



Waterschap
Rivierenland

Dijkversterking Stad Tiel

Nota Voorkeursalternatief

*sterke dijken
schoon water*



Autorisatie	Functie	Naam	Handtekening	Datum
Opsteller	Tauw Adviesbureau i.s.m. Team Stad Tiel	Lisa de Gee, Lucy Talens		12-12-2019
Controle	Manager projectbeheersing	Ger Rooker		
Vrijgave	Projectmanager	JaapJan Zeeberg		23-01-2020

Verantwoording

Titel	Dijkversterking Stad Tiel Nota Voorkeursalternatief
kenmerk	20191206-StadTiel-Nota_VKA-V3.0-C
Versie	Definitief
Aantal pagina's	68
Datum	29 januari 2020

Colofon

Waterschap Rivierenland
De Blomboogerd 1
Postbus 599
4000 AN Tiel
T (0344) 64 90 90
E StadTiel@wsrl.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding dijkversterking Stad Tiel	5
1.2	Trechteringsproces verkenningsfase	6
1.3	Doelstelling nota voorkeursalternatief en plek in het project	7
1.4	Participatie	8
1.5	Leeswijzer	8
2	Gebiedsomschrijving	9
2.1	Dijktrajectindeling	9
2.2	Gebiedskenmerken milieu	12
2.3	Ruimtelijke inpassing	17
3	Uitgangspunten ontwikkeling alternatieven	18
3.1	Technische ontwerpeisen en levensduur	18
3.2	Uitgangspunten vanuit beheer WSRL	18
3.3	Vervallen buitenwaartse stabiliteit als verbeteropgave	18
4	Selectie van het voorkeursalternatief	19
4.1	Werkwijze en beoordelingskaders	19
4.2	Voorhavendijk	22
4.3	Haven - Echtelsedijk	26
4.4	Stadswallen	32
4.4.1	Deeltraject 4A: Stadswallen - Havendijk	32
4.4.2	Deeltraject 4C: Stadswallen - Ravelijnmuur	35
4.5	Ophemertsedijk	40
4.5.1	Deeltraject 5A: Ophemertsedijk (Bellevue – Aldi-terrein)	40
4.5.2	Deeltraject 5B: Ophemertsedijk (Aldi-terrein - Inundatiekanaal)	44
4.6	Inlaatduiker inundatiekanaal	49
5	Doorkijk naar de planuitwerkingsfase	53
5.1	Procedures	53
5.2	Ontwerpogaven en aandachtspunten voor planuitwerking	53
5.3	Riviercompensatie	53

Referenties

Bijlages

1	Kosten voorkeursalternatief
2	Toelichting op de faalmechanismen
3	Tabeloverzicht kansrijke alternatieven
4	Benodigde ruimte voorkeursalternatief



1 Inleiding

1.1 Aanleiding dijkversterking Stad Tiel

Net als alle primaire keringen in Nederland is de waterkering langs de stad Tiel volgens de Waterwet getoetst op hoogte, stabiliteit en doorlaatbaarheid (piping).

Nieuwe veiligheidsnormen houden rekening met de mogelijke gevolgen van een overstroming en niet meer alleen met de sterkte van de waterkering om een bepaalde maximale waterstand te kunnen keren. Dijkversterking in het rivierengebied is nu belangrijk, omdat dit gebied steeds dichter bevolkt is en een steeds hogere economische waarde heeft door de aanwezigheid van meer bedrijven, wegen, woningen en andere functies.

Voor heel Nederland moeten maatregelen getroffen worden aan 731 kilometer primaire keringen en 238 waterkerende kunstwerken. Waterschap Rivierenland is in de top 10 van urgente projecten vertegenwoordigd met vier projecten. Het project Stad Tiel heeft binnen het nationale 'Hoogwaterbeschermingsprogramma' (HWBP) en binnen Waterschap Rivierenland een hoge prioriteit. Het dijkversterkingstraject Stad Tiel is in 2011 op meerdere faalmechanismen afgekeurd. In deze nota wordt de opgave voor de dijkversterking beschreven en wordt beschreven hoe tot een voorkeursalternatief is gekomen.

Veiligheidsopgave

Tiel is met Nijmegen de grootste stad in het beheergebied van Waterschap Rivierenland (41.000 inwoners). De dijkversterking hier zal dan ook voor een groot deel door en langs bebouwd gebied gaan, inclusief de eeuwenoude stadswallen. Een deel van het traject, 'FluviaTiel' is in 2017 versterkt door de gemeente in samenwerking met het waterschap. FluviaTiel blijft buiten de scope van het nieuwe project. Ook de historische stadsmuur is door het waterschap in 1996 goed versterkt en is geen onderdeel van de scope. Stad Tiel zal in het ruimtelijk ontwerp en bijvoorbeeld wegaanleg ('Gastvrije Waaldijk') aansluiten op de buurtrajecten: de dijkversterkingen Tiel-Waardenburg en Neder-Betuwe.

Voor zowel de groene dijken als de langsconstructies (stalen damwanden) en kunstwerken binnen het projectgebied is een veiligheidsanalyse uitgevoerd [3]. Het resultaat is opgenomen in de Integrale veiligheidsanalyse Stad Tiel [1]. Tabellen 1.1 en 1.2. geven dit in samenvatting weer.

Tabel 1.1 Resultaat veiligheidsanalyse Groene dijken

Deeltraject	Van dijkpaal	Tot dijkpaal	Meters	Faalmechanismen		
				Hoogte	Macrostabiliteit binnenwaarts	Piping
1 Voorhavendijk	DT200A	DT201	650	Voldoet deels	Voldoet niet	Voldoet niet
2 Fluvia Tiel	DT201	DT210+80	980	Geen onderdeel van het project; wel aandacht voor goede aansluitingen		
3 Haven (Echtelsedijk)	DT210+80	DT214+85	380	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet niet
4A Stadswallen - Havendijk	DT214+85	DT217+30	260	Voldoet niet	Voldoet	Voldoet niet
4B Stadsmuur	DT217+30	DT218+75	150	Voldoet	Voldoet	Voldoet
4C Stadswallen - Ravelijnmuur	DT218+75	TG000	190	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet niet
5A Ophemertsedijk (Bellevue-Aldi-terrein)	TG001	TG004+50	360	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet niet
5B Ophemertsedijk (Aldi-terrein-Inundatiekanaal)	TG004+50	TG008	450	Voldoet niet	Voldoet niet	Voldoet niet
6 Inlaatduiker Inundatiekanaal	TG008	TG010	220	Onderdeel van de veiligheidsanalyse langsconstructies, zie tabel 2.2		

Deeltraject	Type constructie	Van dijkpaal	Tot dijkpaal	Overall oordeel
1 Voorhavendijk	nvt	DT200A	DT201	nvt
2 Fluvia Tiel	Geen onderdeel van het project; wel aandacht voor goede aansluitingen			
3 Haven (Echtelsedijk)	Kwelscherm	DT211	DT212+70	Voldoet niet
	Stabiliteitsscherm	DT212+20	DT214+40	Voldoet
4A Stadwallen - Havendijk	Kwelscherm	DT215	DT215+45	Voldoet niet
4A/B Stadwallen - Havendijk	Kwelscherm	DT216+05	DT217+35	Voldoet
4B Stadsmuur	Gewichtsmuur + stalen damwand	DT217+30	DT218+75	Voldoet
4C Stadwallen - Ravelijnmuur	Kwelscherm	DT218+75	DT219+10	Voldoet niet
	Stabiliteitsscherm	DT219+20	TG000	Voldoet
5A Ophemertsedijk (Bellevue-Aldi-terrein)	Stabiliteitsscherm	TG003+75	TG004+50	Voldoet niet
5B Ophemertsedijk (Aldi-terrein-Inundatiekanaal)	nvt	TG004+50	TG008	nvt
6 Inlaatduiker Inundatiekanaal	Kunstwerk	TG008	TG010	Voldoet niet

Tabel 1.2 Resultaat veiligheidsanalyse Langsconstructies

Naast de groene dijken en langsconstructies zijn enkele coupures en inlaatwerken aanwezig binnen het projectgebied. De coupures bevinden zich in deeltraject 4B en 4C (Stadsmuur en Stadwallen). De Inlaatduiker Inundatiekanaal is deeltraject 6. De drie coupures en de Inlaatduiker Inundatiekanaal voldoen alle niet aan de gestelde veiligheidseisen en maken onderdeel uit van de waterveiligheidsopgave. Voor de coupures geldt dat deze kunstwerken in de planuitwerkingsfase nader beschouwd worden. De Inlaatduiker Inundatiekanaal is in de verkenningsfase al wel meegenomen bij het bepalen van mogelijke oplossingsrichtingen en het trechteren naar een voorkeursalternatief.

