

Beoordelingsrapportage Grubbenvorst

beoordeling overstromingsrisico LBO-2 dijktraject 67-1



titel Beoordelingsrapportage Grubbenvorst
subtitel beoordeling overstromingsrisico LBO-2 dijktraject 67-1
datum 16 april 2024
versie 3.0
status Bestuurlijk vastgesteld
zaaknr. 2023-Z9919
documentnr. WLDOC-2066690340-37178

vrijgave Dit document is tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van Nienke Lips in samenwerking met:

naam	functie	rol
William van Ruiten	Vakspecialist waterveiligheid	Steller en controleur
Nienke Lips	Adviseur Waterveiligheid	Steller en Controleur
Jochem Caspers	Technisch adviseur	Steller
Gerbert Pleijter	Technisch adviseur	Steller
Dit document is vrijgegeven door Margreet Smits		

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	7
3	Beschrijving Traject	8
4	Hydraulische belastingen	10
5	Faalmechanismen	11
5.1	Inleiding	11
5.2	Toelichting dijkvakindeling	11
5.3	Hoogte waterkering	12
5.3.1	vakindeling	12
5.3.2	Beoordelingsresultaten	12
5.3.3	Duiding	13
5.4	Piping	14
5.4.1	Vakindeling	14
5.4.2	Beoordelingsresultaten	14
5.4.3	Duiding	15
5.5	Geotechnische instabiliteit	15
5.5.1	Vakindeling	15
5.5.2	Beoordelingsresultaten	15
5.5.3	Duiding	15
5.6	Dijkerosie Buitentalud	16
5.6.1	Vakindeling	16
5.6.2	Resultaten	16
5.6.3	Duiding	16
5.7	Kunstwerken Langsconstructies	16
5.7.1	vakindeling	16
5.7.2	Resultaten	16
5.7.3	Duiding	17
5.8	Kunstwerken Puntconstructies	17
5.8.1	Resultaten	17
5.8.2	Duiding	17
5.9	Indirecte mechanismen	18
6	Veiligheidsoordeel	19
6.1	Assemblage	19
6.2	Duiding	20
6.3	Toelichting op Riskeer	20
6.4	Resultaten stapsgewijs weglaten van faalkansen	21
6.5	Doorkijk lange termijn	21
7	Te treffen voorzieningen	22

8	Kwaliteitsborging en werkatelier	23
8.1	Kwaliteitsdimensies	23
8.1.1	Kader	23
8.1.2	Visie op invulling van de kwaliteitsdimensies	23
8.1.3	Kwaliteitsborging bij totstandkoming van het beoordelingsresultaat	24
8.2	Werkatelier	25
8.2.1	Advies 1	25
8.2.2	Advies 2	26
9	Referenties	27
Bijlage 1 Verhaal van de kering		28
Bijlage 2 Plan van Aanpak		28
Bijlage 3 Riskeerbestand		28
Bijlage 4 Gisbestand		28

1 Samenvatting

Het waterschap Limburg is verantwoordelijk voor de beoordeling van de primaire waterkeringen in haar beheergebied. De Omgevingswet (voorheen Waterwet) bepaalt dat de veiligheid van alle primaire waterkeringen elke twaalf jaar moet worden beoordeeld. Dit rapport beschrijft het veiligheidsoordeel van de primaire waterkeringen van het dijktraject 67-1 (Grubbenvorst). De beoordeling is uitgevoerd conform de ministeriele regelingen en de door het Rijk beschikbaar gestelde software, handleidingen en richtlijnen.

Op basis van deze rapportage is geconcludeerd dat de veiligheid van dijktraject 67-1 Grubbenvorst valt binnen categorie B. Dit betekent dat het traject wel voldoet aan de omgevingswaarde (voorheen ondergrens) van 1:100 maar niet aan de signaleringsparameter (voorheen signaalwaarde) van 1:300. In de doorkijk die gemaakt is blijkt dat op basis van de huidige inzichten pas na 2050 het traject niet meer gaat voldoen aan de omgevingswaarde.

De voor het traject berekende faalkans is bepaald op 1/250. De berekende faalkans is conform de verwachting. Het traject is recent versterkt op basis van de oude overschrijdingskansnorm van 1/250. Hierbij is het ontwerpkader Maaswerken gebruikt waarbij de dijk wel kan overstromen maar bij waterstanden tot in de kruin niet doorbreekt. Dit zien we terug in de huidige beoordeling waarbij de faalkans in belangrijke mate wordt bepaald door hoogte en niet door de sterkte van de kering.

Het dijktraject Grubbenvorst valt binnen het scope gebied van het project Vierwaarden. In dit project worden rivierverruimingsopgaves gecombineerd met versterkingsopgave van de dijken die in dit gebied liggen. Vanwege de meekoppelkans met het project Vierwaarden heeft het waterschap besloten het voorlopige oordeel uit LBO1 om te zetten in een regulier oordeel in LBO2, zodat bepaalt kan worden of dit traject meegenomen wordt als dijkversterking in de scope van Vierwaarden en een eventuele aanmelding bij het HWBP gedaan kan worden. Deze rapportage geeft het resultaat van de beoordeling. De keuze voor het wel of niet meenemen van het traject in Vierwaarden wordt bestuurlijk vastgelegd binnen het project en valt buiten deze rapportage.

De peildatum voor deze beoordeling is 31 december 2034. Een overzicht van dijktraject 67-1 is weergegeven in Figuur 1-1.

De wet schrijft voor dat als de beoordeling van de veiligheid daartoe aanleiding geeft, de rapportage een omschrijving bevat van de voorzieningen die op een daarbij aan te duiden termijn nodig worden geacht. Met de conclusies van deze beoordeling gaat het waterschap als volgt om:

- Omdat met de recente dijkversterking wordt voldaan aan de oude norm en het feit dat de waterkering tevens voldoet aan de ondergrens van de nieuwe norm ziet het waterschap niet de noodzaak om bijzondere beheermaatregelen op te nemen in het calamiteitenplan. Wel zullen de resultaten van de beoordeling als onderliggende informatie binnen een jaar worden ontsloten zodat deze gebruikt kunnen worden in de zorgplicht.
- Uit de beoordeling blijkt niet dat door aanpassingen in het onderhoud de faalkans verkleind kan worden.
- Bij de beoordeling van betrouwbaarheid sluiting is er van uitgegaan dat het waterschap haar processen rondom bediening kunstwerken heeft aangepast. Aan deze verbeterslag wordt momenteel gewerkt. In de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht) zal over de voortgang van deze maatregel worden gerapporteerd.

- Het traject voldoet aan de omgevingswaarde (ondergrens), maar niet aan de signaleringsparameter. Hiermee ontstaat de mogelijkheid om het traject aan te melden bij het HWBP. Over dit proces en de jaarlijkse voortgang van het HWBP-WL wordt gerapporteerd in de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht).
- De beheerder is er zich van bewust dat het veiligheidsoordeel mede is gebaseerd op hydraulische belastingen die mogelijk af kunnen wijken van de nog uit te leveren landelijke hydraulische databases die bij de beoordeling gebruikt moeten worden. Nadat het Rijk de hydraulische belastingen ter beschikking heeft gesteld zal het waterschap een impactanalyse uitvoeren. Op basis van de impactanalyse zal worden besloten of het veiligheidsoordeel aangepast dient te worden. Over de consequenties van de impactanalyse zal in de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht) worden gerapporteerd. Opgemerkt wordt dat het omgaan met nieuwe kennis (waaronder veranderende hydraulische randvoorwaarden) onderdeel is van het reguliere beoordelingsproces van de beheerder.
- Uit de beoordeling blijkt dat de invloed van graverij mogelijk significant kan zijn op het beoordelingsresultaat. Er ontbreekt op dit moment (landelijk) voldoende kennis hoe hiermee kan worden omgegaan. In deze beoordeling is er van uit gegaan dat graverij geen invloed heeft op de faalkans. Pas als er nieuwe kennis is ontwikkeld dan zal met een impactanalyse worden bepaald wat de invloed van graverij op de faalkans is. Deze werkwijze is identiek aan de werkwijze die toegepast moet worden bij het vrijkomen van nieuwe kennis zoals gewijzigde hydraulische randvoorwaarden of nieuwe regels voor het beoordelen van piping.
- In de beoordeling is een werklijn gebruikt voor het beoordelen van de inliggende hoge grond bij Grubbenvorst. Het Waterschap is voornemens om de procedure voor het vastleggen van de inliggende hoge grond bij Grubbenvorst op de legger en daarna ook in het Nationaal Bestand Primaire Keringen op te starten voor 2026.

