetsspoor BSKW valt in de categorie IIIv "voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde".

4.5 Piping bij kunstwerk (PKW)

4.5.1 Eenvoudige toets

De eenvoudige toets verloopt volgens onderstaand schema. In dit schema wordt vastgesteld of het spoor piping bij kunstwerken op eenvoudige wijze als “niet van toepassing” of “verwaarloosbaar” kan worden beoordeeld.



Figuur 4-13 Schema eenvoudige toets bij piping bij kunstwerk (PKW)

Stap E.1: Ja, het faalmechanisme piping is relevant omdat er bij hoogwater een verval ontstaat over het kunstwerk en deze is omringd door grond.

Stap E.2: Nee, de beslisregels tonen aan dat de kans van optreden van piping niet verwaarloosbaar klein is, omdat de grondslag in de omgeving van het Sluiscomplex Meppelerdiep volgens document [P15] potentieel gevoelig is voor piping.

Oordeel: Uit de beslisregels volgt dat het mechanisme piping relevant is voor de beoordeling van het kunstwerk. Aangezien de schutsluis recent is opgeleverd én het ontwerpdossier beschikbaar is, wordt er conform de aanpak direct een Toets op maat uitgevoerd.

4.5.2 Toets op maat

Het Sluiscomplex Meppelerdiep is recent opgeleverd en is waarschijnlijk ontworpen conform recente en/of vigerende leidraden. Middels een Toets op maat wordt aan de hand van een analyse van de toegepaste leidraden en randvoorwaarden vastgesteld of het Sluiscomplex Meppelerdiep voldoet.

De sluis bevindt zich in een ondergrond waarin piping mogelijk is. Volgens de eenvoudige toets uitgevoerd in paragraaf 4.5.1, is piping een relevant faalmechanisme. Verdere beoordeling is dus noodzakelijk.

Als onderdeel van het ontwerp van het sluizencomplex is er een controle uitgevoerd op dit faalmechanisme, zie document [P15]. De controle is uitgevoerd aan de hand van de volgende bronnen:

- Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen, TAW 1999.
- Leidraad Kunstwerken, TAW 2003.

De controle op kwel is uitgevoerd met behulp van de rekenregels van Bligh en/of Lane. In [P15] wordt geconcludeerd dat er voldoende veiligheid is ten aanzien van piping. Het maximaal toelaatbare verval wordt echter niet gegeven waardoor het niet mogelijk is om de reststerkte te bepalen.

Het Technisch Rapport Zandmeevoerende Wellen is nog steeds de vigerende leidraad en de schematiseringshandleiding piping is mede op basis van dit rapport opgesteld. De gehanteerde ontwerpsystematiek voor het faalmechanisme piping, zoals beschreven in [L13], is nog steeds ongewijzigd van toepassing.

De gehanteerde creep-factor van 7 (Bligh-Lane) is van toepassing op fijn zand. Uit paragraaf 4.1.3 volgt dat de ondergrond bestaat uit klei, grof en fijn zand. De gehanteerde creep-factor is daarmee van toepassing op de meest ongunstige schematisering van de ondergrond.

Het gehanteerde waterstandsverschil over het buitenhoofd bedraagt 2,16 meter [P15]. De bijbehorende ontwerpwaterstanden zijn een buitenwaterstand van NAP + 2,31 en een binnenwaterstand van NAP + 0,15 meter [P15].

Volgens [P23] worden de sluisdeuren gesloten bij een waterstand Zwartsluis buiten van NAP + 0,47. Verwacht mag worden dat de binnenwaterstand de buitenwaterstand relatief snel volgt. Het verval over het buitenhoofd bij de signaleringswaarde van NAP + 2,46 m uit paragraaf 4.2.1 is minder dan 2,16 meter. De gehanteerde ontwerprandvoorwaarden zijn dus conservatiever dan de toetsrandvoorwaarden bij de signaleringswaarde.

Oordeel: Op basis van een Toets op maat is vastgesteld dat het Sluiscomplex Meppelerdiep voldoet aan de signaleringswaarde, omdat het bijbehorende verval kleiner is dan het verval bij ontwerp. De faalkans van het toetsspoor PKW valt daarmee in categorie IIv "voldoet aan de signaleringswaarde".

4.6 Sterkte en stabiliteit kunstwerk (STKWp)

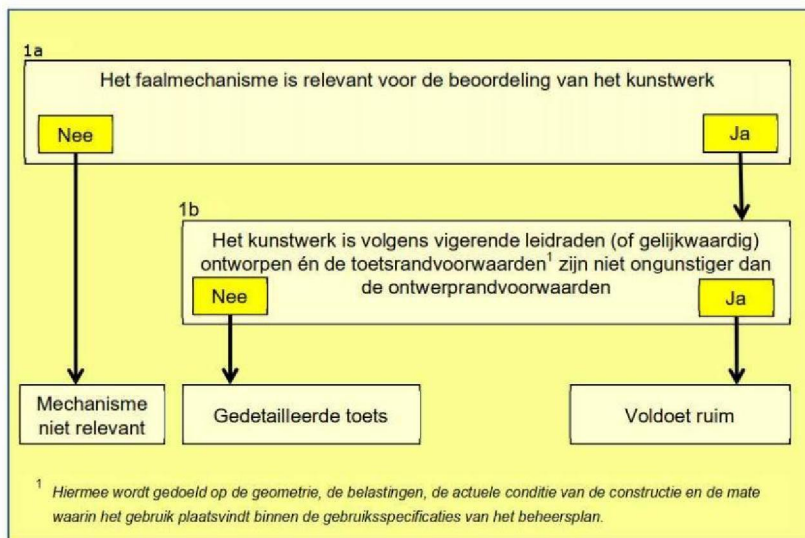
4.6.1 Eenvoudige toets

Voor dit faalmechanisme is geen eenvoudige toets beschikbaar.

Oordeel: Het mechanisme is relevant voor de beoordeling van het kunstwerk. In het gevolgde beoordelingsproces vanuit het WBI2017 is eerst een toets op maat uitgevoerd, zie paragraaf 4.6.2 (die niet tot een sluitend oordeel leidt waarna alsnog een gedetailleerde toets is uitgevoerd, zie paragraaf 4.6.3).

4.6.2 Toets op maat

De Toets op maat verloopt volgens het schema zoals vermeld in onderstaande figuur. In dit schema wordt vastgesteld of het toetsspoor Sterkte en stabiliteit puntconstructie bij kunstwerken leidt tot een score 'Voldoet ruim', 'Mechanisme niet relevant' of dat er via een 'Gedetailleerde toets' tot een oordeel moet worden gekomen.



Figuur 4-14 Schema Toets op maat Sterkte en stabiliteit kunstwerk, puntconstructie (STKWp)

Antwoorden op stappen uit de Toets op maat:

- 1a) Ja, het faalmechanisme sterkte is relevant omdat het kunstwerk waterkerende onderdelen bevat namelijk een hoogwaterkeermiddel in het buitenhoofd.
- 1b) Nee, het kunstwerk is niet ontworpen volgens vigerende leidraden of gelijkwaardig.

De keermiddelen en constructie zijn berekend volgens de constructieve normen en de rekenregels uit de Leidraad Kunstwerken [P22]. In de bijlagen bij [P22] wordt aangetoond dat de keersluis constructief voldoet aan de Leidraad Kunstwerken. Echter is de Leidraad Kunstwerken inmiddels vervangen door de WOWK [L13] en niet langer de vigerende ontwerpleidraad (of gelijkwaardig)

Daarnaast dienen de toetsrandvoorwaarden eveneens niet ongunstiger te zijn dan de ontwerprandvoorwaarden. Uit paragraaf 4.2.1 volgt dat de ontwerpwaterstand bijna gelijk is aan de toetsingswaterstand. Het ontwerpverval van 2,16m [P15] is groter dan het toetsingsverval van circa 1,83m (bij een sluitpeil van NAP + 0,47m). De significante golfhoogte bij toetsing (1,12m) is echter significant groter dan de significante golfhoogte bij ontwerp (0,3m). Hierdoor kan dus niet gesteld worden dat het kunstwerk (ruim) voldoet. Door het grote verschil in de significante golfhoogte en het kleine verschil in het verval, kan geen sluitend oordeel worden geveld.

Oordeel: Op basis van de beslisregels voor het toetsspoor STKWp is vastgesteld dat het Sluiscomplex Meppelerdiep moet worden voortgezet met een gedetailleerde beoordeling.

4.6.3 Gedetailleerde toets (stap 1b)

De gedetailleerde toets op Sterkte en stabiliteit bij kunstwerken is uitgevoerd volgens stap 1b uit het schema uit [L9] figuur 2-3. De toetsing is uitgevoerd met het softwareprogramma Riskeer. De volgende deelfaalmechanismen zijn beoordeeld:

1. Z411: Bezwijken constructie t.g.v. verval en golven

De sterkte van de stalen buitendeur is bepaald op basis van de DO berekening van de deur opgenomen in [P22].

- Aangehouden soortelijk gewicht water: 10,0 kN/m³
- Gerekend met een verval van NAP +3,00 – 0,15 = 2,85 m
- Aangehouden veiligheidsfactor op de waterstand = 1,50
- Berekenende maximale unity check op de liggers HEB200 : uc = 0,66
- Berekenende maximale unity check op de huidplaat (inclusief verstijvers) : uc = 0,80
- Berekenende maximale unity check op de veerplaat (inclusief verstijvers) : uc = 0,94
- Berekenende maximale unity check op de onderrolwagen : uc = 0,99 (in de rapportage wordt aangegeven dat dit een zeer lokale piekspanning is. Dit is voor de huidige beschouwing niet relevant)

Bovenstaande geeft de volgende karakteristieke sterkte:

$$Q_{kar} = 2,85 * 10,0 * 1,50 / 0,94 = 45,5 \text{ kN/m}^2$$

Het betreft een stalen deur. De bijbehorende materiaalparameter is 0,1 volgens [L9]. De gemiddelde waarde van de sterkte van de deur bedraagt 53,88 kN/m² zie Bijlage D.

2. Z43: Falen door instabiliteit constructie en grondlichaam (STCG)

Op basis van de afmetingen van de gehele schutsluis en de steunende achterliggende (grond)constructies is het deelfaalmechanisme Z43 'instabiliteit constructie en grondlichaam' onwaarschijnlijk. Uitschakelen van dit faalmechanisme in Riskeer is niet mogelijk. De kansbijdrage van dit faalmechanisme is verwaarloosbaar gemaakt door het invoeren van een zeer hoge sterkte.

3. Z422: Kans op aanvaring 2^e keermiddel

Falen door aanvaring is niet van toepassing zoals is toegelicht in memo [L14].

4. Z421: Aanvaarenergie groter dan kritieke waarde

Falen door aanvaring is niet van toepassing zoals is toegelicht in memo [L14]. Uitschakelen van dit faalmechanisme in Riskeer is niet mogelijk. De kansbijdrage van dit faalmechanisme is verwaarloosbaar gemaakt door het invoeren van een zeer hoge sterkte.

5. Z423: Falen herstel fatale aanvaring

Falen door aanvaring is niet van toepassing zoals is toegelicht in memo [L14].

6. Z21: Onvoldoende bergend vermogen

Het kombergend vermogen en de toegestane peilverhoging zijn bepaald in samenspraak met het waterschap.

7. Z22: Bezwijken bodembescherming achter Kunstwerk

De sterkte van de bodembescherming achter het kunstwerk is bepaald op basis van een conservatieve inschatting van de maximale toelaatbare stroomsnelheid.

8. Z12: Bezwijken Kunstwerk als gevolg van erosie bodem

De faalkans bij erosie van de bodem is gelijkgesteld aan 1. Bij de toetsing wordt aangenomen dat de constructie direct bezwijkt zodra de bodem aan de binnenzijde van het kunstwerk bezwijkt door instroming.

9. Z412: Falen herstel

De faalkans herstel bij gefaalde situatie is conform de schematiseringshandleiding gelijkgesteld aan 1 omdat de doorstroomopening groot is en de optredende stroomsnelheden te hoog om na falen van de sluisdeuren alsnog de sluis dicht te maken.

Voor de gedetailleerde beoordeling is gebruik gemaakt van het softwareprogramma Riskeer. De parameters die zijn ingevoerd zijn het resultaat van het schematisatieproces conform de schematiseringshandleiding [L9][L7]. De gehanteerde algemene invoerparameters zijn opgenomen in paragraaf 3.2.3. De specifieke parameters behorende bij het toetsspoor STKWp zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4-5 Invoerparameters Riskeer toetsspoor STKWp – Sluiscomplex Meppelerdiep

Benaming	Symbol	μ	Vr of σ	Toelichting
Kritieke sterkte constructie volgens de lineaire belastingschematisatie	R_{lin}	53,88 kN/m ²	$V_r = 0,10$	Voor de variatiecoëfficiënt wordt in overeenstemming met [L9] paragraaf 7.2.2.3 de waarde voor staal, $V_r = 0,1$ aangehouden.
Bermlengte	B_M	0 m	-	Op basis van tekening [P6] is vastgesteld dat er geen berm aanwezig is voor de keermiddelen. De bermlengte is 0 m.
Binnenwaterstand bij constructief falen	$h_{bi,CB}$	NAP +0,47m	$\sigma = 0,10$	De binnenwaterstand in gesloten situatie is gelijkgesteld aan de buitenwaterstand bij sluiting waterkering volgens het sluitprotocol [P23]. Uitgangspunt hierbij is dat de binnendeuren geopend zijn waardoor de waterstand in de kolk gelijk is aan de waterstand aan de binnenzijde van de sluis.
Evaluatiehoogte	h_j	NAP +0,47 m	-	Uit de analyse volgt dat de regels maatgevend zijn voor de sterkte van de deur. Aangenomen wordt dat de maatgevende regel zich bevindt op de locatie met maximale druk. Dit is volgens [L9] figuur 7-4 het niveau van de binnenwaterstand.
Bermhoogte	Δh	0	-	Op basis van tekening [P6] is vastgesteld dat er geen berm aanwezig is voor de keermiddelen. De bermhoogte is 0 m.
Faalkans herstel van gefaalde situatie	$P_{f,herstel}$	1	-	De faalkans herstel bij gefaalde situatie is conform de schematiseringshandleiding gelijkgesteld aan 1 omdat de doorstroomopening groot is en de optredende stroomsnelheden te hoog om na falen van de sluisdeuren alsnog de sluis dicht te maken.
Instroommodel	-	Lage drempel	-	Bij het constructief bezwijken van de hoogwater kerende buitendeur en binnendeur ontstaat instroming door de sluis kolk. Het water stroomt hierbij over het hoogste punt, de drempel van de buitendeur, de kolk in. Hierdoor is gekozen voor het instroommodel 'lage drempel'.
Drempelhoogte	-	NAP – 5,8 m	$\sigma = 0,10$	Drempelhoogte buitenhoofd. Overgenomen van tekening [P20]

De invoer in Riskeer is weergegeven in onderstaande figuur.



