



Beoordeling waterveiligheid

Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal

Mepavex Logistics B.V.

15 april 2022

Project Noordland 12-16 en Markiezaat Container Terminal
Opdrachtgever Mepavex Logistics B.V.

Document Beoordeling waterveiligheid
Status Definitief
Datum 15 april 2022
Referentie 115018/22-005.444

Projectcode 115018
Projectleider ir. G.R. Spaargaren
Projectdirecteur ir. G. Hamoen

Auteur(s) ir. D.J. Bader
Gecontroleerd door ir. M.D. Buckers, ing. M. Kraneveld
Goedgekeurd door ir. G.R. Spaargaren

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Stationsweg 5
Postbus 3465
4800 DL Breda
+31 (0)76 523 33 33
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

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

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos 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.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Ligging plangebied	5
1.3	Doel	6
1.4	Leeswijzer	6
2	BESCHRIJVING PLANGEBIED	7
2.1	Huidige situatie	7
2.2	Toekomstige situatie	7
2.3	Aanleiding aanvraag watervergunning	8
3	UITGANGSPUNTEN	9
3.1	Algemene uitgangspunten	9
3.1.1	Norm dijktraject en ontwerpzichtjaar	9
3.1.2	Faalkansbegroting	9
3.1.3	Software	10
3.2	Geometrische uitgangspunten	10
3.2.1	Huidige geometrie	10
3.2.2	Nieuwe geometrie	12
3.2.3	Bodemdaling	12
3.3	Geotechnische uitgangspunten	13
3.3.1	Overzicht beschikbaar grond- en laboratoriumonderzoek	13
3.3.2	Globale bodemopbouw	13
3.3.3	Maatgevende grondopbouw	14
3.3.4	Geotechnische parameters	14
3.3.5	Dilatantiehoek (non-associatief gedrag)	16
3.4	Hydraulische en geohydrologische uitgangspunten	16
3.4.1	Hydraulische belastingenniveau (HBN)	16
3.4.2	Waterstand bij norm	18
3.4.3	Buiten waterstand dagelijkse situatie	18
3.4.4	Polderpeil	18
3.4.5	Freatische lijn - dagelijks	18
3.4.6	Freatische lijn - maatgevende situatie	18
3.4.7	Stijghoogte watervoerende pakket	18
3.4.8	Verloop waterspanningen	19

3.5	Verkeersbelasting	19
3.6	Partiële- en veiligheidsfactoren faalmechanisme macrostabiliteit	19
4	FAALMECHANISMEN	20
4.1	Hoogte	20
4.2	Piping	20
4.3	Macrostabiliteit binnenwaarts	21
4.4	Microstabiliteit	22
5	VOORSTEL LEGGERWIJZIGING	24
5.1	Kruin	24
5.2	Buitentalud	24
5.3	Beschermingszone A	25
5.4	Beschermingszone B	25
6	CONCLUSIES	27
7	REFERENTIES	28
	Laatste pagina	28
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	(Analyse van) grondonderzoek	1
II	Stabiliteitsberekening	1

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Mepavex Logistics B.V. realiseert een nieuwe containerterminal genaamd Markiezaat Container Terminal (afgekort MCT) en een uitbreiding van de bedrijfslocaties 12-16 van Mepavex Logistics op het bedrijventerrein Noordland te Bergen op Zoom. Deze ontwikkelingen volgen uit de groeiende capaciteitsvraag. Om deze groeiende vraag te kunnen faciliteren is een uitbreiding van de havencapaciteit en faciliteiten noodzakelijk. Hierdoor kan de verwachte groei van bedrijvigheid en de bijbehorende vraag naar overslagcapaciteit opgevangen worden. Ook verminderen de hieruit voortvloeiende infrastructurele belemmeringen. De huidige Markiezaat Container Terminal in de Theodorushaven heeft de technisch maximale capaciteit bereikt. De beoogde buitenhaven dient ter vervanging en uitbreiding van de bestaande havencapaciteit en faciliteiten in de Theodorushaven. In samenhang met de realisatie van de overslagcapaciteit wordt ook de opslagcapaciteit vergroot door de uitbreiding van de bestaande Noordland 12 locatie en de uitbreiding van Noordland 12 en 13 met nieuwbouw op locatie Noordland 14, 15 en 16. Dit alles leidt tot de inrichting bestaande uit Noordland 12, 13, 14, 15 en 16 en containerterminal MCT.

1.2 Ligging plangebied

Het initiatief is om een containerterminal te bouwen langs de oever van het Bergsche Diep te Bergen op Zoom. De uitbreiding van opslaglocaties Noordland 12 tot en met 16 vindt plaats op het naastgelegen bedrijventerrein Noordland. Tussen de beoogde locatie van MCT en Noordland 12 tot en met 16 is een primaire waterkering (traject 34-5) en een categorie-A watergang gelegen, in beheer bij waterschap Brabantse Delta. De doorgaande vaarroute in de huidige toegangsheul tot de Theodorushaven blijft gehandhaafd. In afbeelding 1.1 en 1.2 is een indicatie van de locatie van het voornemen opgenomen.

Afbeelding 1.1 Globale ligging van project (met rood gemarkeerd)



Afbeelding 1.2 Locaties van Noordland 12 tot en met 16 en MCT



1.3 Doel

Het doel van voorliggende rapportage is het bepalen van de invloed van de realisatie van Noordland 12-16 en MCT op de waterveiligheid ten behoeve van het verkrijgen van een watervergunning. Dit document is de bijlage van deze aanvraag en beschrijft de uitgangspunten, berekeningen en kwantitatieve analyses ten behoeve van de waterveiligheid. In voorliggende beschouwing zijn de volgende faalmechanismen behandeld: hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit. De andere faalmechanismen worden kwalitatief behandeld in de aanvraag watervergunning. In aanvulling op de beschouwing van de faalmechanismen is in voorliggende rapportage een voorstel voor een leggerwijziging gedaan.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de oude en de toekomstige situatie omschreven. De uitgangspunten ten behoeve van de waterveiligheidsbeschouwing zijn opgenomen in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is de analyse van waterveiligheid op basis van de verschillende faalmechanismen opgenomen. In hoofdstuk 5 is een voorstel opgenomen voor een leggerwijziging. In hoofdstuk 6 is de conclusie van de beschouwing van de waterveiligheid opgenomen.

2

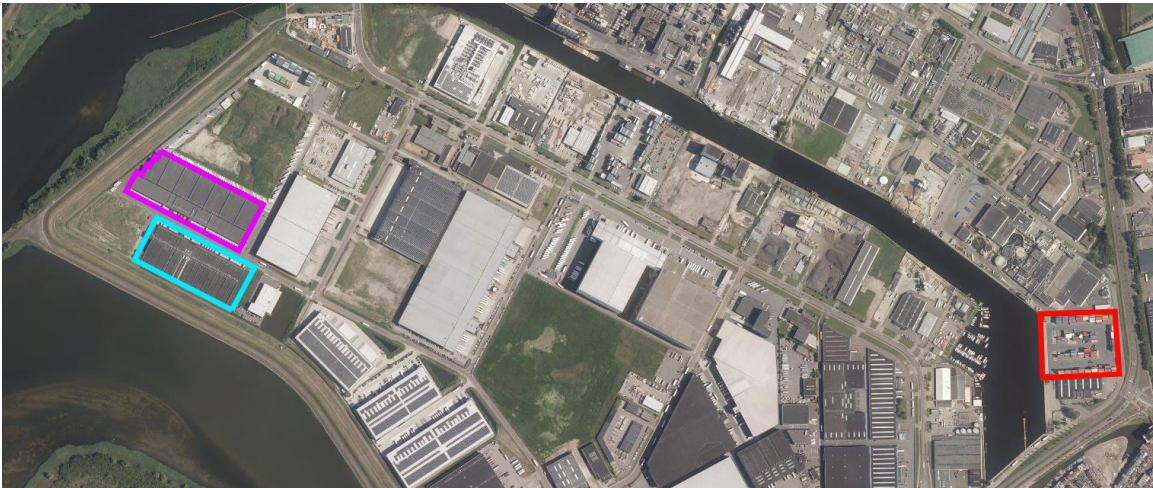
BESCHRIJVING PLANGEBIED

2.1 Huidige situatie

Mepavex Logistics B.V. heeft momenteel de containerterminal in de Theodorushaven in gebruik, zie afbeelding 2.1 met rood gemarkeerd. Deze terminal beschikt over een kade van circa 110 m. De oppervlakte van de terminal is circa 1,9 hectare. Containers worden hier door middel van reach stackers van en op schepen geladen en tot 5 hoog opgestapeld.

