

DODH – Versterkingsopgave STBI

Overleg Commissie MER - HHNK

12 januari 2026

Project	Dijkversterking Den Oever-Den Helder
Opdrachtgever	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Document	Presentatie versterkingsopgave STBI ten behoeve van overleg Commissie MER
Status	Definitief
Datum	12 januari 2026
Referentie	138945/26-000.490
Corsanummer	26.0013173

Projectcode	138945
Projectleider	
Projectdirecteur	

Auteur(s)

Gecontroleerd door

Goedgekeurd door

Paraaf

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Agenda

- Evolutie van de versterkingsopgave in de tijd (verschillende beoordelingen).
- Tussentijds advies commissie MER (2019).
- Vragen Commissie MER (2025):
 1. Effect van faalkansruimte factor op versterkingsopgave.
 2. Probabilistische beoordeling met opbarsten en sterktereductie.
 3. Ontstaan bres bij stabiliteitsverlies.

Evolutie van de versterkingsopgave in de tijd

Beoordelingen	Opgave STBI	Uitgangspunten
WBI fase 1 (2017) [ref. 1]	9,2 km	- Faalkansruimte factor: 4 % - FL en stijghoogte conform TRWD
WBI fase 2 (2017) [ref. 2]	7,8 km	- Faalkansruimte factor: 4 % - FL en stijghoogte conform TRWD - Aanvullende ondergrondinformatie + groter aantal dijkvakken - Proevenverzameling voor grondparameters
Nader onderzoek verkenning (2019) [ref. 3]	3,05 km	- Faalkansruimte factor: 7 % - FL en stijghoogte op basis peilbuismetingen en geohydrologisch model - Probabilistische scenario ontwikkeling (ondergrondscenario's, FL scenario's en stijghoogte scenario's) - Respons stijghoogte onder deklaag, breedte opbarstzone, sterktereductie bij opbarsten
WBI-beoordeling na verkenning (2020) [ref. 4]	3,05 km	- Faalkansruimte factor: 7 % - FL en stijghoogte op basis peilbuismetingen en geohydrologisch model - Probabilistische scenario ontwikkeling (ondergrondscenario's, FL scenario's en stijghoogte scenario's) - Respons stijghoogte onder deklaag, breedte opbarstzone, sterktereductie bij opbarsten
Onderzoek planuitwerking (2024/25) [ref. 5]	3,65 km	- Faalkansruimte factor: 7 % - FL en stijghoogte op basis peilbuismetingen en geohydrologisch model -> update geohydrologische analyse - Probabilistische scenario ontwikkeling (ondergrondscenario's, FL scenario's en stijghoogte scenario's) - Respons stijghoogte onder deklaag, breedte opbarstzone, sterktereductie bij opbarsten - Verwerking grondonderzoek planuitwerking zorgt voor aanvullend dijkvak met een versterkingsopgave (vak 13007.2) vanwege diepe (slappe) kleigeyul die nog niet geschematiseerd was [ref. 7]

Tussentijds advies Commissie MER (2019) [ref. 6]

- Advies van de commissie m.b.t. STBI is gedaan op basis van de Rapportage nader onderzoek – bijlage E: Veiligheidsanalyse macrostabiliteit [ref. 3].
- De commissie adviseert om aanvullend onderzoek te doen om opgave te verkleinen (optimalisatie faalkansbegroting, probabilistische berekening) omdat in de veiligheidsanalyse macrostabiliteit wordt gesteld dat er geen groot veiligheidsrisico is: *'De overige dijkvakken die niet voldoen aan de eis laten een stabiliteit zijn in de range van 0,96 tot 1,1. Dit is geen groot veiligheidsrisico maar voldoet niet aan de eis'* [ref. 3].

Uit de berekeningen volgt dat de macrostabiliteit van de Balgzanddijk op een aantal plekken net niet aan de veiligheidseis voldoet.⁷ De onderzoekers concluderen dat dit 'geen groot veiligheidsrisico' is.⁸ Uit aanvullend onderzoek kan volgen dat de veiligheidseis feitelijk niet wordt overschreden, zodat verdere inperking van de opgave mogelijk is, temeer omdat op het gebied van de beoordelingsmethodiek nog verbeteringen mogelijk zijn.⁹

Passage uit
tussentijds
advies MER
[ref. 6]

Tussentijds advies Commissie MER (2019) [ref. 6]

