

LBO2 Traject 62-1

Logboek beoordeling Piping



Bezoekadres

Maria Theresialaan 99
6043 CX Roermond

Postadres

Postbus 2207
6040 CC Roermond

IBAN: NL10NWAB0636750906
KvK: 67682065

088 88 90 100
info@waterschaplimburg.nl
www.waterschaplimburg.nl

titel LBO2 Traject 62-1
subtitel Logboek beoordeling Piping
datum 21-07-2025
versie 2.0
status Concept
zaaknr. 2024-Z9588
documentnr. WLDOC-2066690340-74530

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

naam	functie	rol
	Adviseur waterveiligheid	Opsteller
	Adviseur waterveiligheid	Controleur (d.d. 14-07-2025)
	Projectleider waterveiligheid	Eindredactie en vaststelling (d.d. 21-7-2025)

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Beschrijving mechanisme	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Dijkvakindeling	5
3	Analyse	7
3.1	Faalpad	7
3.2	Aanpak	7
3.3	Uitgangspunten	7
3.4	Resultaten analyse	11
4	Assemblage en conclusies	13
4.1	Assemblage	13
4.2	Conclusies	14
5	Referenties	15

1 Inleiding

1.1 Beschrijving mechanisme

Dit logboek beschrijft hoe het oordeel voor Piping voor dijktraject 62-1 Wanssum-Blitterswijck tot stand is gekomen en welke keuzes bij de schematisatie zijn gemaakt. Onder piping wordt verstaan het eroderen en uitspoelen van zanddeeltjes onder een dijk, met als mogelijk gevolg het verzakken van de dijk.

De resultaten van de beoordeling op piping zijn meegenomen in de assemblage van het dijktraject om zo de overstromingskans van het traject te bepalen. Voor de resultaten van de assemblage wordt verwezen naar de hoofdrapportage.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de dijkvakindeling en de keuzes die hierin zijn gemaakt. Hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak, uitgangspunten en resultaten van de beoordeling. Hoofdstuk 4 beschrijft vervolgens de resulterende faalkansen op vak- en trajectniveau.

2 Dijkvakindeling

In het 'verhaal van de kering' [2] is een basisvakindeling van dijktraject 62-1 gepresenteerd. Deze basisvakindeling bestaat al uit relatief kleine dijkvakken. Omdat het dijktraject (relatief) recent is versterkt, en de basisvakindeling is gebaseerd op de ontwerpdijsvakken, is de geometrie en grondopbouw binnen de basis dijsvakken relatief homogeen. Er is derhalve geen reden de basis dijsvakindeling verder op te splitsen voor de beoordeling op piping. De gehanteerde dijsvakindeling is gelijk aan de basisvakindeling, en opgenomen in Tabel 1 en Figuur 1.