2 Inleiding

Het dijktraject 67-1 Grubbenvorst valt binnen het scope gebied van het project Vierwaarden. In dit project worden rivierverruimingsopgaves gecombineerd met versterkingsopgave van de dijken die in dit gebied liggen. De dijk van Grubbenvorst is in LBO1 beoordeeld met een voorlopig oordeel. Het voorlopig oordeel kwam uit op categorie B waarmee het voldoet aan de ondergrens (huidige term omgevingswaarde) maar niet aan de signaalwaarde (huidige term signaleringsparameter). Vanwege de meekoppelkans met het project Vierwaarden wil het project graag in gesprek met HWBP over deze dijken. Voor de subsidieaanvraag bij het HWBP is een definitieve beoordeling die is goedgekeurd door het ILT noodzakelijk. Daarom is door het waterschap besloten om deze beoordeling uit te gaan voeren. De beoordeling heeft twee doelen:

- 1) Het verkrijgen van een definitief oordeel ten behoeve van de voortgang van project Vierwaarden
- 2) Leren van het proces van het organiseren van het werkatelier en een eerste keer uitvoeren van een beoordeling in LBO2. De leerpunten uit deze beoordeling worden gebruikt voor het opstellen van een overall strategie en meerjarenplanning voor alle beoordelingen van waterschap Limburg in LBO2.

Voor de tweede landelijke beoordeling primaire waterkeringen overstromingskansen (LBO2) worden de primaire waterkeringen getoetst op de bijbehorende normering volgens de Omgevingswet en besluit kwaliteit leefomgeving. De omgevingsregeling beschrijft de randvoorwaarden en te volgen procedure voor de beoordeling. Deze rapportage beschrijft de resultaten van deze beoordeling.

Voor het dijktraject 67-1 Grubbenvorst is een verhaal van de kering en een plan van aanpak opgesteld. Deze rapporten maken integraal onderdeel uit van deze rapportage en zijn opgenomen in respectievelijk bijlage 1 en bijlage 2. Onderliggend aan de beoordelingsrapportage zijn er voor de diverse faalpaden logboeken opgesteld. De samenhang van de diverse rapportages is opgenomen in figuur 1.



figuur 1 Samenhang rapportages

Vanwege de leesbaarheid van deze rapportage is de kern van het verhaal van de kering opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is aangegeven hoe is omgegaan met het ontbreken van formele door het rijk beschikbaar gestelde hydraulische randvoorwaarden voor deze beoordeling. In hoofdstuk 5 is per logboek aangegeven wat het resultaten van de beoordeling per faalmechanisme is. Het veiligheidsoordeel en de duiding hiervan is opgenomen in hoofdstuk 6. In hoofdstuk 7 is opgenomen hoe het waterschap met de beoordelingsresultaten omgaat en wat de relatie is richting zorgplicht en versterkingsopgave. Hoofdstuk 8 gaat in op de kwaliteitsborging en geeft aan hoe invulling is gegeven aan de kwaliteitsdimensies zoals beschreven in het plan van aanpak. Tevens is aangegeven hoe we zijn omgegaan met de adviezen van het werkatelier.

Het riskeerbestand maakt onderdeel uit van deze rapportage (bijlage 3), de gebruikte vakindelingen zijn opgenomen in een Gis bestand, ook dit Gis bestand maakt onderdeel uit van de rapportage (Bijlage 4).

3 Beschrijving Traject

Het traject is uitgebreid beschreven in *Het verhaal van de kering 67-1 Grubbenvorst*, zie bijlage 1. De belangrijkste gegevens voor het begrijpen van deze rapportage zijn opgenomen in dit hoofdstuk.

Het gehele dijktraject is in 2019 integraal versterkt op basis van de oude overschrijdingskans norm 1/250 en conform het ontwerpkader Maaswerken.

Vanuit het beheer en onderhoud (zorgplicht) zijn geen bijzonderheden bekend waarmee in de beoordeling rekening gehouden moet worden.

De kenmerken van het traject zoals opgenomen in de Omgevingswet zijn als volgt:

Naam dijktraject	67-1 Grubbenvorst
Signaleringswaarde	1/300 per jaar
Ondergrens	1/100 per jaar
Lengte	1290m (inclusief 423m hoge grond)
RD-x beginpunt dijktraject	207901
RD-y beginpunt dijktraject	380744
RD-x eindpunt dijktraject	207982
RD-y eindpunt dijktraject	381629

Opgemerkt wordt dat de coördinaten die zijn opgenomen in bovenstaande tabel niet overeenstemmen met de Omgevingswet van 1 januari 2024 maar wel met de inmiddels door het Rijk voorziene aanpassingen van de omgevingsregeling (zie [aanpassing regeling](#)).



Figuur 2 Ligging traject 67-1 Grubbenvorst

De ligging van het traject is opgenomen in figuur 2.

Traject Grubbenvorst bevat een inliggende hoge grond (oranje in figuur 2). Deze hoge grond is niet officieel vastgelegd op de leggers van waterschap Limburg en daarom geen onderdeel van het Nationaal Bestand Primaire Waterkeringen (NBPW). Voor het uitvoeren van de beoordeling is het noodzakelijk dat een doorgetrokken lijn van begin tot eindpunt beoordeeld wordt. Daarom is voor het uitvoeren van de beoordeling een werklijn opgesteld en volgens procedure (zie landelijk draaiboek) voorgelegd aan DGWB. Hierbij is gekozen om de werklijn voor de hoge grond op de grens van het voormalige winterbed - BGR (vanaf 1 april 2024 veranderen deze kaarten) te leggen. Dit om voorlopig geen precedent te scheppen over binnen en buitendijks ten aanzien van het thema water en bodemsturend. Dit was een voorwaarde van DGWB. Het waterschap is voornemens om voor 2026 de procedure op te starten om de inliggende hoge grond op de legger te zetten. In die procedure wordt de definitieve ligging van de inliggende hoge grond vastgelegd en kan daarna een definitieve lijn worden opgenomen in het NWBP. Voor de beoordeling van de inliggende hoge grond in deze

rapportage maakt het niet uit waar de lijn ligt omdat uiteindelijk naar de fysieke hoogte van de inliggende hoge grond gekeken wordt (in deze formele situatie kan deze hoge grond gezien worden als hoogliggend voorland). Het hoogliggend voorland is bepalend voor de faalkans niet de plek waar de referentielijn formeel ligt. De uitwerking wordt in het logboek hoogte verder toegelicht.

Hiernaast wordt opgemerkt dat het dijktraject onderdeel uitmaakt van het projectgebied Vierwaarden. Binnen het project Vierwaarden wordt naast dijkversterking ook de mogelijkheden van rivierverruiming en dijkverlegging onderzocht. Deze beoordeling gaat uit van de huidige ligging van het traject zoals aangegeven in figuur 2. Indien uit project Vierwaarden blijkt dat het traject (deels) wordt verlegd dan ontstaat er een nieuwe situatie. Afhankelijk van het daadwerkelijk moment van verlegging (voor of na peildatum van 1-1-2035) kan er herziene beoordeling van het traject voor peildatum van 1-1-2035 plaats vinden. Op basis van de eerste inzichten van de opgaven in project Vierwaarden is niet de verwachting dat dijktraject Grubbenvorst verlegd gaat worden.

4 Hydraulische belastingen

In de recente BOI-release is aangegeven dat de hydraulische belastingen voor LBO2 op korte termijn niet worden vrijgegeven. In deze begeleidende brief is aangegeven dat de beheerder (eventueel met experts) zelf een set uitgangspunten op dient te stellen (<https://iplo.nl/thema/water/waterveiligheid/primaire-waterkeringen/boi-portaal/boi-release-juli-2023/uitstel-databases-hydraulische-belastingen/>).