1.2 Trechteringsproces verkenningsfase

Doel van de verkenningsfase van HWBP-project Stad Tiel is om via het opstellen en afwegen van alternatieven te komen tot een voorkeursalternatief. Hierbij zijn in het afgelopen jaar alle belangen opgehaald en afgeprijsd om de meest aanvaardbare en betaalbare oplossingen te kunnen kiezen. Deze nota VKA beschrijft dit proces en de uitkomst ervan. De verkenningsfase is opgedeeld in verschillende stappen. In figuur 1.1 wordt dit conceptueel weergegeven. Onder figuur 1.1 staan de stappen nader toegelicht. De verkenningsfase sluit af met de selectie van een voorkeursalternatief per deeltraject. Daarna begint de planuitwerkingsfase, waarin de schetsen worden uitgewerkt tot een ontwerp.

Stap 1: In beeld brengen mogelijke oplossingsrichtingen

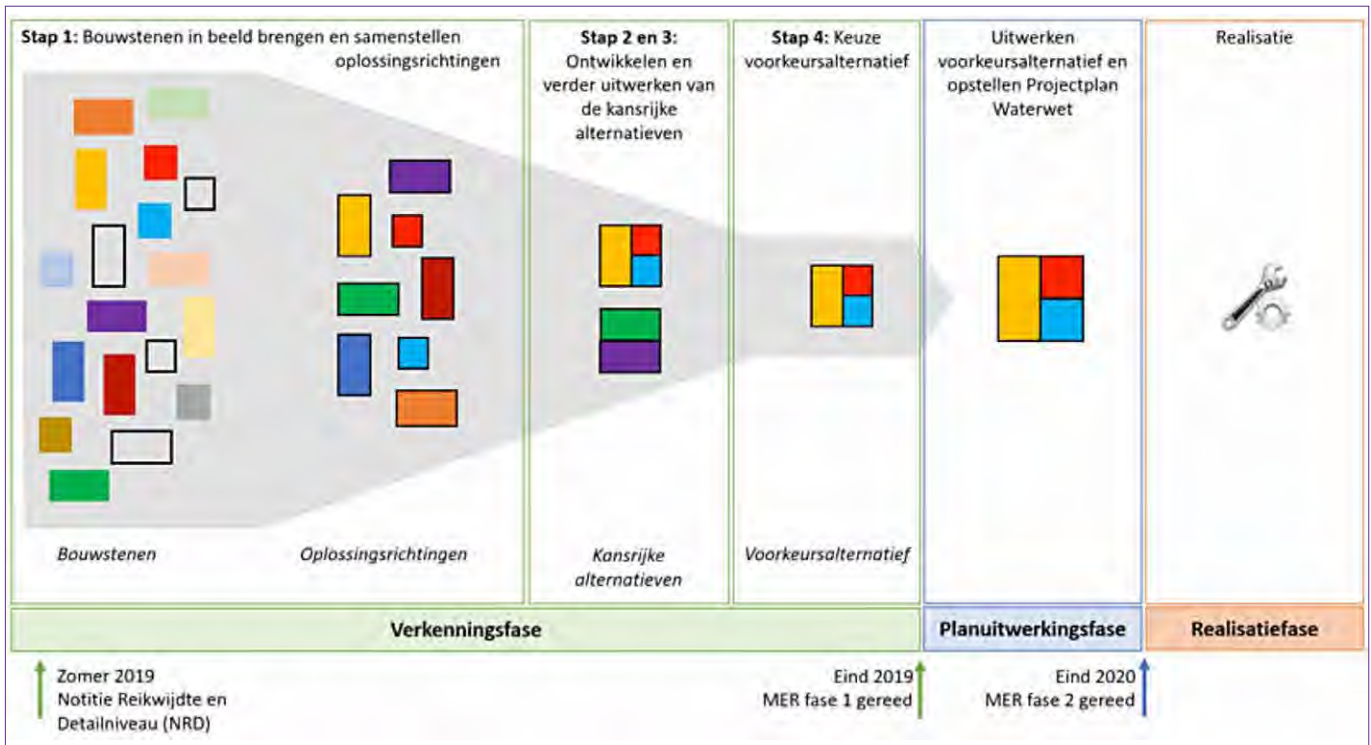
Vanaf de start van het project in het voorjaar van 2018 zijn alle 'bouwstenen' geïnventariseerd en is per deeltraject bekeken welke combinaties het veiligheidsprobleem oplossen. De uitkomsten van deze stap staan beschreven in bijlage 2.

Stap 2: Selecteren kansrijke alternatieven

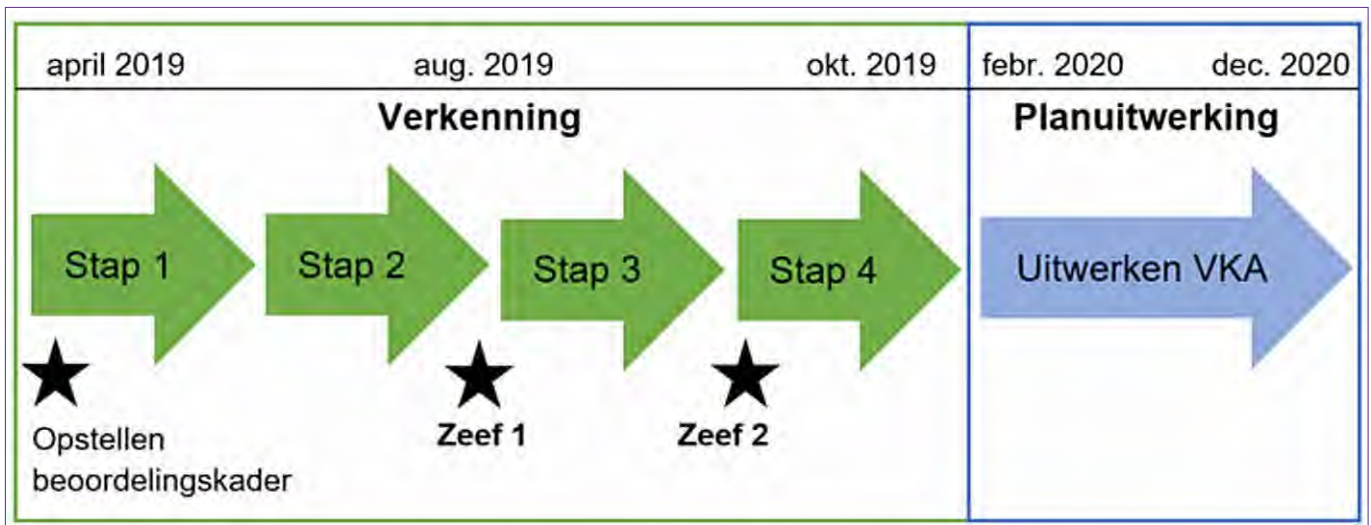
De eerste selectie (trechtering) van alle mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven was in juli 2019 ('zeef 1'). Om die trechtering herleidbaar en goed onderbouwd uit te voeren, is gebruik gemaakt van een beoordelingskader. Alle mogelijke oplossingen zijn met dat beoordelingskader op hoofdlijnen beoordeeld op de aspecten techniek, impact op omgeving (milieueffecten) en kosten.