Daarnaast heeft Mepavex Logistics B.V. momenteel Noordland 12 (met blauw gemarkeerd) en Noordland 13 (met paars gemarkeerd) in gebruik, zie afbeelding 2.1. Noordland 12, in het nieuwe plan 12A geheten, bestaat uit 8 opslaghallen en 4 expeditieruimten, bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 12A kent een beschermingsniveau 1. Verder bestaat Noordland 12A uit een palletopslag, acculaadruimte, kantoor, kantine, 2 technische ruimten en sanitaire voorzieningen. Noordland 13 bestaat uit 7 opslaghallen en 3 expeditieruimten, eveneens bestemd voor de (tijdelijke) opslag van stoffen, waaronder gevaarlijke stoffen. Noordland 13 kent een beschermingsniveau 3. Verder bestaat Noordland 13 uit acculaad- en technische ruimten, een kantoor en kantine.

Afbeelding 2.1 Overzicht van bestaande locaties (rood: Theodorushaven containerterminal) (paars: Noordland 13) (blauw: Noordland 12A)



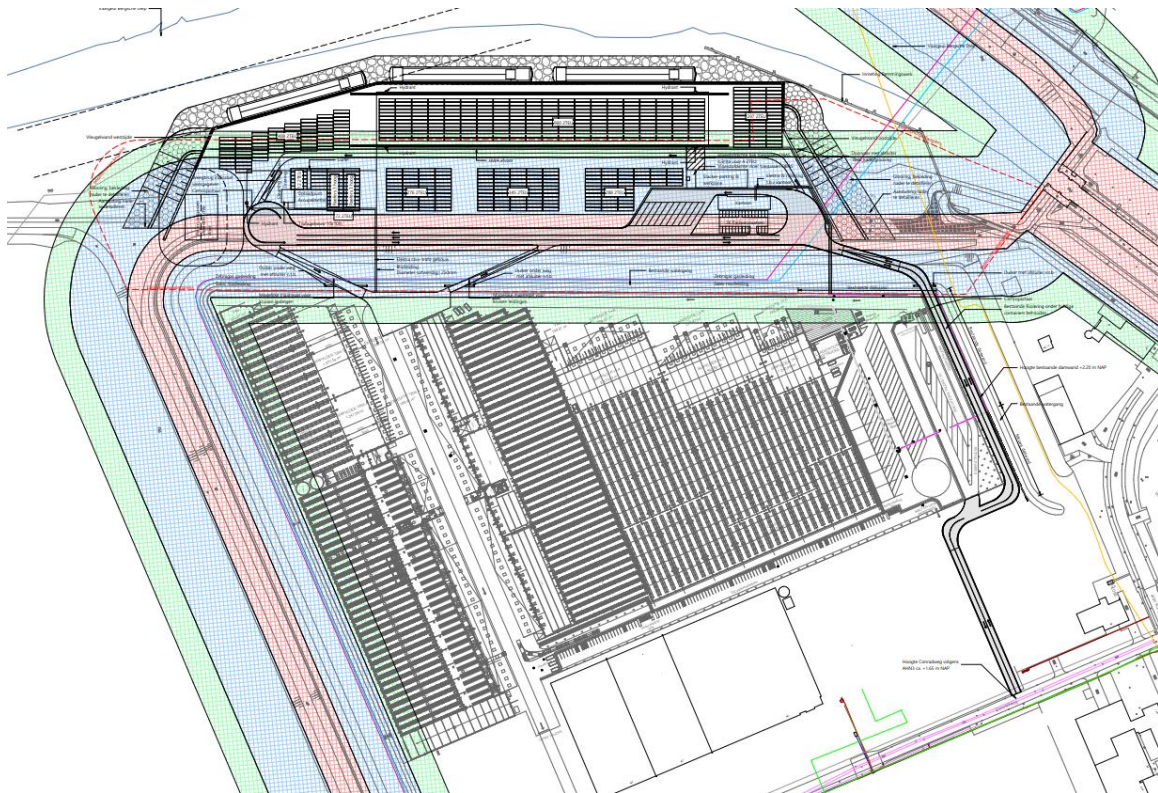
2.2 Toekomstige situatie

De nieuwe MCT is een terminal buiten de Theodorushaven met een kadelenkte van circa 440 m. Een ontwerp-tekening van de gewenste situatie is te zien in afbeelding 2.2 (MCT grijs aangegeven). Onderdeel van de terminal vormen 2 kranen die de containerschepen kunnen laden en lossen. De bouwhoogte van de terminal (portaalkranen) is 40 m. Jaarlijks worden circa 46.000 containers (2 TEU) via de terminal

overgeslagen. De inrichting is 7 dagen per week en 24 uur per dag in werking. Verwacht wordt dat gemiddeld 3 schepen per dag arriveren.

Afbeelding 2.2 laat ook het ontwerp zien van Noordland 12A, 12B, 13, 14, 15 en 16 en MCT. Zoals te zien is in afbeelding 2.2 wordt Noordland 12A uitgebreid met Noordland 12B en is Noordland 13 reeds gerealiseerd. Noordland 14, 15 en 16 moeten nog gebouwd worden. De ligging van de primaire waterkering is met rood zichtbaar gemaakt op onderstaande afbeelding, zone A van de waterkering is met blauw gemarkeerd en zone B met groen.

Afbeelding 2.2 Bovenaanzicht ontwerp Noordland 12 tot en met 16 en MCT met in rood indicatief de kernzone van primaire waterkering, in blauw beschermingszone A en in groen beschermingszone B van de kering



2.3 Aanleiding aanvraag watervergunning

De nieuw te realiseren containerterminal komt buitendijks van een primaire kering te liggen. De waterkering is onderdeel van normtraject 34-5 lopend langs het gehele Schelde-Rijnkanaal. Voor MCT en de verbinding met Noordland 12-16 wordt in, op en om de waterkering nieuwe onderdelen gerealiseerd. Deze nieuwe onderdelen kunnen impact hebben op de waterveiligheid, waarvoor een beoordeling op dit aspect moet plaatsvinden. Dit document voorziet daarin.

Voor de effecten op de waterveiligheid is onder andere een watervergunning benodigd. Naast dit aspect zijn ook nog andere aanleidingen voor een watervergunning. Deze zijn in de aanvraag beschreven.

3

UITGANGSPUNTEN

3.1 Algemene uitgangspunten

De waterkering binnen normtraject 34-5 is van oudsher een zeedijk. Met de bouw van de Deltawerken is dit niet langer het geval, hierdoor zijn minder extreme hydraulische belastingen van toepassing dan in het verleden. Op de huidige kering bevindt zich ook een muur van circa 70 cm hoogte. In deze paragraaf worden de algemene uitgangspunten beschreven.

3.1.1 Norm dijktraject en ontwerpzichtjaar

De locatie van de MCT is buitendijks van de primaire waterkering welke onderdeel is van dijkkring 34 en valt onder normtraject 34-5. Hierbij horen de volgende normgegevens conform de Waterwet en OI2014v4 [ref. 8]:

- signaleringswaarde: 1/300 per jaar;
- ondergrens: 1/100 per jaar;
- trajectlengte: 31.200 m.

De primaire waterkering betreft een groene dijk (geen constructie), daarom wordt een zichtperiode van 50 jaar gehanteerd. Het ontwerpzichtjaar 2075 is gehanteerd in de waterveiligheidsbeschouwing.

Waterschap Brabantse Delta heeft aangegeven dat voor het faalmechanisme hoogte een andere eis gehanteerd wordt. Hier moet een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar worden gehanteerd en het ontwerpzichtjaar 2125. Achterliggende gedachte hierbij is dat in de nieuwe situatie met containerterminal de hoogte van de dijk voldoende robuust is voor toekomstige veranderingen (bijvoorbeeld bij aanscherping van de norm). Daarnaast dient de hoogte te voldoen aan de conditionele norm van 1/14.300.

3.1.2 Faalkansbegroting

De standaard faalkansbegroting conform OI2014v4 [ref. 8] is aangehouden, zie tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faalkansruimtefactor per faalmechanisme voor dijken, conform OI2014v4

Faalmechanisme	Faalkansruimtefactor
overloop en golfoverslag	0,24
opbarsten en piping	0,24
macrostabiliteit binnenwaarts	0,04
beschadiging bekleding en erosie	0,10

3.1.3 Software

Binnen deze beschouwing is voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts het software programma D-Stability gebruikt. Hiervan is versie 2021.01 gebruikt.

3.2 Geometrische uitgangspunten

In deze paragraaf worden de huidige en nieuwe geometrische uitgangspunten beschreven.