Eigenschappen

- Algemeen**
 - Kunstwerk: 9_2K1_Schutsluis
 - Locatie (RD) [m]: (201761, 516921)
 - Hydraulische belastingenlo: ZW_1_9-2_dk_00379 (49 m)
- Hydraulische belastingen op constructie**
 - Volumiek gewicht van wate: 9,81
 - Binnenwaterstand bij const: 0,47 (Standaardafwijking = 0,10)
 - Bermbreedte [m]: 0,00 (Standaardafwijking = 0,00)
 - Afstand onderkant wand er: 0,00
- Bezwijken waterkerende constructie-onderdelen**
 - Belastingsschematisering: Lineair
 - Lineaire belastingsschematis: 53,88 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
 - Analysehoogte [m+NAP]: 0,47
 - Faalkans herstel van gefaalk: 1/1
- Schematisering instromend debiet/volume**
 - Instroommodel: Lage drempel
 - Oriëntatie [°]: 200,00
 - Kerende hoogte [m+NAP]: 3,00 (Standaardafwijking = 0,05)
 - Binnenwaterstand [m+NAP]: 0,47 (Standaardafwijking = 0,10)
 - Drempelhoogte [m+NAP]: -5,80 (Standaardafwijking = 0,10)
 - Breedte van doorstroomop: 20,50 (Standaardafwijking = 0,05)
 - Stormduur [uur]: 6,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,25)
 - Factor voor stormduur hoo: 1,00
- Schematisering bodembescherming**
 - Kritiek instromend debiet [r]: 1,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,15)
 - Stroomvoerende breedte b: 20,50 (Standaardafwijking = 0,05)
 - Faalkans gegeven erosie b: 1/1
- Schematisering komberging**
 - Kombergend oppervlak [m²]: 550000,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
 - Toegestane peilverhoging k: 0,04 (Standaardafwijking = 0,01)
- Instabiliteit constructie en grondlichaam**
 - Lineaire belastingsschematis: 9999,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,10)
- Aanvaring tweede keermiddel**
 - Bezwijkwaarde aanvaarener: 99999,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,30)
 - Massa van het schip [ton]: 0,01 (Variatiecoëfficiënt = 0,20)
 - Aanvaarsnelheid [m/s]: 0,01 (Variatiecoëfficiënt = 0,55)
 - Aantal nivelleringsen per jaa: 99
 - Kans op aanvaring tweede: 1/1
 - Kritieke stroomsnelheid slui: 99,00 (Variatiecoëfficiënt = 0,20)
- Voorland en (haven)dam**
 - Voorlandprofiel:
 - Dam:
 - Voorlandgeometrie:

Figuur 4-15 Sluiscomplex Meppelerdiep - Invoer Riskeer STKWp

Uit de toetsing met Riskeer volgt dat de faalkans van het toetsspoor STKWp gelijk is aan 1/42.535.965 per jaar.

Oordeel: Op basis van een gedetailleerde toets is vastgesteld dat het Sluiscomplex Meppelerdiep ruim voldoet aan de signaleringswaarde. De faalkans van het toetsspoor STKWp valt daarmee in categorie Iv "voldoet ruim aan de signaleringswaarde".

4.7 Samenvatting beoordeling Sluiscomplex Meppelerdiep

In onderstaande tabel is het toetsresultaat samengevat per toetsspoor.

Tabel 4-6: Samenvatting beoordeling Sluiscomplex Meppelerdiep

Kunstwerk	Toetsspoor	Faalkans [per jaar]	Oordeel	Toelichting
Sluiscomplex Meppelerdiep	HTKW	1/50.452	IIv, voldoet aan de signaleringswaarde	De kerende hoogte is voldoende hoog
	BSKW	1/43.342	IIIv, voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde	De faalkans voor betrouwbaarheid sluiting is net kleiner dan de faalkanseis bij de ondergrens.
	PKW	o.b.v. Toets op maat	IIv, voldoet aan de signaleringswaarde	Het verval bij de signaleringswaarde is kleiner dan het verval bij ontwerp.
	STKWp	1/42.535.965	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde	De buitenroldeur is ruim voldoende sterk

5 CONCLUSIE

5.1 Samenvatting resultaten

In onderstaande tabel is het toetsresultaat samengevat per toetsspoor.

Tabel 5-1: Samenvatting beoordeling

Kunstwerk	Toetsspoor	Faalkans [per jaar]	Oordeel	Toelichting
Sluiscomplex Grote Kolk	HTKW	1/830.530	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde	De kerende hoogte is ruim voldoende hoog.
	BSKW	1/87.124	IIlv voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde	De faalkans voor betrouwbaarheid sluiting is kleiner dan de faalkanseis bij de ondergrens.
	PKW	o.b.v. beslisregel	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde	Het toetsspoor is niet relevant omdat het kunstwerk wordt omsloten door een slecht doorlatend klei-/veenpakket
	STKWp	1/8.451.289	IIlv, voldoet aan de signaleringswaarde	De buitendeuren zijn ruim voldoende sterk
Sluiscomplex Meppelerdiep	HTKW	1/50.452	IIlv, voldoet aan de signaleringswaarde	De kerende hoogte is voldoende hoog
	BSKW	1/43.342	IIlv, voldoet aan de ondergrenswaarde en mogelijk aan de signaleringswaarde ⁵	De faalkans voor betrouwbaarheid sluiting is net kleiner dan de faalkanseis bij de ondergrens.
	PKW	o.b.v. Toets op maat	IIlv, voldoet aan de signaleringswaarde	Het verval bij de signaleringswaarde is kleiner dan het verval bij ontwerp.
	STKWp	1/42.535.965	Iv, voldoet ruim aan de signaleringswaarde	De buitenroldeur is ruim voldoende sterk

5.2 Duiding resultaten

Het beoordelingsresultaat van Sluiscomplex Grote Kolk is dat alle toetssporen tenminste voldoen aan de faalkanseisen op doorsnedeniveau bij de ondergrens. Voor het toetsspoor BSKW wordt net aan de faalkanseis bij de ondergrens voldaan. Doordat Sluiscomplex Grote Kolk in de winterperiode altijd dicht staat, heeft het toetsspoor BSKW alleen betrekking op de zomerperiode.

Het beoordelingsresultaat van Sluiscomplex Meppelerdiep is dat alle toetssporen tenminste voldoen aan de faalkanseisen op doorsnedeniveau bij de ondergrens. Voor het toetsspoor BSKW wordt net aan de faalkanseis bij de ondergrens voldaan.

⁵ De beoordeling van Betrouwbaarheid Sluiting van Gemaal Zedemuden door Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft ertoe geleid dat de eis voor Betrouwbaarheid Sluiting van Sluiscomplex Meppelerdiep minder streng hoeft te zijn en is het oordeel van IVv naar IIlv aangepast (ten opzichte van rapportage versie 1.3).

5.3 Te treffen voorzieningen

De beoordeling van Betrouwbaarheid Sluiting van Gemaal Zedemuden door Waterschap Drents Overijsselse Delta heeft ertoe geleid dat de eis voor Betrouwbaarheid Sluiting van Sluiscomplex Meppelerdiep minder streng hoeft te zijn en is het oordeel van IVv naar IIIv aangepast (ten opzichte van rapportage versie 1.3), waardoor er geen directe noodzaak is om voorzieningen te treffen.

6 REFERENTIES

Algemene referenties

- [L1] Regeling van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 2 december 2016 met nr. IENM/BSK-2016/283517 (*Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017*) zoals gepubliceerd in de Staatscourant Nr. 65697 van 27 december 2016.
- [L2] Waterveiligheidsportaal, Informatiehuis Water. www.waterveiligheidsportaal.nl, 2021
- [L3] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Bijlage I Procedure Beoordeling Veiligheid Primaire Waterkeringen* behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016.
- [L4] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Bijlage II Voorschriften bepaling hydraulische belasting primaire waterkeringen*, behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016.
- [L5] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Bijlage III Voorschriften Bepaling Sterkte en Veiligheid Primaire Waterkeringen* behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016.
- [L6] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Schematiseringshandleiding hoogte kunstwerk*, WBI2017, 28 november 2019
- [L7] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Schematiseringshandleiding betrouwbaarheid sluiten kunstwerk*, WBI2017, 28 november 2019
- [L8] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Schematiseringshandleiding piping kunstwerk*, WBI2017, 28 november 2019
- [L9] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, *Schematiseringshandleiding Sterkte kunstwerk*, WBI2017, 28 november 2019
- [L10] Rijkswaterstaat, Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag met scoretabellen, 1 november 2017
- [L11] Bodemdalingskaart.nl, Sky Geo, 2021
- [L12] Ahn.nl, actueel hoogtebestand Nederland, 2021
- [L13] Rijkswaterstaat, Werkwijzer Ontwerpen Waterkerende Kunstwerken, November 2018
- [L14] Programma Rijkskerkingen, Werkwijze overstromingsrisico als gevolg van aanvaren, 10 maart 2021

Projectspecifieke referenties

- [P1] Arcadis, Plan van Aanpak traject 9-2, 2020

Referenties Sluiscomplex Grote Kolk

- [P2] Legger Sluiscomplex Grote Kolk, Datum 1 december 2009, Rijkswaterstaat Oost-Nederland
- [P3] Dijkkring 9, Vollenhove Achtergrondrapport Grote Kolksluis, Datum 5 september 2012, Rijkswaterstaat Oost-Nederland
- [P4] Infram, Toetsing Grote Kolksluis, Zwartsluis, 12-06-2008
- [P5] Tekening, Verbetering Groote Schutsluis te Zwartsluis, Dwarsprofielen, Rijkswaterstaat, datum onbekend
- [P6] Tekening, Verbetering Groote Schutsluis te Zwartsluis, situatie en lengtedoorsneden, Rijkswaterstaat, datum onbekend
- [P7] Tekening, Verbetering Groote sluis Zwartsluis, (diverse doorsneden), Rijkswaterstaat, 6 mei 1946
- [P8] Tekening, Verbetering Groote sluis Zwartsluis, vloer v/d sluishoofden), Rijkswaterstaat, datum onbekend
- [P9] Tekening, Deur 5+6, Wijma Kampen B.V, 07-02-08
- [P10] Tekening, Brug te Zwartsluis, boringen en situatie, bron/datum onbekend
- [P11] Onderhoudslijst maart 2020, Spie, maart 2020
- [P12] Onderhouds- en controlerapport, SC Grote Kolksluis Buitenhoofd, SPIE, maart 2020

Referenties Sluiscomplex Meppelerdiep

- [P13] Legger Sluiscomplex Meppelerdiep, datum 1 juli 2018, Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu
- [P14] Ontwerpnota Buitenhoofd (Meppelerdiepsluis) – Integraal Ontwerp, Strukton, 21-4-2016
- [P15] Controle piping/heave Meppelerdiepsluis, Oranjewoud, 25-4-2013
- [P16] Beschikbaarheid Meppelerdiepsluis, Anteagroup, 25-2-2019
- [P17] Tekening P-O-MS-6224-TK/1689 ONN-2017-00560, Definitief Ontwerp Sluiskolk Bovenaanzicht en Doorsneden, Datum 19 april 2017, Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur.
- [P18] Tekening 1685-TK-D1 DO Bovenaanzicht en langsdoorsneden, Anteagroup, 2016
- [P19] Tekening Binnenhoofd As A&B, SBE, 2013
- [P20] Tekening P-O-MS-6224-TK/1689, Bovenaanzicht en doorsneden sluiskolk, 2017
- [P21] 1688-TK-D1 DO Aanzicht en doorsneden, Anteagroup, 2016
- [P22] 1659 DO Berekening roldeur revB, SBE, 2013
- [P23] Protocol Waterbeheer Meppelerdiep, Rijkswaterstaat, 2018
- [P24] Betrouwbaarheid sluiting Meppelerdiepsluis, Rijkswaterstaat, 2011
- [P25] Ontwerpvoorwaarden Meppelerdiepsluis tijdens sluiten. PR2092, HKV, 2011
- [P26] Ontwerpnota DO voor de roldeur van het binnenhoofd, SBE, 2013

BIJLAGE A PLAN VAN AANPAK BEOORDELING

PVA - BEOORDELING RWS KUNSTWERKEN NORMTRAJECT 9-2

Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep

Rijkswaterstaat (incl. regio's NN, MNN, ON)

5 FEBRUARI 2021

Contactpersonen

5.1.2e	5.1.2e
--------	--------

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland

5.1.2e	5.1.2e
--------	--------

T 5.1.2e
E 5.1.2e@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 173
1620 AD Hoorn
Nederland

INHOUDSOPGAVE

DOCUMENTHISTORIE	5
1 ACHTERGROND	6
1.1 Inleiding	6
1.2 Beschrijving/verhaal van de kering	6
Sluiscomplex Grote Kolk	8
Sluiscomplex Meppelerdiep	9
1.3 Afbakening en raakvlakken	11
1.4 Bijzonderheden	12
1.5 Referenties	12
2 GEGEVENS	13
2.1 Eerdere beoordelingen	13
2.1.1 Derde toetsronde	13
2.1.2 VNK2	14
2.2 Kwaliteit en volledigheid van de data	15
2.2.1 Kunstwerken	15
2.3 Hydraulische belastingen	16
3 BEOORDELING SYSTEMATIEK	18
3.1 Processtappen uit WBI	18
3.1.1 Kunstwerken	18
3.1.1.1 Sluiscomplex Grote Kolk	19
3.1.1.2 Sluiscomplex Meppelerdiep	20
3.2 Werkzaamheden/activiteiten	20
4 PROJECTMANAGEMENT	21
4.1 Team	21
4.2 Ureninschatting	21
4.3 Planning	22
4.4 Risico's	22
4.5 Samenwerking	22

BIJLAGE 1 – VERSLAG STARTOVERLEG & VELDBEZOEK	23
BIJLAGE 2 – URENONDERBOUWING	28
COLOFON	29

DOCUMENTHISTORIE

Dit Plan van Aanpak is geschreven door 5.1.2e en wordt beheerd door 5.1.2e

Versie	Datum	Samenvatting van de wijzigingen	Status
0.1	18-12-2020	N.v.t.	Concept
1.0	25-1-2021	Opmerkingen 5.1.2e 5.1.2e verwerkt.	Definitief
2.0	5-2-2021	Stelpost op verzoek van RWS aangepast	Definitief en goedgekeurd door RWS

1 ACHTERGROND

1.1 Inleiding

Voor u ligt een PvA WBI Beoordeling van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep welke onderdeel zijn van dijktraject 9-2, een primaire Rijkskering, als resultaat van de doorlopen screeningsfase. Het Programma Rijkskeringen heeft bewust gekozen om de beoordelingen te starten met een screeningsfase (fase 1). Deze fase dient om in de samenwerkingsdriehoek (bureau-regio-programma) gezamenlijk vast te stellen welke stappen gezet moeten worden om te komen tot een betekenisvolle beoordeling van de kering.