Waterschap Limburg stelt voor om uit te gaan van HOR database 2050 (ook HOB 2050 genoemd). Waarbij de afvoerstatistiek van 2035 wordt gebruikt. Deze wordt geïntegreerd uit de beschikbare statistiek van 2015 en 2050 uitgeleverd tegelijkertijd met de HOR databases.

- De uitgangspunten in de HOR database liggen het dichtst bij de uitgangspunten die voor de hydraulische randvoorwaarden 2023-2035 zijn gehanteerd. Andere databases die beschikbaar zijn, zijn: LBO1 databases (deze geven een te ongunstig beeld omdat een deel van de RvdR maatregelen die nu in het HWBP worden voorbereid niet zijn meegenomen) of Deltamodel databases (hierin zijn teveel of te weinig RvdR maatregelen meegenomen).
- In de HOR database zijn de (deels nog te realiseren) rivierkundige ingrepen beter gemodelleerd dan in de hydraulische randvoorwaarden 2017.
- De rivierstatistiek die in de HOR database wordt gebruikt is conform GRADE, de statistiek voor 2035 moet wel worden afgeleid uit de wel bestaande afvoerstatistiek voor 2015 en 2050. Hierbij willen we klimaatscenario W+ hanteren.
- In de statistiek van Borgharen wordt rekening gehouden met inundatie bovenstrooms van Luik (conform de statistiek zoals deze voor ontwerpen in 2020 is vrijgegeven).
- Er is gecontroleerd of de nieuw vrijgegeven GRADE statistiek van zomer 2023 veel afwijkt van de eerder vrijgegeven statistiek behorende bij de databases voor het beoordelen en ontwerpen. Dit is niet het geval. De statistiek van juli 2023 is zelfs iets gunstiger dan de geïntegreerde statistiek behorende bij de HOR database. Daarom is gekozen om de originele statistiek te gebruiken.

De uitgangspunten voor de hydraulische belastingen zijn zodanig gekozen dat wij denken dat een realistische set aan uitgangspunten beschrijven voor het beoordelen van Lottum en Grubbenvorst. Deze methode is ook geverifieerd in overleg met RWS en het BOI team. Na vrijgave van de nieuwe “formele” hydraulische randvoorwaarden voeren we een analyse uit om de impact op het veiligheidsoordeel te onderzoeken.

Opgemerkt wordt dat in de hydraulische randvoorwaarden database (HOR 2050) een variant is opgenomen van de dijkteruglegging bij Venlo-Velden die effect heeft op de waterstanden nabij dijktraject Grubbenvorst (Bron: Van Vuren - 2017). In het project Vierwaarden wordt de exacte rivierverruiming en bijbehorende verleggingen van waterkeringen bepaald. Omdat op dit moment onbekend is waar en hoe deze plaatsvinden is het onzeker wat het exacte effect is op de waterstanden op de locatie van dijktraject Grubbenvorst. Daarom wordt voor deze beoordeling geen rekening gehouden met deze effecten anders dan al in meegenomen in de HOR 2050 database. Als na uitvoeren van het project Vierwaarden de maatregelen wel bekend zijn dan is er sprake van nieuwe kennis. Ook hiervoor geldt dat er op dat moment een impactanalyse wordt uitgevoerd om de invloed op het veiligheidsoordeel te onderzoeken.

5 Faalmechanismen

5.1 Inleiding

Uit het verhaal van de kering en het plan van aanpak blijkt dat er een aantal faalmechanismen relevant zijn. In de logboeken zijn deze relevante mechanismen beschouwd. Middels redeneerlijnen en/of indicatieve berekeningen is bepaald of een relevant mechanisme wel of niet maatgevend is voor de faalkans of daar een significante bijdrage aan levert. De volgende logboeken zijn voor deze beoordeling gemaakt:

1. Hoogte (faalmechanisme GEKB, HTKW, aansluiting hoge grond)
2. Piping (STPH)
3. Geotechnische instabiliteit (STBI, GABI, STMI)
4. Erosie buitentalud (GABU, GEBU, langsstroming)
5. Langsconstructies (PKW, STKW, HTKW, erosie buitentalud, voorland)
6. Puntconstructies (BSKW, PKW, STKWp, STKWI)
7. Indirecte mechanismen (Voorland, NWO, STBU)

De conclusies uit de logboeken zijn overgenomen in onderstaande paragrafen. In paragraaf 5.2 word een toelichting gemaakt op de dijkvakindeling.

5.2 Toelichting dijkvakindeling

In het verhaal van de kering en in het plan van aanpak is uitgegaan van een andere dijkvakindeling dan bij de uitwerking van de verschillende faalpaden is gebruikt. In het verhaal van de kering is het uitgangspunt voor de dijkvakindeling naast type waterkering (dijk, langsconstructie, hoge grond) het ontwerp van de waterkering geweest. Hierbij is gelet op het voorkomen van eventuele teensloten of de aanwezigheid van een klei-ingraving in het voorland.

Het eerste faalpad wat binnen de beoordeling is opgepakt is het spoor GEKB geweest. Voor dit faalpad is een dijkvakindeling gemaakt waarbij in eerste instantie alleen gekeken is naar het type waterkering en niet naar de overige kenmerken zoals teensloten etc. omdat deze voor het GEKB spoor niet relevant zijn voor de faalkans. De dijkvakindeling uit het verhaal van de kering is hierbij los gelaten. Wel zijn er tijdens de beoordeling voor GEKB gezien de uitkomsten dijkvakken opgeknipt.

Daarna is voor de beoordeling van de overige faalmechanismen verder gegaan met de voor het spoor GEKB gebruikte dijkvakindeling. Daar waar nodig zijn er vakken extra opgeknipt of samengevoegd op basis relevante kenmerken (zoals opbouw ondergrond, teensloten etc.) voor het desbetreffende faalmechanisme. Er is op deze manier gewerkt om te zorgen dat bij het bepalen van een gecombineerde faalkans per vak er zeer kleine vakken ontstaan van enkele meters lang, omdat bij verschillende faalmechanismen het opknippen van een dijkvak net op een andere locatie is gedaan.

Bij elk faalmechanisme is de gebruikte vakindeling nader toegelicht en beschreven in de logboeken.

5.3 Hoogte waterkering

5.3.1 vakindeling

Voor de onderbouwing van de vakindeling wordt verwezen naar het Logboek hoogte. De gebruikte vakindeling is opgenomen in onderstaande figuur.



5.3.2 Beoordelingsresultaten

In het logboek hoogte zijn ten aanzien van GEKB, HTKW en de aansluiting op de hoge grond de volgende vakkansen bepaald en conclusies getrokken:

Vaknaam	Type waterkering	dijkpaal		lengte (m)	maatgevend profiel	vakkans
		van	tot			
GEKB 1	dijk	67.025+00	67.025+40	37	67.025+10	1/942
HG 2	hoge grond	67.025+40	67.028+93	423	HG2	1/890
HTKW 3	langsconstructie	67.028+93	67.030+00	85	nvt	1/298
GEKB 4	dijk	67.030+00	67.031+85	185	67.031	1/1057
GEKB 5	dijk	67.031+85	67.036+55	468	67.032	1/1476
GEKB 6	dijk met scherm	67.036+55	67.037+46	92	67.037	1/1679
Aansluiting hoge grond zuidzijde						Verwaarloosbaar
Aansluiting hoge grond noordzijde						1/899

Uit de assemblage in riskeer blijkt dat de faalkans van het traject voor het faalmechanisme Grasbekleding erosie kruin en binnentalud 1/890 bedraagt. Hiermee wordt zowel aan de omgevingswaarde (1/100) als aan de signaleringsparameter (1/300) voldaan.

Voor het spoor HTKW geldt dat de faalkans van het traject 1/298 hiermee wordt aan de omgevingswaarde voldaan maar net niet aan de signaleringsparameter 1/300. Voor de combinatie GEKB en HTKW geldt dat de faalkans uitkomt op 1/298.

De inliggende hoge grond (HG2) ligt te laag op de getrokken hoge grond lijn, omdat deze op een juridische grens van het winterbed is gedefinieerd en niet op een dijkwerkelijk fysieke aanwezig hoogte. Op de locatie van de ligging van de lijn voldoet deze niet aan de norm. Het voorland ten opzichte van deze lijn ligt hoog en dus is de daadwerkelijke fysiek aanwezige hoogte van dit voorland gebruikt in de beoordeling van GEKB. Deze voldoet aan de norm met een faalkans van 1/890 per jaar.