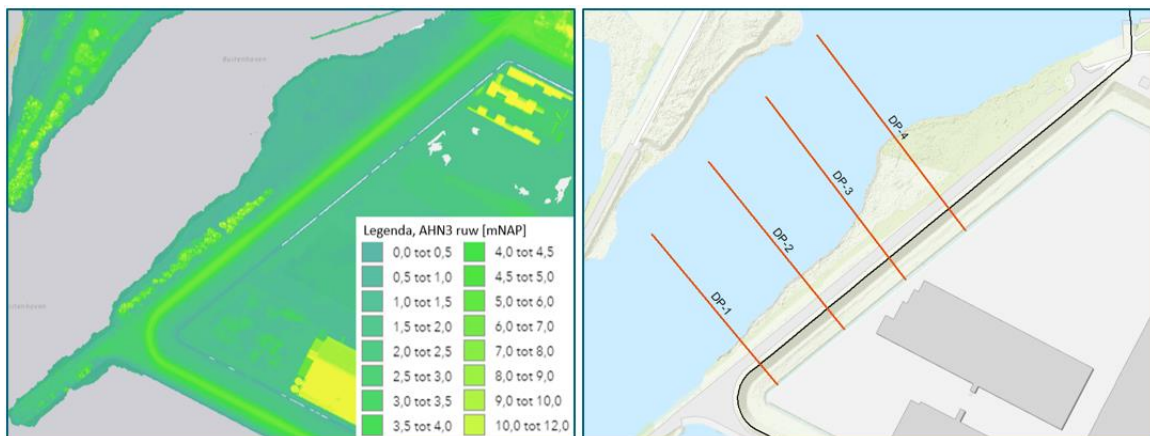
3.2.1 Huidige geometrie

De huidige terreinhoogte volgens AHN3 is weergegeven in afbeelding 3.1. In 2018 zijn 4 dwarsprofielen ingemeten van de waterkering en het voorland op de locatie van de te realiseren terminal [ref. 1]. De locaties van de ingemeten dwarsprofielen zijn weergegeven in afbeelding 3.1. In afbeelding 3.2 zijn de dwarsprofielen weergegeven behorende bij deze locaties weergegeven.

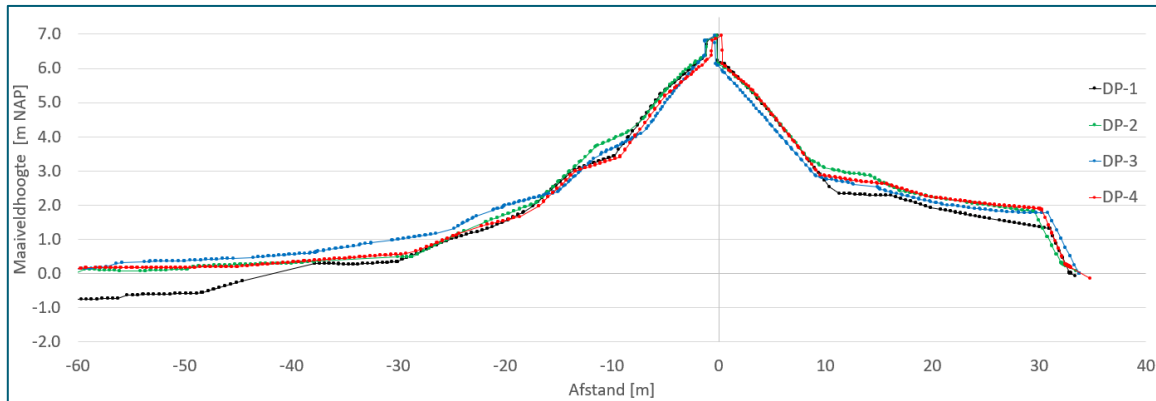
In de dwarsprofielen is te zien dat de kruinhoogte van de dijk circa NAP +6,9 m is inclusief de muur op de kruin. De kruinhoogte van de dijk zonder muur is circa NAP +6,0 m tot +6,5 m. De ingemeten profielen komen overeen met de kruinhoogte op basis van AHN3, zie afbeelding 3.1 en afbeelding 3.2. Op basis van de ingemeten profielen varieert de geometrie van de dijk slechts beperkt over de lengte van de strekking waar de terminal is voorzien.

DP-1 is als maatgevende profiel gehanteerd voor berekeningen voor macrostabiliteit binnenwaarts. DP-1 heeft de laagste binnenberm en de laagst gelegen binnenteen. De taluds zijn in alle profielen even steil.

Afbeelding 3.1 Hoogtekaart op basis van AHN3 (links) en de locaties van de ingemeten dwarsprofielen (rechts)



Afbeelding 3.2 Ingemeten dwarsprofielen

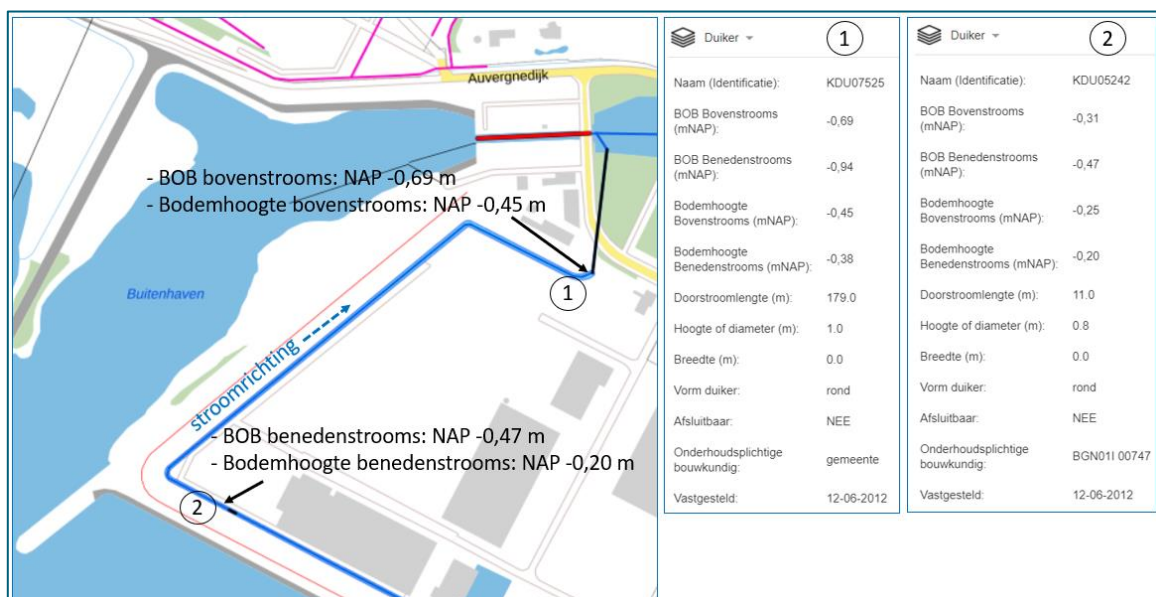


De profielen zijn ingemeten tot aan de sloot aan de binnenzijde van de waterkering. De geometrie van de sloot is daarom ingeschat op basis van AHN3 en de legger van waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A. De sloot bevindt zich op circa 20 m van de binnentoe van de kering, zie afbeelding 3.2. Tijdens de inmeting [ref. 1] is de sloot niet ingemeten. De slootdiepte opgenomen in het AHN3 is niet representatief. De slootdiepte is daarom bepaald middels de legger van het waterschap [ref. 3] en de informatie van de aanwezige duikers in het gebied:

- de legger waterschap Brabantse Delta voor Waterloop-A geeft weer dat de bodemhoogte benedenstrooms NAP -0,48 m bedraagt;
- de leggerinformatie betreffende aanwezige duikers geeft aan dat de bodem onderkant buis (BOB) van de duiker benedenstroom op NAP -0,69 m ligt.

Om deze reden is de bodemdpte van de sloot aan de binnenzijde van de waterkering aangenomen op NAP -0,70 m op basis van de leggerinformatie [ref. 3]. Een overzicht van deze gegevens is opgenomen in afbeelding 3.3.

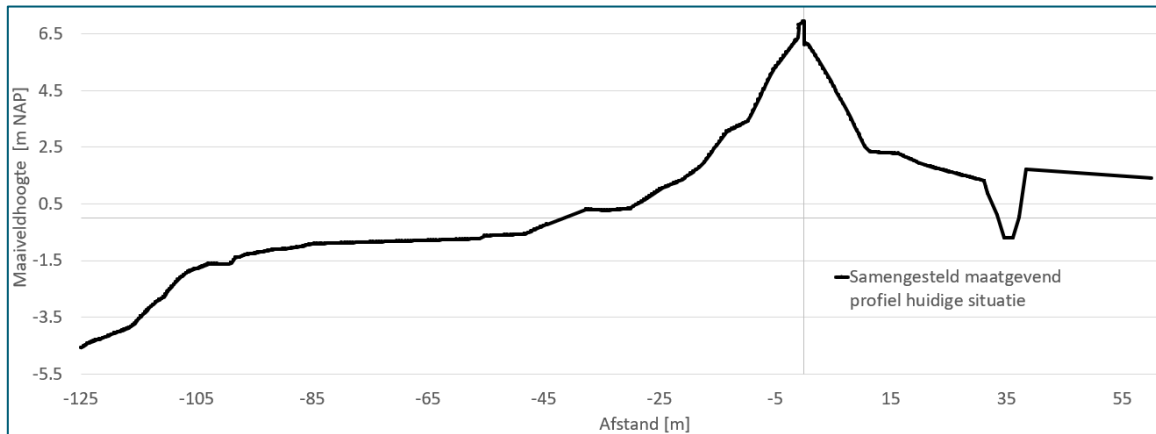
Afbeelding 3.3 Overzicht kenmerken volgens legger WSBD voor duikers bovenstrooms en benedenstrooms van projectlocatie



Maatgevend dwarsprofiel

Door het maatgevend profiel (DP-1) te koppelen aan het gedeelte met de diepste sloot ontstaat een gecombineerd profiel dat maatgevend is voor dijk en sloot, zie afbeelding 3.4. Dit maatgevende dwarsprofiel is als basis gebruikt voor de berekeningen voor macrostabiliteit.