- De conclusie uit de veiligheidsrapportage macrostabiliteit dat er sprake is van “geen groot veiligheidsrisico” klopt niet:
 - Bij een faalkansruimte van 7 % is $P_{\text{eis;ond;dsn}}$ gelijk aan $8,97\text{E-}06$. Dit komt overeen met een berekende Stabiliteitsfactor van minimaal 1,12.
 - De afgekeurde dijkvakken hebben een berekende faalkans op doorsnede niveau variërend tussen $3,06\text{E-}05$ en $4,76\text{E-}04$ (tabel 4 veiligheidsanalyse). Er is sprake van een grote afstand tot de ondergrens op doorsnede niveau.
 - 5 van de 7 afgekeurde vakken hebben voor alle scenario's een SF lager dan 1,0. 2 vakken hebben SF's voor de scenario's 1,05-1,09 (tabel 4 veiligheidsanalyse), deze vakken liggen dicht bij de eis, maar voldoen niet en liggen tussen dijkvakken in met berekende SF's lager dan 1,0.
- Gezien de afstand van de berekende faalkansen tot $P_{\text{eis;ond;dsn}}$ kan er **niet** gesteld worden dat er sprake is van een beperkt veiligheidsrisico.
- Gezien de afstand tot de norm gaat het oordeel niet wijzigen bij andere faalkansruimte en/of aanvullende probabilistische analyse (zie volgende slides).

Vragen Commissie MER n.a.v. Milieueffectrapportage (2025)

*De Commissie vindt het essentieel voor het besluit om de veiligheidsopgave voor stabiliteit voldoende te onderbouwen. Optimaliseer daartoe de **faalkansbegroting** en **voer een probabilistische beoordeling uit waarin opbarsten en sterktereductie in de deklaag** worden meegenomen. Maak ook expliciet inzichtelijk hoe vastgesteld **stabiliteitsverlies zich verhoudt tot het risico op het ontstaan van een bres** en daarmee tot de wettelijke faalkanseis voor overstroming.*

We zullen hieronder de 3 onderwerpen één voor één behandelen.

Uitgangspunten bepaling versterkingsopgave STBI

- Ondergrens: 1/1000 per jaar, Signaleringswaarde: 1/3000 per jaar.
- Faalkansruimte factor 7 % (3 % van STPH overgeheveld naar STBI).
- FL en stijghoogte op basis peilbuismetingen en geohydrologische analyse.
- Scenario ontwikkeling in D-stability: per vak 6 scenario's (bij één ondergrondscenario) of 12 scenario's (bij twee ondergrondscenario's) met verschillende waterspanningen:
 - Ondergrondscenario's. Per vak één of twee ondergrondscenario's gedefinieerd.
 - Stijghoogte: twee scenario's met bijbehorende kansen.
 - Freatische lijn (FL): drie scenario's met bijbehorende kansen.
- Opbarsten: berekend voor alle scenario's. Indien sprake van opbarsten (veiligheid $< 1,2$) is de maatgevende locatie voor opbarsten in de doorsnede bepaald en is sterkte reductie grondlagen toegepast.
- Faalkans per doorsnede bepaald met kalibratieformule voor STBI [conform WBI].

Effect faalkansruimtefactor op veiligheidsoordeel (2023)

Oordeel bij $\omega=7\%$, $P_{\text{eis;ond;dsn}}=8,97\text{E-}06$

VAK	Faalkans op doorsnedeniveau 2023 - Scenarios per doorsnede gecombineerd	Toetsoordeel per vak (categorie)
13005.1	1.45E-06	IIv
13005.2	5.39E-07	IIv
13006.1	5.71E-07	IIv
13006.2	2.33E-07	IIv
13006.3	1.26E-07	IIv
13006.4	8.40E-06	IIIv
13006.5	1.02E-06	IIv
13006.6	5.08E-06	IIIv
13006.7	4.76E-04	IVv
13006.8	3.80E-04	IVv
13006.9	3.81E-04	IVv
13006.1	1.30E-04	IVv
13006.11	3.06E-05	IVv
13007.1	3.33E-05	IVv
13007.2	1.88E-04	IVv
13008.1	1.97E-07	IIv
13008.2	1.32E-17	Iv
13008.3	7.85E-25	Iv
13010.1	2.01E-09	Iv
13010.2	1.15E-13	Iv

Oordeel bij $\omega=20\%$, $P_{\text{eis;ond;dsn}}=2,56\text{E-}05$

VAK	Faalkans op doorsnedeniveau 2023 - Scenarios per doorsnede gecombineerd	Toetsoordeel per vak (categorie)
13005.1	1.45E-06	IIv
13005.2	5.39E-07	IIv
13006.1	5.71E-07	IIv
13006.2	2.33E-07	Iv
13006.3	1.26E-07	Iv
13006.4	8.40E-06	IIv
13006.5	1.02E-06	IIv
13006.6	5.08E-06	IIv
13006.7	4.76E-04	IVv
13006.8	3.80E-04	IVv
13006.9	3.81E-04	IVv
13006.1	1.30E-04	IVv
13006.11	3.06E-05	IVv
13007.1	3.33E-05	IVv
13007.2	1.88E-04	IVv
13008.1	1.97E-07	Iv
13008.2	1.32E-17	Iv
13008.3	7.85E-25	Iv
13010.1	2.01E-09	Iv
13010.2	1.15E-13	Iv

Vak 13006.4 en 13006.6 hebben bij $\omega=7\%$ voor zichtjaar 2023 oordeel IIIv. Het oordeel voor deze vakken in 2073 bij $\omega=7\%$ wijzigt niet. Conclusie: dijkvakken 13006.4 en 13006.6 voldoen in 2073 nog aan ondergrens dus er is geen versterkingsopgave voor deze vakken.