Tabel 1: Dijkvakindeling beoordeling geotechnische instabiliteit

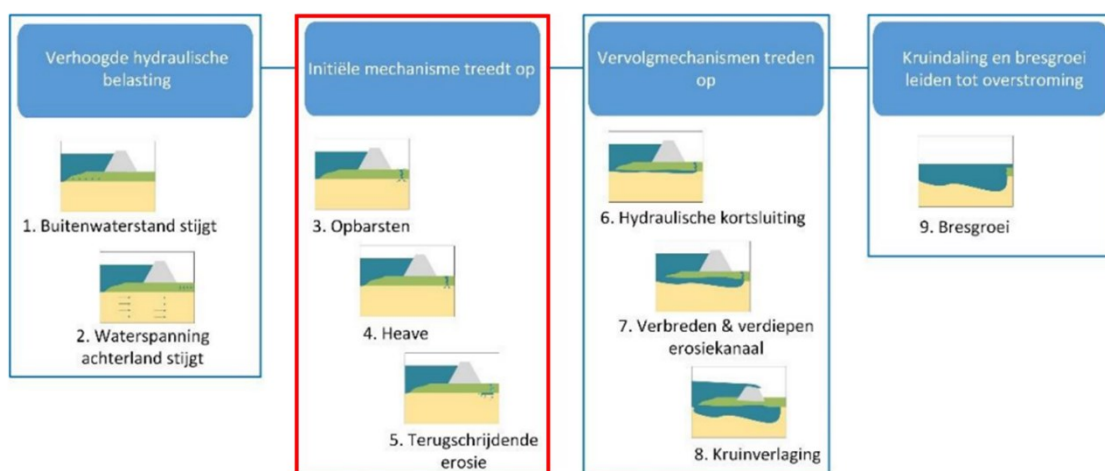
Dijkvak	Dijkpaal van	Dijkpaal tot	Lengte (m)	Eigenschappen / dijktype
62a	62.032	62.035+20	320	Steilranddijk
62b	62.035+20	62.035+60	40	Bastion t.p.v. hoogwaterbrug Ooijenseweg
62c	62.035+60	62.037+60	200	Steilranddijk
62d	62.037+60	62.040+10	250	Steilranddijk met afwateringssloot
62e	62.040+10	62.042+50	240	Klassieke groene dijk
62f1	62.042+50	62.044	160	Steilranddijk, relatief steil binnentalud
62f2	62.044	62.046+60	250	Steilranddijk, zeer flauw binnentalud
62g	62.046+60	62.053+20	660	Steilranddijk met afwateringssloot
62h	62.053+20	62.055+90	270	Steilranddijk
62i	62.055+90	62.056+70	80	Bastion t.p.v. N270 Koninginnebrug
62j	62.056+70	62.061	430	Steilranddijk
62k	62.061	62.064+30	330	Hoge gronddijk (met bebossing)
62l	62.064+30	62.069+50	550	Hoge gronddijk (akkerbouw)
62m	62.069+50	62.070+40	85	Industriehaven (vernieuwd in GOW)
62n	62.070+40	62.073+80	340	Industriehaven (origineel)
62o	62.073+80	62.076+70	270	Industriehaven (vernieuwd in GOW)
62p	62.076+70	62.077+60	90	Dorpshaven met damwand
62q	62.077+60	62.080	210	Dorpshaven met keermuur. Hierin ligt ook het bastion t.p.v. N270 Lienebrug.
62s	62.080	62.083	330	Klassieke dijk (oriëntatie west)
62t	62.083	62.084+80	180	Klassieke dijk (oriëntatie zuid)
62u	62.084+80	62.086+30	150	Klassieke dijk met zeer flauw buitentalud

3 Analyse

3.1 Faalpad

Figuur 2 toont het faalpad voor piping, afkomstig uit 'Handleiding overstromingskansanalyse – Deel 2 Piping' [1]. In eerste instantie wordt in de beoordeling enkel de kans op de initiële mechanismen (rood omrand in de figuur) gekwantificeerd, en wordt de kans op vervolgmechanismen op 1 gesteld. Alleen indien nodig worden ook de vervolgmechanismen verder gekwantificeerd.

Voor piping zijn er drie initiële mechanismen, die alle drie achtereenvolgens dienen op te treden om piping mogelijk te maken: opbarsten, heave en terugschrijdende erosie. Er kan alleen sprake zijn van piping als alle drie de mechanismen zijn opgetreden; er is sprake van een parallel systeem. Wanneer alle drie de mechanismen voorkomen bepaalt de laagste kans op voorkomen van de drie afzonderlijke mechanismen de faalkans voor piping in de doorsnede.



Figuur 2: Faalpad stabiliteit

3.2 Aanpak

In LBO1 is piping (STPH) beoordeeld met een faalkans van ca. 1/1.700 op trajectniveau. Op basis daarvan is de verwachting dat piping mede bepalend kan zijn voor de overstromingskans van dijktraject 62-1; piping is mogelijk een dominant faalpad. In het 'plan van aanpak' [3] is daarom reeds beschreven dat piping in LBO2 voor elk dijkvak (waar piping relevant is, zie [3]) wordt beoordeeld op basis van een probabilistische analyse met fragility curves (1 berekening/analyse per dijkvak).

3.3 Uitgangspunten

De rekenuitgangspunten voor de probabilistische analyse zijn hieronder beschreven. Eerst komen – in aparte kopjes – de belangrijkste uitgangspunten en parameters aan bod, gevolgd door een volledig overzicht van de gehanteerde parameters.

Rekenmodellen

De probabilistische analyse is voor de drie initiële mechanismen gebaseerd op dezelfde formules zoals aanwezig in Riskeer; voor opbarsten, heave en terugschrijdende erosie. Voor terugschrijdende erosie betekent dit dat het model van Sellmeijer is gehanteerd.