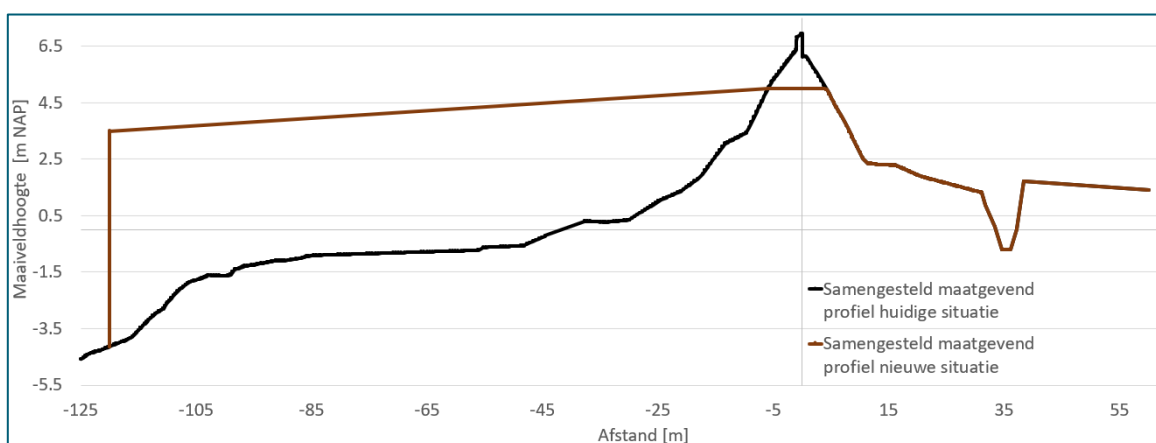
Afbeelding 3.4 Samengesteld maatgevend dwarsprofiel huidige situatie



3.2.2 Nieuwe geometrie

In de nieuwe situatie wordt het terrein buitendijks verhoogd. Hiermee komt het voorland op een minimale hoogte van NAP +3,5 m (hoogte van de kademuur) te liggen. Deze hoogte verloopt ter plaatse van de waterkering naar NAP +5,0 m, dit is de nieuwe kruinhoogte. Dit betekent dat de kruin van de waterkering wordt verlaagd. Aangezien de waterkering vroeger een oude zeedijk was, is de dijk substantieel hoger dan benodigd. De vereiste kruinhoogte betreft daarom een eis dat de dijkkruin niet verder verlaagd mag worden dan een minimale hoogte van NAP +5,0 m, zie ook paragraaf 4.1 voor het faalmechanisme hoogte. Aan de binnendijkse zijde blijft de geometrie onveranderd. De geometrie voor de nieuwe situatie is weergegeven in afbeelding 3.5.

Afbeelding 3.5 Samengesteld maatgevend profiel nieuwe situatie



3.2.3 Bodemdaling

Met het waterschap is afgestemd dat de aanleghoogte van de primaire kering op NAP +5,0 m komt te liggen. Om op deze aanleghoogte te komen, wordt een gedeelte van de kruin afgegraven. Middels een

vergelijking tussen AHN3 en AHN4 is opgemaakt dat er slechts minimale bodemdaling is geweest tussen de opname van de 2 hoogtebestanden. De kruinhoogte kan tegelijkertijd met wegonderhoud weer op de gewenste NAP +5,0 m worden gebracht indien benodigd.

3.3 Geotechnische uitgangspunten

In deze paragraaf worden de geotechnische uitgangspunten beschreven.

3.3.1 Overzicht beschikbaar grond- en laboratoriumonderzoek

In het projectgebied zijn verschillende grond- en laboratoriumonderzoeken uitgevoerd. In afbeelding 3.6 zijn de locaties van het uitgevoerde grondonderzoek weergegeven. De volgende onderzoeken zijn beschikbaar:

- MOS 2019 grondonderzoek:
 - 30 sonderingen;
 - 14 boringen;
- MOS 2019 laboratoriumonderzoek:
 - 54 volumegewichten nat/droog;
 - 4 triaxiaal CD proeven;
 - 17 korrelverdelingen;
 - 1 samendrukkingsproef;
- MOS 2000 grondonderzoek:
 - 6 sonderingen.

Afbeelding 3.6 Overzicht locaties grondonderzoek en in rood de locaties van de geotechnische langsprofielen



3.3.2 Globale bodemopbouw

Over de gehele strekking van de waterkering langs het Noordlandterrein bestaat de dijkkern uit zand met een kleilaag. De ondergrond onder de dijkkern varieert echter. Zes geotechnische dwarsprofielen zijn ingetekend langs de kade (zie afbeelding 3.6). Langs locaties 1, 2 en 3 bestaat de bodemopbouw onder de dijkkern voornamelijk uit zandlagen met lokaal enkele dunne slecht doorlatende lagen. Bij locatie 4, 5 en 6 zijn slecht doorlatende lagen aanwezig vanaf de buitenteen tot in het achterland, dit pakket heeft een dikte

van circa 3 tot 6,5 m. De bovenkant van de slecht doorlatende lagen ligt op circa NAP +0,0 tot -1,0 m. Het voltallige grondonderzoek is toegevoegd in bijlage I.

3.3.3 Maatgevende grondopbouw

Op basis van de geotechnische dwarsprofielen is locatie 4 is als maatgevende grondopbouw beoordeeld. De maatgevende grondopbouw is gepresenteerd in afbeelding 3.7. De grondsoortnamen uit de proevenverzameling van waterschap Brabantse Delta zijn gehanteerd voor klei en veen [ref. 2].

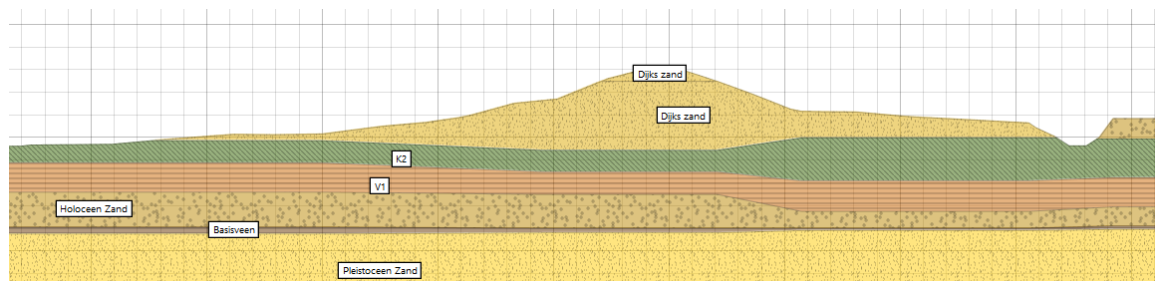
Voor de kleilaag tussen circa NAP 0,0 m en NAP -4,8 m is conservatief uitgegaan van kleisoort K2, omdat in de volumegewichten 2 monsters met lage volumegewichten zijn gevonden. De meeste monsters wijzen echter op de aanwezigheid van kleisoort K3. De volumieke gewichten volgen uit het uitgevoerde grondonderzoek en de analyse in bijlage I. In bijlage I is een overzicht gegeven van de volumegewichten per grondsoort en het berekende gemiddelde.

Voor de veenlaag tussen circa NAP -2,2 en -6,5 m is conservatief uitgegaan van V1. Uit het in december 2019 uitgevoerde laboratoriumonderzoek blijken de volumegewicht van het veen in deze grondlagen circa 10,1 kN/m³ tot 10,5 kN/m³ (7 monsters) te zijn. Dit volumegewicht ligt op de grens van grondsoorten V1 en V2. Om deze reden is gekozen voor een conservatieve waarde, dit is de veensoort V1.