5.3.3 Duiding

Bepalend voor de faalkans is de hoogte van de damwand van vak HTKW3. Ten opzichte van de groene dijk ligt de ontwerphoogte hier 20 cm lager. Binnen het ontwerp is er een waakhogte ten opzichte van de ontwerpwaterstand aangehouden van 50 cm voor groene dijken en 30 cm voor harde constructies. We zien deze ontwerpfilosofie terug in het beoordelingsresultaat.

5.4 Piping

5.4.1 Vakindeling

Voor de onderbouwing van de vakindeling wordt verwezen naar het Logboek piping. De gebruikte vakindeling is opgenomen in onderstaande figuur.



5.4.2 Beoordelingsresultaten

In het logboek piping zijn de volgende vakkansen bepaald en conclusies getrokken:

Tabel 6 Faalkansen per dijkvak Grubbenvorst 67-1

Vaknaam	Type waterkering	dijkpaal		lengte (m)	maatgevend profiel	Faalkans dijkvak [1/x per jaar]
		van	tot			
STPH 1	dijk	67.025+00	67.025+40	37	Venlose weg+16	1/1.071.811
HG 2	hoge grond	67.025+40	67.028+93	423	nvt	nvt
PKW 3	langsconstructie	67.028+93	67.030+00	85	nvt	nvt
STPH 4	dijk	67.030+00	67.031+85	185	67.031+25	1/20.704
STPH 5	dijk	67.031+85	67.033+40	155	67.032+83	1/303.951
STPH 6	dijk	67.033+40	67.034+85	145	67.034+73	1/5.862
STPH 7	dijk	67.034+85	67.036+55	170	67.035+90	1/61.350
PKW 8	dijk met scherm	67.036+55	67.037+46	92	nvt	nvt

Uit de resultaten per locatie (zie paragraaf 4.5) blijkt dat de kans op terugschrijdende erosie (overschrijding van het kritiek debiet volgens Sellmeijer) het grootst is in dijkvak STPH6. Dit is een profiel tussen de begraafplaats van de Onze Lieve Vrouw Ten Hemelopneming Kerk en de dijkovergang ter plekke van de Dorpstraat.

5.4.3 Duiding

Door de vakkansen voor piping onafhankelijk bij elkaar op te tellen resulteert de faalkans op piping. De faalkans van het traject voor het faalmechanisme piping bedraagt $1/4.177$ per jaar. Deze faalkans wordt gedomineerd door het dijkvak STPH 6 (67.034+73). Uit de assemblage in Riskeer blijkt dat de faalkans van het traject voor het faalmechanisme piping niet verwaarloosbaar is. Ten opzichte van de faalkans voor Hoogte Kunstwerk ($1/298$) reduceert de totale faalkans op trajectniveau naar $1/278$ per jaar. De kans draagt dus bij aan totale faalkans van het traject Grubbenvorst 67-1.

Deze resultaten zijn in lijn met de voorgaande versterking en de resultaten op basis van LBO1. Bij het project is sprake van een kleilaag of klei-inkassing in het voorland op een zandlaag. Daarmee is piping een relevant faalmechanisme. Omdat de dijkversterking recent is uitgevoerd op basis van de Maaswerkenorm ($1/250$ jaar voor gehele traject) met oude pipingregels lijkt een faalkans in de orde van grootte van $1/1.000$ tot $1/10.000$ per jaar ook voor de hand. De huidige rekenmethode op basis van de herziene Sellmeijer regel resulteert in hogere faalkansen dan waar het ontwerp van de versterkingsopgave aan moest voldoen.

5.5 Geotechnische instabiliteit

5.5.1 Vakindeling

Voor de onderbouwing van de vakindeling wordt verwezen naar het Logboek geotechnische instabiliteit. Uiteindelijk is de faalkans van 1 dijkvak vertaald naar het totale dijktraject door aanpassing van het lengte effect. Hoe dit is gedaan is opgenomen in het logboek. Er is dus in de assemblage maar 1 dijkvak voor geotechnische stabiliteit opgenomen.

5.5.2 Beoordelingsresultaten

In het logboek geotechnische stabiliteit worden de volgende vakkansen (STBI diep glijvlak, STBI ondiep glijvlak, STMI (uitspoelen) en GABI (opdrukken)) bepaald en conclusies getrokken:

Vaknaam	Type waterkering	Profiel	Faalkans dijkvak [1/x per jaar]			
			Afschuiven diep glijvlak	Afschuiven ondiep glijvlak	Opdrukken	Uitspoelen
67-1	dijk	67.035+67	$1/3.070$	$1/118.000$	FV	FV

Uit de assemblage in Riskeer blijkt dat de faalkans van het traject voor het faalmechanisme geotechnische instabiliteit $1/2.990$ per jaar bedraagt (combinatie faalkans diep en ondiep glijvlak). Deze faalkans wordt gedomineerd door het afschuiven van een diep glijvlak. Ten opzichte van de faalkans voor Hoogte Kunstwerk ($1/298$) reduceert de totale faalkans op trajectniveau naar $1/272$ per jaar. De kans draagt dus significant bij aan totale faalkans van het traject Grubbenvorst 67-1.

5.5.3 Duiding

In eerste instantie is voor profiel 67.035+67 een faalkans berekend van $1/36.500$ per jaar. Deze faalkans is mogelijk significant voor de uiteindelijke faalkans van het traject. Daarom is er ook een aanscherping met een probabilistisch stabiliteitsberekening uitgevoerd. Deze gevoeligheidsanalyse resulteert in een faalkans van $7,4E-05$ ($1/13.500$). Deze faalkans is hoger dan de faalkans uit de semi-probabilistische berekening. Het verschil komt doordat in de probabilistische berekening ook sprake is van overslag bij een waterstand nabij de kruin. De probabilistische faalkans wordt gehanteerd voor het afschuiven van het diepe glijvlak. Met een lengte-effect factor van 4,4 (op basis van het deel van

de dijk dat gevoelig is voor het afschuiven van een diep glijvlak) wordt de faalkans op trajectniveau verkregen. Dit bedraagt 1/3.070 per jaar.

5.6 Dijkerosie Buitentalud

5.6.1 Vakindeling

Voor de onderbouwing van de vakindeling wordt verwezen naar het Logboek Dijkerosie buitentalud. De dijkvakindeling is identiek aan de dijkvakindeling bij het spoor hoogte (gekb en htkw) zie paragraaf 5.2.1

5.6.2 Resultaten

In het logboek dijkerosie buitentalud zijn de volgende vakkansen bepaald en conclusies getrokken:

Vaknaam	Type waterkering	Profiel	Faalkans dijkvak [1/x per jaar]	
			Graserosie bekleding buitentalud	Afschuiven bekleding buitentalud
GEBU 1	dijk	67.025+10	< 1/100.000	FV
HG 2	hoge grond	nvt		
HTKW 3	langsconstructie	nvt		
GEBU 4	dijk	67.030+30	< 1/100.000	
GEBU 5	dijk	67.036+30	< 1/100.000	
GEBU 6	dijk met scherm	67.037	< 1/100.000	

5.6.3 Duiding

Omdat er sprake is van een grote ruimtelijke correlatie van de bepalende stochasten voor erosie van het buitentalud, wordt voor het combineren verondersteld dat de vakken volledig gecorreleerd zijn. Dit is een juiste aanname omdat dit vaak geldt voor faalmechanismen waarbij de waterstand een belangrijke rol speelt. In dat geval volstaat het om de faalkans van het faalmechanisme gelijk te stellen aan de grootste faalkans per doorsnede. Dit bedraagt 1/100.000 per jaar. Het optellen van de verwaarloosbare faalkans voor het afschuiven van de bekleding op het buitentalud heeft geen impact. Uit de assemblage in Riskeer blijkt dat de faalkans van het traject voor het faalmechanisme dijkerosie buitentalud verwaarloosbaar klein is. Ten opzichte van de faalkans voor Hoogte Kunstwerk (1/298) reduceert de totale faalkans op trajectniveau naar 1/297 per jaar. De kans draagt dus niet significant bij aan totale faalkans van het traject Grubbenvorst 67-1.