Stap 3: Kansrijke alternatieven verder uitwerken en onderzoeken

De kansrijke alternatieven die geselecteerd zijn, zijn gedurende de zomer van 2019 verder uitgewerkt per deeltraject. Dit heeft geresulteerd in voldoende onderscheidende kansrijke alternatieven om de 'Notitie Reikwijdte en Detailniveau' te publiceren en te starten met het MER fase 1. Bij de uitwerking van kansrijke alternatieven is uitgegaan van de technische vereisten maar ook van de milieu-, ruimtelijke en omgevingsaspecten.



Figuur 1.1 Conceptuele weergave stappen in de verkenningfase



Figuur 1.2 Schematische weergave stappen in de verkenning- en planuitwerkingsfase

Stap 4: Samenstellen voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven zijn in oktober 2019 ('zeef 2') beoordeeld op milieueffecten (in het MER fase 1). Daarnaast zijn de kansrijke alternatieven afgewogen op de aspecten techniek, kosten, draagvlak, ruimtelijke inpassing, meekoppelkansen, beleid WSRL en de beheerbaarheid. De alternatieven zijn niet statisch. De verschillende elementen kunnen in de keuze van een voorkeursalternatief gecombineerd worden, bijvoorbeeld om maatwerk te leveren bij milieu- of ruimtelijke optimalisaties.

1.3 Doelstelling nota voorkeursalternatief en plek in het project

Doel van de nota VKA is het beargumenteerd, begrijpelijk en navolgbaar beschrijven van de selectie van een voorkeursalternatief per dijktraject. Daarbij is in de nota VKA het (samengestelde) voorkeursalternatief gepresenteerd zodat dit in de planuitwerkingsfase nader uitgewerkt kan worden. Voor de nota VKA is gebruik gemaakt van gegevens die gedurende de verkenningfase opgesteld en verzameld zijn. Het is daarmee te beschouwen als sluitstuk van de verkenningfase.

1.4 Participatie

Stad Tiel maakt in de planuitwerkingsfase een projectplan dat conform de Waterwet de inspraakprocedures zal doorlopen. Hierbij kunnen alle betrokkenen in de aanloop en ten slotte bij de ter inzagelegging de visie op het plan kenbaar maken. Voor een zo breed mogelijk gedragen voorkeursalternatief per dijktraject en voor een zorgvuldige afweging, wordt gedurende de verkenningsfase al ingezet op participatie met de omgeving. In het Notitie Reikwijdte en Detailniveau (Notitie Reikwijdte en Detailniveau, WSRL Augustus 2019) is beschreven welke visie Waterschap Rivierenland heeft op participatie voor dijkversterking Stad Tiel.

Meekoppelkansen

Het waterschap wil bij het maken van plannen voor het ontwerp van de dijk belanghebbenden zoveel mogelijk betrekken. Hoofddoelstelling van de dijkversterking is het borgen van de hoogwaterveiligheid. Omdat de werkzaamheden aan de dijk ingrijpend zijn, en het gebied 'op de schop gaat', gaat het waterschap actief op zoek naar kansen voor maatschappelijke meerwaarde. Het nieuwe dijkontwerp stimuleert de ontwikkeling van ideeën en biedt ruimte aan derden. Bij meekoppelen is er sprake van een bepaalde mate van integratie van opgaven of ambities, waarbij de inbrengende partij zelf voor een sluitend plan en benodigde middelen zorgt. Het voorkeursalternatief (VKA) houdt rekening met de inpasbaarheid van de geïnventariseerde meekoppelkansen. De initiatieven die zijn afgewogen zijn (met de kaders die daarvoor staan):- herinrichting havengebied (beleving, recreatie, veiligheid en verbetering stadsgezicht)

- verleggen fietspad langs Bellevue, Ophemertsedijk (verkeersveiligheid en verbeterde inpassing)
- verlenging van de fietsroute over het traject FluviaTiel en aanleg van een (snel)fietspad over of rondom het Amsterdam Rijnkanaal,
- aanpassingen aan het Inundatiekanaal (mogelijk werelderfgoed), dijkverlegging waardoor deze beter zichtbaar wordt.
- inpassen initiatieven gemeente en vastgoedontwikkeling, o.m. herinrichting van de Waalplaat en de Santwijckse Poort (incl. voormalige pompstation Van Dijkhuizen).
- verplaatsen van het gemaal en de leidingen van de inlaat van het watersysteem dat uitkomt op de Tielse gracht.

Voor alle meekoppelkansen geldt dat in overleg met betrokkenen beoordeeld wordt of de plannen op tijd en in combinatie met de dijkversterking dijkversterking realiseerbaar en financieerbaar zijn. Een visie voor het herstel en integratie van de stadswallen, 'een nieuw

stadgezicht voor Tiel', zoals uitgewerkt in het ruimtelijke kwaliteitskader (oktober 2019), is afgefallen doordat de waterveiligheidsopgave voor dit deeltraject ontbreekt of zo gering is gebleken dat het een grootschalige ingreep niet rechtvaardigt.

Het participatieproces is in 2018 gestart door de gemeente en stakeholders in de gemeente (bewoners, ontwikkelaars, ondernemers) bij het plan van aanpak voor de verkenningsfase te betrekken. Ook de provincie Gelderland is in deze fase betrokken met name rond het opstarten van de (m.e.r.-)procedures en Rijkswaterstaat voor benodigde vergunningen. In maart 2019 is dit plan van aanpak gepresenteerd op een informatieavond die door alle partijen is bezocht. Aansluitend is een klankbordgroep geformeerd die in juli 2019 voor het eerst bijeenkwam. De start van de inspraakprocedure met de ter inzagelegging van de notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) is aangegrepen voor een informatieavond in september 2019, in de eerste plaats om het proces toe te lichten. Het thema hierbij is telkens de trechtering van een brede opgave bij de start van het project naar het maatwerk per perceel in de planfase.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat een gebiedsomschrijving. De dijktrajectindeling, gebiedskenmerken, milieu, ruimtelijke opgaven en kansen worden beschreven. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de uitgangspunten die zijn aangehouden bij de ontwikkeling van de alternatieven. Hoofdstuk 4 gaat in op het zeef 1 proces, waarin getrechterd is van mogelijke oplossingen naar kansrijke alternatieven. De gekozen kansrijke alternatieven worden daarin ook beschreven. Hoofdstuk 5 beschrijft vervolgens het tweede selectiemoment, waarin getrechterd is naar het voorkeursalternatief per deeltraject. De werkwijze en het beoordelingskader voor zeef 2 zijn hierin ook beschreven. Hoofdstuk 6 beschrijft kort de gekozen voorkeursalternatieven en geeft deze schematisch weer met een aantal overzichtelijke visualisaties. Hoofdstuk 7 kijkt ten slotte door naar de planuitwerkingsfase, de procedures, ontwerpogaven, overige aandachtspunten en riviercompensatie.