In dit plan is beschreven wat de aard en functie van de kering is en welke aspecten relevant zijn voor een veiligheidsbeoordeling (fase 2). Daarnaast is samen met de beheerder inzicht verkregen in de kwaliteit en kwantiteit van de beschikbare data en worden (plannings)risico's vroegtijdig herkend. Eindresultaat van de screening is een PvA met een strakke technische beoordelingsscope, met daarin urenraming, planning en risico's wat ten goede komt aan doelmatigheid en efficiënte inzet van mensen en middelen. De uitgevoerde analyses en keuzes uit dit PvA worden t.z.t. grotendeels opgenomen in het beoordelingsrapport.

Daarnaast is een doel om in het kader van het handelingsperspectief (fase 3) aspecten te benoemen die op korte of lange termijn van invloed zijn op het functioneren en beheren van de kering als geheel (niet beperkt tot hoogwaterveiligheid).

1.2 Beschrijving/verhaal van de kering

De Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep zijn onderdeel van dijktraject 9-2 'Vollenhove 2'. De bijbehorende beschermingsnorm voor het betreffende dijktraject is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 - Beschermingsnorm dijktraject 9-2

Dijktraject	Signaleringswaarde	Ondergrens
9-2	1 : 3.000	1 : 1.000

Dijktraject 9-2 is een 8,0 km lang traject dat dijkkring 9 beschermt tegen het Zwarte Meer en het Zwarte Water. Figuur 1 toont de ligging van het dijktraject 9 met daarin een indicatie van de locatie van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep.



Figuur 1 – Ligging dijktraject 9-2 en de locatie van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep [bron <https://waterveiligheidsporaal.nl/>]

Het Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep scheiden het Zwarte Water van het Meppelerdiep. De beheerder van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep is Rijkswaterstaat. Vanaf 2012 wordt Sluiscomplex Grote Kolk niet meer gebruikt voor het schutten van scheepvaart en sluiscomplex Grote Kolk alleen gebruikt als keersluis. Door vervanging van de Keersluis Meppelerdiep door een schutsluis, kan de scheepvaart ook bij waterstandsverschillen weer vanuit Meppel richting Zwolle en vice versa varen. Figuur 2 toont de locatie van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep, te Zwartsluis.



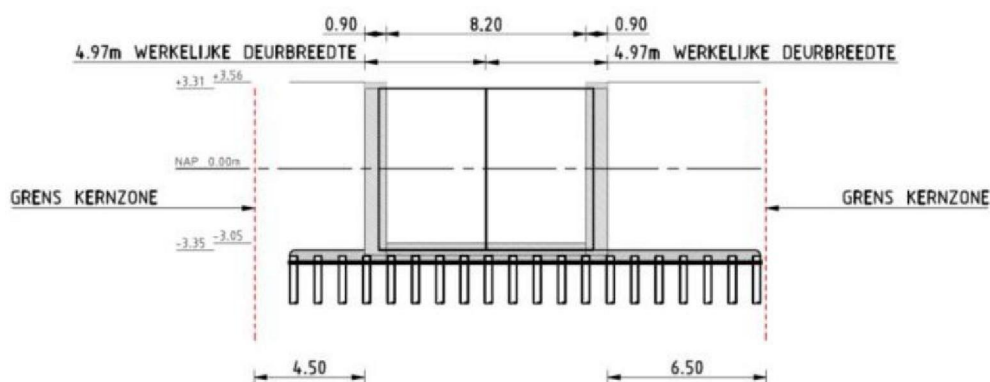
Figuur 2 – Locatie Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep

Het Meppelerdiep vormt een belangrijk onderdeel van het waterbeheer in Drenthe en Overijssel. Het Meppelerdiep watert af richting het Zwarte Water; als beide sluizen gesloten zijn, wordt het gemaal Zedemuden, net ten oosten van Sluiscomplex Meppelerdiep, ingezet om de afwatering te bewerkstelligen [4].

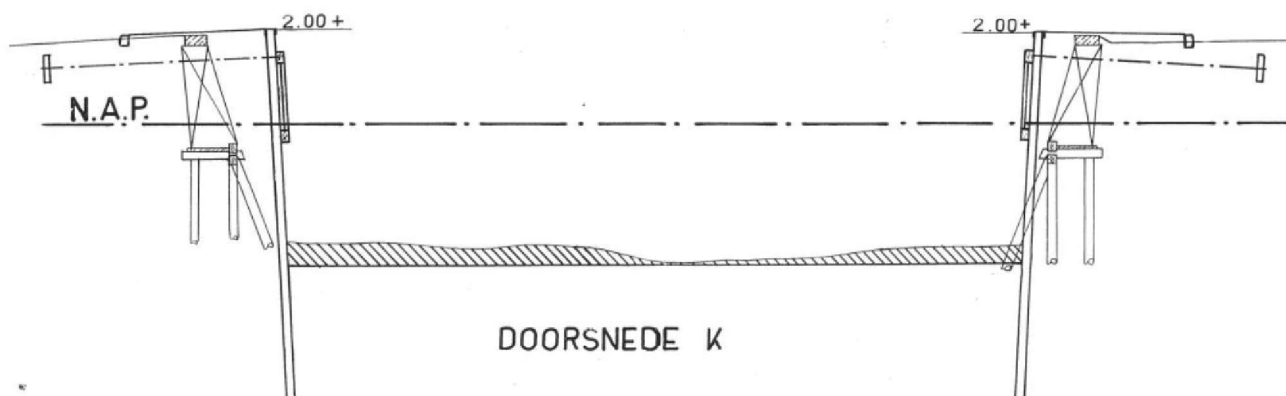
Sluiscomplex Grote Kolk

Sluiscomplex Grote Kolk bestaat uit een sluiskolk met een boven- en binnenhoofd. De sluis is 55,10 meter lang. De doorvaartbreedte bij het buitenhoofd is 8,20 m, de drempel van het buitenhoofd ligt op NAP -3,05 m. Het buitenhoofd wordt afgesloten met een set houten puntdeuren, die tevens dienen als hoogwaterdeuren. De kerende hoogte van deze deuren ligt op NAP +3,31 m. De deuren in het binnenhoofd hebben een kerende hoogte van NAP +1,25 m. Deze deuren kunnen fungeren als tweede kering, als aanzienlijke overloop en overslag acceptabel is. De hoogteligging en een doorsnede van Sluiscomplex Grote Kolk is getoond in Figuur 2 [3].

Oorspronkelijk was Sluiscomplex Grote Kolk een gemetselde sluis, maar tijdens de renovatie in de jaren '50 zijn de sluishoofden uitgevoerd in gewapend beton met een fundering van houten palen. De wanden zijn bekleed met metselwerk.



Figuur 3 – Doorsnede sluishoofd sluiscomplex Grote Kolk [3]

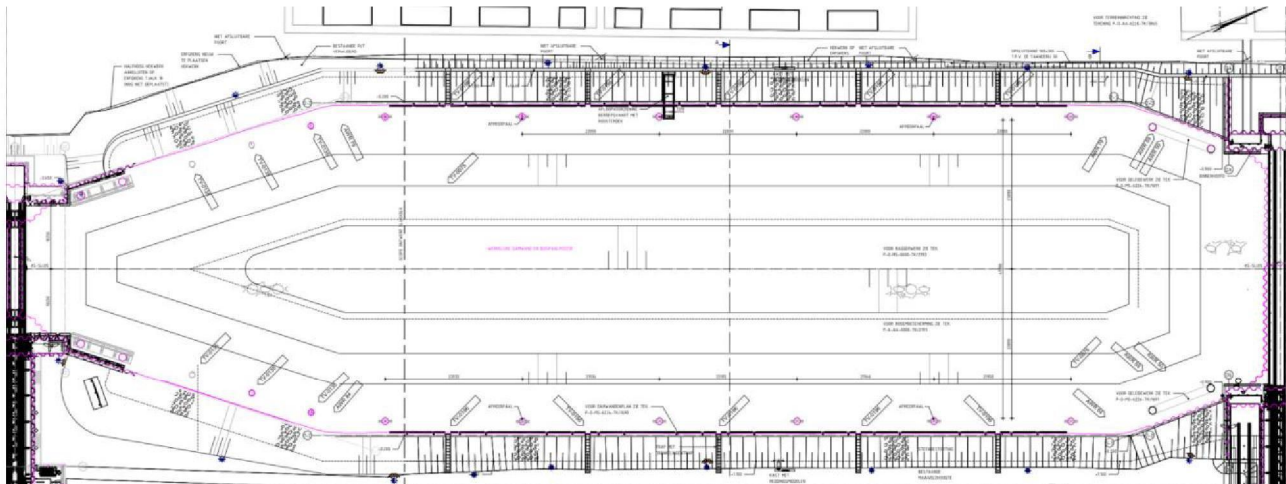


Figuur 4 – Doorsnede sluiskolk sluiscomplex Grote Kolk

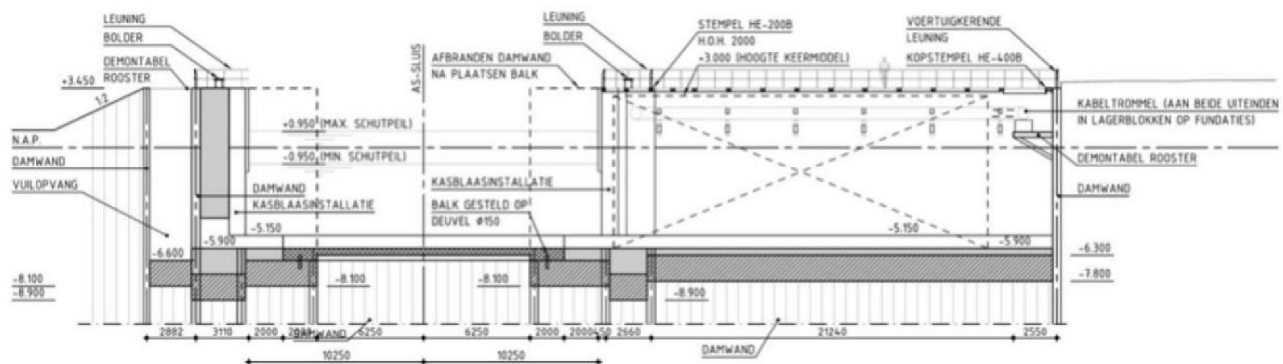
Sluiscomplex Grote Kolk wordt sinds 2012 alleen gebruikt voor het passeren van lage recreatievaart welke onder de gesloten brug op het buitenhoofd kan varen. In het zomerseizoen staat de keersluis normaliter geheel open, indien de waterstand op het Zwarte Water en Meppelerdiep tussen de NAP -0,50 m en NAP +0,50 m ligt. Op deze manier wordt de vorming van blauwalg in de sluiskolk en haven voorkomen. Tijdens het hoogwaterseizoen is sluis standaard gesloten. Bediening van de sluis geschiedt automatisch door beheerder Rijkswaterstaat vanuit het bediengebouw Sluiscomplex Meppelerdiep. Schotbalken kunnen in geval van nood in de sponningen worden gehesen. Een nevenfunctie van de sluis is het faciliteren van verkeer over zowel het boven- en binnenhoofd [6].

Sluiscomplex Meppelerdiep

Sluiscomplex Meppelerdiep is een schutsluis uit 2017 bestaande uit een buiten- en binnenhoofd met een 'groene' schutkolk. In beide hoofden is een stalen roldeur aanwezig, welke over de drempel wordt verreden om te schutten en water te keren. Over het buitenhoofd is een beweegbare brug aanwezig welke aan de sluis is gekoppeld.



Figuur 5 Boven-aanzicht sluis kolk [7]

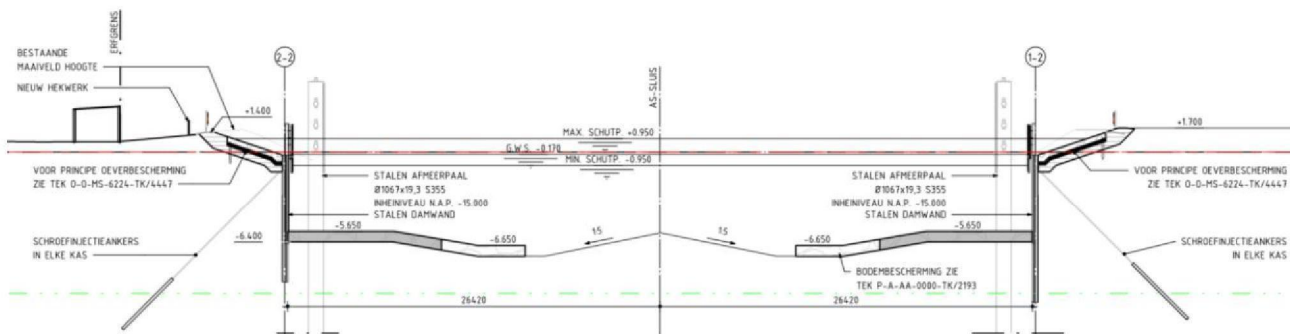


Figuur 6 – Doorsnede buitenhoofd [4] met beweegbare brug

Om onderloopsheid en achterloopsheid te voorkomen zijn de sluis hoofden op damwandschermen gefundeerd. De vloer van de deurkas bestaat uit een onderwaterbetonvloer met daarbovenop een in het werk gestorte vloer met rails voor de roldeur. De drempel van het sluis hoofd is een prefab element, de aansluiting met de damwand eronder is gecreëerd door een groutopvulling. De verbreding van het buitenhoofd naar de sluis kolk verloopt gelijkmatig door de fuikwand bestaand uit een damwandconstructie met voorzetwand. In de sluis kolk staan meerpalen h.o.h. 30 m [4].

Aan de zijde van het Zwarte Water, het buitenhoofd, is de doorvaartbreedte 20,5 m; bij het binnenhoofd is dit 37,0 m. De bovenkant van de vloeddeur in het buitenhoofd ligt op NAP +3,0 m, de kerende hoogte van het buitenhoofd is NAP +3,45 m. Het binnenhoofd kan als tweede kering fungeren bij lagere waterstanden. De kerende hoogte van de ebdeur bedraagt NAP +1,3 m. De 'groene' schutkolk is uitgevoerd met damwandconstructies en taluds (met steenbestorting) erachter [4].