Fragility curves

- In elk (relevant) vak is een fragility curve opgesteld.
- Voor deze fragility curves is voor een range aan waterstanden (het gehele waterstandsbereik) voor alle drie de initiële mechanismen afzonderlijk (opbarsten, heave, terugschrijdende erosie) een (conditionele) kans berekend. Per fragility point (waterstand) geldt de laagste van de drie kansen (van de initiële mechanismen) als maatgevend, en daarmee als conditionele (gegeven de waterstand) faalkans voor piping.
- De conditionele (faal)kansen zijn berekend middels de FORM-methode.
- Door de fragility curve uit te integreren over de waterstandsverdeling (zie onderstaand kopje) volgt de jaarlijkse faalkans op piping.
- Voor waterstanden hoger dan 5cm boven de kruinhoogte is de faalkansbijdrage op piping gecorrigeerd naar 0. Achterliggende gedachte hierbij is dat bij dergelijke waterstanden al falen op hoogte is berekend. Deze faalkansbijdrage ook nog meenemen bij piping, zou dubbeltellen van faalkansruimte betekenen. De gehanteerde kruinhoogtes zijn gelijk aan de kruinhoogtes in de beoordeling hoogte [4].
- De fragility curves zijn gecorrigeerd voor bewezen sterkte tijdens het hoogwater van juli 2021. Om rekening te houden met het feit dat het hoogwater in 2021 een zeer smalle/korte hoogwatergolf betrof, en het pipingmechanisme tijd nodig heeft om te kunnen optreden, is als overleefde waterstand gedefinieerd de waterstand die in 2021 gedurende 24 uur is overschreden. De overleefde waterstand per vak is bepaald door de gemeten waterstand in het dichtstbijzijnde meetpunt te vertalen naar het betreffende dijkvak met behulp van de betrekkinglijnen Maas 2020-2021. Om rekening te houden met bewezen sterkte zijn de faalkansbijdrages voor waterstanden lager dan de overleefde waterstand gecorrigeerd naar 0. Corrigeren naar faalkansbijdrage van 0 is mogelijk, omdat tijdens het hoogwater in 2021 geen wellen (beginnende schade) zijn waargenomen.

Hydraulische belastingen

De overschrijdingsfrequentielijn van de waterstand (waterstandsverdeling) is (voor elk vak) berekend met Hydra-NL. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten toegepast:

- Software: Hydra-NL 2.8.2
- Database: HOB-model met Bruto waterstandseffecten (HOR_F1_Maas_Oever_Bruto_2050_v02.sqlite)
- Afvoerstatistiek volgens W+ met zichtjaar 2035 waarin overstromingen in Wallonië zijn meegenomen: Ovkans_Borgharen_piekafvoer_OI2014_W_2035_metOnzHeid_v02.txt
- Modelonzekerheden waterstand: verwachtingswaarde = 0; standaarddeviatie = 30 cm
- Uitvoerlocaties: koppeling op basis van kortste afstand t.o.v. maatgevende profiel, plus een handmatige controle op situaties waarbij de kortste afstand niet representatief is.

Geometrie en kwelweglengte

- Per vak is een maatgevend dwarsprofiel gekozen en geschematiseerd op basis van AHN5, gecombineerd met ontwerpgegevens uit de ontwerpnota (zie verhaal van de kering [2]). Bij steilranddijken is de natuurbuffer niet meegenomen in het dijkprofiel, omdat hieraan geen sterkte is ontleend [2].
- De kwelweglengte is gedefinieerd als de afstand tussen buitenteen en binnenteen. Er is dus geen voorland meegenomen in de kwelweglengte, omdat vrijwel nergens in het voorland een volledig afsluitende deklaag aanwezig is. Ook eventuele natuurbuffers zijn niet meegenomen in de kwelweglengte, zoals hierboven reeds vermeld.
- Standaard wordt voor de kwelweglengte een variatiecoëfficiënt van 0,10 voorgesteld [5]. In voorliggende beoordeling is hiervan afgeweken bij het berekenen van de fragility curves. Aangezien geen voorland is meegenomen, en de kwelweg daarmee eenduidig is aan te wijzen als afstand tussen binnen- en buitenteen, is de onzekerheid beperkt. Daarom kan worden volstaan met een standaarddeviatie van 1m.

Volumegewicht

Op basis van de ontwerpgegevens uit de ontwerpnota [2], en in lijn met de beoordeling in LBO1, is voor het volumiek gewicht van de deklaag een waarde van $18,0 \text{ kN/m}^3$ gehanteerd. Op basis van [5] is gerekend met een standaard variatiecoëfficiënt van 0,05.

Korrel diameter watervoerend pakket

De korrel diameter is gebaseerd op ontwerpgegevens uit de ontwerpnota (zie verhaal van de kering [2]). Deze gegevens zijn afkomstig uit grondonderzoek, uitgevoerd tijdens het ontwerp. Dit heeft geresulteerd in een gemiddelde korrel diameter van $d_{70}=0,375\text{mm}$, en een karakteristieke waarde van $d_{70}=0,305\text{mm}$. Voor het berekenen van de fragility curves is een standaarddeviatie gefit op basis van een lognormale verdeling met genoemde gemiddelde en karakteristieke (5%) waarde. Dit resulteert in een standaarddeviatie van $0,045\text{mm}$.