5.7 Kunstwerken Langsconstructies

5.7.1 vakindeling

Voor de onderbouwing van de vakindeling wordt verwezen naar het Logboek geotechnische instabiliteit. De dijkvakindeling is identiek aan de dijkvakindeling bij het spoor hoogte (gekb en htkw) zie paragraaf 5.2.1

5.7.2 Resultaten

In het traject zijn twee langsconstructies aanwezig, een damwand Grubbenhove (vak HTKW3) die ook de kerende hoogte biedt en het stabiliteits/pipingscherm Doolingsbemden (vak GEKB9). In het logboek langsconstructies zijn de faalkansen van deze langsconstructies beschouwd. De resultaten zijn samengevat als volgt:

Kunstwerk	vak	HTKW	PKW	STKWI
Damwand Grubbenhove	HTKW 3	1/298	FV	FV
Damwand Doolingsbemden	GEKB 6	NVT	FV	FV

NVT niet van toepassing

5.7.3 Duiding

De faalkans van de langsconstructies wordt bepaald door de hoogte van de damwand bij Grubbenvorst. Deze damwand is eveneens het laagste punt binnen het traject (zie ook de duiding in het logboek hoogte). Aanvullend daarop wordt opgemerkt:

- De damwand bij Grubbenvorst is ontworpen op basis van gevolgklasse 3 en heeft daarom een lage faalkans voor geotechnische instabiliteit. Het voorland (dat werk als stabiliserend grondlichaam voor de damwand) is in deze beoordeling nader onderzocht en stabiel geacht. De faalkans is daarom verwaarloosbaar. Door het hoge achterland heeft piping ook geen bijdrage aan de faalkans.
- De damwand bij Doolingsbenden is volledig ingegraven. De faalkansbijdrage voor sterkte en stabiliteit is daarom verwaarloosbaar. Het achterliggende maaiveld is daarnaast hoger dan de waterstand bij de norm en beperkt lager dan de waterkerende hoogte. De faalkansbijdrage voor piping is daarom ook verwaarloosbaar.

5.8 Kunstwerken Puntconstructies

5.8.1 Resultaten

In het traject zijn 3 kunstwerken aanwezig waarvan 2 overstorten met uitmonding op de Maas en 1 afsluitbare duiker. In het logboek Kunstwerken Puntconstructies zijn de faalpaden Hoogte Kunstwerk (HTKW), Piping Kunstwerk (PKW), Sterkte Puntconstructies (STKWp) en betrouwbaarheid sluiten (BSKW) beschouwd. De resultaten zijn samengevat als volgt:

Kunstwerk	HTKW	PKW	STKWp	BSKW
D67.601	NVT	NVT	FV	1/124.485
D67.906	NVT	FV	FV	1/266.887.287
D67.602	NVT	NVT	FV	1/19.840

NVT= niet van toepassing FV= faalkans verwaarloosbaar

5.8.2 Duiding

De faalkans wordt met name bepaald door kunstwerk D67.602, hierin is maar 1 keermiddel aanwezig in combinatie met relatief hoge herhalingsijd van de waterstand levert dit in vergelijking met de andere 2 kunstwerken een hogere faalkans op. In de duiding over het geassembleerd veiligheidsoordeel wordt hier nader op in gegaan.

Opgemerkt wordt dat bij het bepalen van de kans per vraag op niet sluiten er van uit is gegaan dat bepaalde zaken in het proces bediening kunstwerken is geoptimaliseerd. Cluster areaalbeheer is bezig met het doorvoeren van de benodigde wijzigingen. Aanpassingen zijn onder andere nodig op het gebied van:

1. Het jaarlijks oefenen van de mobilisatie.
2. Evalueren van oefeningen en daadwerkelijke inzet op mobilisatie, bediening en technisch falen, soms gebeuren zaken impliciet maar worden ze nog niet expliciet vastgelegd.

Opgemerkt wordt dat zonder dat bovenstaande onderdelen goed zijn belegd de kans op niet sluiten conform de score tabel gelijk is aan 100% (1 keer per sluitvraag). Hierbij is geen rekening gehouden met een eventuele terugslagklep. Over de voortgang van het optimaliseren van het proces bediening kunstwerken wordt gerapporteerd in de jaarlijkse zorgplichtrapportage. Verwachting is dat de benodigde aanpassingen ruim voor peildatum zijn doorgevoerd.

5.9 Indirecte mechanismen

In het logboek indirecte faalmechanismen zijn de indirecte faalmechanismen beschouwd. Deze zijn:

- voorlanden (afslag, stromingserosie, afschuiven en zettingsvloeiing)
- niet waterkerende objecten (NWO's); bebouwing, begroeiing, K&L en overige
- buitenwaartse macrostabiliteit (STBU).

In deze beoordeling is beschadiging van het voorland als gevolg van stromingserosie als aanvullend faalmechanisme toegevoegd. Dit faalmechanisme volgt uit het verhaal van de kering.

Spoor	Faalkans
Voorland afslag voorland (VLAV)	Verwaarloosbaar
Voorland afschuiving (VLAF)	Verwaarloosbaar
Voorland zettingsvloeiing (VLZV)	Verwaarloosbaar
Voorland stromingserosie (VLSE)	Verwaarloosbaar
Niet waterkerende objecten Begroeiing (NWObo)	Verwaarloosbaar
Niet waterkerende objecten Bebouwing (NWObe)	Verwaarloosbaar
Niet waterkerende objecten kabels en leidingen (NWO&L)	Verwaarloosbaar
Niet waterkerende objecten overig (NWOov)	Verwaarloosbaar
Stabiliteit Buitenwaarts (STBU)	Verwaarloosbaar
Graverij	Mogelijk significant

Uit de analyse die beschreven is in het Logboek Indirecte mechanismen blijkt dat met uitzondering van graverij indirecte mechanismen geen of een zeer kleine en niet significante bijdrage hebben in de overstromingskans.

In het Logboek Indirecte mechanisme is opgenomen dat graverij door bevers tijdens een hoogwater van significant invloed kan zijn op de faalkans, mits deze graverij daadwerkelijk plaatsvindt. Voor het toekennen van een scenariokans ontbreekt er op dit moment voldoende kennis. De inschatting van de kans dat een graverij optreedt tijdens hoogwater wordt gezien als een kennisleemte. Hiermee is de invloed van graverij op de veiligheid op dit moment niet goed te bepalen. Daarentegen is de ervaring dat er tot op heden geen graverij van bevers in dit soort dijken (niet zijnde schaaldijken) optreedt tijdens hoogwater

Ondanks dat we erkennen dat graverij mogelijk van invloed kan zijn op de faalkans van de kering, gaan wij in deze beoordeling er vooralsnog vanuit dat graverij geen significante bedrage heeft aan de faalkans van de kering en dat dus de kering niet wordt afgekeurd op dit faalmechanisme. Het waterschap zal de kennisontwikkeling in het programma uitwerking veiligheidsraamwerk graverij (Kennis en innovatie agenda HWBP) op dit gebied volgen en indien hiertoe aanleiding is het veiligheidsoordeel herzien. We zien dit niet anders dan op andere vlakken waar nieuwe kennis ontwikkeld wordt en ontstaat. Continu beoordelen neemt met zich mee dat bij het vrijkomen van nieuwe kennis onderzocht moet worden in hoeverre de nieuwe kennis invloed heeft op het veiligheidsoordeel.