Effect faalkansruimtefactor op veiligheidsoordeel

ω (%)	Aantal vakken dat niet voldoet	Van DP tot DP	Trajectoordeel STBI
7	7 vakken voldoen niet aan ondergrens op doorsnede niveau (Cat IVv)	7.8-12.4	Vt
20	7 vakken voldoen niet aan ondergrens op doorsnede niveau (Cat IVv)	7.8-12.4	Vt
24	6 vakken voldoen niet aan ondergrens op doorsnede niveau (Cat IVv)	7.8-10.8 11.3-12.4	Vt

Effect faalkansruimtefactor op veiligheidsoordeel - conclusies

- De faalkans van de vakken die niet voldoen aan ondergrens op doorsnede niveau hebben significante afstand tot faalkanseis op doorsnede niveau. Overhevelen van faalkansruimte heeft pas effect vanaf $\omega=24\%$ (één vak gaat van IVv naar IIIv).
- Dijkvak dat bij $\omega=24\%$ in Cat IIIv valt, moet in de toekomst ook versterkt worden. Geen reden tot uitstel versterking. Je keurt pas goed bij als de signaleringswaarde voldoet, categorie liv.
- Impact op oordeel piping bij overhevelen groot deel faalkansruimte factor onbekend.

Conclusie: verder aanpassen faalkansruimteverdeling leidt niet tot een verkleining van de versterkingsopgave.

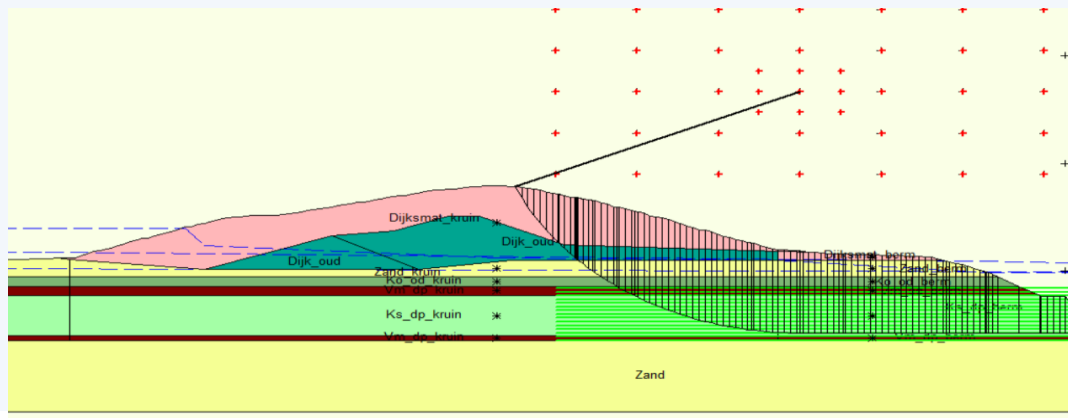
Probabilistische beoordeling met opbarsten en sterktereductie

- Er is per dijkvak gerekend met een groot aantal scenario's (diverse bodemopbouw en waterspanningsscenario's) waarbij elk scenario met bijbehorende kans van optreden is meegenomen in de totale faalkans van het dijkvak.
- Kans op opbarsten en sterktereductie grondlagen is in elk scenario afgeleid en toegepast.

Conclusie: er is dus al probabilistisch gerekend m.b.t. scenario's waarbij opbarsten is meegenomen.

Ontstaan bres bij stabiliteitsverlies

- Intredepunt maatgevende glijvlakken ligt in de kruin en diepe glijcirkel.
- Methode restbreedte bij overhoogte zorgt niet voor ander oordeel want 2e afschuiving zorgt voor significante kruinverlaging (veel meer dan de overhoogte).
- Afschuiving treedt altijd op bij hoogwater.
- Waddenzee storm gedomineerd: hersteltijd bij afschuiving onbekend.



Referenties

1. HKV (2017). Veiligheidsrapportage WBI2017 Balgzanddijk en Amsteldiepdijk fase 1.
2. HKV (2017). Veiligheidsrapportage WBI2017 Balgzanddijk en Amsteldiepdijk fase 2.
3. RHDHV (2019). Rapportage nader onderzoek DODH. HWBP Verkenning Den Oever-Den Helder.
4. HKV (2020). Beoordeling normtraject 13-5 op STBI en STBI voor 2023 en 2073.
5. Witteveen+Bos (2024). Versterkingsopgave OL4a.
6. Commissie MER (2019). Dijkversterking Den Helder – Den Oever. Tussentijds toetsingsadvies over het milieueffectrapport.
7. Witteveen+Bos (2023). Interpretatie geotechnisch onderzoek (deel 2) en impact op WBI-beoordeling. Planuitwerking dijkversterking Den Oever-Den Helder.