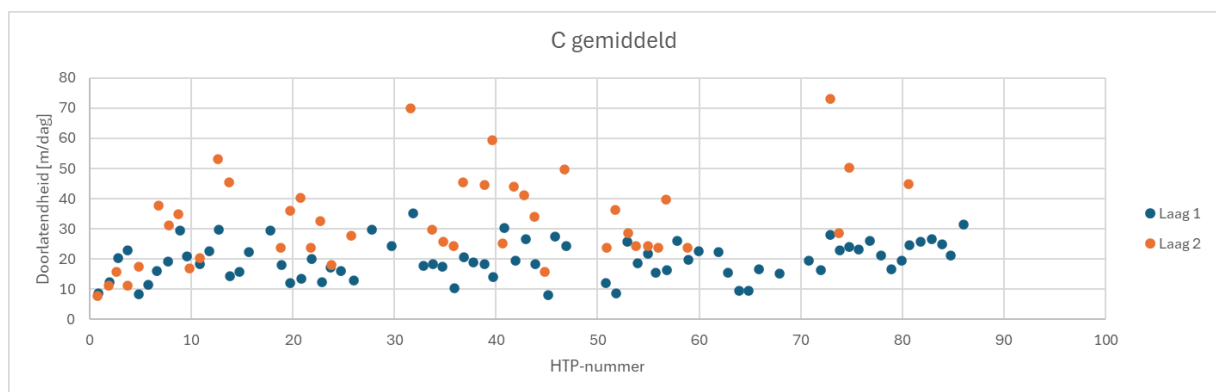
Doorlatendheid en dikte watervoerend pakket

De doorlatendheid van het watervoerend pakket is gebaseerd op basis van ontwerpgegevens. In het ontwerp is de afleiding van de doorlatendheid beschreven in de notitie 'Analyse doorlatendheid GOW' [6]. Voor deze afleiding is gebruik gemaakt van doorlatendheidsmetingen d.m.v. HPT/MPT-sonderingen. Na opnieuw beschouwen van de notitie t.b.v. voorliggende beoordeling is geconcludeerd dat de resulterende doorlatendheden, waarmee in het ontwerp is gerekend, te gunstig zijn ingeschat, omdat niet alle variaties/on zekerheden juist zijn meegenomen; er zijn namelijk laag gemiddelde waarden gebruikt, waarin locatieafhankelijke variatie niet is meegenomen (locatieafhankelijke spreiding is volledig uitgemiddeld). Daarom zijn t.b.v. de beoordeling op piping in LBO2 de doorlatendheden opnieuw afgeleid, gebruik makend van dezelfde bronwaarden uit [6].

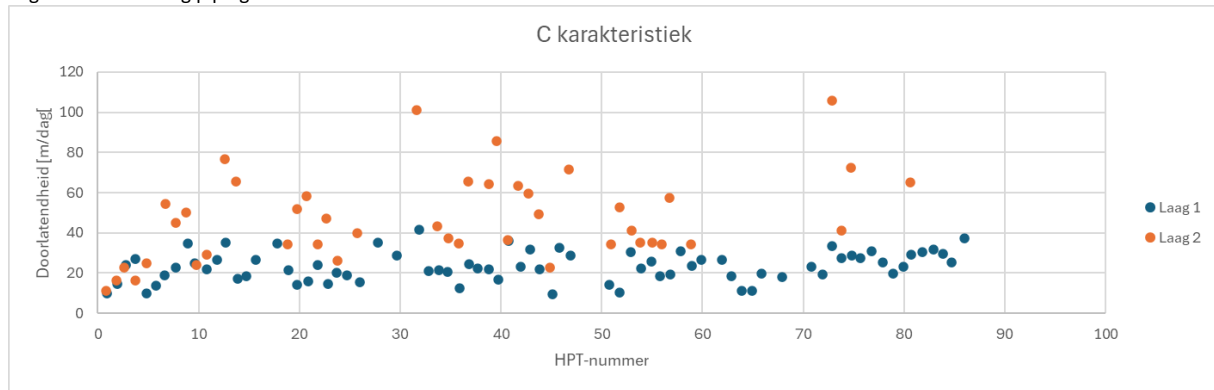
Conform [6] is het watervoerend pakket verdeeld in drie lagen:

- Laag 1: bovenste deel van formatie van Beegden (maaiveld tot $6\text{m}+\text{NAP}$)
- Laag 2: onderste deel van formatie van Beegden (6 tot $0\text{m}+\text{NAP}$)
- Laag 3: Kiezeloöliet formatie (0 tot $-15\text{m}+\text{NAP}$)

De doorlatendheden van laag 1 en 2 zijn – conform [6] - gerelateerd aan de resultaten van de HPT-sonderingen middels een afgeleide correlatiecoëfficiënt (C), welke ook weer is afgeleid op basis van onderzoek en een spreiding/on zekerheid kent. Figuur 3 en Figuur 4 tonen de resulterende doorlatendheden (voor het gehele gebied Ooijen-Wanssum), op basis van respectievelijk een gemiddelde en hoog karakteristieke C.



Figuur 3: Doorlatendheden o.b.v. gemiddelde correlatiecoëfficiënt



Figuur 4: Doorlatendheden o.b.v. karakteristieke correlatiecoëfficiënt

Op basis van de waarden in bovenstaande figuren zijn een gemiddelde en karakteristieke waarde van de doorlatendheid bepaald, voor zowel laag 1 als laag 2. De gemiddelde waarde is het gemiddelde van de waarden op basis van gemiddelde C (Figuur 3). De karakteristieke waarde is bepaald conform formule A1.27 uit het *Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen* [7], als 95%-waarde bij een lognormale verdeling, rekening houdend met een spreidingsreductiefactor van 0,25. Conform deze formule betreft het een karakteristieke schatting van een laaggemiddelde waarde uit een regionaal waarnemingenbestand. Op basis van expert judgement volstaat dit om alle onzekerheden en spreiding goed te verdisconteren in de rekenwaarden.

Voor laag 3 (Kiezeloöliet formatie) is de doorlatendheid afgeleid op basis van het REGIS-II model. Hieruit volgt voor dijktraject 62-1 een gemiddelde doorlatendheid van 34 m/dag en een standaarddeviatie van 16 m/dag. De karakteristieke waarde is bepaald op dezelfde wijze als voor laag 1 en 2, resulterend in een karakteristieke doorlatendheid van 44 m/dag.

De totale doorlatendheid (equivalente doorlatendheid) van het watervoerend pakket (laag 1 t/m 3) is bepaald als (over de dikte) gewogen gemiddelde van de drie afzonderlijke lagen. Op deze manier zijn zowel een gemiddelde waarde als een karakteristieke waarde bepaald. Tabel 2 toont de resultaten. De equivalente doorlatendheid is, op basis van de gemiddelde en karakteristieke waarde, vertaald naar een stochastische verdeling met lognormale verdeling (waarbij de karakteristieke waarde als 95% waarde is verondersteld). Dit resulteert in een gemiddelde waarde van 30m/dag en een standaarddeviatie van 8,2 m/dag.

Tabel 2: Resulterende doorlatendheden

Laag	D [m]	k gem [m/dag]	k kar [m/dag]
Laag 1	6,5	20	29
Laag 2	6	33	63
Laag 3	15	34	44
Equivalent	27,5	30	45

Overzicht alle parameters

Tabel 3 toont per vak de gehanteerde invoerparameters voor de piping analyse.

Tabel 3: Invoerparameters per vak

Vak	Gemiddelde waarden								Spreiding		
	D	D_cov	d70	γ_{sat}	h_{exit}	k	L	r_{exit}	d70 (σ)	L (σ)	k (σ)
	[m]	[m]	[μm]	[kN/m^3]	[m NAP]	[m/d]	[m]	[-]	[μm]	[m]	[m/dag]
62a	26,7	0	375	18	15,28	30	26,2	0,7	45	1	8,2
62b	26,7	0	375	18	14,72	30	54,0	0,7	45	1	8,2

Logboek beoordeling piping

62c	26,7	0	375	18	14,76	30	50,7	0,7	45	1	8,2
62d	26,7	0	375	18	14,2	30	58,3	0,7	45	1	8,2
62e	26,7	0	375	18	14,78	30	27,0	0,7	45	1	8,2
62f1	26,7	0	375	18	14,42	30	27,9	0,7	45	1	8,2
62f2	26,7	0	375	18	15,75	30	40,0	0,7	45	1	8,2
62g	26,7	0	375	18	15	30	28,7	0,7	45	1	8,2
62h	26,7	0	375	18	14,43	30	49,0	0,7	45	1	8,2
62i	26,7	0	375	18	16,5	30	69,3	0,7	45	1	8,2
62j	26,7	0	375	18	15,77	30	48,0	0,7	45	1	8,2
62s	26,7	1	375	18	15,15	30	26,1	0,7	45	1	8,2
62t	26,7	1	375	18	15,6	30	14,4	0,7	45	1	8,2
62u	26,7	1	375	18	15,03	30	18,5	0,7	45	1	8,2