6 Veiligheidsoordeel

6.1 Assemblage

In Riskeer zijn de resultaten per spoor geassembleerd tot een faalkans en veiligheidsoordeel van het traject. De faalkansen per spoor zijn uitgewerkt in de onderliggende logboeken en zijn samengevat opgenomen in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 5 zijn de vakkansen opgenomen. Het resultaat van de assemblage tot trajectkansen per spoor (zie riskeer, samenvatting per faalmechanisme) is opgenomen in onderstaande tabel:

Faalmechanisme		Traject faalkans (1/jaar)
Piping	STPH	1/4.177
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	GEKB	1/298
Macrostabiliteit binnenwaarts	STBI	1/3.070
Microstabiliteit	STMI	Niet Significant
Stabiliteit steenzetting	ZST	Niet Relevant
Golfklappen op asfaltbekleding	AGK	Niet Relevant
Wateroverdruk bij asfaltbekleding	AWO	Niet Relevant
Grasbekleding erosie buitentalud	GEPU	1/100.000
Grasbekleding afschuiven buitentalud	GABU	Niet Significant
Grasbekleding afschuiven binnentalud	GABI	1/118.000
Hoogte kunstwerk	HTKW	Opmerking
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	BSKW	1/17.112
Piping bij kunstwerk	PKW	Niet Significant
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	STKWp	Niet Significant
Duinafslag	DA	Niet Relevant
Sterkte en stabiliteit langsconstructies	STKWI	Niet Significant

Met *Niet Relevant* wordt bedoeld dat het mechanisme niet op kan treden. Met *Niet Significant* wordt bedoeld dat het faalmechanisme wel op kan treden maar dat de faalkansbijdrage op de uiteindelijke faalkans van het traject verwaarloosbaar is. De onderbouwing dat het mechanisme niet significant is, is onderbouwd in de logboeken, waarvan de conclusies zijn opgenomen in hoofdstuk 5. De mechanismen waarvoor een overstromingskans is bepaald dragen dus significant bij aan de uiteindelijke overstromingskans van het traject. Uit de resultaten van de assemblage heeft het waterschap vervolgens bepaald welke van de mechanismen die significant bijdrage aan de overstromingskans dominant zijn. In dit geval de faalmechanismen HTKW en GEKB. Dit wordt nader toegelicht in de duiding van de resultaten.

Opgemerkt wordt dat Riskeer de faalkansen van GEKB en HTKW onjuist assembleert. In riskeer worden de resultaten van alle sporen bij elkaar opgeteld om te komen tot een faalkans van het traject. De juiste wijze van assemblage is dat de resultaten van GEKB en HTKW met elkaar worden vergeleken en dat de slechtste score van deze twee maatgevend is en wordt opgeteld bij de faalkansen van de overige sporen.

In riskeer is dit opgelost door de faalkansen die binnen het spoor HTKW zijn bepaald over te nemen in de vakcores binnen het spoor GEKB. Vervolgens is het spoor HTKW in riskeer als niet relevant aangegeven. Nadeel van deze werkwijze is dat op basis van het riskeer bestand alleen ten onrechte het beeld zou kunnen ontstaan dat er geen probleem is met hoogte kunstwerk.

De uiteindelijke faalkans na assemblage komt uit op 1/250 hiermee wordt voldaan aan de omgevingswaarde van 1/100 maar wordt niet voldaan aan de signaleringsparameter. Daarmee komt

het oordeel van het traject terecht in veiligheidsklasse B: voldoet aan de omgevingswaarde maar niet aan de signaleringsparameter.

Dijktraject	Berekende faalkans	Categorie
67-1	1/250	B

6.2 Duiding

Uit de assemblage blijkt dat de combinatie HTKW en GEKB het meest dominante faalmechanisme is en in belangrijke mate de faalkans bepaalt. De faalkans van HTKW/GEKB is 1/298. Piping en Macrostabiliteit en betrouwbaarheid sluiting van kunstwerken beïnvloeden deze faalkans waardoor de faalkans toe neemt tot 1/250. Piping en Macrostabiliteit en betrouwbaarheid sluiting van kunstwerken worden daarom gezien als significante faalmechanisme die samen met het dominante mechanisme GEKB/HTKW de uiteindelijke faalkans van het traject bepaalt.

Dit is conform de verwachting van de beheerder. Deze verwachting is gebaseerd op basis van het recent uitgevoerd ontwerp, waarbij de dijk is ontworpen op overstroombaarheid. In het ontwerp kader Maaswerken was het uitgangspunt dat de dijken in Limburg bij de normwaterstand moesten overstroomen, maar niet mochten doorbreken (standzekerheidseis). Dit om te zorgen dat de waterstanden benedenstrooms van de Limburgse Maasvallei positief worden beïnvloed (zogenaamde ontlasting). Oftewel hiermee was binnen het ontwerp kader Maaswerken de sterkte van de kering groot ten opzichte van de hoogte van de kering. Binnen deze filosofie is voor groene dijken een standaard overhoogte van 50 cm boven op de ontwerpwaterstand gehanteerd voor harde dijken is deze overhoogte 30 cm. Het is daarom logisch dat uit de analyse blijkt dat de vakken met een harde kering de grootste bijdrage hebben in de faalkans voor het traject voor de hoogte en dat de sterkte van de kering (piping en geotechnische stabiliteit) een kleinere bijdrage heeft. Met de komst van de nieuwe normering is de overstroombaarheid van de Limburgse dijken niet meer van toepassing, maar zien we het effect van de standzekerheidseis en overstroombaarheidseis nog terug in de beoordeling van de keringen die met die filosofie zijn versterkt. De faalkans op hoogte (GEKB/HTKW) bepaalt in grote mate de faalkans, macrostabiliteit en piping beïnvloedden de faalkans enigszins.

In vergelijking met het voorlopige oordeel dat is afgegeven in LBO 1 is de faalkans van dit traject lager geworden. Namelijk van een 1/185 (LBO1) naar een 1/250 jaar (LBO2). Dit is een gevolg van de aanscherping in deze beoordeling door het gebruik van probabilistische sommen. Hiernaast worden in een beoordeling LBO2 bij het assembleren de vakkansen niet meer vergeleken met de eis waaraan een faalmechanisme per vak moet voldoen op basis van de faalkansboekhouding. Dit geeft in het geval van deze beoordeling een lagere faalkans. Tot slot was bij het bepalen van de faalkans in LBO1 nog de "oude" manier van assembleren (waarbij HTKW en GEKB bij elkaar werden opgeteld) van toepassing die later in LBO1 is aangepast.

6.3 Toelichting op Riskeer

In eerste instantie is in riskeer een referentielijn en vakindeling gebruikt waarbij de lijn lag over de hoge grond. In overleg met het ministerie is deze lijn aangepast (zie hoofdstuk 3). In het riskeerbestand 67-1 *aangepaste referentielijn* is uitgegaan van de ligging van de trajectlijn zoals overeengekomen met het Ministerie. Om onnodig invoerwerk en rekenwerk te voorkomen zijn alleen de resultaten uit het oorspronkelijke riskeerbestand 67-1 *Grubbenvorst* handmatig overgenomen. Het oorspronkelijke riskeerbestand is eveneens meegeleverd om de onderliggende sommen en schematisering in te kunnen zien.

6.4 Resultaten stapsgewijs weglaten van faalkansen

Ondanks het feit dat het traject voldoet aan de omgevingswaarde zouden er maatregelen aan de waterkering uitgevoerd kunnen worden om de faalkans af te laten nemen. In riskeer is onderzocht wat het effect op de trajectkans is als de significante faalmechanisme zoals benoemd in paragraaf 6.1 op verwaarloosbaar worden gezet. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Stap	Weggelaten faalmechanisme of onderdeel hiervan	faalkans na uitvoeren van de stap (per jaar)
Basis	-	1/250
stap 1	verhogen kerende hoogte langsconstructies	1/567
stap 2	aanbrengen tweede keermiddel (terugslagkleppen) in twee kunstwerken	1/586

Naast maatregelen aan de dijk en/of de kunstwerken is verbetering van de faalkans ook mogelijk door het uitvoeren van rivierverruimende maatregelen waardoor de belasting op de waterkering afneemt. We weten dat deze rivierverruimende maatregelen in het gebied gaan plaatsvinden. Echter is aangegeven van de reductie van de faalkans door rivierverruiming niet goed mogelijk zonder inzichten in de effecten van de rivierkundige maatregel zelf.