2 Gebiedsomschrijving

2.1 Dijktrajectindeling

De dijk in Tiel loopt voor een groot deel door en langs bebouwd gebied. Het traject is opgedeeld in zes delen (figuur 2.1). Het dijktraject ligt in zijn geheel in de gemeente Tiel en is 3,6 km lang. Na de start van het project is de scope verkleind tot 2,5 km doordat FluviaTiel en de stadsmuur

zijn goedgekeurd. Aan de westzijde (Ophemertsedijk) sluit project Stad Tiel aan op de dijkversterking Tiel-Waardenburg. Ook ten oosten van het Amsterdam-Rijnkanaal vindt een dijkversterking plaats (Neder-Betuwe). Deze drie dijkversterkingen vallen binnen hetzelfde landelijke normtraject.

1. Deelgebied Voorhavendijk

De Voorhavendijk ligt langs het Amsterdam-Rijnkanaal. Het kanaal is in beheer bij Rijkswaterstaat. Het deeltraject heeft een lengte van circa 650 m. Hieronder vallen niet de damwanden en versterkingen die onderdeel zijn van het kunstwerk van de sluis. De dijk is dus 'groen' en heeft geen harde constructies. Aan de binnendijkse zijde van de dijk ligt over de gehele lengte een strook met dichte bosschage en bomen. Daarachter ligt het industrieterrein Latenstein.



Figuur 2.2 Deelgebied Voorhavendijk (bron: WSRL)



2. Deelgebied FluviaTiel

Op dit traject is geen veiligheidsopgave meer. Belangrijk is wel het verbinden van deze 'Klimaatdijk' met de andere trajecten aan beide zijden.

Figuur 2.3 'Klimaatdijk' Fluvia Tiel (bron: WSRL)

3. Deelgebied Haven (Echtelsedijk)

Het gebied rondom de haven grenst aan het centrum van Tiel en heeft een lengte van circa 380 m. De kering zelf is niet heel zichtbaar in het landschap maar volgt de weg en kent veel ondergrondse constructies. De gemeente Tiel wil dit gebied ontwikkelen en heeft daartoe het bestemmingsplan reeds (deels) gewijzigd.

Het plan Santwijksepoort voorziet in de ruimtelijke opening van het Havengebied en de Waalkade, en de bouw van een aantal grotere appartementencomplexen.

Figuur 2.4 Deelgebied Haven Echtelsedijk (bron: WSRL)



4. Deelgebied Stadswallen en -muur

Langs de kern van Tiel ligt een aaneenschakeling van drie stadswallen, waaronder de historische stadsmuur. De waterkering is ca. 600 m lang en bestaat uit een aaneenschakeling van (langs)constructies. Bovenop de wallen staan verscheidene objecten, zoals monumenten, twee kanonnen en bankjes. Drie coupures die zich in het traject bevinden (Waterpoort, Waalstraat en Bellevue) zijn ook onderdeel van het project. Aan de buitenwaartse zijde van de kering loopt de Havendijk en ligt de Waalplaat, een groot buitendijks gebied dat bij hoogwater onderwater loopt (het 'Appelpop-terrein').

Dit deelgebied is onderverdeeld in drie sub-deeltrajecten, zoals is te zien in de overzichtskaart (figuur 2.1). Deeltraject 4A Stadswallen 'Havendijk' is een 'langsconstructie' met bebouwing aan de binnenzijde. Deeltraject 4B is de



Figuur 2.4 Deelgebied Stadswallen, deeltraject 4A Havendijk (bron: WSRL)

historische stadsmuur 'Tolhuiswal' en valt buiten de scope [2][4] en deeltraject 4C betreft de Stadswallen 'Ravelijnmuur'.

5. Deelgebied Bellevue - Inundatiekanaal

Dit dijktraject bestaat uit de groene kering langs de Ophemertsedijk. De dijk is in 1995-1996 in buitenwaartse richting verlegd en versterkt. Het buitentalud van de groene kering heeft een bekleding van basalt. Op de kruin ligt een

fietspad en een wandelpad. Binnendijks ligt de woonwijk Hertogenwijk. Restaurant Bellevue heeft een terras aan de overzijde van de weg op de dijk. Dit deeltraject is onderverdeeld in twee sub-deeltrajecten. Deeltraject 5A 'Bellevue – Aldi terrein' grenst aan de tuinen van de woningen gesitueerd aan de Kwelkade en heeft weinig ruimte. Deeltraject 5B 'Aldi terrein – Inundatiekanaal' betreft het stuk groene dijk vanaf de Aldi naar het westen. In dit deelgebied is een pipingberm in de binnenteen aangebracht met twee rijen platanen en een speelveldje



Figuur 2.6 Deelgebied Ophemertsedijk (deeltraject 5A: Bellevue – Aldi-terrein) (bron: WSRL)

6. Inlaatduiker Inundatiekanaal

Het Inundatiekanaal vormde een onderdeel van de negentiende eeuwse Nieuwe Hollandse Waterlinie en is genomineerd voor de werelderfgoedlijst. Door de schotbalksluizen bij Tiel te openen kreeg de Linge meer water zodat 20 km stroomafwaarts een strook land onder water kon worden gezet. Na de Tweede Wereldoorlog is de Nieuwe Hollandse Waterlinie buiten gebruik gesteld. Het kanaal behorende bij de Nieuw Hollandse Waterlinie, dat nooit is ingezet, heeft daarmee haar primaire functie verloren en verzandt aan de rivierzijde. De gemeente Tiel en WSRL hebben het kanaal recent een grote opknapbeurt gegeven, inclusief de restauratie van de historische inlaatsluizen en bruggen. Het hele Inundatiekanaal valt binnen de dijkversterking Stad Tiel.



Figuur 2.7 Deelgebied inlaatduiker Inundatiekanaal (bron: WSRL)

Dijkversterkingsproject Tiel-Waardenburg ligt aan de westzijde van het Inundatiekanaal.

2.2 Gebiedskenmerken milieu

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste gebiedskenmerken voor de milieuthema's natuur, (water) bodem, grondwater, cultuurhistorie & archeologie en ruimtelijke kwaliteit.

Natuur

Natura 2000-gebied Rijntakken

Het uiterwaardengebied langs de Waal en de rivier zelf zijn uiterst belangrijk voor bijzondere planten- en diersoorten. Het langgerekte gebied vormt een onmisbare schakel in de ecologische verbinding tussen natuurgebieden in zuidwest Nederland (de delta, Biesbosch), het IJsselmeergebied en gebieden in Duitsland. Het is dan ook niet verwonderlijk dat grote delen van het rivierengebied zijn aangewezen als Natura 2000-gebied (ter plaatse van dijkversterking Stad Tiel 'Rijntakken' genaamd). De verbindende functie is met name van belang voor diverse faunasoorten.