3.4 Resultaten analyse

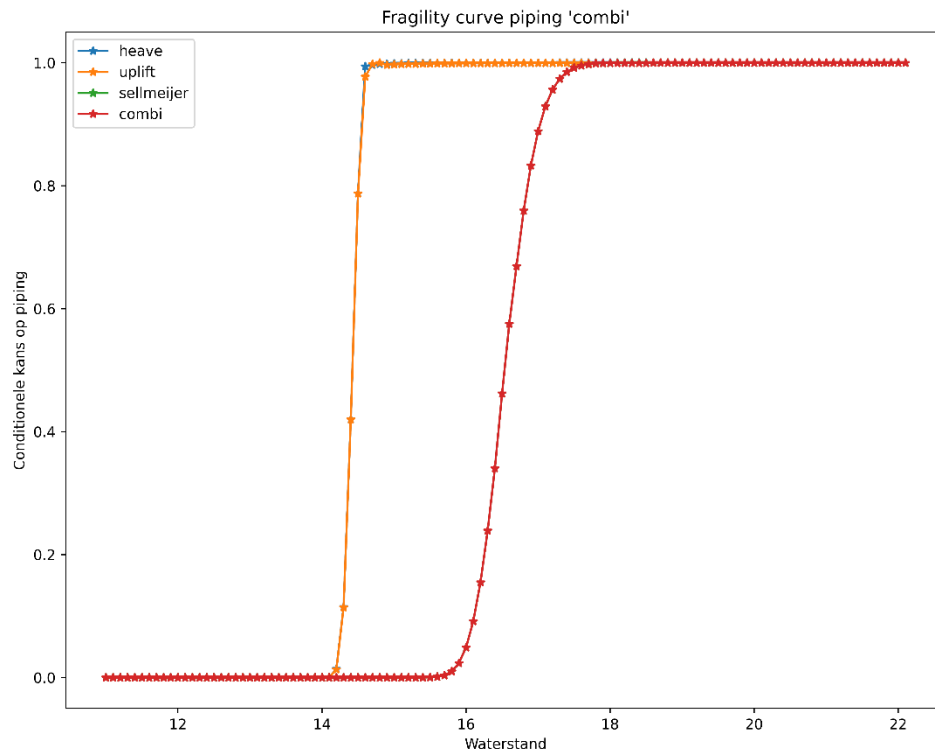
Tabel 4 toont de uit de analyse resulterende faalkansen op doorsnedeniveau, per vak.