Tabel 3.2 Maatgevende grondopbouw op basis van recent uitgevoerd grondonderzoek [ref. 2]

Beschrijving laag	Buitenteen (b.k. in m NAP)	Kruin (b.k. in m NAP)	Binnenteen (b.k. in m NAP)	Achterland (b.k. in m NAP)
Maatgevend grondonderzoek	S30	S49	S50	S51
dijksmateriaal, zand	mv	mv	mv	mv
K2 (klei)	-0,25	-1,1	0,0	-0,1
V1 (veen)	-2,2	-3,0	-3,8	-3,5
holoceen zand	-4,8	-5,0	-6,5	-6,1
basisveen	-7,9	-8,0	-8,0	-7,8
pleistoceen zand	-8,5	-8,4	-8,2	-8,1

Afbeelding 3.7 Schematisatie maatgevende grondopbouw met de geometrie van de huidige situatie



3.3.4 Geotechnische parameters

Tabel 3.3 presenteert de volumegewichten per grondsoort. Hierin zijn enkel de grondsoorten opgenomen die relevant zijn voor de maatgevende bodemopbouw. Daarnaast is ook de grondsoort 'ophoogzand' opgenomen in de tabel, want hiermee wordt de nieuwe terminal gerealiseerd. In bijlage I is een overzicht

gegeven van de volumegewichten per grondsoort en het berekende gemiddelde. De gemiddelde waarden van de volumegewichten uit proevenverzameling van WSBD [ref. 2] zijn aangehouden voor klei en veen.

Tabel 3.3 Overzicht volumegewichten per grondsoort

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	γ_{nat} [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Toelichting
dijksmateriaal, zand	-	17	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
ophoging, zand	-	17	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
klei, zwak siltig	K2	15,65	15,65	gemiddelde waarde o.b.v. proevenverzameling WSBD [ref.3]
veen, mineraalarm, licht	V1	9,60	9,60	gemiddelde waarde o.b.v. proevenverzameling WSBD [ref.3]
basisveen	-	11,00	11,00	zie tabel 7.1 uit SH Macrostabiliteit, veen compact H_Vbv_v. Gemiddelde waarden aangehouden van gegeven bandbreedte
holoceen zand	-	18	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit
pleistoceen zand	-	21	19	inschatting o.b.v. tabel 7.3 uit SH macrostabiliteit

Sterkteparameters

Tabel 3.4 bevat de sterkteparameters en POP waarden voor de ongedraineerde grondsoorten. Tabel 3.5 bevat de sterkteparameters voor de gedraineerde grondsoorten.

Tabel 3.4 CSSM sterkteparameters ongedraineerde grondsoorten

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	S_{kar} [-]	m_{kar} [-]	POP _{kar}	Toelichting
klei, zwak siltig	K2	0,28	0,8	7	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit
veen, mineraalarm, licht	V1	0,47	0,8	1	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit
basisveen	-	0,31	0,8	15	S o.b.v. proevenverzameling, POP en m o.b.v. tabel 7.6 SH macrostabiliteit

Tabel 3.5 CSSM sterkteparameters gedraineerde grondsoorten

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	φ [°]	c [kN/m ²]	Toelichting
holoceen zand	-	29,9	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4
pleistoceen zand	-	32,4	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabiliteit, tabel 7.4

Grondsoort	Groep conform proevenverzameling	φ [°]	c [kN/m ²]	Toelichting
dijksmateriaal zand	-	29,0	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabieliteit, tabel 7.4
ophoog zand	-	29,9	0	φ bepaald o.b.v. SH Macrostabieliteit, tabel 7.4

3.3.5 Dilatantiehoek (non-associatief gedrag)

Door het gebruik van grotere rekken dan voor de introductie van het CSSM-model voor waterkeringen wordt verondersteld dat er geen volumeverandering optreedt tijdens maximale rek. Dit wordt ook wel non-associatief gedrag genoemd. Dit betekent dat een dilatantiehoek (Ψ) gelijk aan 0° wordt aangehouden bij het uitvoeren van de stabiliteitsberekeningen voor de grondlichamen.

3.4 Hydraulische en geohydrologische uitgangspunten

In deze paragraaf zijn de hydraulische en geohydrologische uitgangspunten opgenomen.

3.4.1 Hydraulische belastingenniveau (HBN)

Het hydraulische belastingenniveau is bepaald in 2 fases van het ontwerp. In de eerste fase is er een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar aangehouden. In de vervolgfase is de aanvullende eis van de conditionele norm van 1/14.300 per jaar aangehouden. Waterschap Brabantse Delta heeft deze normen bepaald inclusief de bijbehorende uitgangspunten om het HBN bij deze normen te berekenen. Beide berekeningen zijn opgenomen in voorliggende paragraaf.

Aangescherpte norm

Voor het afleiden van de minimaal vereiste kruinhoogte bij de aangescherpte norm zijn de volgende eisen gesteld door waterschap Brabantse Delta:

- HBN berekenen met de Hydra-NL versie 2.4.1 (test-modus);
- HBN berekenen voor zichtjaar 2125 voor een aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar;
- overslagdebiet van 0,1 l/m/s;
- zeespiegel- en meerpeilstijging (ZMS) in 2125 van +2,56 m.

Het gebruik van Hydra-NL is gelimiteerd tot zeespiegel- en meerpeilstijging van maximaal 1,0 m, bij meer stijging is het model niet langer toepasbaar. Om deze reden kunnen enkel de HBNs voor de jaren 2050 en 2100 (onder klimaatscenario W+ conform de Hydra-NL handleiding [ref. 11]) worden bepaald met Hydra-NL, want hier blijft de zeespiegelstijging conform de Werkwijzer Bepaling Hydraulische Ontwerpvoorwaarden [ref. 9] onder de 1,0 m. Voor deze zichtjaren kan een zeespiegel- en meerpeilstijging van respectievelijk 0,27 m en 0,77 m worden gebruikt. Met deze waarden kan een HBN worden afgeleid voor de zichtjaren en verschillende normen, zie tabel 3.6.

Waterschap Brabantse Delta heeft echter de eis gesteld (zie paragraaf 3.2.2) om voor het ontwerp voor hoogte het zichtjaar 2125 te hanteren met een zeespiegel- en meerpeilstijging van +2,56 m. Deze stijging is op basis van de Deltares-rapportage: 'Mogelijke gevolgen van een versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma' [ref. 7]. Deze stijging kan niet opgenomen worden in een Hydra-NL berekening voor het HBN, omdat dit buiten de toepassingsvoorwaarden van het model valt. Om deze reden is middels een extrapolatie op basis van de gegevens (zowel HBN als zeespiegel- en meerpeilstijging) van zichtjaren 2050 en 2100 het HBN bepaald voor 2125, zie tabel 3.6 en onderstaande formule.

$$HBN_{2125} = HBN_{2100} + \frac{(HBN_{2100} - HBN_{2050})}{(ZMS_{2100} - ZMS_{2050})} \cdot (ZMS_{2125} - ZMS_{2100})$$

Tabel 3.6 HBN voor verschillende zichtjaren bij de aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar (doorsnede-eis is 1/8.333 per jaar) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m

Zichtjaar	Zeespiegel- en meerspiegelstijging [m]	HBN [m NAP]	Opmerking
2050	0,27	+ 2,67	resultaat Hydra-NL
2075	0,52	+ 2,83	lineaire interpolatie resultaten
2100	0,77	+ 2,99	resultaat Hydra-NL
2125	2,56	+ 4,14	extrapolatie resultaten

Conditionele norm

Voor het afleiden van de minimaal vereiste kruinhoogte zijn de volgende eisen gesteld door waterschap Brabantse Delta:

- HBN berekenen met de meest recente Hydra-NL versie 2.8.2 (ontwerp-modus);
- HBN berekenen voor zichtjaar 2125 voor de conditionele norm van 1/14.300 per jaar;
- overslagdebiet van 0,1 l/m/s;
- zeespiegel- en meerpeilstijging (ZMS) in 2125 van +2,56 m.

Het gebruik van Hydra-NL is gelimiteerd tot zeespiegel- en meerpeilstijging van maximaal 1,0 m, bij meer stijging is het model niet langer toepasbaar. Om deze reden kunnen enkel de HBNs voor de jaren 2050 en 2100 (onder klimaatscenario W+ conform de Hydra-NL handleiding [ref. 11]) worden bepaald met Hydra-NL, want hier blijft de zeespiegelstijging conform de Werkwijzer Bepaling Hydraulische Ontwerpvoorwaarden [ref. 9] onder de 1,0 m. Voor deze zichtjaren kan een zeespiegel- en meerpeilstijging van respectievelijk 0,25 m en 0,75 m worden gebruikt. Met deze waarden kan een HBN worden afgeleid voor de zichtjaren en verschillende normen, zie tabel 3.7.