6.5 Doorkijk lange termijn

Waterschap Limburg gebruikt voor het ontwerp van de waterkering ontwerpbelastingen waarmee maatgevende ontwerpbelastingen uitgerekend kunnen worden voor de zichtjaren 2050 en verder. Het waterschap maakt hierbij gebruik van klimaatscenario W+. Op basis van deze uitgangspunten is onderzocht wanneer de faalkans van het traject onder de omgevingswaarde komt. Uit de analyse blijkt dat op basis van de huidige rivierkundige inzichten en de inzichten over de sterkte van de dijk de faalkans van het dijktraject na 2050 onder de ondergrens komt te liggen. Voor deze analyse is gekeken naar de faalkans en bijbehorende faalmechanisme van het maatgevende dijkvak. In deze beoordeling is de faalkans voor het maatgevende dijkvak namelijk circa 1/300 jaar (zichtjaar 2035, overslag over de damwand bij Grubbenhove). In 2050 neemt deze kans voor dit vak toe tot 1/180 per jaar. Het is daarmee waarschijnlijk dat pas na 2050 er sprake is van een faalkans op trajectniveau die groter is dan de omgevingswaarde (ondergrens).

7 Te treffen voorzieningen

De wet schrijft voor dat als de beoordeling van de veiligheid daartoe aanleiding geeft, de rapportage een omschrijving bevat van de voorzieningen die op een daarbij aan te duiden termijn nodig worden geacht. Op basis van de beoordeling worden de volgende overwegingen gemaakt:

- Omdat met de recente dijkversterking wordt voldaan aan de oude norm en het feit dat de waterkering tevens voldoet aan de ondergrens van de nieuwe norm ziet het waterschap niet de noodzaak om bijzondere beheermaatregelen op te nemen in het calamiteitenplan. Wel zullen de resultaten van de beoordeling binnen een jaar na vaststelling van de rapportage als onderliggende informatie worden ontsloten zodat deze gebruikt kunnen worden in de zorgplicht.
- Uit de beoordeling blijkt niet dat door aanpassingen in het onderhoud de faalkans verkleind kan worden.
- Bij de beoordeling van betrouwbaarheid sluiting is er van uitgegaan dat het waterschap haar processen rondom bediening kunstwerken heeft aangepast. Aan deze verbeterslag wordt momenteel gewerkt. In de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht) zal over de voortgang van deze maatregel worden gerapporteerd.
- Het traject voldoet aan de omgevingswaarde (ondergrens), maar niet aan de signaleringsparameter. Hiermee ontstaat de mogelijkheid om het traject aan te melden bij het HWBP. Over dit proces en de jaarlijkse voortgang van het HWBP-WL wordt gerapporteerd in de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht).
- De beheerder is er zich van bewust dat het veiligheidsoordeel mede is gebaseerd op hydraulische belastingen die mogelijk af kunnen wijken van de nog uit te leveren landelijke hydraulische databases die bij de beoordeling gebruikt moeten worden. Nadat het Rijk de hydraulische belastingen ter beschikking heeft gesteld zal het waterschap een impactanalyse uitvoeren. Op basis van de impactanalyse zal worden besloten of het veiligheidsoordeel aangepast dient te worden. Over de consequenties van de impactanalyse zal in de jaarlijkse veiligheidsrapportage (zorgplicht) worden gerapporteerd. Opgemerkt wordt dat het omgaan met nieuwe kennis (waaronder veranderende hydraulische randvoorwaarden) onderdeel is van het reguliere beoordelingsproces van de beheerder.
- Uit de beoordeling blijkt dat de invloed van graverij mogelijk significant kan zijn op het beoordelingsresultaat. Er ontbreekt op dit moment (landelijk) voldoende kennis hoe hiermee kan worden omgegaan. In deze beoordeling is er van uit gegaan dat graverij geen invloed heeft op de faalkans. Pas als er nieuwe kennis is ontwikkeld dan zal met een impactanalyse worden bepaald wat de invloed van graverij op de faalkans is. Deze werkwijze is identiek aan de werkwijze die toegepast moet worden bij het vrijkomen van nieuwe kennis zoals gewijzigde hydraulische randvoorwaarden of nieuwe regels voor het beoordelen van piping.
- In de beoordeling is een werklijn gebruikt voor het beoordelen van de inliggende hoge grond bij Grubbenvorst. Het Waterschap is voornemens om de procedure voor het vastleggen van de inliggende hoge grond bij Grubbenvorst op de legger en daarna ook in het Nationaal Bestand Primaire Keringen op te starten voor 2026.

8 Kwaliteitsborging en werkatelier

8.1 Kwaliteitsdimensies

In het plan van aanpak is opgenomen hoe het waterschap om wil gaan met de kwaliteitsborging. Van wege de leesbaarheid en context is dit een op een overgenomen in paragraaf 8.1.1 en 8.1.2. In paragraaf 8.1.3 is aangegeven hoe we bij de totstandkoming van het beoordelingsresultaat de kwaliteit daadwerkelijk hebben geborgd. Als aanvulling op deze borging is in respectievelijk paragraaf 8.2 en 8.3 aangegeven hoe we met de adviezen van het werkatelier zijn omgegaan. Inzicht in hoe we met deze adviezen en reactie zijn omgegaan is een onderdeel van onze kwaliteitsborging immers hiermee geven we op transparante wijze aan hoe de beoordeling tot stand is gekomen als onderdeel van de kwaliteitsdimensie Navolgbaarheid.

8.1.1 Kader

In de ministeriele regeling, bijlage 1 is een hoofdstuk opgenomen over kwaliteitsborging. Centraal in dit hoofdstuk is tabel 6.1 waarin de kwaliteitsdimensies en de indicatoren zijn beschreven. In het landelijk draaiboek is deze tabel overgenomen en verder uitgewerkt voor de verschillende fases (voorbereiding, werkatelier en rapportage) van de beoordeling.

Kwaliteitsdimensie	Indicator
Compleetheid	Er is voldoende informatie voor het bepalen overstromingskans. Alle relevante informatie is benut.
Consistentie	De keuzes in de verschillende trajecten worden op dezelfde manier gemaakt (landelijk consistent).
Stabiliteit	Het resultaat van de beoordeling is stabiel. Het resultaat van de overstromingskansanalyse is stabiel in de zin dat het veiligheidsoordeel en handelingsperspectief niet gevoelig is voor aannames of gebruikte informatie/kennis.
Betrouwbaarheid	De beoordeling is vrij van toevallige fouten. De gebruikte kennis en instrumenten zijn op de juiste manier toegepast.
Objectiviteit	De totstandkoming van de beoordeling is zoveel mogelijk vrij van de invloed van voorkeuren en opvattingen van de beheerder of het adviesbureau dat de beoordeling heeft uitgevoerd.
Validiteit	De analyses die worden uitgevoerd zijn valide, dat wil zeggen dat de juiste analyses zijn uitgevoerd.
Deskundigheid	Benodigde kennis en ervaringen zijn gemobiliseerd.
Navolgbaarheid	De totstandkoming van de beoordeling is transparant en onderbouwd.

8.1.2 Visie op invulling van de kwaliteitsdimensies

We willen de kwaliteitsdimensies borgen aan de hand van een drietal thema's:

1. Gebruik van informatie
2. Toepassen van kennis
3. Review van het resultaat

Gebruik van informatie

Tijdens de laatste dijkversterking is het gehele traject integraal verbeterd en deels verlegd. De onderbouwing van het ontwerp is terug te vinden in het definitief ontwerp en het opleverdossier van de aannemer. Verwacht mag worden dat deze informatie voldoende is om een beoordeling uit te kunnen voeren. Tijdens de uitvoering van de beoordeling wordt een afweging gemaakt of met

aanvullende informatie een scherper/realistischer veiligheidsoordeel gevorm kan worden. Hiermee geven wij invulling aan de kwaliteitsdimensies Compleetheid, stabiliteit, betrouwbaarheid en validiteit.

Toepassen van kennis

De beoordeling wordt uitgevoerd door mensen met ervaring op gebied van het ontwerpen en/of beoordelen van dijken. Daar waar relevant worden landelijke inzichten in de sterkte van waterkeringen meegenomen in de beoordeling. Hierbij worden zowel de kennisagenda en het KKP geraadpleegd. Uitgangspunten in schematiseringen worden vastgelegd in een logboek. Met behulp van gevoeligheidsanalyses wordt onderzocht of het oordeel stabiel is en/of nader aangescherpt kan worden. Het werkatelier zien wij als een belangrijk moment waarbij onze aanpak getoetst wordt door de deskundigen die deelnemen aan het werkatelier. Daarnaast heeft het werkatelier een belangrijke rol in de landelijke consistentie bij de totstandkoming van het veiligheidsoordeel. Hiermee geven wij invulling aan de kwaliteitsdimensies consistentie, stabiliteit, betrouwbaarheid, validiteit, deskundigheid en navolgbaarheid.