Tabel 4: Resultaten per vak

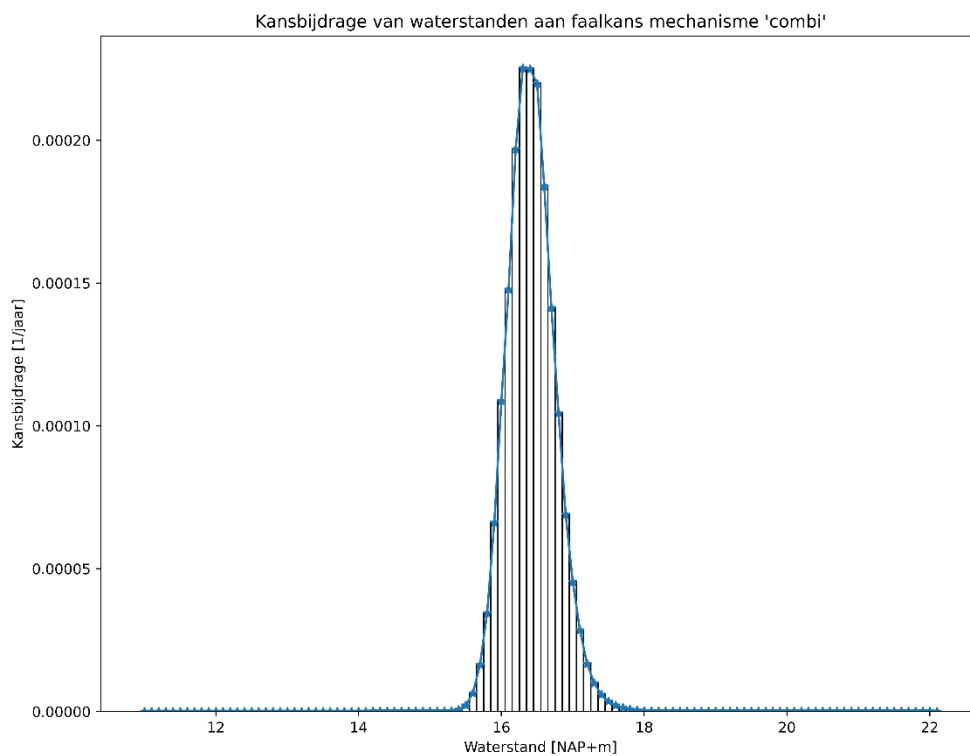
Dijkvak	Dijktype	Berekend? Ja/Nee	Faalkans
62a	Steilranddijk	Ja	1 / 20.661
62b	Bastion	Ja	1 / 1.024.590
62c	Steilranddijk	Ja	1 / 621.118
62d	Steilranddijk	Ja	1 / 153.139
62e	Klassieke groene dijk	Ja	1 / 2.488
62f1	Steilranddijk	Ja	1 / 637
62f2	Steilranddijk	Ja	FV
62g	Steilranddijk	Ja	1 / 24.691
62h	Steilranddijk	Ja	1 / 571.429
62i	Bastion	Ja	FV
62j	Steilranddijk	Ja	FV
62k	Hoge gronddijk	Nee, niet relevant (hoge gronddijk)	FV
62l	Hoge gronddijk	Nee, niet relevant (hoge gronddijk)	FV
62m	Langsconstructie	Nee, niet relevant (langsconstructie)	NVT
62n	Langsconstructie	Nee, niet relevant (langsconstructie)	NVT
62o	Langsconstructie	Nee, niet relevant (langsconstructie)	NVT
62p	Langsconstructie	Nee, niet relevant (langsconstructie)	NVT
62q	Langsconstructie	Nee, niet relevant (langsconstructie)	NVT
62s	Klassieke groene dijk	Ja	1 / 28.735.632
62t	Klassieke groene dijk	Ja	1 / 63.291.139
62u	Klassieke groene dijk	Ja	1 / 125.313

Figuur 5 toont ter illustratie de fragility curve van vak 62f1, zowel voor de afzonderlijke initiële mechanismen (opbarsten/uplift, heave, terugschrijdende erosie / sellmeijer) als voor de combinatie (laagste van de afzonderlijke conditionele faalkansen). Figuur 6 toont de uitgeïntegreerde (gecombineerd met overschrijdingskansen waterstand) faalkansbijdrages. In deze figuur zijn de

faalkansbijdrages voor bewezen sterkte en waterstanden boven kruinniveau nog niet gecorrigeerd.



Figuur 5: Fragility curve piping met conditionele faalkansen van vak 62f1



Figuur 6: Uitgeïntegreerde faalkansbijdrages vak 62f1 (gecombineerd met overschrijdingskansen waterstand)

4 Assemblage en conclusies

4.1 Assemblage

De assemblage is uitgevoerd op basis van de 'Rode draad assembleren' van het Adviesteam Dijkontwerp [8]. Ten behoeve van de assemblage van de totale overstromingskans zijn de faalkansen van Tabel 4 als uitgangspunt genomen. Let wel, dit betreffen nog steeds kanssen op doorsnedeniveau. Deze kunnen worden vertaald naar een faalkans op vakniveau met toepassing van het lengte-effect:

$$N_{vak} = \max(1, a_{vak} \frac{L_{vak}}{\Delta L}) \text{ en } P_{f,vak} = N_{vak} \cdot P_{f,dsn} [8]$$

Waarin:

$P_{f,vak}$ = Faalkans op vakniveau

$P_{f,dsn}$ = Faalkans op doorsnedeniveau

a_{vak} = deel van het dijkvak dat gevoelig is voor het mechanisme [-].*

L_{vak} = Lengte van het dijkvak [m].

ΔL = Equivalente, onafhankelijke lengte. Deze is afhankelijk van het faalmechanisme. Voor piping geldt een equivalente lengte van 100 tot 300m [8]. In voorliggende beoordeling is uitgegaan van de gemiddelde waarde van 200m.

* Aangezien de dijkvakken naar verwachting relatief homogeen zijn, omdat de vakken zijn gebaseerd op een recente dijkversterking, is hier een waarde van 1 gehanteerd.

Tabel 5 toont de faalkansen per vak voor traject 62-1. De faalkansen op vakniveau zijn voor elk vak bepaald op basis van bovenstaande formule. Uitzondering hierop zijn de vakken waarvoor in het 'plan van aanpak' reeds is gesteld dat het mechanisme niet relevant is; dit zijn de hoge gronddijken en langsconstructies. Voor deze vakken bevat de tabel 'FV' (Faalkans verwaarloosbaar).