Waterschap Brabantse Delta heeft echter de eis gesteld (zie paragraaf 3.2.2) om voor het ontwerp voor hoogte het zichtjaar 2125 te hanteren met een zeespiegel- en meerpeilstijging van +2,56 m. Deze stijging is op basis van de Deltares-rapportage: 'Mogelijke gevolgen van een versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma' [ref. 7]. Deze stijging kan niet opgenomen worden in een Hydra-NL berekening voor het HBN, omdat dit buiten de toepassingsvoorwaarden van het model valt. Om deze reden is middels een extrapolatie op basis van de gegevens (zowel HBN als zeespiegel- en meerpeilstijging) van zichtjaren 2050 en 2100 het HBN bepaald voor 2125, zie tabel 3.7 en onderstaande formule.

$$HBN_{2125} = HBN_{2100} + \frac{(HBN_{2100} - HBN_{2050})}{(ZMS_{2100} - ZMS_{2050})} \cdot (ZMS_{2125} - ZMS_{2100})$$

Tabel 3.7 HBN voor verschillende zichtjaren bij de conditionele norm van 1/14.300 per jaar (doorsnede-eis) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m

Zichtjaar	Zeespiegel- en meerspiegelstijging [m]	HBN [m NAP]	Opmerking
2050	0,25	+ 2,94	resultaat Hydra-NL
2075	0,50	+ 3,11	lineaire interpolatie resultaten
2100	0,75	+ 3,29	resultaat Hydra-NL
2125	2,56	+ 4,56	extrapolatie resultaten

3.4.2 Waterstand bij norm

De dijken langs het Volkerak-Zoommeer zijn in 2015 ontworpen met een ontwerppeil van NAP +3,1 m. De reden hiervoor is dat bij inzet van het Volkerak-Zoommeer, het meerpeil verhoogd wordt naar NAP +3,0 m (in 2050). De scheefstand is 0,1 m. Een waterstand bij norm van NAP +3,1 m moet daarom aangehouden worden, dit is een eis van waterschap Brabantse Delta.

3.4.3 Buiten waterstand dagelijkse situatie

Op basis van de waterinfo van Rijkswaterstaat bij de Bathse Spuikanaal Inloop is de buitenwaterstand regulier tussen NAP -0,10 m en NAP +0,20 m. Om deze reden wordt de buitenwaterstand in dagelijkse situatie gelijk gehouden aan NAP +0,05 m.

3.4.4 Polderpeil

Het peil in het gebied wordt niet beheerd door het waterschap, er is sprake van vrije afstroming. De slootpeilen in dagelijkse en hoogwater situatie zijn onbekend. Uit de uitgevoerde boringen in november 2019 nabij de sloot blijkt de grondwaterstand circa NAP +0,0 m te zijn. Dit peil is daarom aangehouden als polderpeil in dagelijkse situatie en tijdens hoogwater.

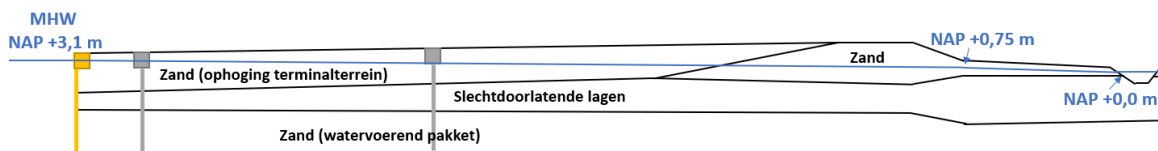
3.4.5 Freatische lijn - dagelijks

In dagelijkse situatie is de grondwaterstand ingeschat op NAP + 0,05 m zowel buitendijks, in de dijkkern als binnendijks. Voor de dijkkern is geen extra opbolling aangenomen ten gevolge van neerslag in de dagelijkse situatie, omdat zowel de dijkkern als de ophoging van de terminal uit zand bestaat.

3.4.6 Freatische lijn - maatgevende situatie

In maatgevende situatie verloopt het freatische niveau zoals weergegeven in afbeelding 3.8. De buitenwaterstand verloopt lineair tot 0,75 m boven het slecht doorlatende pakket bij de binnenteen [ref. 10]. Op basis van bijlage I van het Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken is bepaald dat de situatie bij de MCT geschematiseerd kan worden conform Geval 2A (Zandkern en samendrukbare ondergrond met een open bekleding). Hierbij wordt het punt op de binnenteen bepaald door $0,25 \cdot h$ (NAP $\approx 0,75$ m). De dijkkern bestaat voornamelijk uit zand en het opgehoogde voorland (nieuwe terminalterrein) bestaat ook uit zand.

Afbeelding 3.8 Schematisatie freatische lijn - maatgevende situatie



3.4.7 Stijghoogte watervoerende pakket

Uit de uitgevoerde sonderingen met waterspanningsmeters in het projectgebied blijkt de stijghoogte van het watervoerende pakket circa NAP +0,0 m te zijn. De stijghoogte in dagelijkse situatie is daarom op NAP +0,0 m vastgesteld.

Tijdens hoogwater is de stijghoogte gelijk aan de buitenwaterstand aangenomen. De demping van de stijghoogte binnendijks is onbekend, daarom is uitgegaan van geen demping (conservatief uitgangspunt).

3.4.8 Verloop waterspanningen

Voor de schematisatie van het verloop van de waterspanningen wordt uitgegaan van:

- freatisch grondwaterstand in de dijkkern;
- stijghoogte in watervoerende pakket;
- lineair interpoleren van waterspanningsverloop over slecht doorlatende grondlagen tussen dijkkern en watervoerend pakket.

3.5 Verkeersbelasting

Een verkeersbelasting van 13,3 kN/m² over een breedte 2,5 m op de meest maatgevende locatie op de kruin is aangehouden als meest maatgevende belasting. De meest maatgevende locatie (voor macrostabiliteit binnenwaarts) op de kruin is gelijk aan de binnenkruinlijn. Dit is een conservatief uitgangspunt, omdat de wegrand niet exact tegen de binnenkruinlijn aan komt te liggen.

De verkeersbelasting is geschematiseerd met een belastingspreiding van 20 graden en daarbij wordt aangenomen dat geen consolidatie (0 %) in de klei- en veenlagen plaatsvindt.

3.6 Partiële- en veiligheidsfactoren faalmechanisme macrostabiliteit

Voor het afleiden van de stabiliteitseis voor het toetsen van de stabiliteit van de primaire kering na aanleg van de containerterminal dienen stabiliteitsfactoren worden toegepast. De waarden van deze factoren worden in deze paragraaf vastgesteld.

Modelfactor

De modelfactor (γ_d) verdisconteert onzekerheden ten aanzien van het rekenmodel. De macrostabiliteit-berekeningen worden uitgevoerd met de methode Lift Van. Bij toepassing van het model Lift Van bedraagt de modelfactor $\gamma_d = 1,06$.

Schematiseringsfactor

De schematiseringsfactor (γ_b) is een partiële veiligheidsfactor die verband houdt met het schematiseren van de ondergrond. Deze is vastgesteld op $\gamma_b = 1,20$. Dit is op basis van het aanwezige grondonderzoek een conservatieve aanname.

Schadefactor

De schadefactor (γ_n) is afhankelijk van de veiligheidsnorm (doorsnede-eis = 1/53.980 per jaar) van de kade en bedraagt $\gamma_n = 1,03$.

Stabiliteitsfactor

Voor de controle op macrostabiliteit is de berekende stabiliteitsfactor vergeleken met de vereiste stabiliteitsfactor. Deze vereiste stabiliteitsfactor voor macrostabiliteit binnenwaarts is als volgt samengesteld:

$$\gamma_{eis} = \gamma_d \gamma_b \gamma_n = 1,31$$

4

FAALMECHANISMEN

In dit hoofdstuk wordt de waterveiligheid beoordeeld. Hiervoor worden achtereenvolgens de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit behandeld. De andere faalmechanismen worden kwalitatief behandeld in de aanvraag watervergunning.

4.1 Hoogte

De primaire waterkering was vroeger een oude zeedijk, de dijk is hierdoor substantieel hoger dan benodigd. De huidige kruinhoogte is circa 6,0 tot 6,5 m NAP (exclusief muurtje op kruin). In de nieuwe situatie met containerterminal wordt de kruinhoogte verlaagd tot NAP +5,0 m. Voor de vereiste kruinhoogte vanuit waterveiligheid heeft waterschap Brabantse Delta 3 eisen gesteld:

- 1 de kruinhoogte mag niet verder worden verlaagd dan NAP +5,0 m. De bovenkant van de wegfundering op de waterkering mag als kruinhoogte worden beschouwd;
- 2 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau (HBN) voor zichtjaar 2125 bij de aangescherpte norm van 1/1.000 per jaar (zie ook paragraaf 3.1.1) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Het hierbij behorende HBN is NAP +4,14 m, zie paragraaf 3.4.1 en tabel 3.6;
- 3 de kruinhoogte moet hoger zijn dan het afgeleide hydraulische belastingniveau (HBN) voor zichtjaar 2125 bij de conditionele norm van 1/14.300 per jaar (zie ook paragraaf 3.1.1) en een overslagdebiet van 0,1 l/s/m. Het hierbij behorende HBN is NAP +4,56 m, zie paragraaf 3.4.1 en tabel 3.7.