Review van het resultaat

Uitgangspunten, schematiseringskeuzes en uitkomsten van de beoordeling worden voorgelegd aan een reviewteam. Ook voorzien wij dat in het werkatelier en wisselwerking ontstaat tussen advies over de aanpak van de beoordeling en de uitkomsten van de beoordeling. Het werkatelier draagt in onze ogen bij aan de kwaliteit van de beoordeling.

De uitkomst van de beoordeling wordt getoetst aan de ervaring en de verwachting van de beheerder. Hiermee geven wij invulling aan de kwaliteitsdimensies stabiliteit, betrouwbaarheid, objectiviteit validiteit, deskundigheid en navolgbaarheid.

De relatie tussen de thema's en de kwaliteitsdimensies is opgenomen in onderstaande matrix.

	Compleetheid	Consistentie	Stabiliteit	Betrouwbaarheid	Objectiviteit	Validiteit	Deskundigheid	Navolgbaarheid
Gebruik van informatie	x		x	x		x		
Toepassen van kennis		x	x	x		x	x	X
Review van het resultaat			x	x	x	x	x	x

8.1.3 Kwaliteitsborging bij totstandkoming van het beoordelingsresultaat

In onderstaande paragrafen is opgenomen hoe daadwerkelijk invulling is gegeven aan de kwaliteitsborging. Daarnaast is in paragraaf 8.2 opgenomen hoe we met de adviezen van het werkatelier zijn omgegaan.

Gebruik van informatie

Bij het schematiseren van de dijk is gebruik gemaakt van de informatie uit het opleverdossier wat door de aannemer is opgesteld bij de laatste dijkversterking. Tijdens de dijkversterking is de dijkversterking integraal en over de volledige lengte van de dijk uitgevoerd. Tijdens de beoordeling is gebleken dat er voldoende informatie in het opleverdossier aanwezig was om de dijk te kunnen schematiseren. Aanvullend zijn er voor een aantal mechanisme andere bronnen geraadpleegd zoals

lodingen van de bodem van de Maas en het AHN4 bestand. Hiermee is een goede basis gelegd voor de schematisatie en daaropvolgende beoordeling.

Toepassen van kennis

De beoordeling is uitgevoerd door een mix van mensen met verschillende expertises. Mensen die juist een brede en integrale blik hebben en mensen met diepgaande technisch inhoudelijke kennis. Keuzes die gemaakt zijn tijdens de beoordeling zijn vastgelegd in de logboeken en daarmee zou het resultaat van de beoordeling herleidbaar moeten zijn. Bij de beoordeling is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbaar gestelde kennis zoals deze is vastgelegd in schematiseringshandleidingen en andere documenten. In het werkatelier is ook gesproken met het specialistenteam, mede tot doel om de laatste kennis op te halen. Deze kennis is gebruikt bij de verdere uitwerking en opstellen van de faalkansen. Een voorbeeld hiervan is de omgang met een kans op een aardbeving in relatie tot de kans op een zettingsvloeiing.

Review van het resultaat

Bij ieder logboek is opgenomen wie het logboek heeft opgesteld en wie het logboek heeft gecontroleerd. Uit deze overzichten blijkt dat minimaal een vier ogen principe is toegepast. In veel gevallen zijn de beoordelingen logboeken uitgevoerd en opgesteld door twee personen die onderling hebben gespard. Controle van de logboeken en gehanteerde uitgangspunten zijn vaak ook door twee personen uitgevoerd. Een voorbeeld van het review proces was dat bij de beoordeling van de hoogte van de damwand Grubbenvorst het opviel dat in de gevoeligheidsanalyses is gerekend met een variatiecoëfficiënt van 0 (nul). Met deze variatiecoëfficiënt werd de faalkans groter dan gepresenteerd in de basisberekening. Dit is niet logisch, bij een kleinere variatiecoëfficiënt kan de faalkans niet toenemen. Deze situatie is onderzocht en gebleken is dat in de basisberekening een onjuiste variatiecoëfficiënt van 1,2 is toegepast terwijl de gebruikelijke en juiste variatiecoëfficiënt 0,15 bedraagt. Daarnaast geeft ook de reactie van het werkatelier vertrouwen in de kwaliteit van het veiligheidsoordeel.

8.2 Werkatelier

Door het werkatelier is een advies richting Waterschap Limburg afgegeven voor de beoordeling van het dijktraject 67-1 Grubbenvorst. Op 26 september 2023 is hiervoor een startgesprek geweest en op 13 november 2023 is het specialistengesprek (werkatelier) gehouden. Het specialistenteam is van mening dat het Verhaal van de kering op een goede en inzichtelijke manier is uitgewerkt en dat de selectie van de relevante faalpaden, die zijn uitgewerkt in de logboeken, helder is. Op basis van het doorlopen Werkatelier concludeert het specialistenteam dat het veiligheidsoordeel voor dijktraject 67-1 Grubbenvorst stabiel is. Het advies is om geen verdere analyses uit te voeren, omdat deze niet resulteren in een ander handelings-perspectief en waarschijnlijk ook niet tot een andere categorie voor het veiligheidsoordeel.

Het werkatelier heeft nog een aantal aanbevelingen gedaan ten aanzien van de uitwerking van de beoordeling. Deze adviezen zijn hieronder opgenomen en per advies is aangegeven hoe het waterschap hier mee is omgegaan

8.2.1 Advies 1

Het specialistenteam adviseert om steeds duiding te geven aan de gemaakte berekeningen, analyses en gevoeligheidsberekeningen per logboek. Hiermee kan inzichtelijk worden gemaakt wat een resultaat van een berekening betekent voor het oordeel van het faalpad of waarom een bepaalde gevoeligheidsberekening wordt uitgevoerd. Dit draagt bij aan de begrijpelijkheid en betrouwbaarheid van het resultaat.

Reactie

De in het werkatelier gebruikte en beschikbaar gesteld logboeken waren conceptversies. Daar waar van toepassing is nadrukkelijker invulling gegeven om in het logboek meer duiding op te nemen en

helder te maken waarom gevoeligheidsanalyses zijn uitgevoerd.

8.2.2 Advies 2

We bevelen aan om een overkoepelend document te maken waarin de resultaten van de analyses van de verschillende faalpaden uit de logboeken worden gekoppeld aan het eerder opgestelde Verhaal van de kering. Daarin kan een beschouwing opgenomen worden met conclusies en duiding van het geheel in relatie tot de overstromingskans op trajectniveau. Dit was het waterschap al voornemens te doen in een latere fase, maar het was voor dit Werkatelier waardevol geweest dit al te hebben.

Reactie

Op het moment van het werkatelier was een overkoepelende rapportage waarin de diverse faalkansen zijn geassembleerd tot een veiligheidsoordeel nog niet beschikbaar. Wel waren in Riskeer de verschillende faalkansen geassembleerd tot een veiligheidsoordeel. Mede op basis van deze inzichten is in het werkatelier geconcludeerd dat verdere aanscherping van de faalkansen niet nodig is.

9 Referenties

1. Logboek hoogte
2. Logboek puntconstructies
3. Logboek Indirect
4. Logboek langsconstructies
5. Logboek dijkerosie buitentalud
6. Logboek geotechnische instabiliteit
7. Logboek piping
8. Van Vuren – 2017 – Hydraulische Ontwerpbelastingen Maas; Memo 2; Uitgangspunten Hydraulische Ontwerpbelasting Maas – HOB Maasvallei Fase 1; Saskia van Vuren, Joana Vieira da Silva, Sonja Ouwerkerk; 3 februari 2017.

Bijlage 1 Verhaal van de kering

Los bijgevoegd

Bijlage 2 Plan van Aanpak

Los bijgevoegd

Bijlage 3 Riskeerbestand

Los bijgevoegd

Bijlage 4 Gisbestand

Los bijgevoegd