Buitendijkse versterkingsalternatieven hebben gevolgen voor het areaal van het Natura 2000-gebied. Deelgebied 1 Voorhavendijk en deelgebied 6 Inlaatduiker Inundatiekanaal

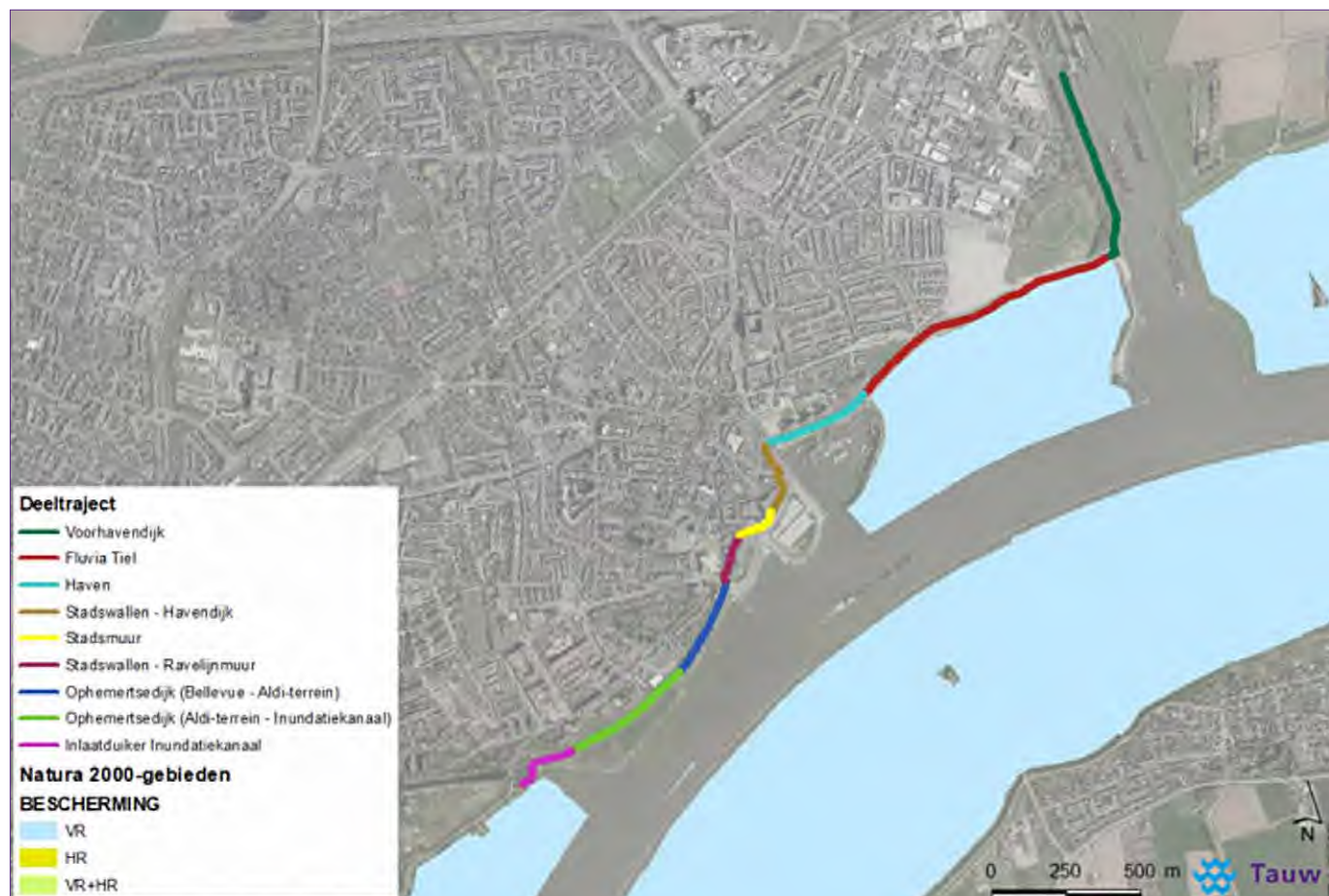
raken aan het Natura 2000-gebied Rijntakken. Deeltraject 2 begrenst het buitendijks gelegen Natura 2000-gebied. Maar dit deel van het gebied Rijntakken is alleen aangewezen als Vogelrichtlijngebied (VR) en niet als Habitatrichtlijn (HR).

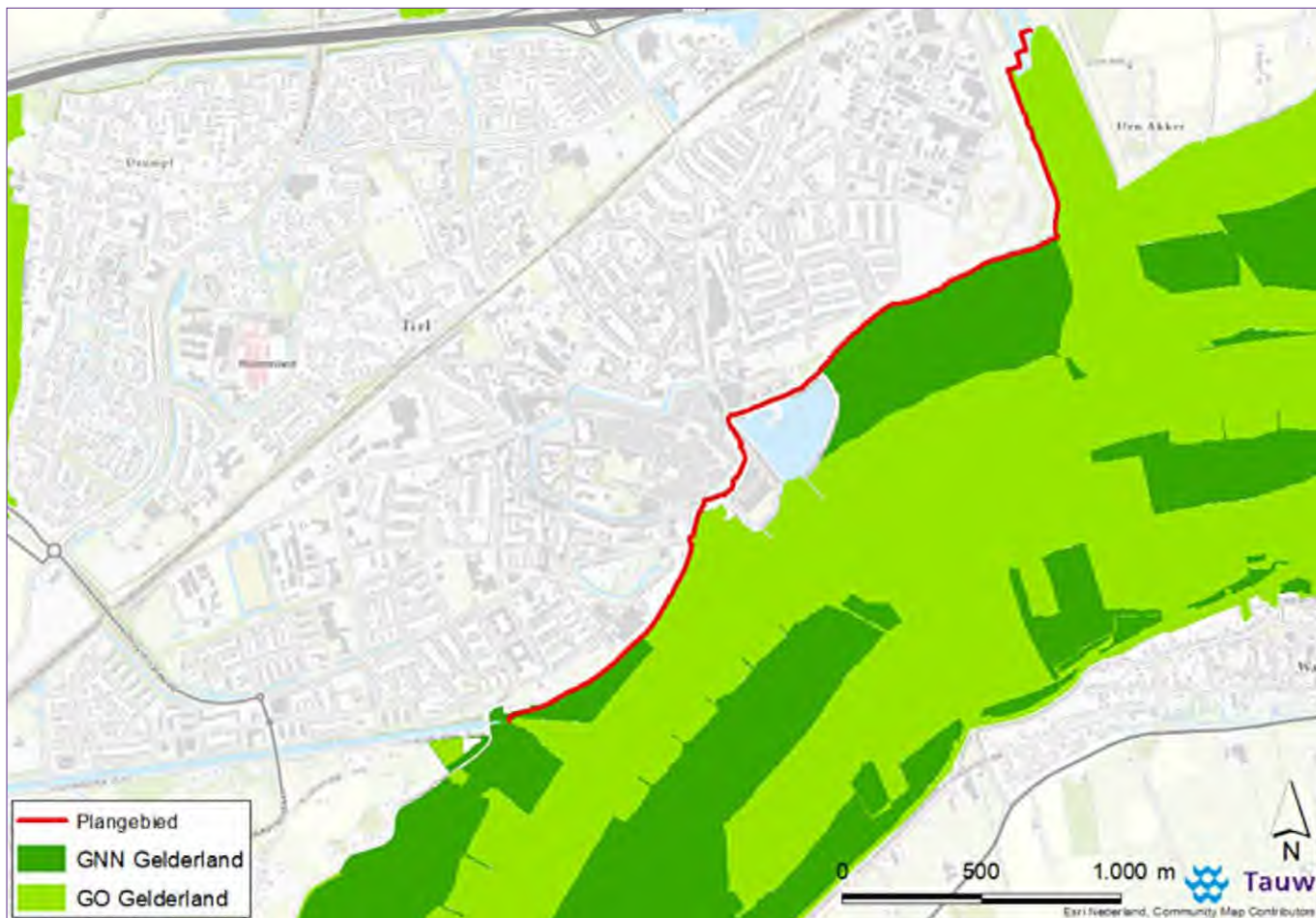
GNN (Gelders Natuur Netwerk)

In de provincie Gelderland bestaat het Geldernatuur Netwerk (hierna: GNN) dat onderdeel is van het Nederlands Natuurnetwerk (NNN) uit twee categorieën gebieden. Het GNN en de Groene Ontwikkelingszone (hierna: GO). Voor zover buitendijks gelegen is het overgrote deel van het plangebied deel van het GNN óf de GO. Zie ook figuur 2.9 voor de begrenzing van het GNN in de Waaluitwaard bij Tiel. Alle gebieden die deel uitmaken van het Natura 2000-gebied Rijntakken zijn tevens onderdeel van het GNN, maar het GNN omvat daarnaast ook andere percelen. De noordelijke begrenzing van het GNN/ GO wordt gevormd door de winterdijk. Dat betekent dat aanpassing van de dijk tenminste theoretisch tot schade kan leiden aan het GNN/GO.