Met een kruinverlaging tot NAP +5,0 m wordt aan alle eisen van waterschap Brabantse Delta voldaan.

4.2 Piping

Bij de kans op het optreden van piping spelen 3 deelfaalmechanismen een rol: opbarsten, heave en terugschrijdende erosie. Indien 1 (of meer) van de deelfaalmechanismen een faalkans heeft die kleiner is dan de faalkanseis, dan is de weerstand tegen piping voldoende.

De waterkering en het achterland zijn in het verleden opgespoten met zand. Uit het grondonderzoek blijkt dat de grondopbouw varieert tussen stukken met doorlopende slecht doorlatende lagen in dwarsrichting van de waterkering afgewisseld met dwarsprofielen met voornamelijk zandondergrond, zie ook paragraaf 3.3. Het is daarom onduidelijk of voldoende druk opgebouwd kan worden (oftewel, of piping een relevant mechanisme is).

Er kan wel worden gesteld, dat de nieuwe situatie een verbetering is ten opzichte van de oude situatie doordat een hoog voorland (terminalterrein) ontstaat. De waterstand bij norm (NAP +3,1 m) is lager dan de hoogte van de nieuwe kade (NAP +3,5 m). Het intredepunt voor piping komt hiermee op grotere afstand van de waterkering te liggen in de nieuwe situatie, de aanwezige kwelweglengte wordt hierdoor verlengd.

Indien in de toekomst een maatregel nodig is om piping te voorkomen, dan is er net als in de huidige situatie ruimte voor een ruimtebesparende maatregel (verticale oplossing) aan de binnenzijde (tussen dijk en sloot).

Afbeelding 4.1 Indicatief de locatie voor een toekomstige maatregel tegen piping, tussen binnenteen en sloot aan de binnenzijde van de dijk

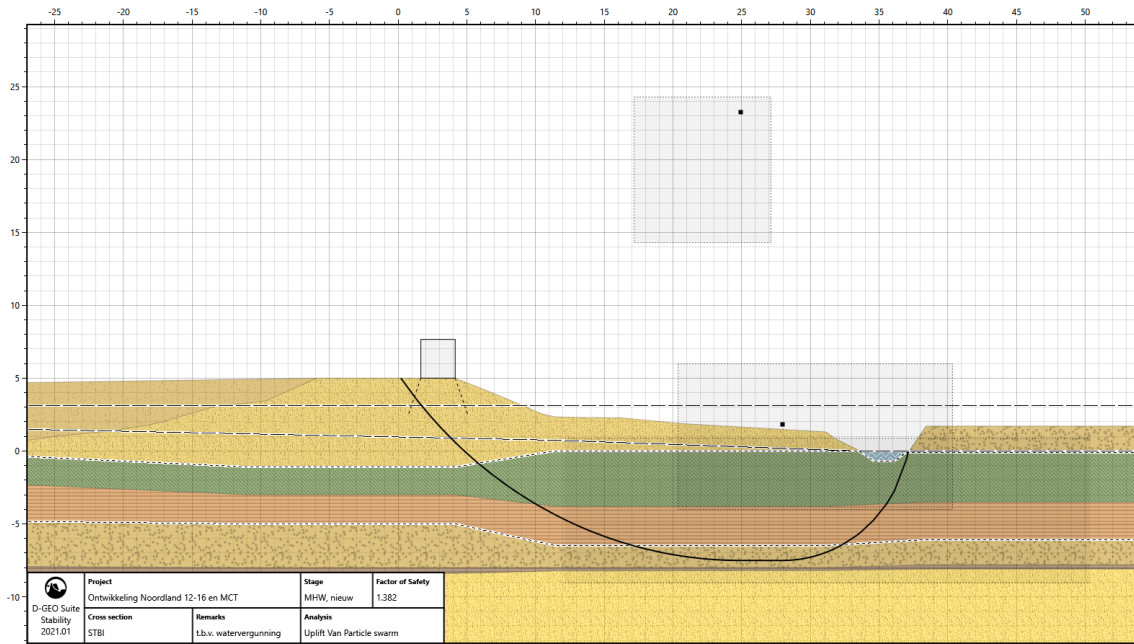


Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat de aanleg van de containerterminal geen negatieve invloed heeft op het faalmechanisme piping.

4.3 Macrostabieliteit binnenwaarts

Het afschuiven van een grondmoot aan de binnenzijde van de waterkering is een mogelijk bezwijkmechanisme voor de waterkering. In de nieuwe situatie is de kruin circa 1 tot 1,5 m verlaagd, hierdoor neemt de binnenwaartse macrostabieliteit van de dijk toe. Door het verwijderen van het muurtje van de kruin en het aanleggen van een verharding moet rekening gehouden worden met een verkeersbelasting tijdens de hoogwater situatie. De binnenwaarts stabiliteit is berekend door middel van een stabiliteitsberekening in D-Stability, de uitgangspunten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Het maatgevende glijvlak is weergegeven in afbeelding 4.2.

Afbeelding 4.2 Resultaat stabiliteitsberekening macrostabiliteit binnenwaarts



De stabiliteitseis is vastgesteld op $SF_{eis} = 1,31$. Bovenstaande berekening laat zien dat in de nieuwe situatie de stabiliteitsfactor gelijk is aan $SF = 1,382$ voor een regulier glijvlak en $SF = 1,339$ voor een ondiep glijvlak. Om deze reden kan geconcludeerd worden dat in de nieuwe situatie de macrostabiliteit voldoet aan de eisen.

Tabel 4.1 Overzicht berekeningen

Som	SF eis	SF	Resultaat
huidige situatie (zonder verkeersbelasting, want groene kade), MHW	1,31	1,317	voldoet
nieuwe situatie, MHW	1,31	1,382	voldoet
nieuwe situatie, ondiep glijvlak, MHW	1,31	1,339	voldoet

4.4 Microstabiliteit

Het toetspoot microstabiliteit betreft het controleren of micro-instabiliteit binnen de duur van een hoogwater kan leiden tot kruinverlaging. De primaire waterkering betreft een groene dijk met een zandkern. Het binnentalud is steiler dan 1V:5H. Naar verwachting is de doorlatendheid van het binnentalud vergelijkbaar met de dijkkern. Daarnaast is het onbekend of de binnenteen in voldoende mate gedraineerd wordt om micro-instabiliteit te voorkomen. Hierdoor kan microstabiliteit niet worden uitgesloten op basis van de eenvoudige toets.

Voor het bepalen of de microstabiliteit voldoende is gebruik gemaakt van de eenvoudige conservatieve formule voor de indringing van een verhoogd freatische vlak in de dijk conform SH Microstabiliteit [ref. 6]. De schematisering hiervan is opgenomen in afbeelding 4.3.

Uitgaande van de eerder genoemde uitgangspunten en daarnaast:

- stormduur: 35 uur. Dit is op basis van SH Grasbekledingen [ref. 13] waar voor meren een stormduur wordt gehanteerd van 35 uur. Door de afsluiting van het buitenwater kan deze situatie als meer worden beschouwd;
- karakteristieke hoogte van het zandpakket waarover water in kan stromen, is de dikte van het zandpakket aan de buitenzijde van de terminal tot MHW, oftewel: circa 5,6 m.

Dit geeft een indringingslengte van ongeveer 33 m. Gezien het voorland (de terminal) van minimaal 100 m wordt ruim voldaan op basis van de eenvoudige conservatieve formule volgens SH Microstabiliteit [ref. 6]. Microstabiliteit heeft dus een verwaarloosbare invloed op de waterkerende functie van de waterkering.

Afbeelding 4.3 Schematisering microstabiliteit



5

VOORSTEL LEGGERWIJZIGING

In dit hoofdstuk is er een voorstel gedaan voor een leggerwijziging in deeltraject 34-5. Door de grote wijziging in het voorland bij de primaire kering dienen de kernzone, beschermingszone A en beschermingszone B herdefinieerd te worden voor de buitenzijde van de primaire waterkering.

5.1 Kruin

De benodigde kruinhoogte is eerder in dit document behandeld (zie paragraaf 3.4). De minimale kruinhoogte is NAP+5,0 m. Dit is bepaald doormiddel van verschillende eisen van waterschap Brabantse Delta en HBN berekeningen middels Hydra-NL.