De bodembescherming bestaat uit een geotextiel met wiepen waarop steensortering 10-60kg is aangebracht. Binnen 10 meter afstand van de sluishoofden en de damwanden aan de zijkant van de sluis is de steensortering gepenetreerd met colloïdaal beton. Buiten de sluis loopt de bodembescherming over de volle breedte door tot 35 m uit de deur aan de Zwarte Waterzijde en tot 20 m uit de deur aan de Meppelerdiepzijde [4].



Figuur 7 Doorsnede sluiskolk [7]

1.3 Afbakening en raakvlakken

De beheerder van Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep is Rijkswaterstaat, de aangrenzende dijken worden beheerd door waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD) [5].

Voor het bepalen van de lengte-effectfactor voor BSKW moet bekend zijn hoeveel kunstwerken er binnen dijktraject 41-4 zijn waarvan de faalkans niet verwaarloosbaar is volgens de eenvoudige toets. In Tabel 2 is vanuit WDOD aangegeven welke kunstwerken dit vooralsnog betreft. Op basis van het resultaat van de eenvoudige toetsing van de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep wordt de lengte-effectfactor vastgesteld.

Tabel 2 - Kunstwerken binnen dijktraject 9-2

Object	Beheerder	Oordeel eenvoudige toetsing BSKW
Gemaal Kadoelen	WDOD	X
Gemaal Barsbeker	WDOD	X
Keersluis de Whaa	WDOD	X
Sluiscomplex Grote Kolk	RWS-ON	?
Sluiscomplex Meppelerdiep	RWS-ON	?
Gemaal Zedemuden	WDOD	X
N-factor		=som*0,5

In onderstaande Figuur 8 is de referentielijn van de waterkering weergegeven (in tegenstelling tot figuur 1 is hier de ondergrenswaarde weergegeven en ingezoomd).



Figuur 8 - Referentielijn waterkering t.p.v. Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep [2]

1.4 Bijzonderheden

Indien de waterstand op het Zwarte Water of Meppelerdiep NAP -0,5 m onderschrijdt of NAP +0,5 m overschrijdt, wordt Sluiscomplex Grote Kolk gesloten en Sluiscomplex Meppelerdiep wordt gesloten om te schutten. Hoogwater betreft circa 1x per 10 á 15 jaar. Het buitenhoofd van Sluiscomplex Grote Kolk wordt dan vierkant (zowel boven- als benedendeuren) gesloten. In de winter (1 oktober t/m 1 mei) worden alle sluisdeuren van Sluiscomplex Grote Kolk gesloten. Sluiscomplex Grote Kolk is geopend in het zomerseizoen voor recreatievaart.

Schutten van scheepvaart vindt plaats via Sluiscomplex Meppelerdiep. Bij een waterstand van 0.95 m + NAP is de schutsluis gesloten omdat de kerende hoogte van de benedendeuren tot deze hoogte reikt.

Aangezien de Keerluis Meppelerdiep enige jaren geleden is gesloopt en herbouwd tot schutsluis, zijn de vorige toetsresultaten en overstromingsanalyses wat betreft dit kunstwerk niet bruikbaar voor deze beoordeling. Verder zijn de hydraulische randvoorwaarden afhankelijk van (de kans) op het wel of niet sluiten van de Ramspolkering. De Ramspolkering sluit bij 0.50 m + NAP en instromend water. De beide sluiscomplexen zijn dan al dicht, omdat daar de waterstand dan hoger is door opwaaiing van het water.

Voor specifieke bijzonderheden zie Bijlage 1.

1.5 Referenties

- [1] Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006, Datum 10 september 2007, Rijkswaterstaat Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- [2] Waterveiligheidsportaal, Informatiehuis Water. www.waterveiligheidsportaal.nl
- [3] Legger Sluiscomplex Grote Kolk, Datum 1 december 2009, Rijkswaterstaat Oost-Nederland
- [4] Legger Sluiscomplex Meppelerdiep, Datum 1 juli 2018, Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu
- [5] Toetsing op Veiligheid primaire waterkeringen, Datum januari 2011, Provincie Overijssel
- [6] Dijkkring 9, Vollenhove Achtergrondrapport Grote Kolksluis, Datum 5 september 2012, Rijkswaterstaat Oost-Nederland
- [7] Tekening P-O-MS-6224-TK/1689 ONN-2017-00560, Definitief Ontwerp Sluiskolk Bovenaanzicht en Doorsneden, Datum 19 april 2017, Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur.
- [8] Grote Kolksluis, Veiligheidstoetsing Primaire Waterkeringen, Toetsing waterkerende kunstwerken 3^e ronde toetsing, 2006-2011, Datum september 2010, Rijkswaterstaat
- [9] Bijlage III Voorschriften Bepaling Sterkte en Veiligheid Primaire Waterkeringen behorende bij Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017, Staatscourant Nr. 65697, 27 december 2016, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- [10] Schematiseringshandleiding sterkte en stabiliteit kunstwerk, WBI 2017, Datum 28 november 2019, Status Definitief, Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

2 GEGEVENS

2.1 Eerdere beoordelingen

2.1.1 Derde toetsronde

De technische beoordeling van Sluiscomplex Grote Kolk is uitgevoerd conform het in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid 2006 [1]. (Huidige Sluiscomplex Meppelerdiep is na de derde toetsronde aangelegd en dus niet beoordeeld in die toetsronde) In de beoordeling zijn de toetssporen hoogte, stabiliteit en sterkte (deelsporen stabiliteit van constructie en grondlichaam, sterkte van (waterkerende) constructieonderdelen, piping en heave en stabiliteit van het voorland) en betrouwbaarheid sluiting beschouwd.

Uitgangspunten

Voor de waterkeringen rondom dijkkring 9 gold een normfrequentie van 1/1.250 per jaar. De maatgevende waterstand treedt op bij westenwind. Echter, door de ligging van Sluiscomplex Grote Kolk is een westzuidwest tot westenwind maatgevend. Het toetspeil in deze situatie is lager dan het toetspeil in HR2006 (NAP +1,80 m). De in rekening genomen hydraulische randvoorwaarden zijn getoond in Tabel 3. Er is onderscheid gemaakt tussen twee situaties: bij een gesloten Ramspolkering en een open Ramspolkering. De maatgevende situaties zijn met behulp van Hydra-VIJ bepaald [8].

Tabel 3 - Hydraulische Randvoorwaarden 3^e toetsronde [8]

Parameter	Randvoorwaarde bij gesloten Ramspolkering	Randvoorwaarde bij open Ramspolkering
Toetspeil [NAP +m]	1,67	1,35
Golfhoogte H_s [m]	0,70	0,77
Golfperiode T_p [s]	3,3	3,3

Methodisch oordeel

De resultaten van de 3^e toetsronde zijn samengevat in Tabel 4. Sluiscomplex Meppelerdiep is niet getoetst in de 3^e toetsronde, omdat deze tijdens uitvoering werd omgebouwd van keersluis tot schutsluis met beweegbare brug.

Tabel 4 - Resultaten 3^e toetsronde Sluiscomplex Grote Kolk [8]

Toetsspoor	Methodisch oordeel	Toelichting
Hoogte (HT)	Goed	
Stabiliteit constructie en grondlichaam (STCG)	Voldoende	
Sterkte constructieonderdelen (STCO)	Voldoende	
Piping en Heave (STPH)	Voldoende	
Stabiliteit voorland (STVL)	Voldoende	
Betrouwbaarheid sluiting (BS)	Goed	Ervan uitgaande dat er een procedure voor het plaatsen van schotbalken wordt opgesteld. Deze is inmiddels opgesteld.

Beheerdersoordeel

Het beheerdersoordeel sluit zich aan bij het methodisch toetsoordeel van de 3^e toetsronde. [8]

2.1.2 VNK2

In het project VNK2 zijn de overstromingsrisico's in Nederland in kaart gebracht. Sluiscomplex Grote Kolk is eerst gescreend voor alle faalmechanismen. In deze screening is de globale faalkans van de kunstwerken ingeschat op basis van de toetsresultaten in de 3^e toetsronde en op basis van parameters, zoals gegevens van de kunstwerken en hydraulische randvoorwaarden. Als deze screening resulteert in een globale faalkans van kleiner dan 0,01 x normfrequentie (1/12.500 jaar), levert het kunstwerk geen significant bijdrage aan de totale overstromingskans van dijkkring 9. Uit Tabel 5 blijkt dat betrouwbaarheid sluiting en sterkte en stabiliteit van Sluiscomplex Grote Kolk wel significant kunnen bijdragen aan de totale overstromingskans van dijkkring 9.

Tabel 5 - Screeningsresultaten Sluiscomplex Grote Kolk [6]

Faalmechanisme	Oordeel WTI	Beschouwing	Aandeel overstromingskans
Overloop en golfoverslag	Goed	Hoogte deur ruim hoger dan toetspeil HR2006	Verwaarloosbaar
Betrouwbaarheid sluiting	Goed	Veranderd door open stand in zomer	Herbeoordeling
Onder- en achterloopsheid	Voldoende	Kleilaag van 5 m aanwezig buitendijks	Verwaarloosbaar
Sterkte en stabiliteit	Goed	Bij toetspeil unity check van 0,98	Herbeoordeling

De scoretabellen voor betrouwbaarheid sluiting zijn in de 3^e toetsronde niet ingevuld, omdat Sluiscomplex Grote Kolk standaard gesloten was. Aangezien de sluis nu in het zomerseizoen standaard open staat, is dit faalmechanisme in VNK geanalyseerd m.b.v. PC-Ring. De berekende faalkans voldeed niet aan de eisen uit de Leidraad Kunstwerken. Daarom was het advies om in de zomer alleen de rinketten open te zetten in plaats van de hele deur wat niet aansluit op het huidige beleid van de beheerder. Ook kan er een kans op herstel in rekening gebracht worden, indien er noodvoorzieningen beschikbaar zijn. Als laatste, kan onderzoek aantonen dat de bodembescherming bij de sluis een stroomsnelheid van 2,5 m/s aankan, waarmee betrouwbaarheid sluiting zou voldoen aan de eisen uit de Leidraad Kunstwerken.

De sterkte en stabiliteit is eveneens met PC-Ring herbeoordeeld. Dit is gedaan door met de TMR2006-waarde (NAP +1,73 m) te rekenen, welke hoger ligt dan het toetspeil (NAP +1,67 m). De berekende faalkans voldeed aan de eisen uit de Leidraad Kunstwerken, mits de sterkteafname van het keermiddel kleiner is dan 15% [6].

2.2 Kwaliteit en volledigheid van de data

2.2.1 Kunstwerken

Om de beoordeling van het kunstwerk uit te kunnen voeren, zijn gegevens van de constructie en eerdere beoordelingen nodig. De beschikbaarheid van de benodigde informatie van Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep is samengevat in Tabel 6 en Tabel 7.

Tabel 6 -Overzicht beschikbare informatie Sluiscomplex Grote Kolk

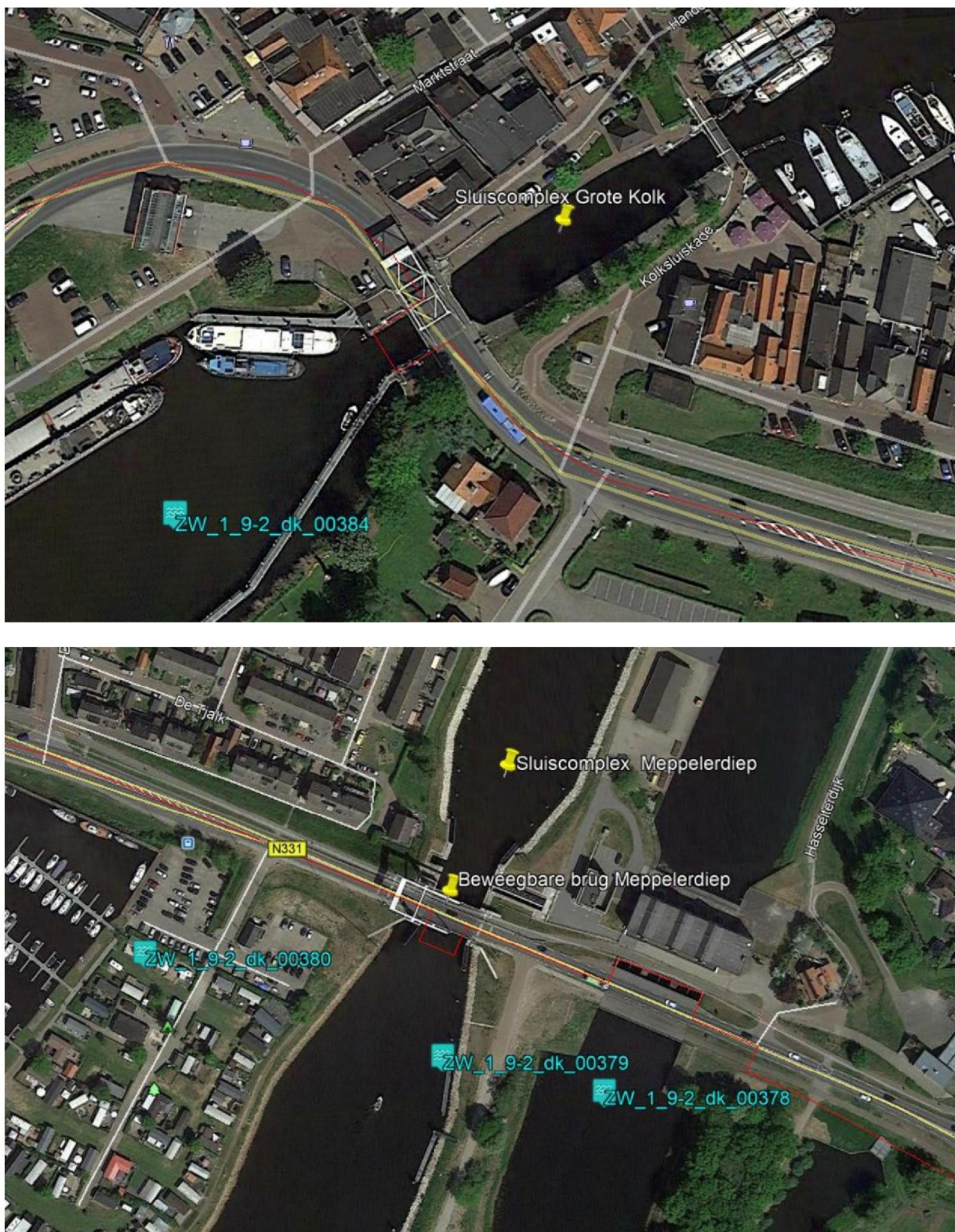
Informatie	Beschikbaar	Opmerkingen
Rapportage 3 ^e toetsronde	Ja	Inclusief gebruikte gegevens
VNK-rapportage	Ja	Inclusief gebruikte gegevens
Tekeningen	Ja	
Gegevens komberging	Ja	Niet gespecificeerd per kunstwerk
Bediening- en besturingsprotocollen	Ja	
Calamiteitenprotocollen	Ja	
Scoretabellen betrouwbaarheid sluiting	Ja	
Inspectierapportages	Ja	
Beheer- en onderhoudsplannen	Ja	
Geotechnische informatie	Nee	

Tabel 7 – Overzicht beschikbare informatie Sluiscomplex Meppelerdiep

Informatie	Beschikbaar	Opmerkingen
Rapportage 3 ^e toetsronde	Nvt	Na 3 ^e toetsronde omgebouwd tot schutsluis
VNK-rapportage	Nvt	Na VNK2-project omgebouwd tot schutsluis
Tekeningen	Ja	Enkel dwarsdoorsnede beschikbaar
Gegevens komberging	Ja	Niet gespecificeerd per kunstwerk
Bediening- en besturingsprotocollen	Ja	
Calamiteitenprotocollen	Ja	
Scoretabellen betrouwbaarheid sluiting	Nee	
Inspectierapportages	Ja	
Beheer- en onderhoudsplannen	Ja	
Geotechnische informatie	Nee	

2.3 Hydraulische belastingen

De hydraulische randvoorwaarden in de datapunten, zoals getoond in Figuur 9, worden direct gebruikt als invoer voor de beoordeling van Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep. Vanwege de kleine afstanden tot de kunstwerken zijn er geen verschillen in hydraulische randvoorwaarden te verwachten ter plaatse van de kunstwerken.