De totale faalkans t.a.v. piping van dijktraject 62-1 is conform [8] ingeschat als de som van alle afzonderlijke faalkansen op vakniveau, en bedraagt 1/438.

Tabel 5: Faalkansen per vak

Dijkvak	Dijkpaal van	Dijkpaal tot	Lengte (m)	Dijktype	$P_{f,dsn}$	$P_{f,vak}$
62a	62.032	62.035+20	320	Steilranddijk	1/20.661	1/12.913
62b	62.035+20	62.035+60	40	Bastion	1/1.024.590	1/1.024.590*
62c	62.035+60	62.037+60	200	Steilranddijk	1/621.118	1/621.118
62d	62.037+60	62.040+10	250	Steilranddijk	1/153.139	1/122.511
62e	62.040+10	62.042+50	240	Klassieke groene dijk	1/2.488	1/2.073
62f1	62.042+50	62.044	160	Steilranddijk	1/637	1/637*
62f2	62.044	62.046+60	250	Steilranddijk	FV	FV
62g	62.046+60	62.053+20	660	Steilranddijk	1/24.691	1/7.482
62h	62.053+20	62.055+90	270	Steilranddijk	1/571.429	1/423.280
62i	62.055+90	62.056+70	80	Bastion	FV	FV
62j	62.056+70	62.061	430	Steilranddijk	FV	FV
62k	62.061	62.064+30	330	Hoge gronddijk	FV	FV
62l	62.064+30	62.069+50	550	Hoge gronddijk	FV	FV
62m	62.069+50	62.070+40	85	Langsconstructie	NVT	NVT
62n	62.070+40	62.073+80	340	Langsconstructie	NVT	NVT
62o	62.073+80	62.076+70	270	Langsconstructie	NVT	NVT
62p	62.076+70	62.077+60	90	Langsconstructie	NVT	NVT

Logboek beoordeling piping

62q	62.077+60	62.080	210	Langsconstructie	NVT	NVT
62s	62.080	62.083	330	Klassieke groene dijk	1/28.735.632	1/17.415.535
62t	62.083	62.084+80	180	Klassieke groene dijk	1/63.291.139	1/63.291.139*
62u	62.084+80	62.086+30	150	Klassieke groene dijk	1/125.313	1/125.313*

* Voor vakken kleiner dan 200m is de faalkans op vakniveau gelijk gesteld aan de faalkans op doorsnedeniveau. De kans op vakniveau kan namelijk niet kleiner zijn dan de kans op doorsnedeniveau.

4.2 Conclusies

Bovenstaande beoordeling resulteert in een totale faalkans op piping voor dijktraject 62-1 van 1/438. Let wel, dit betreft gezamenlijke kans op de initiële mechanismen. Hierin zijn vervolgmecanismen nog niet meegenomen, zoals eerder beschreven. Deze faalkans is iets lager dan de overstromingskans op hoogte op trajectniveau, van 1/320.

De berekende faalkans is bovendien net iets hoger dan de faalkans zoals berekend in LBO1, van 1/1.700. Dit kan worden verklaard door het feit dat (1) in LBO2 met hogere waterstanden is gerekend als gevolg van het latere zichtjaar en bijbehorende klimaatverandering en (2) doordat de doorlatendheden zijn bijgesteld t.o.v. LBO1, waardoor met hogere doorlatendheden is gerekend.

5 Referenties

1. Rijkswaterstaat (2023). *Handleiding Overstromingskansanalyse Dijken/dammen Deel 2 Piping*; 21 december 2023.
2. Waterschap Limburg (2025). *Het verhaal van de kering 62-1 Wanssum Blitterswijck*. WLDOC-2066690340-51938
3. Waterschap Limburg (2025). *Plan van Aanpak LBO2 62-1 Wanssum Blitterswijck*. WLDOC-2066690340-59182
4. Waterschap Limburg (2025). *LBO2 Traject 62-1, Logboek beoordeling hoogte*. WLDOC-2066690340-62667
5. Min. I&W (2021). *Schematiseringshandleiding piping, WBI 2017*. 28 mei 2021
6. Mooder Maas (2017). *Ontwerp groene kaden: analyse doorlatendheid watervoerend pakket*. 18-4-2017
7. Min. I&W (2021). *Onderzoeksrapport zandmeevoerende wellen*. Maart 2012
8. Adviesteam Dijkontwerp (2024). *Rode draad #10 – Assembleren*. 22 oktober 2024