De kruinbreedte zoals opgenomen moet worden in de legger is de ontwerp kruinbreedte (gelijk aan wegbreedte). De ontwerp kruinbreedte is 13,1 m. Dit is de minimale breedte van het waterstaatswerk. Echter, de huidige breedte van het waterstaatswerk wordt in de legger gehandhaafd om de zone rondom de kruin te beschermen. Hiermee loopt de zonering ook vloeiend door op de zonering naast de containerterminal. De huidige breedte van het waterstaatswerk is circa 27 m.

5.2 Buitentalud

Het buitentalud van de legger is bepaald door een helling van 1:3 vanaf de kruin naar het minimale niveau van het voorland.

Het minimale niveau van het voorland is de waterstand bij norm bij zichtjaar 2125 bij een terugkeertijd van 1/14.300 per jaar. Dit is de gestelde conditionele norm zoals eerder toegepast in de bepaling van het hydraulisch belastingniveau in paragraaf 3.4.1. De waterstand bij norm dient te worden bepaald met het W+ klimaatscenario en de onzekerheden dienen te worden meegenomen. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel 5.1. Uit de resultaten volgt een waterstand bij norm van NAP +3,47 m in zichtjaar 2025. Het minimale niveau van het voorland is NAP +3,5 m en daarmee wordt aan de eis voldaan.

Tabel 5.1 Waterstanden bij norm voor verschillende zichtjaren

Zichtjaar	Waterstand (minimaal niveau voorland)
2050	NAP +2,95 m
2100	NAP +3,29 m
2125	NAP +3,47 m

5.3 Beschermingszone A

De breedte van de beschermingszone A is bepaald met de 4H-regel. De 4H-zone is bepaald door de niveaoverschillen tussen de kruinhoogte (NAP +5,0 m) en de hoogte van het vlakke maaiveld aan de voorzijde van de waterkering. Dit maaiveld is gedefinieerd als het aan te leggen voorland van minimaal NAP+3,5 m hoog. Dit zou resulteren in een beschermingszone A met een minimale breedte van 6 m.

Echter, het conservatieve uitgangspunt wordt gehanteerd met bodemniveau bij kademuur als referentieniveau voor het bepalen van H. De bodem tegen de kademuur aan ligt op circa NAP -5,85 m. Het verschil met de kruinhoogte (NAP +5,0 m) is daarmee ongeveer 11 m. Middels de 4H-regel kan dan de breedte van de Beschermingszone A worden bepaald op 44 m. Dit is gelijk aan de huidige breedte van Beschermingszone A. De huidige zonering van beschermingszone A blijft behouden.

5.4 Beschermingszone B

De breedte van beschermingszones A en B moet bij elkaar minimaal 10 m zijn. Daarnaast moet beschermingszone B voldoende voorland beschermen om in 2125 voldoende weerstand tegen piping en stabiliteit voorland te hebben. Hierbij dient te worden aangenomen dat de damwand niet aanwezig is of faalt, zodat aan de damwand geen waterkerende functie toegekend te worden.

Stabiliteit voorland

De stabiliteit van het voorland kan in het geding komen door 3 faalmechanismen: golfafslag voorland, afschuiving voorland, zettingsvloeiing voorland. Door de aanwezigheid van het brede (circa 125 m) bestratte en voorbelaste voorland is de verwachting dat deze indirecte faalmechanismen geen risico vormen voor het falen van de primaire waterkering. Er is voldoende voorland en gepakt zand aanwezig om de primaire waterkering te beschermen.

Piping

Zoals beschreven in paragraaf 4.2 is het gezien de bodemopbouw twijfelachtig of piping een relevant mechanisme is op deze locatie. Indien piping relevant is, zorgt de nieuwe situatie voor een verbetering ten opzichte van de huidige situatie doordat een hoog voorland (terminalterrein) ontstaat. De waterstand bij norm (NAP +3,1 m) is lager dan de hoogte van de nieuwe kade (NAP +3,5 m). Het intredepunt voor piping komt hiermee op grotere afstand van de waterkering te liggen in de nieuwe situatie, de aanwezige kwelweglengte wordt hierdoor verlengd.

Indien in de toekomst een maatregel nodig is om piping te voorkomen, dan is net als in de huidige situatie ruimte voor een ruimtebesparende maatregel (verticale oplossing) aan de binnenzijde (tussen dijk en sloot).

Om deze reden is bescherming tegen piping niet maatgevend voor de bepaling van de breedte van beschermingszone.

Minimale breedte beschermingszone

De minimale breedte van de beschermingszone A en B moet 10 m zijn. Middels bovenliggende beschouwing is de minimale breedte van de beschermingszone A 44 m. Vanuit het oogpunt dat het waterschap controle houdt over wat er gebeurt in haar beschermingszones en de huidige bescherming tegen waterveiligheid is er gekozen om de beschermingszone B te verlengen tot aan de kademuur.

6

CONCLUSIES

Voorliggende rapportage dient als ondersteuning ten behoeve van een watervergunningaanvraag voor de bouw van een buitendijkse containerterminal. De containerterminal komt te liggen aan de buitenzijde van een primaire waterkering binnen normtraject 34-5. In deze rapportage zijn de faalmechanismen besproken waar middels een kwantitatieve bepaling kan worden vastgesteld wat de invloed van de aanleg van de containerterminal op de waterveiligheid van de waterkering is. De behandelde faalmechanismen zijn hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts, piping en microstabiliteit:

- de huidige kruinhoogte van circa NAP +6,5 m wordt verlaagd naar NAP +5,0 m. Dit is conform de eis van het waterschap. Tegelijkertijd is het maatgevende HBN in 2125 gelijk aan NAP +4,56 m (onder de conditionele norm) en gelijk aan NAP +4,14 m (onder de aangescherpte norm). Om deze reden voldoet de hoogte van de waterkering na de aanleg van de containerterminal nog aan alle eisen;
- een berekening op macrostabiliteit binnenwaarts laat zien dat door de aanleg van de containerterminal de stabiliteitsfactor hoger komt te liggen dan in de huidige situatie;
- een analyse van piping laat zien dat door het aanleggen van het hoge voorland de aanwezige kwelweglengte toe neemt ten opzichte van de huidige situatie. Door de aanleg van de containerterminal is het risico op piping kleiner dan in de huidige situatie;
- een berekening op microstabiliteit laat zien dat door de aanleg van de containerterminal er geen water kan uitstromen in het binnentalud. In de nieuwe situatie wordt dus voldaan aan het faalmechanisme microstabiliteit. Door de aanleg van de terminal is het risico kleiner geworden.

Op basis van bovenstaande resultaten kan worden gesteld dat de aanleg van de containerterminal geen negatieve invloed heeft op het waterkerend vermogen van de waterkering.

In aanvulling op de analyse op de waterveiligheid van de waterkering is er in voorliggende rapportage ook een voorstel gedaan voor de toekomstige legger. Hierin wordt voornamelijk de huidige legger gehandhaafd en beschermingszone B wordt verlengd tot aan de kademuur.

7

REFERENTIES

- 1 Bartels. Dwarsprofielen Meeus Container Terminal, Bergen op Zoom, d.d. 28 maart 2018.
- 2 HKV. Proevenverzameling - Sterktegegevens ondergrond - eindrapport, PR3478.10, d.d. oktober 2018.
- 3 Legger Brabantse Delta, URL: <https://www.brabantsedelta.nl/legger>.
- 4 WBI 2017. Schematiseringshandleiding piping, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.
- 5 WBI 2017. Schematiseringshandleiding macrostabiliteit, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.
- 6 WBI 2017. Schematiseringshandleiding microstabiliteit, status: Definitief, d.d. 29 november 2019.
- 7 Deltares. Mogelijke gevolgen van versnelde zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma. September 2018.
- 8 OI2014v4. Handreiking ontwerpen met overstromingskans, status: Definitief, d.d. februari 2017.
- 9 OI2014v4. Werkwijzer bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden, d.d. 2016.
- 10 TAW. Technisch Rapport: Waterspanningen bij Dijken, status: Definitief, d.d. 1 september 2004.
- 11 HKV Lijn in Water. Gebruikershandleiding Hydra-NL versie 2.4.1.
- 12 MOS Grondmechanica. Grondonderzoek Markiezaat Container Terminal te Bergen op Zoom. Kenmerk: R1901796-01 d.d. 6 november 2019.
- 13 WBI 2017. Schematiseringshandleiding grasbekledingen, status: Definitief, d.d. 28 mei 2021.

Bijlage(n)



BIJLAGE: (ANALYSE VAN) GRONDONDERZOEK

Zie bijgevoegde documenten:

- Analyse - volumieke gewichten.xlsx;
- R1901796-01.PDF;
- R1901796-02.PDF;
- 181017 rapport proevenverzameling Brabantse Delta.PDF.



BIJLAGE: STABILITEITSBEREKENING

Zie bijgevoegde bestand:

- MCT_STBI_watervedunning.stix.