Het overgrote deel van de (noordelijke) Waaluitwaarden in het plangebied maakt deel uit van deelgebied 179 (Waaluitwaarden Tiel- Waardenburg). Alleen het gedeelte direct langs het Amsterdam-Rijnkanaal maakt deel uit van deelgebied 54 (Tiel - Echteld). De 'kernkwaliteiten' van het

Figuur 2.8 De begrenzing van Natura 2000-gebied Rijntakken in de Waaluitwaard tussen Tiel en Wamel





Figuur 2.9 Plangebied ten opzichte van het GNN.

GNN mogen blijkens de Omgevingsverordening van de provincie Gelderland in beginsel niet worden geschaad.

Beschermde soorten

Uit de uitgevoerde natuurtoets/voortoets voortoets [7] blijkt dat diverse beschermde soorten in en langs het dijktraject voorkomen of kunnen voorkomen. Dit zijn bijvoorbeeld verschillende grondgebonden zoogdieren, vleermuizen, vogels (jaarrond beschermd), libellen en diverse ongewervelden. Aanwezige beschermde flora soorten in het gebied zijn de stijve wolfsmelk en wilde ridderspoor.

Uit het nadere soortgerichte onderzoek [8], dat is uitgevoerd voor dit project in de zomer van 2019, blijkt dat de bosschage langs de Voorhavendijk fungeert als broedplaats van een ransuil. Het gebiedje is daarnaast leefgebied van de bunzing. Kap van de bosschages en bomen zou daarom een negatief omgevingseffect hebben.

Bodemopbouw

De ondergrond van de dijk langs Tiel bestaat uit afzettingen van de Rijn en de Maas. Deze rivieren verlegden hun loop

regelmatig. Daardoor ontstond een brede strook waarin de rivier ooit stroomde, de zogenaamde meandergordel. In zo'n gordel bevindt zich altijd op enige diepte grof zand in de ondergrond, het zand dat door de rivier werd getransporteerd. Door het regelmatig overstroomd van de rivieren werd er veel zandige klei en kleilig zand afgezet in een strook direct langs de rivier, waardoor oeverwallen ontstonden, die samen met de meandergordel tot de zogenaamde stroomgordel worden gerekend. Maar ook delen die verder van de rivier af lagen overstroomden, waarbij een fijner sediment, zware klei, werd afgezet.

Het centrum van Tiel ligt met 7 meter boven NAP hoog, terwijl de komgronden tussen Waal en Linge tot de laagste delen van het Tielse grondgebied behoren. De bodem in het plangebied is tot circa 8 m diepte wisselend opgebouwd uit zand- en kleipakketten. Vanaf circa 8 m tot circa 16 m diepte bestaat de bodem voornamelijk uit matig grof zand.

Bodemkwaliteit

Uit het vooronderzoek [9] komt naar voren dat verspreid over het dijktraject sterk verontreinigde bodem aanwezig is. In de bodem zijn sterk verhoogde gehalten aan met name zware metalen, maar plaatselijk ook PAK, minerale olie(producten) en cyanide aanwezig.

Voor het buitendijkse deel van het onderzoeksgebied zijn slechts enkele onderzoeken bekend. Uit de gegevens blijkt dat ter plaatse van de uiterwaarde sprake is van een diffuse verontreiniging met diverse parameters (afzet vervuild rivierslib). Ter plaatse van de jachthaven, het Inundatiekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal is in het verleden sterk verontreinigd slib aangetroffen. Het is onbekend of er baggerwerkzaamheden zijn uitgevoerd (waarbij het sterk verontreinigde slib zou zijn afgevoerd).

Uit het verhardingsonderzoek [10] blijkt dat het asfalt op de locatie niet teerhoudend is. Onder de asfaltweg is een puinfundering aanwezig, van deze fundering is de kwaliteit en de asbestverdachtheid bepaald. Het funderingsmateriaal is over het algemeen toepasbaar als 'niet vormgegeven bouwstof'. Ter plaatse van deeltraject 1 (Voorhavendijk) is breekasfaltcement toegepast als funderingsmateriaal, dit materiaal is niet herbruikbaar. Bij deeltraject 3 (Haven) is een slakkenlaag aanwezig als fundering en is herbruikbaar.

Grondwater

Het grondwatersysteem wordt (mede) bepaald door de bodemopbouw.

De regionale grondwaterstroming is (noord)westelijk gericht. De isohypsenkaart van het eerste watervoerende pakket is hieronder voor twee situaties weergegeven, zowel voor een relatief droge situatie (1 juli) als voor een relatief natte situatie (1 januari). In natte perioden met

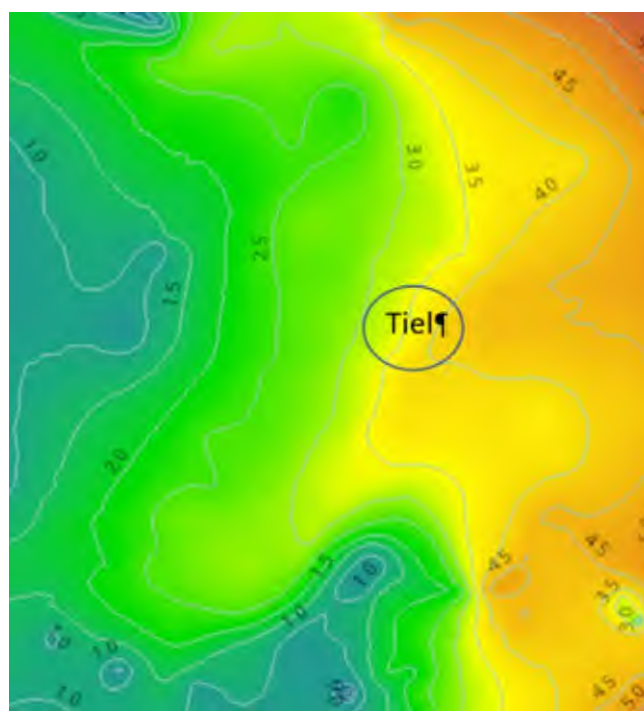
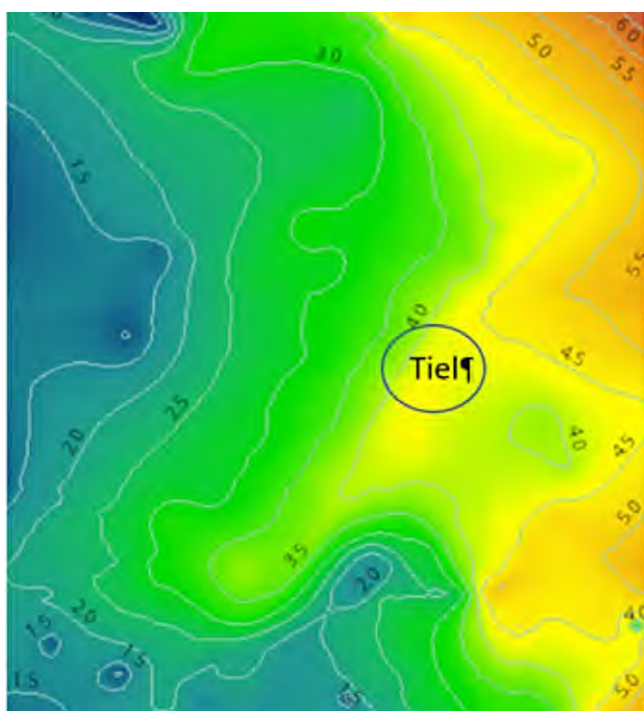
hoge rivierstanden neemt de grondwaterdruk vanuit de rivier toe. In droge situaties is nog steeds sprake van een flux van de rivier naar het achterland. De rivier heeft hier een infiltrerende werking op het omliggende gebied. Dit is het sterkst in natte situaties (bij hogere waterpeilen op de rivier).