Figuur 9 - HR-datapunten

Tabel 8 - Overzicht hydraulische randvoorwaarden Sluiscomplex Grote Kolk

Parameter	WBI-2017 (Signalerings- waarde)*	WBI-2017 (Ondergrens) (ter informatie)*	3 ^{de} VTV- toetsronde	VNK
Normering	1/3.000	1/1.000	1/1250	1/1250
Toetspeil [NAP +m]	2,46	2,28	1,8	1,73
Golfhoogte H _s [m]	1,17	1,08	0,77	0,77

* Berekend met Riskeer en treden niet per definitie tegelijk op, waarde ter informatie

Tabel 9 - Overzicht hydraulische randvoorwaarden Sluiscomplex Meppelerdiep

Parameter	WBI-2017 (Signalerings- waarde)*	WBI-2017 (Ondergrens) (ter informatie)*	3 ^{de} VTV- toetsronde	VNK
Normering	1/3.000	1/1.000	1/1250	1/1250
Toetspeil [NAP +m]	2,48	2,30	1,8	12,71
Golfhoogte H _s [m]	1,23	1,12	0,77	<0,1

* Berekend met Riskeer en treden niet per definitie tegelijk op, waarde ter informatie

Bij aanvang van de beoordeling worden de hydraulische randvoorwaarden met WDOD afgestemd zodat voor de beoordeling dezelfde hydraulische randvoorwaarden worden gebruikt. Eind 2020 zijn nieuwe randvoorwaarden beschikbaar gekomen. Deze zijn iets lager en geven dus een gunstiger resultaat. Die gebruiken we eventueel in de handelingsperspectieffase om de verschillen in de beoordeling te kunnen analyseren. In de huidige aanpak gaan we dus uit van de oorspronkelijk HR-database (zoals tijdens het startoverleg is afgesproken).

3 BEOORDELING SYSTEMATIEK

De beoordeling van het dijktraject moet aansluiten bij het verhaal van de kering waarbij het WBI een hulpmiddel is. Om een efficiënte beoordeling uit te voeren, werken wij van grof naar fijn volgens onderstaande algemene uitgangspunten voor Perceel 1 van het programma Rijksskeringen, indien nodig toegelicht specifiek voor Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep. In de onderliggende paragrafen is de beoordeling van beide kunstwerken nader uitgewerkt en toegelicht:

- Wij voeren de beoordeling uit met de signaleringswaarde (indien relevant), omdat bij een overschrijding van deze waarde gestart kan worden met de voorbereidingen van de versterking. Na de beoordeling kennen wij voor elke toetsspoor een beoordelingscategorie toe.
- Wij voeren de beoordeling uit met de ondergrenswaarde zodat bij een overschrijding van deze waarde gestart kan worden met de voorbereiding van een toekomstige versterking. Na de beoordeling kennen wij voor elke toetsspoor een beoordelingscategorie toe.
- Wij voeren de beoordeling uit met de beschikbare hydraulische randvoorwaarden uit de HR-datapunten. Bij Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep zijn de HR-datapunten direct voor de waterkering gelegen, zie Figuur 9. Bij aanvang van de beoordeling worden de hydraulische randvoorwaarden, voor de zekerheid nogmaals met WDOD afgestemd zodat voor de beoordeling dezelfde hydraulische randvoorwaarden worden gebruikt
- Bij een recent aangelegd of gerenoveerd object, voeren wij een analyse of het kunstwerk is gebouwd volgens de vigerende leidraden (of gelijkwaardig) én de toetsrandvoorwaarden niet ongunstiger zijn dan de ontwerprandvoorwaarden. Dit geldt voor Sluiscomplex Meppelerdiep met bijbehorende beweegbare brug.
- Bovenstaande aanpak doen wij ook voor een enkel faalmechanisme als daartoe aanleiding voor is, door bijvoorbeeld een recente versterking of aanpassing van een onderdeel van het kunstwerk.
- De beschikbare informatie uit eerdere beoordelingen, VNK of analyses nemen wij over en tenzij wij gegronde redenen of vermoedens hebben dat deze niet correct zijn. Wij vermelden dit dan in de rapportage.
- Wij voeren de beoordeling voor de betreffende kunstwerken of faalmechanismen uit met behulp van Riskeer.
- De volledige beoordeling beschrijven wij in een beknopte en doelmatige rapportage waarin hetgeen herleidbaar en onderbouwd is.
- Voor de lay-out/indeling van de rapportage houden wij de rapportage van WDOD aan en sluiten hierop wij zoveel mogelijk aan.
- De resultaten met bijbehorende berekeningen leveren wij op aan de RWS-ON die deze als onderbouwing van de beoordeling aan WDOD oplevert, zodat zij het overall oordeel voor traject 9-2 kunnen geven en de assemblage kunnen uitvoeren.
- Aanvullende werkzaamheden en vragen vallen buiten dit plan van aanpak.

De beoordeling wordt uitgevoerd volgens het WBI-2017 en de software Riskeer v19.1.1.2. Het betreft de wettelijke documenten van 2017 en de schematiseringshandleidingen van 2019.

3.1 Processtappen uit WBI

3.1.1 Kunstwerken

De beoordelingswijze voor de toetssporen HTKW, BSKW, PKW en STKWp is zowel voor Sluiscomplex Grote Kolk als voor Sluiscomplex Meppelerdiep separaat toegelicht.

Het toetspeil en de golfhoogte zijn behoorlijk hoger en groter dan tijdens de 3^{de} toetsronde waardoor het op voorhand nog niet met zekerheid is in te schatten of de komberging verwaarloosbaar is. Gezien de recente aanleg van Sluiscomplex Meppelerdiep is echter wel de verwachting dat deze voldoet aan de (nieuwe) norm.

3.1.1.1 Sluiscomplex Grote Kolk

Voor het toetsspoor HTKW voeren wij een WBI-2017 beoordeling uit tot en met de gedetailleerde beoordeling waarbij de kerende hoogte van de houten puntdeuren in het bovenhoofd als kruinhoogte wordt beschouwd.

Voor het toetsspoor BSKW maken wij voor de faalkans niet-sluiten gebruik van de scoretabellen welke wij samen met de beheerder gaan invullen. Met de verkregen faalkans voeren wij een gedetailleerde beoordeling met Riskeer uit.

Voor het toetsspoor PKW voeren wij geen beoordeling volgens het WBI-2017 uit omdat er voor de sluis een 5 m dikke kleipakket aanwezig is waardoor er geen intredepunt is voor piping, waardoor de kans verwaarloosbaar klein is (overeenkomstig met VNK2).

Voor het toetsspoor STKWp voeren wij een beoordeling volgens het WBI-2017 uit waarbij de maatgevende sterkte van het keermiddel wordt overgenomen uit de berekening van de voorgaande toetsrondes en de VNK-rapportage.

Bovenstaande aanpak is samengevat in de onderstaande tabel.

Tabel 10 - Toelichting beoordeling Sluiscomplex Grote Kolk per toetsspoor

Toetsspoor	Beoordeling		
	Eenvoudig	Gedetailleerd	Toets op maat
Hoogte kunstwerk	Relevantietoets conform paragraaf 17.1 van [9]	Probabilistische beoordeling met Riskeer	Geen onderdeel van dit PvA
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	Beslisregels conform paragraaf 18.1 van [9]	Probabilistische beoordeling met Riskeer met Pns uit de scoretabellen	Geen onderdeel van dit PvA
Piping kunstwerk	Volgens Relevantietoets en beslisregels conform paragraaf 19.1 van [9] is er geen intredepunt aanwezig.	Geen onderdeel van dit PvA	Geen onderdeel van dit PvA
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	Relevantietoets en beslisregels conform figuur 2-2 uit [10]	Probabilistische toets met Riskeer met sterkte keermiddel conform ontwerpdocsier.	Geen onderdeel van dit PvA

3.1.1.2 Sluiscomplex Meppelerdiep

De schutsluis en de beweegbare brug zijn in 2017 opgeleverd en ontwerpdossier is ons ter beschikking gesteld. Aangezien de kunstwerken recentelijk zijn opgeleverd voeren wij een analyse uit van de kunstwerken waarbij we beoordelen of de ontwerprandvoorwaarden zwaarder zijn dan de eisen uit de vigerende leidraden én de toetsrandvoorwaarden.

Voor het toetsspoor HTKW voeren wij een WBI-2017 beoordeling uit tot en met de gedetailleerde beoordeling waarbij de kerende hoogte van de stalen roldeur in het bovenhoofd als kruinhoogte wordt beschouwd. Als de waterstand in de buurt van de kerende hoogte ligt, nemen we de sluisbreedte als breedte voor overslag, anders wordt de breedte tussen de roldeur en de brug erbij opgeteld.

Bovenstaande aanpak is samengevat in de onderstaande tabel.

Tabel 11 - Toelichting beoordeling Sluiscomplex Meppelerdiep per toetsspoor

Toetsspoor	Beoordeling		
	Eenvoudig	Gedetailleerd	Toets op maat
Hoogte kunstwerk	Relevantietoets conform paragraaf 17.1 van [9]	Probabilistische beoordeling met Riskeer	Geen onderdeel van dit PvA
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	Geen onderdeel van dit PvA	Geen onderdeel van dit PvA	Analyse leidraden en randvoorwaarden
Piping kunstwerk	Geen onderdeel van dit PvA	Geen onderdeel van dit PvA	Analyse leidraden en randvoorwaarden
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	Geen onderdeel van dit PvA	Geen onderdeel van dit PvA	Analyse leidraden en randvoorwaarden

3.2 Werkzaamheden/activiteiten

Voor het uitvoeren van de beoordeling van elke kunstwerk voorzien wij de volgende werkzaamheden. Deze zijn enigszins chronologisch benoemd om een zo efficiënt mogelijk proces te doorlopen.

- Actualiseren voorliggende plan van aanpak, indien nodig.
- Opstellen formats voor rapportage (a.d.h.v. formats van het aangrenzende waterschap) en overige (deel)producten

Na afstemming en goedkeuring van bovenstaande werkzaamheden met bijbehorende resultaten, volgen de volgende werkzaamheden.

- Opstellen uitgangspunten en randvoorwaarden.
- Inhoudelijke analyse beschikbare informatie.
- Opstellen beoordelingen
- Delen van de resultaten
- Opstellen rapportage
- Opleveren rapportage incl. bijlagen in pdf en bewerkbare bestanden.

4 PROJECTMANAGEMENT

4.1 Team

De beoordeling wordt uitgevoerd met een kernteam om de kennis en kwaliteit te waarborgen. Het is afhankelijk van de beschikbaarheid wie de beoordeling daadwerkelijk gaat uitvoeren.

Het kernteam kunstwerken bestaat uit de volgende personen met de bijbehorende rollen:

- 5.1.2e Senior Adviseur Kunstwerken -> Disciplineleider + reviewen & kwaliteitscoördinator
- 5.1.2e Senior Adviseur Kunstwerken -> Adviseur + klankbord + kwaliteitsborging.
- 5.1.2e Senior Ontwerper Kunstwerken -> Beoordelen kunstwerken
- 5.1.2e Medior Specialist Kunstwerken -> Beoordelen kunstwerken
- 5.1.2e Medior Specialist Kunstwerken -> Beoordelen kunstwerken

Het kernteam wordt aangevuld met diverse specialisten op zijn/haar expertise, bijvoorbeeld constructies, bekledingen, hydraulische randvoorwaarden, faalkansanalyse et cetera. Daarnaast wordt het kernteam ondersteund met overige (junior)specialisten, secretariaat, et cetera.

4.2 Ureninschatting

Deelactiviteiten	Uren
Projectmanagement incl. planning, risico's, financiën etc.	2
Ontwerpleiding incl. overleggen intern, oplevering en assem, etc.	18
Overleggen met RWS-ON (technisch inhoudelijk)	10
Werkpakket HTKW, BSKW en PKW	9
Werkpakket STKWp	9
Werkpakket KW: Riskeer en Rapportage	84
Stelpost (zie toelichting hieronder)	20

[Ad. 1] Deze urenraming is opgesteld in de veronderstelling dat de verschillende activiteiten in onderlinge samenhang worden uitgevoerd; deze kunnen daarom niet als individuele activiteiten worden beschouwd.

Functieklasse	Uren	Stelpost
Junior	0	
Medior	89	
Senior	41	20
Topexpert	0	
Projectleider	2	
Totaal	132	20

Toelichting: Daarnaast is een specifieke stelpost voorzien:

Stelpost voor het opstellen van een plan van aanpak voor de handelingsperspectief-fase en het voeren van overleg hiervoor. Specifiek hiervoor heeft Rijkswaterstaat Rijksskeringen een stelpost van 20 uur voorgesteld (in plaats van de 80 uur die eerder was besproken in de driehoek Arcadis, RWS-regio en RWS-PRK). Op basis van de bevindingen en eventuele vragen, kan in overleg met de RWS-ON, het landelijk team en Arcadis hier invulling aan worden gegeven.