Uit het grondwaterpakket wordt water onttrokken voor drinkwaterconsumptie en industriële doeleinden. In het plangebied liggen geen drinkwaterwinningen of (grote) industriële onttrekkingen. Het gebied valt wel binnen het intrekgebied van waterwinning Kerk-Avezaath. Daarnaast zijn er ook nabij het plangebied industriële onttrekkingen aanwezig.

Cultuurhistorie en archeologie

Tiel is in oorsprong een vestingstad met aarden wallen, vestingwerken en grachten. De Tolhuiswal bepaalt nog altijd het gezicht van Tiel aan de Waal en heeft nu een waterkerende functie. Er is dan ook een zichtbare relatie tussen het historische stadsfront met haar stadsmuur, -wallen en de rivier. Tussen de wallen en de rivier ligt echter nog een brede zone met wegen, evenemententerrein en groen. Door gebruik en inrichting van dit terrein de is de cultuurhistorische waarde van de stadsmuur en -wallen als buitengrens van de historische stad Tiel verminderd. Het Inundatiekanaal met de bijbehorende woning en nissenhut zijn onderdeel van de Nieuwe Hollandse Waterlinie en is

Figuur 2.10 Isohypsenkaart natte situatie (1 januari) en droge situatie (1 juli), met indicatief de ligging van Tiel aangegeven.





een Rijksmonument, met de nominatie Wereld erfgoed te worden. De sluis is nog herkenbaar als een bijzonder relict. De markante knik in de nieuwe dijk markeert de voormalige instroom van het Inundatiekanaal. Het plangebied is vanuit historische bouwkunde en -geografie waardevol.

Tiel wordt gekenmerkt door een hoge dichtheid aan archeologische vindplaatsen. Dit weerspiegelt de rijke bewoningsgeschiedenis in een landschappelijk zeer aantrekkelijk deel van het rivierengebied. Vanuit archeologisch oogpunt zijn met name de oevers en restgeulen van stroomruggen interessante locaties, aangezien deze van oudsher vestigingsplaatsen zijn voor (pre-)historische samenlevingen. Ook na het inactief worden van de rivier blijven de oevers lange tijd een relatief hoger gelegen deel in het landschap en daarmee aantrekkelijk voor bewoning. Hier worden dan ook de meeste archeologische waarden verwacht.

Door Transect is een archeologisch vooronderzoek (bureauonderzoek) [11] uitgevoerd in het plangebied ter plaatse van de noordelijke Waaldijk en de Voorhavendijk van het Amsterdam-Rijnkanaal binnen de gemeente Tiel.

In deelgebied Voorhavendijk is een hoge verwachting opgesteld voor archeologische resten uit de Bronstijd – Romeinse tijd op de oevers van de Bommel stroomrug en/of Echteld stroomrug. De oevers worden vanaf ca. 4,0 m + NAP verwacht. In een deel van dit gebied geldt een hoge verwachting voor archeologische resten uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe Tijd.

Gezien de verkennende fase is aan te geven dat de grootste kans om archeologische waarden te verstoren is wanneer er graafwerkzaamheden in binnendijks gebied plaats zullen vinden. Ook het ophogen van het maaiveld in het binnendijkse gebied kan verstoring, in de vorm van zetting van de grond, met zich meebrengen.

Graafwerkzaamheden in buitendijks gebied hebben een kleinere kans van het verstoren van archeologische waarden, omdat de verwachting hier lager is. Wel moet er rekening gehouden worden met de kans op het aantreffen van water gerelateerde archeologische resten en off site resten. Het ophogen van land in buitendijks gebied heeft een kleinere impact op archeologische waarden.



Niet-gesprongen explosieven (NGE's)

Tiel is in de Tweede Wereldoorlog toneel geweest van felle beschietingen. Het Waalfront is daarbij grotendeels verwoest; in 1944 blies de vijand ook de Waterpoort op. Langs de stadsmuur zijn burgers geëxecuteerd, en als gevolg van een luchtgevecht stortte bij de Ophemertsedijk een Junkers Ju-88 jachtbommenwerper en een geallieerde jager neer. Een verkenning [12] tijdens de startfase van project Stad Tiel laat zien dat door de stadshistorie en oorlogshandelingen de archeologische verwachtingswaarde hoog is. De dijkversterking wil daarmee zoveel mogelijk binnen de bestaande leggermaten en recent geroerde vlakken blijven. In de planuitwerkingsfase zal op basis van het VKA nader specifiek onderzoek plaatsvinden, met name naar explosieven langs de Ophemertsedijk.

Figuur 2.11 Belangrijke uitgangspunten uit de Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit

2.3 Ruimtelijke inpassing

Waterschap Rivierenland besteedt bij zijn dijkversterkingsprojecten veel aandacht aan het behoud van cultuurhistorische waarden en een goed landschappelijk ontwerp. De landschappelijke visie op dijken is door het waterschap en de provincie Gelderland verwoord in 'Panorama Waal' en wordt voor de inrichting van de dijk vormgegeven middels project Gastvrije Waaldijk. Stad Tiel is hierbij aangesloten.

Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit

Voor de dijkversterking Stad Tiel is een Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit [13] opgesteld. De handreiking bevat inrichtingsprincipes per deeltraject, ten behoeve van de ontwikkeling van alternatieven en de afweging naar het voorkeursalternatief. De uitgangspunten die het kader vormen voor het ontwerp staan in het kader in figuur 2.11 benoemd. In de handreiking Ruimtelijke Kwaliteit zijn deze verder uitgewerkt per deeltraject.

Waterveiligheid als basis

Het voldoen aan de waterveiligheidseisen vormt altijd de basis en is de minimale eis voor alle maatregelen. Benut waar mogelijk optimalisaties door nieuwe rekenmethoden en technische innovaties om de ruimtelijke impact van de dijkversterking te beperken.

Een aantrekkelijk en samenhangend waterfront

Versterk waar mogelijk de relatie tussen Tiel en de Waal. Zet in op de continuïteit van de groene keringen als onderdeel van de lange lijn van de noordelijke Waaldijk. De historische stadswallen vormen een herkenbaar en onderscheidend element.

Zorgvuldige aansluiting van de dijk op haar omgeving

Zet in op een zorgvuldige aansluiting van de dijk op haar omgeving. De dijk vormt geen barrière, maar een verbinding. De overgangen tussen privé- en openbaar gebied worden zorgvuldig ontworpen, waarbij zichtrelaties en toegangen vanaf de dijk zoveel mogelijk worden behouden.

Een gastvrije dijk

De dijk blijft ook na de dijkversterking grotendeels toegankelijk. Op de kruin van de dijk ligt altijd een wandel/fietsroute of een autoluwe weg. Ontbrekende schakels en onlogische kruispunten worden waar mogelijk verbeterd. Op de dijk zijn voldoende rustpunten, die bij voorkeur worden gekoppeld aan bijzondere plekken zoals monumentale bomen of cultuurhistorische objecten.