4.3 Planning

Opstart werkzaamheden:	Februari 2021
Oplevering eindrapportage	concept 8 weken na start beoordeling (bij goedkeuring PVA in januari 2021)

4.4 Risico's

Vooralsnog zijn er geen specifieke risico's voor de Sluiscomplex Grote Kolk en Sluiscomplex Meppelerdiep voorzien. Daarnaast zie het algemene risicodossier.

4.5 Samenwerking

In overleg met Rijkswaterstaat (landelijk team en regioteam) zijn enkele traject-specifieke afspraken gemaakt Dit in aanvulling op de algemene werkafspraken die reeds zijn gemaakt voor het gehele perceel in het zogenaamde Perceelplan.

- Inhoudelijke werkzaamheden worden uitgevoerd door Arcadis. RWS-ON wordt actief betrokken bij het vaststellen van uitgangspunten en de invulling van relevante gebied-specifieke details.
- Technische inhoudelijk overleg: bij aanvang/tijdens voorbereiding van de beoordeling
- Voortgangsoverleg met RWS-ON en landelijk team conform perceelplan
- Presentatie en/of perceel-overstijgend overleg: conform perceelplan
- Samenwerkdagen zijn niet voorzien vanwege beperkingen door COVID19.

Alle overleggen vinden online of telefonisch plaats.

BIJLAGE 1 – VERSLAG STARTOVERLEG & VELDBEZOEK

VERSLAG

OVERLEGNAAM
Startoverleg Meppelerdiepsluis & Grote Kolksluis

DATUM VERGADERING
14 juli 2020

LOCATIE
MS Teams
-

DEELNEMERS
5.1.2e (beiden RWS ON), 5.1.2e
5.1.2e (RWS), 5.1.2e (WDODelta)
5.1.2e (beiden Arcadis)

NUMMER NOTULEN
01

DATUM NOTULEN VERZONDEN
17 juli 2020

STARTTIJD VERGADERING
09:00

EINDTIJD VERGADERING
10:00

NAAM
5.1.2e @arcadis.com

PROJECTNUMMER
C06041.000010

ONZE REFERENTIE
D10013130:6

Onderwerpen verslag

- Kennismaking
- Project-toelichting-fases en planning
- Verwachtingen en wensen
- Data, sterkte, belasting
- Veldbezoek

Kennismaking

Kort voorstelrondje

5.1.2e	5.1.2e
5.1.2e	5.1.2e
5.1.2e	5.1.2e
5.1.2e	5.1.2e

Project-toelichting-fases en planning

Toelichting op het project, beoordeling én handelingsperspectief (dus breder dan alleen beoordeling).

Grote kolksluis, gecombineerd systeem met twee deuren, binnen- en buitenhoofd conform RWS-legger horen beide tot de waterkering. Sluiten bij NAP+0,50m. Balgstuw gaat meestal past later dicht in tijd. Balgstuw sluit bij NAP+0,5m en instromend water. Ter plaatse van de Grote Kolksluis (en Meppelerdiepsluis) is de waterstand dan circa NAP +0,7 a +0,8m, onder andere door de golfbeweging van het water.

Legger van waterschap geeft alleen bovenhoofd aan, RWS legger geeft een breder bereik aan zones die moet worden gehanteerd en is maatgevend.

In de winter is de sluis dicht (en bruggen **worden binnenkort verankerd**), in zomerseizoen voor toeristen geopend.

Meppelerdiepsluis ook voorzien van binnenhoofd voor waterkerend vermogen. Geheel als één systeem beschouwen. Het naast gelegen gemaal is in 2018 overgedragen aan het waterschap. wDOD beoordeelt het gemaal zelf.

Sluiten van de sluis tussen NAP -0,5m en +0,5m. Bij hoogwater afvoer gemaal 124m³/s. 26 dagen per jaar dicht waarvan 5 dagen t.g.v. hoogwater en 21 water t.g.v. laagwater. Als schutsluis helemaal gesloten/gestremd bij NAP+0,95m i.v.m. hoogte beneden deuren.

5.1.2e Traject bevat 7 kunstwerken, incl. de 2 kunstwerken van RWS. (5.1.2e zal, ter info, de rapportage aanleveren van overige beoordeelde delen van de waterkering én als format/voorbeeld om de RWS-beoordeling daarmee zoveel mogelijk gelijk te trekken (zie hierna bij verwachtingen/wensen).

5.1.2e hecht of de waarde N=7 moet worden aangehouden en of het afgesloten kunstwerk, Staphorstsluis, wel of niet meetelt in de N=7 t.b.v. verdeling faalkansruimte.

Verwachtingen en wensen

- 5.1.2e
- 1.) Wens om handelingsperspectief op te stellen met focus op korte, midden en lange termijn. Laten aansluiten bij de beheer- en onderhoudsorganisatie, zodat handelingen ook uit te voeren zijn. Belangrijk dat ook duiding van noodzaak/prioritering helder is, z.d.d. het budgettair en qua capaciteit ook kan worden uitgevoerd.
 - 2.) De gebruikte gegevens ontsluiten via goede referenties. Bij oplevering ook de gebruikte referenties in een 'wettransfer' als bijlage bij rapportage opleveren.

Er loopt een analyse om de beide bruggen over Grote Kolksluis vast te zetten.

5.1.2e Grote kolksluis al circa 100 jaar oud en is een monument. Wel nieuwsgierig na restlevensduur (kunstwerk is nu ook als monument bestempeld). In het verleden is dit kunstwerk ook meemaal gereviseerd. RWS wil deze ook overdragen, omdat deze nautisch geen betekenis meer heeft, nog wel voor waterkwaliteit.

5.1.2e Vooraf delen van gegevens, wDOD heeft ook grondonderzoek laten uitvoeren en geotechnische lengte profielen opgesteld. 5.1.2e zal deze delen, 5.1.2e geeft 5.1.2e hiervoor toegang tot de sharepoint Verzoek om layout/indeling van de rapportage van het waterschap aan te houden. In de rapportage zelf staat een samenvatting en in de bijlage de volledige rapportage/beoordeling. Samenvatting moet aansluiten bij die van wDOD, indeling van de bijlage is bespreekbaar. Wederzijds elkaar informeren, bij waarschuwing, maar óók als het mis dreigt te gaan bij het operationeel beheer van de kunstwerken. Aanbod van 5.1.2e is om een reviewrol van de beoordeling te vervullen. Tevens de wens om elkaar op de hoogte houden van voortgang. HR RVW: 5.1.2e is bezig met verwerken voortschrijdend inzicht. Verwachting is dat deze in november/december komen. Verwachting is dat de belasting t.g.v. waterstanden en golven omlaag gaan. → bij start analyse/beoordeling door wDOD zijn de HR vastgesteld, beoordeling van dat deel ligt ook al bij ILT. Uitgangspunt in om voor de kunstwerken dezelfde RVW als basis te nemen. Nieuwe HR gebruiken in een gevoeligheidsanalyse om verschillen te duiden en evt. het handelingsperspectief te kunnen aanpassen aan verlaagde belasting.

5.1.2e Voor programma Rijkskering is de einddatum van groot belang.

Data, sterkte, belasting

Bespreken we donderdag tijdens veldbezoek of separaat.

Veldbezoek

Reddingsvest
Verzamelen achter het bediengebouw van de Meppelerdiepsluis tussen stroomkanaal van het gemaal en Meppelerdiep

Rondvraag

geen

16/7/20 Grote Kolksluis en Meppelerdiepsluis (12:00-15:00):

Aanwezig

RWS: 5.1.2e

wDOD: 5.1.2e

Arcadis: 5.1.2e

Grote Kolksluis

- Voorzien van dubbele stroomvoorziening
- Schotbalken als noodvoorziening, liggen bij Meppelerdiepsluis (zie foto)
- Grote Kolksluis niet meer nodig voor waterafvoer, kan geheel via de Meppelerdiepsluis
- In verleden verzakking bij vleugelmuren geconstateerd, nu geen verandering meer dus lijkt stabiel, mogelijk t.g.v. heien afmeerpalen/steiger
- Brug wordt nauwelijks tot niet bediend en zal worden vastgezet
- In winterperiode alle deuren dicht.
- In zomerperiode ook hoogwater eens in de 10 á 15 jaar.
- 36hr van tevoren een seintje als hoogwater wordt verwacht (Door WMCN Lelystad aan WDOD)
- Zomer elke maand testen, zowel vloed als ebdeuren, door onderhoudsaannemer → BAM → Spie
- Bediening vanaf Meppelerdiepsluis
- Stormseizoen wordt ruimer aangehouden van 1 okt tot 1 mei, ruimer omdat IJsselmeer door scheefstand in april nog hoge waterstanden kan veroorzaken.
- 1x á 2x per jaar duiker erbij om mossel/schelpen aangroei te verwijderen
- In 2004/2005 schotbalken gebruikt obv afkeuren door Bouwdienst. Toen op aangeven van de minister een renovatie uitgevoerd van 1,5M€
- Gebouwd omstreeks 1870
- Sluiten bij NAP+0,50 in praktijk 0,45 tot 0,47 om iets meer marge te hebben.
- 5.1.2e grens waterschap RWS, vermoedelijk tot betonwerk v.d. kolk en RWS meenemen van kwelschermen. Maatgevend dwarsprofiel aangrenzend wDOD vak ligt verderop.
- Bij hoog- en bij laagwater worden alle deuren gesloten ('vierkant gesloten') en vindt geen schutting plaats.
- Bij sluiting van deuren geen scheepvaart, wel beroepsvaart in de voorhaven (zie ook foto's) die waar draaien/manoeuvreren. Hier komt eerst de deur en dan de brug i.t.t. de Meppelerdiepsluis waar het andersom is.

Meppelerdiepsluis

- Deur voorzien van waterjets die vuil voor de deur wegblazen
- Volle gewicht van de deur staat op de rails (dus geen drijfvermogen)
- Wekelijkse sluittest op woensdag (maar voor ons ook nog even gesloten, zie filmpjes)
- Geen extra hoogwater afsluitmiddel
- Deur kan ook met een kraan en lier worden gesloten
- Deur zelf kan worden drooggezet door hem iets verder naar binnen te rijden en af te sluiten met een schot (zie foto, van het schot in de opslag verderop op het terrein)
- Sluiting gaat met twee motoren, maar kan ook op één motor
- Noodstroom van gemaal, maar eigen noodstroomvoorziening is al aanwezig maar moet nog worden aangesloten
- De bouw is in meerdere etappes gegaan, waardoor scheepvaart maar één week stremming heeft gehad en wegverkeer maar één weekend. Eerst laagwater deur, toen oude deur gesloopt, daar hoogwaterdeur gebouwd. Brug was 50m richting Zwarte water als tijdelijke constructie neergezet en later verplaatst
- Er heeft nog discussie plaatsgevonden over extra scheepvaart verkeers seinen (SVS) te plaatsen die aangeeft dat na de brug nog een deur aanwezig is. Dit is een maatregel uit de rapportage aanvaarrisico om de kans op aanvaren te reduceren. De SVS is voor het geval dat een schipper denkt dat onderdoorvaartlicht kapot is/niet werkt en op eigen initiatief onder de brug doorvaart (mag dan dus eigenlijk niet). (Theoretische) Kans komt met name voor bij laagwater als een schipper zonder dat de brug open moet, op eigen initiatief onder de brug doorvaart. Extra SVS plaatsten is lastig omdat er na de brug eigenlijk geen ruimte is en het dan ook al te laat zal zijn als die wordt waargenomen.

BIJLAGE 2 – URENONDERBOUWING

 Design & Consultancy for natural and built assets		Project SO3 Perceel 1 Vollenhove 2			
		Project nummer			
		Datum		26-jan-2021	
		Opsteller		5.1.2e	
				5.1.2e	
Aan wie denk je?		Junior	Medior		
Meppelerdiepsluis					
Aanleveren HR					
Hoogte				2	
Piping					
BS					
- scoretabellen					
- vragenlijst niet-sluiten					
- RAM-analyse opstellen					
- RAM-analyse actualiseren					
Sterkte en Stabiliteit					
- Analyse maatgevende snedes					
- stco per keermiddel/set inclusief rapportage					
- stabiliteit, incl. rapportage per sneden					
Riskeer + Rapportage HTKW				2	
Quicksan			28	8	
Projectleiding, QHSE					
Reiskosten, reprojkosten etc.					
Review + verwerken opmerkingen			2	4	
Totalen		0.0	30.0	0.0	16.0 0.0
Grote Kolksluis					
Aanleveren HR				2	
Hoogte					
Piping					
BS					
- scoretabellen					
- vragenlijst niet-sluiten				3	
- RAM-analyse opstellen					
- RAM-analyse actualiseren					
Sterkte en Stabiliteit					
- Analyse maatgevende snedes					
- stco per keermiddel/set inclusief rapportage			8	1	
- stabiliteit, incl. rapportage per sneden					
Riskeer			8	2	
Rapportage			24	4	
Projectleiding, QHSE				4	
Reiskosten, reprojkosten etc.					
Review + verwerken opmerkingen			2	2	
Totalen		0.0	42.0	0.0	18.0 0.0
PM, Overleggen etc. Doorlooptijd 4 weken					
Projectleiding: 5.1.2e					
Dijken en Dammen (0mnd/0wkn)					
Ad-hoc overleggen (1 uur per week)					
Technisch inhoudelijk overleg (2 wekelijks, 1 uur+ 0,5 uur verslag/voorbereiding)					
VGO: Regio (2 wekelijks) + Landelijk (maandelijks) - 1,5 uur					
Samenwerkdagen: RWS Regio (maandelijks 1 dagdeel = 4 uur)					
Perceel overstijgende overleggen / presentaties (kwartaal)					
Opstellen PVA Handelingsperspectief					
Opstellen en vullen opleverdossier					
Opstellen en vullen assemblage					
4 Kunstwerken - 4 wkn					
wkn	Ad-hoc overleggen (1 uur per week)	4		4	
	Technisch inhoudelijk overleg (1 uur p.p., 2 wekelijks +	2	3	3	2
	VGO: Regio (2 wekelijks) + Landelijk (maandelijks) - 1,	0			
	Samenwerkdagen: RWS Regio (maandelijks 1 dagdeel	0			
	Perceel overstijgende overleggen / presentaties (6 uur /	0			
	Opstellen PVA Handelingsperspectief 24uur/traject	0			
	Opstellen en vullen opleverdossier 4uur/kwn	2	8	1	
	Opstellen en vullen assemblage 2uur/kwn	2	4	1	
Projectleiding, QHSE					
Reiskosten, reprojkosten etc.					
Review + verwerken opmerkingen					
Totalen		0.0	15.0	0.0	9.0 2.0
Totalen per fase					
Meppelerdiepsluis		0	30	0	16 0 46 35%
Grote Kolksluis		0	42	0	18 0 60 45%
PM, Overleggen etc. Doorlooptijd 4 weken		0	15	0	9 2 26 20%
Totalen		0	87	0	43 2 132 100%
Stelpost Handelingsperspectief				80	

COLOFON

PVA - BEOORDELING RWS KUNSTWERKEN NORMTRAJECT 9-2
SLUISCOMPLEX GROTE KOLK EN SLUISCOMPLEX MEPPERLIERDIEP

KLANT

Rijkswaterstaat (incl. regio's NN, MNN, ON)

AUTEUR

5.1.2e

PROJECTNUMMER

C06041.000010

ONZE REFERENTIE

D10014404:59

DATUM

5 februari 2021

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

5.1.2e

Projectmanager Water

VRIJGEGEVEN DOOR

5.1.2e

Projectmanager Water

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 137
8000 AC Zwolle
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

BIJLAGE B SCORETABELLEN BETROUWBAARHEID SLUITING

Scoretabellen Betrouwbaarheid Sluiting Sluiscomplex Grote Kolk

Toelichting:
Kolom F moet worden beantwoord, Kolom H en I moeten worden ingevuld. Gebruik voor het beantwoorden van de vragen het document: "20071101 Werkwijze bepalen kans op

Veriebeheer
Versie: 01 November 2017
0.0.v. doc
Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag met scoretabellen

		Antwoord	Score	Som	Faalkans per sluitvraag	Toelichting indien er verbetering t.o.v. huidige situatie mogelijk is.	Toelichting op antwoord
		Invooerveld antwoord op de vraag	Score behorend bij antwoord		Fvt. opmerkingen / toelichting antwoord.		Toelichting waar het aan moet voldoen om een positief effect te hebben op de faalkans
slap	vraag						
Alarmering - pag. 3							
a	Wordt het contact met Rijswaterstaat tenminste jaarlijks geïnspecteerd?	Ja = 4 Nee = 0	ja	4	4	Het Waterschap heeft per 2015 de zeggenschap over het peilbeheer overgenomen. De peil-voorziening komt vanuit Lelystad. Op bevel van het Waterschap wordt sluis gesloten. De Grote Kalksluis staat in de winter altijd dicht.	Het contact met RWS laten voldoen volgens paragraaf 3.4 deel a van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. geldt het volgende: - Contact moet geborgd zijn en jaarlijks gecontroleerd. - Medewerkers moeten toegang hebben tot meetresultaten (LMW) en op malinglijst staan van WMO en een jaarlijkse controle hierop.
b	Is er een tweede methode voor hoogwateralarmering?	Ja = 2 Nee = 0	nee	0	0	De sluiting van de sluis is opgenomen in het draaiboek van het Waterschap.	De tweede methode moet voldoen aan paragraaf 3.4 deel b van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. geldt het volgende: - Beheerder is verantwoordelijk en dient het vastgelegd te hebben welke bronnen worden geraadpleegd, wanneer dit gebeurt en wie daar verantwoordelijk is.
c	Is er een mogelijkheid dat de beveiliging tijdig waarschuwt?	Ja = 1 Nee = 0	ja	1	1		n.v.t.
E1 Kunstwerk niet sluiten door falen Alarmering		Optelling a+b+c			5	Hoogwateralarmering:	
					1.00E-05		
Mobilisatie - pag. 9							
a1	Is er een schriftelijke vastlegging op te date, mobilisatieprocedure indertijd, regeling en, terugmeldingssysteem?	Ja Nee	ja			Let op: enkel in aanmerksamen. Mobilisatie hoogwater komt 36 uur vooraf binnen. Het Waterschap/de gemeenteraad bepaald of sluiten noodzakelijk is. Rijswaterstaat wordt uit.	De schriftelijke vastlegging moet voldoen aan par. 5.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Overzicht van functionarissen die bij sluitingsoperatie betrokken zijn. - De benodigde communicatie met betrokken personen. - De wijze van transport van personeel en materiaal en materiaal. - Concreet beheersmaatregelen bij uitvoer van bovengenoemde zaken. - Terugmeldingssysteem.
a2	Wordt de mobilisatie jaarlijks geëvalueerd?	Ja Nee	ja			De deuren van de Grote Kalksluis worden in de zomermaanden 1x per maand bewogen (onderhoudscontract). Daarnaast is de Grote Kalksluis gesloten de wintermaanden permanent gesloten.	De jaarlijkse oefening moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel a2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Betrokken personeel (ook derden) moeten deelnemen.
a3	Worden de ervaringen van de oefening en mobilisatie teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieprocedure?	Ja Nee	ja			Er vindt geen officiële evaluatie plaats maar wel terugmelding via Ultimate (onderhoudsaannemer). Eventuele problemen/gebieden worden komen hier uit naar voren.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	Ja = 4 Nee = 0	ja	4	4		n.v.t.
b	Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 1. In dit geval is herstel ook niet mogelijk.	Ja = 1 Nee = 0	nee	0	1	Onbekend en ook niet aanneemelijk.	De mogelijkheid tot herstel moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel b van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Opgenomen in het draaiboek en mobilisatieprocedure. - Nageslacht over risico's en back-up van maatregelen. - Voldoende tijd beschikbaar.
c	Indien coupeure zonder permanent keermiddel zijn de kerende elementen op dezelfde plaats opgeslagen als de reserve elementen?	Ja = -1 nee/nvt = 0	nee/nvt	0	0		n.v.t.
E2 Kunstwerk niet sluiten door falen Mobilisatie		a4+b+c			5	Mobilisatie:	
					1.00E-05		
Bediening - pag. 13							
a1	Is een sluitprocedure aanwezig?	Ja Nee	ja			Ja	De sluitprocedure moet voldoen aan par. 5.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Sluiterfunctie/peil - Alle benodigde handelingen en controles. - Alle benodigde middelen. - Bijhouden logboek.
a2	Wordt de sluitingsprocedure minstens eenmaal per jaar uitvoerd of geëvalueerd?	Ja Nee	ja			Ja, start winterseizoen.	De jaarlijkse oefening moet voldoen aan paragraaf 5.3 deel a2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Betrokken personeel (ook derden) moeten deelnemen en alle handelingen moeten doorlopen worden.
a3	Worden de ervaringen van de oefening en bediening teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de sluitprocedure?	Ja Nee	ja			Er vindt geen officiële evaluatie plaats maar wel terugmelding via Ultimate (onderhoudsaannemer). Eventuele problemen/gebieden worden komen hier uit naar voren.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 5.3 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	Ja = 3 Nee = 0	ja	3	3		n.v.t.
b	Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 10-1 per vraag.	Ja = 2 Nee = 0	ja	2	2	De binnendeuren van de Grote Kalksluis zijn beperkt waterkerend. Er zijn schotbalken aanwezig. Plaatzen van de schotbalken komt een halve dag maar omdat de korting 24 x 36 uur vooraf sluit is er voldoende hersteltijd.	Herstel mag alleen worden meegenomen als het is opgenomen in de sluitprocedure.
E3 Kunstwerk niet sluiten door falen Bediening		a4+b			5	Bediening:	
					1.00E-05		
Technisch - pag. 15							
a1	Is er een onderhoudsplan voor het keermiddel en wordt dat gevolgd?	Ja = 0.5 nee = 0	ja	0.5	0.5	Ja, onderhoudscontract.	De onderhoudsplan moet voldoen aan par. 7.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Naleving van de voorschriften van fabrikant, leverancier. - Vastlegging bevindingen BBO in logboek. - Vijfjaarlijkse controle op accuraatheid.
a2	Wordt het primaire en indien van toepassing het secundaire keermiddel minstens eenmaal per jaar gecontroleerd en de sluiting minstens eenmaal per jaar getest, inclusief alle daarbij behorende aandrijfmechanisme?	Ja = 1.5 nee = 0	ja	1.5	1.5	Ja, maandelijks in het zomerseizoen.	De onderhoudsplan moet voldoen aan par. 7.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Sluitemiddelen en sponningen dienen 2x per jaar gecontroleerd te worden.
a3	Worden de ervaringen van de controles, tests en daartoe behorende sluitingen teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieprocedure en bedieningsprotocol of zodoor aan het sluitmiddel zelf?	Ja = 0.5 nee = 0	ja	0.5	0.5	Er vindt geen officiële evaluatie plaats maar wel terugmelding via Ultimate (onderhoudsaannemer). Eventuele problemen/gebieden worden komen hier uit naar voren.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 6.3.1 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
c	Is het sluitmiddel op handkracht te sluiten?	Ja = 0.5 nee = 0	nee	0	0	Nee, vroeger wel. Tegenwoordig elektrisch.	n.v.t.
d1	Is er een tweede aandrijfsysteem?	Ja = 1 nee = 0	nee	1	1	Nee	Het tweede aandrijfsysteem moet voldoen aan paragraaf 6.3.2 deel b1 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Grote mate onafhankelijk functioneren t.o.v. het eerste aandrijfsysteem.
d Aandrijving faalt (tussen score)		e+b1			1		
e	Is er een risico van merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?	Ja = 1 nee = 1.5	ja	1	1	Ja	
f	Is er een risico van niet merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?	Ja = 1.25 nee = 1.5	ja	1.25	1.25	Ja	
g	Is er een risico van betekenis op belastingen waardoor de sluiting daalt?	Ja = 0.5 nee = 1	ja	0.5	0.5	De deuren lopen regelmatig vast door vuil/olie. De deuren sluiten dan niet helemaal.	n.v.t.
h2	Is er in het sluitprotocol aandachtig op dit risico van belastingen?	Ja/nvt = 0.5 nee = 0	ja	0.5	0.5	Peilbedrijf builen, is ervaring mee.	In het sluitprotocol moet rekening worden gehouden met de gedetecteerde risico's en de daaruit voortvloeiende maatregelen. Het moet voldoen aan paragraaf 6.3.3 deel b2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - opnemen in draaiboek (incl. mobilisatie en oefening).
h Falen tijdens sluiten: Belastingen (tussenscore)		g+h2			1		
i Keermiddel 1 faalt (tussenscore)		min(g,h)			1		
j Sluiting keermiddel 1 faalt (tussenscore)		min(d,g)			1		
b3	Is er een tweede onafhankelijk keermiddel dat operationeel is indien het eerste keermiddel niet gesloten kan worden? Indien ja, beantwoord de vragen k en l voor het tweede keermiddel.	Ja = 0.75 nee = 0	nee	0	0	Formeel niet. In de praktijk kunnen de binnendeuren ook beperkt waterkeren.	
k	Is er een risico van falen van het keermiddel van betekenis?	Ja/nvt = 0 nee = 0.25	nee	0	0		
l	Is dit tweede afsluitmiddel op handkracht te sluiten?	Ja = 0.25 nee/nvt = 0	nee	0	0		
m Keermiddel 2 faalt (tussenscore)		min(k,l)+h3+b3			0		
E4 Kunstwerk niet sluiten door technisch falen en falen herstelacties		a1+a2+a3+j+m			3.5	Technisch:	
					3.16E-04		

0.000346228	Faalkans keermiddel*	0.000346228
-------------	----------------------	-------------

#01V/01

*Let op:
2888.272109
* Uitgang van serievolgnummering en onafhankelijkheid van de gebeurtenissen ALARM, MOE, BEDIEN en

BIJLAGE C BEREKENING

Berekening sterkte puntdeur buitenhoofd Sluiscomplex Grote Kolk

Legenda:

Grijs = invoer

Oranje = Unity Check

Sterkteberekening puntdeuren Grote Kolksluis, Zwartsluis

Normen en richtlijnen

- NEN-EN 1995-1-1 - Ontwerp en berekening van houtconstructies, november 2011, inclusief correctieblad C1:2006, wijzigingsblad A1:2009 en NB 2011;
- NEN-EN 338 - Sterkteklassen, november 2009;
- Leidraad Kunstwerken, mei 2003;

Uitgangspunten

Voor de berekening zijn de volgende tekeningen gebruikt:

- Toetsing Grote Kolksluis, Zwartsluis, projectnummer 07i119 versie 2.0 d.d. 12-06-2008

Voor de berekening is een binnenpeil aangehouden van N.A.P. -0.25 m, waarna de buitenwaterstand (toetspeil) iteratief is bepaald zodat de maximale Unity Check $\leq 1,00$

Materialen

Hout: Volgens bestek: Azobe

Sterkteklasse := "D60"

(sterkteklasse volgens NEN-EN 338)

Belastingsduurklasse := "Kort"

(belastingsduurklasse volgens Tabel 2.1)

klimaatklasse := "III"

(klimaatklasse volgens art. 2.3.1.3)

$\gamma_m := 1.0$

(materiaalfactor volgens Tabel 2.3)

☒ $k_{mod} = 0.7$

(modificatiefactor volgens Tabel 3.1)

$k_{cr} := 1.00$

(factor voor schuifsterkte volgens art. 6.1.7)

Representatieve waarden van de materiaaleigenschappen:

buigsterkte = $f_{m,k} = 60.0 \cdot \text{MPa}$

druksterkte (evenwijdig) = $f_{c,0,k} = 32.0 \cdot \text{MPa}$

druksterkte (loodrecht) = $f_{c,90,k} = 10.5 \cdot \text{MPa}$

schuifsterkte = $f_{v,k} = 4.5 \cdot \text{MPa}$

afschuifmodulus = $G_{\text{mean}} = 1060 \cdot \text{MPa}$

elasticiteitsmodulus
evenwijdig aan de
vezelrichting UGT = $E_{0,05} = 14300 \cdot \text{MPa}$

elasticiteitsmodulus
evenwijdig aan de
vezelrichting BGT = $E_{0,\text{mean}} = 17000 \cdot \text{MPa}$

volumieke massa = $\rho_k = 700 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Water

volumiek gewicht = $\rho := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Belastingfactor

belastingfactor waterdruk conform
Leidraad Kunstwerken = $\gamma_{f,\text{water}} := 1.00$

Hydrostatische druk

Toetspeil = $h_{tp} := 3.502\text{m}$

Binnenwaterstand = $h_{bw} := -0.25\text{m}$

Bodempeil = $h_{bp} := -3.35\text{m}$

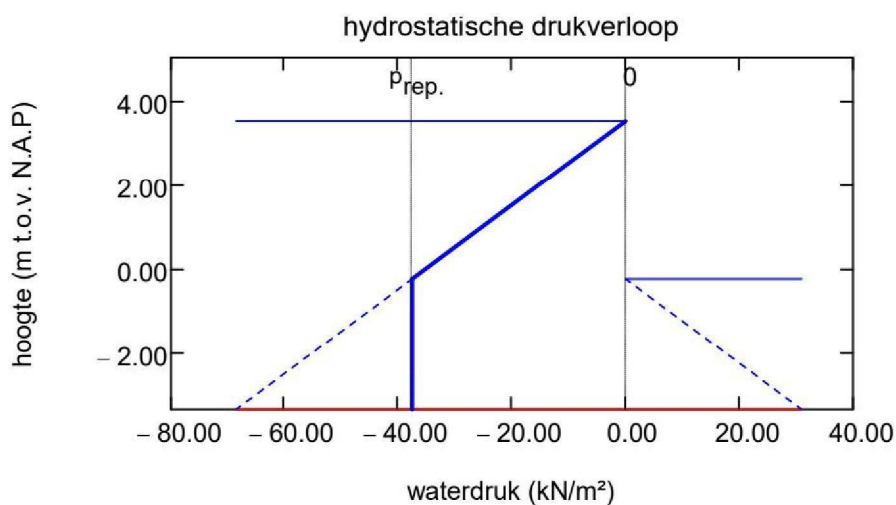
Maximaal peilverschil = $\delta_h := h_{tp} - h_{bw} = 3.75 \cdot \text{m}$

Maximaal hydrostatisch drukverschil = $p_{rep} := \delta_h \cdot \rho = 37.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

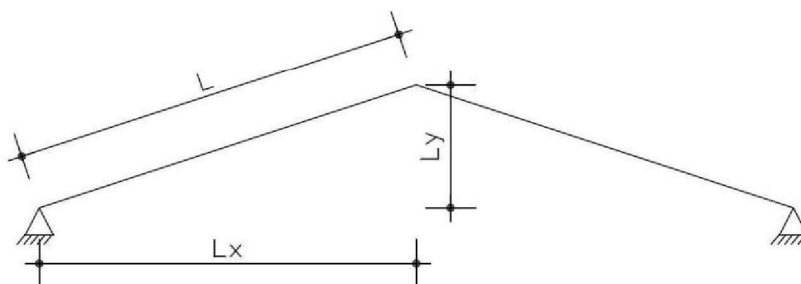
$$p_d := p_{rep} \cdot \gamma_{f,\text{water}} = 37.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Maximale belasting = $q_{rep} := p_{rep} \cdot m = 37.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$q_d := p_d \cdot m = 37.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Geometrische gegevens deur



$$L_x := 4605 \text{ mm}$$

$$L_y := 1585 \text{ mm}$$

$$L := \sqrt{L_x^2 + L_y^2} = 4870 \cdot \text{mm}$$

$$\text{excentriciteit aanslag/as deur} = e_a := 25 \text{ mm}$$

Har:

$$\text{dikte har} = h_h := 300 \text{ mm}$$

$$\text{breedte voorhar} = b_{vh} := 300 \text{ mm}$$

$$\text{breedte achterhar} = b_{ah} := 300 \text{ mm}$$

Regels:

$$\text{hoh afstand regel} = hoh := 1000 \text{ mm}$$

$$\text{lengte regel} = l_r := L - b_{vh} - b_{ah} = 4270 \cdot \text{mm}$$

$$\text{breedte regel} = b_r := 300 \text{ mm}$$

(dagmaat)

$$\text{hoogte regel} = h_r := 250 \text{ mm}$$

Beplanking:

$$\text{hoek beplanking} = \alpha := 33^\circ$$

(met horizontaal)

$$\text{lengte bepl.} = l_b := \left(\frac{hoh}{\sin(\alpha)} \right) = 1836 \cdot \text{mm}$$

$$\text{dikte beplanking} = h_b := 50 \text{ mm}$$

$$\text{breedte beplanking} = b := 1000 \text{ mm}$$

Berekening

Inwendige krachten beplanking:

$$M_{d,b} := \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l_b^2 = 15.8 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{d,b} := \frac{5}{8} \cdot q_d \cdot l_b = 43.1 \cdot \text{kN}$$

Inwendige krachten regel:

$$N_{d,r} := \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot L \cdot \frac{L_x}{L_y} \cdot \left(\frac{h_{oh}}{m} \right) = 265.4 \cdot \text{kN}$$

$$V_{d,r} := \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot l_r \cdot \left(\frac{h_{oh}}{m} \right) = 80.1 \cdot \text{kN}$$

$$M_{d,r} := \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 \cdot \left(\frac{h_{oh}}{m} \right) - (N_{d,r} \cdot e_a) = 104.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Toetsing beplanking:

$$W_b := \frac{1}{6} \cdot b \cdot h_b^2 = 416667 \cdot \text{mm}^3$$

$$k_h := \begin{cases} \min \left[1.3, \left(\frac{150 \text{ mm}}{h_b} \right)^{0.2} \right] & \text{if } h_b < 150 \text{ mm} \wedge \rho_k > 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ 1.0 & \text{otherwise} \end{cases} = 1.0 \quad (\text{art. 3.2})$$

Buiging (art. 6.1.6)

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{d,b}}{W_b} = 37.95 \cdot \text{MPa} \quad f_{m,d} := \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h = 42.00 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 0.90$$

Toetsing buiging

"Voldoet" if $UC \leq 1.0$ = "Voldoet"
"Voldoet niet" otherwise

(6.11)

Dwarskracht (art. 6.1.7)

$$b_{ef} := b \cdot k_{cr}$$

$$\tau_d := \frac{3 \cdot V_{d,b}}{2 \cdot b_{ef} \cdot h_b} = 1.29 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{v,d} := \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} = 3.15 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.41$$

Toetsing dwarskracht

"Voldoet"	if	$UC \leq 1.0$	=	"Voldoet"
"Voldoet niet"	otherwise			

(6.13)

Toetsing regels:

$$W_r := \frac{1}{6} \cdot b_r \cdot h_r^2 = 3125000 \cdot \text{mm}^3$$

$$k_h := \begin{cases} \min \left[1.3, \left(\frac{150 \text{ mm}}{h_r} \right)^{0.2} \right] & \text{if } h_r < 150 \text{ mm} \wedge \rho_k > 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ 1.0 & \text{otherwise} \end{cases} = 1.0 \quad (\text{art. 3.2})$$

Buiging (art. 6.1.6)

$$\sigma_{m,d} := \frac{M_{d,r}}{W_r} = 33.47 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{m,d} := \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_h = 42.00 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 0.80$$

Toetsing buiging

"Voldoet" if $UC \leq 1.0$ = "Voldoet"
"Voldoet niet" otherwise

(6.11)

Druk (art. 6.1.3)

$$\sigma_{c,0,d} := \frac{N_{d,r}}{b_r \cdot h_r} = 3.54 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{c,0,d} := \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} \cdot k_{\text{mod}} = 22.40 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = 0.16$$

Toetsing druk

"Voldoet" if $UC \leq 1.0$ = "Voldoet"
"Voldoet niet" otherwise

(6.2)

Combinatie druk en buiging (art. 6.2.4)

$$UC := \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = 0.82$$

Toetsing druk en buiging

"Voldoet" if $UC \leq 1.0$ = "Voldoet"
"Voldoet niet" otherwise

(6.19)

Dwarskracht (art. 6.1.7)

$$\tau_{d,r} := \frac{3 \cdot V_{d,r}}{2 \cdot b_{r,ef} \cdot h_r} = 1.60 \cdot \text{MPa}$$

$$b_{r,ef} := b_r \cdot k_{cr}$$

$$f_{v,d} := \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} = 3.15 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0.51$$

Toetsing dwarskracht

"Voldoet" if $UC \leq 1.0$ = "Voldoet"
"Voldoet niet" otherwise

(6.13)

Stabiliteit (art. 6.3):

Doorsnede eigenschappen

$$I_{ef} := 0.9 \cdot \left(I_r + \frac{b_{vh}}{2} + \frac{b_{ah}}{2} \right) = 4113 \cdot \text{mm}^4 \quad (\text{volgens tabel 6.1})$$

$$A := h_r \cdot b_r = 75000 \cdot \text{mm}^2$$

$$I_y := \frac{1}{12} \cdot b_r \cdot h_r^3 = 390625000 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_z := \frac{1}{12} \cdot h_r \cdot b_r^3 = 562500000 \cdot \text{mm}^4$$

$$W_y := \frac{1}{6} \cdot b_r \cdot h_r^2 = 3125000 \cdot \text{mm}^3$$

$$W_z := \frac{1}{6} \cdot h_r \cdot b_r^2 = 3750000 \cdot \text{mm}^3$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 72.2 \cdot \text{mm}$$

$$i_z := \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 86.6 \cdot \text{mm}$$

$$I_{tor} := \begin{cases} \frac{b_r^3 \cdot h_r}{3} \cdot \left[1 - 0.63 \cdot \frac{b_r}{h_r} + 0.052 \cdot \left(\frac{b_r}{h_r} \right)^5 \right] & \text{if } b_r < h_r \\ \frac{h_r^3 \cdot b_r}{3} \cdot \left[1 - 0.63 \cdot \frac{h_r}{b_r} + 0.052 \cdot \left(\frac{h_r}{b_r} \right)^5 \right] & \text{otherwise} \end{cases} = 774840053 \cdot \text{mm}^4$$

Slankheid

$$\lambda := \max \left(\frac{l_{ef}}{i_z}, \frac{l_{ef}}{i_y} \right) = 56.99$$

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}} = 0.86 \quad (6.21 / 6.22)$$

$$\text{factor rechtheid} = \beta_c := 0.2 \text{ (massief hout)} \quad (6.29)$$

$$k := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 0.92 \quad (6.27 / 6.28)$$

$$k_c := \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.79 \quad (6.26)$$

buiging t.g.v. initiele kroming (art. 6.3.2)

$$UC := \frac{\sigma_{c.0.d}}{k_c \cdot f_{c.0.d}} + \frac{\sigma_{m.d}}{f_{m.d}} = 1.00 \quad (6.23)$$

Toetsing buiging + druk

"Voldoet"	if	$UC \leq 1.0$	= "Voldoet"
"Voldoet niet"	otherwise		

$$\sigma_{m.crit} := \begin{cases} \frac{0.78 \cdot b_r^2}{h_r \cdot l_{ef}} \cdot E_{0.05} & \text{if houtsoort = "naaldhout"} \\ \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0.05} \cdot I_z \cdot G_{0.05} \cdot I_{tor}}}{l_{ef} \cdot W_y} & \text{otherwise} \end{cases} = 628.2 \cdot \text{MPa} \quad (6.31 / 6.32)$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.31 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} := \begin{cases} 1 & \text{if } \lambda_{rel.m} \leq 0.75 \\ (1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel.m}) & \text{if } 0.75 < \lambda_{rel.m} \leq 1.4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel.m}^2} & \text{if } 1.4 < \lambda_{rel.m} \end{cases} = 1.0 \quad (6.34)$$

kipstabiliteit (art. 6.3.3)

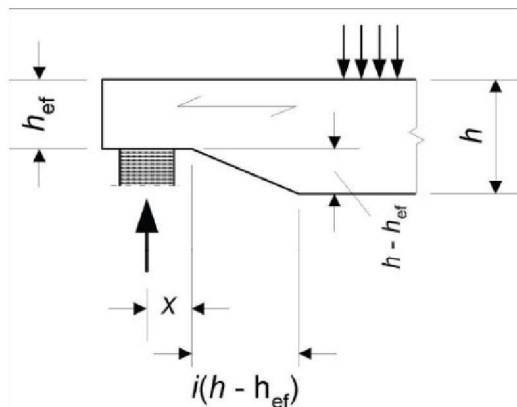
$$UC := \left(\frac{\sigma_{m.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c.0.d}}{k_c \cdot f_{c.0.d}} = 0.84 \quad (6.35)$$

Toetsing kipstabiliteit

"Voldoet"	if	$UC \leq 1.0$	= "Voldoet"
"Voldoet niet"	otherwise		

Toetsing pen-gat verbinding maatgevende regel met achterhar:

dwarskracht in maatgevende regel = $V_{d,r} = 80.1 \cdot \text{kN}$



doorsnede eigenschappen

hoogte regel = $h_r = 250 \cdot \text{mm}$ $h_{r,\text{eff}} := \frac{2}{3} \cdot h_r$ $h_{r,\text{eff}} = 166.7 \cdot \text{mm}$

hoogte penverbinding = $h_{\text{ef}} := 83.3 \text{mm}$

breedte penverbinding = $b_{\text{ef}} := 300 \text{mm}$

helling uitkeping = $i := 0$

afstand werklijn oplegreactie tot uitkeping = $x := 0 \text{mm}$

verhouding hoogte regel/penverbinding = $\alpha := \frac{h_{\text{ef}}}{h_r} = 0.33$

materiaalfactor = $k_n := 5$ (massief hout) (6.63)

$$k_v := \min \left[1, k_n \cdot \frac{\left(1 + \frac{1.1 \cdot i^{1.5}}{\sqrt{\frac{h_{r,eff}}{\text{mm}}}} \right)}{\sqrt{\frac{h_{r,eff}}{\text{mm}}} \cdot \left[\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0.8 \cdot \frac{x}{h_{r,eff}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right]} \right] = 0.82 \quad (6.62)$$

dwarskracht (art. 6.5.2)

$$\tau_{d,r} := \frac{1.5 \cdot V_{d,r}}{b_{ef} \cdot h_{ef}} = 4.81 \cdot \text{MPa}$$

$$k_v \cdot f_{v,d} = 2.59 \cdot \text{MPa}$$

$$UC := \frac{\tau_d}{k_v \cdot f_{v,d}} = 1.86$$

Toetsing pen-gat verbinding	"Voldoet" if $UC \leq 1.0$	= "Voldoet niet"	(6.60)
	"Voldoet niet" otherwise		

BIJLAGE D OMREKENSHEET

Omreken sheet sterkte roldeur buitenhoofd Sluiscomplex Meppelerdiep

Omrekenen karakteristieke waarde van de sterkte naar gemiddelde waarde van de sterkte conform lognormale verdeling

Invoer
 Karakteristieke sterkte R_{kar} 45,50 kN/m² of kN/m
 Variatiecoëfficient V_r 0,10 -

In Riskeer invoeren
 Gemiddelde sterkte R_{gem} 53,88 kN/m² of kN/m
 Variatiecoëfficient V_r 0,10 -

Materiaal	V_r
Staal	0,10
Beton	0,20
Metselwerk	0,30
Aluminium	0,10
Azobé	0,12
Overige tropisch hardhout	0,15
Overige houtsoorten	0,25