Vormgeving met oog voor detail

Alle elementen op de dijk worden zorgvuldig vormgegeven en gedetailleerd. Er wordt ingezet op eenheid in materialisatie en toepassing van eenduidige vormgevingsprincipes. Er wordt een rustig beeld nagestreefd.

Van dijkversterking naar gebiedsontwikkeling: benutten meekoppelkansen

Er liggen kansen om de kwaliteit van de openbare ruimte en de relatie tussen Tiel en de Waal te versterken. Deels zijn dit kansen die binnen het project verzilverd kunnen worden, maar er zijn ook kansen in de bredere dijkomgeving waar samenwerking tussen partijen en aanvullende financiering voor nodig is. Door kansen te benutten kan het gebied als geheel een kwaliteitsimpuls krijgen.

3 Uitgangspunten ontwikkeling alternatieven

3.1 Technische ontwerpeisen en levensduur

De technische uitgangspunten die gehanteerd worden in de verkenningsfase van dit project staan beschreven in de 'Technische uitgangspuntennotitie' (TUN)[14] en de Ontwerputgangspunten Primaire Waterkeringen van WSRL [15]. Dat zijn de uitgangspunten voor het integrale dijkontwerp dat aan de basis ligt van de afweging van alternatieven om te komen tot een voorkeursalternatief. Ook vormt het input voor de kostenramingen.

Belangrijke uitgangspunten zijn de ontwerphorizon en 'life cycle costing' (LCC). Het waterschap hanteert 'standaard' levensduren, zoals ook gehanteerd binnen voorgaande dijkversterkingen, van 50 jaar voor makkelijk uitbreidbare groene dijken en 100 jaar voor constructies met een waterkerende functie. Op de deeltrajecten geldt dus een ontwerp in de hoogte op 50 jaar (met mogelijkheid tot uitbreidbaarheid) en de sterkte op 100 jaar.

Het is echter mogelijk om met een LCC-analyse gemotiveerde onderbouwing af te wijken en een kortere levensduur te kiezen. Dit kan voordelig zijn om een kleiner ontwerp te maken dat beter inpasbaar is in de omgeving. Een kortere ontwerplevensduur betekent eerder terugkomen om de dijk te versterken, hetgeen nadelig is voor de omgeving en de natuur. Beide overwegingen worden meegenomen in de afweging om voor een korte ontwerplevensduur te kiezen, indien dat kansrijk lijkt. Gerekend vanaf de oplevering van de dijkversterking zijn de zichtjaren dus (tenzij uit een LCC anders volgt):

- **Groene dijken:** 2075
- **Constructies met een waterkerende functies:** 2125

Hierbij wordt opgemerkt dat voor het ontwerp van de constructie binnen deeltraject Stadswallen 4C (Ravelijnmuur) een afwijkende aanpak wordt voorgesteld. Door de relatief lage overstromingskans op deze locatie en om de impact op de bewoners achter de dijk te minimaliseren is het voorkeursalternatief een demontabele kering. De sterkte van de muur is voldoende voor 100 jaar.

3.2 Uitgangspunten vanuit beheer WSRL Integraal versterken

In de Ontwerputgangspunten Primaire waterkeringen van WSRL is ten aanzien van de wijze van versterken het volgende opgenomen: "Bij voorgaande dijkversterkingen was het gebruikelijk de dijk integraal te versterken voor de

ontwerplevensduur. Integraal versterken betekent op alle toetssporen (faalmechanismen) versterken, niet alleen de afgekeurde toetssporen. Dit uitgangspunt wil het waterschap handhaven. Niet-integraal versterken betekent dat vaker teruggekomen moet worden om de dijk te versterken, hetgeen een grotere belasting op de omgeving en op de natuurontwikkeling kan betekenen. Waterschap Rivierenland hanteert daarom het uitgangspunt om integraal te versterken."

Dit uitgangspunt wordt overgenomen voor Stad Tiel: de dijk wordt integraal versterkt.

Talud

Alle te versterken taluds, zowel het binnen- als buitentalud dienen een taludhelling van 1:3 of flauwer hebben.

Kruinbreedte

De huidige kruinbreedte wordt gehandhaafd. Hierbij wordt uitgegaan van de kruinbreedte van het representatieve profiel per dijkvak. Dat maakt dat de kruinbreedte varieert per deeltraject.

Onderhoudsstrook

Conform afstemming met WSRL wordt in principe aan weerszijden ruimte gereserveerd voor een onderhoudsstrook met een breedte van 4 meter. Afhankelijk van de situatie kan hiervan in overleg met de beheerder worden afgeweken.

Beslisboom piping

In een speciale werksessie beslisboom piping is een gevoeligheidsanalyse gedaan. Hieruit volgt dat de inzet van D-Geo Flow niet kansrijk is, omdat het binnen Stad Tiel voornamelijk om schaarlijk gaat.

3.3 Vervallen buitenwaartse stabiliteit als verbeteropgave

Aanscherping van het beoordelingskader van de dijkveiligheid heeft er in de zomer van 2019 toe geleid dat de versterkingsopgave voor macrostabiliteit buitenwaarts voor alle deeltrajecten is vervallen. Dit staat verder toegelicht in de rapportage Integrale veiligheidsanalyse [1]. Het komt er op neer dat het afschuiven van de dijk bij hoogwater naar buiten toe, dus de rivier in, niet langer als een veiligheidsrisico wordt gezien. Dit heeft te maken met de landelijk door het HWBP vastgestelde aangepaste kans (lager dan voorheen) op een tweede hoogwatergolf.



4 Selectie van het voorkeursalternatief

4.1 Werkwijze en beoordelingskaders

Deze paragraaf beschrijft de gehanteerde werkwijze om van mogelijke oplossingsrichtingen via kansrijke alternatieven naar het voorkeursalternatief voor de dijkversterking te trechteren. De hiervoor toegepaste beoordelingskaders worden ook in deze paragraaf toegelicht.

Voorafgaand aan het trechteringsproces zijn de mogelijke oplossingsrichtingen samengesteld uit de beschikbare bouwstenen voor de verschillende faalmechanismen. Er zijn vele bouwstenen te bedenken die ervoor kunnen zorgen dat de waterkering in de toekomst weer veilig is.

De bouwstenen voor dijkversterking Stad Tiel zijn verzameld door het technisch team. Samen met onder andere specialisten (waterveiligheid, omgevingsmanagement) en de beheerder van het waterschap heeft een trechtering plaatsgevonden van mogelijke bouwstenen naar mogelijke oplossingsrichtingen. Het resultaat daarvan is een aantal mogelijke oplossingsrichtingen per deeltraject.

De werkwijze en het beoordelingskader waarmee vervolgens van mogelijke oplossingsrichtingen tot kansrijke alternatieven is gekomen, staat hieronder toegelicht. In de daarna volgende paragrafen is per deeltraject de trechtering uitgewerkt.

Van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

De trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven heeft plaatsgevonden op basis van expert judgement en de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken. In het beoordelingskader [2] is de werkwijze en de gehanteerde criteria van de 'zeefsystematiek' toegelicht. Van de mogelijke oplossingen is via een toetsing aan criteria een eerste selectie gemaakt. De criteria zijn basisuitgangspunten waar de oplossing altijd aan moet voldoen. Oplossingsrichtingen die niet voldoen aan één of meer criteria, zijn afgefallen en niet verder beoordeeld.

Oplossingsrichtingen waarvoor tijdens de zeefsessie bepaald is dat deze aan alle criteria voldoen zijn vervolgens beoordeeld op de overige criteria van het beoordelingskader [2]:

1. Milieueffecten en ruimtelijke kwaliteit
2. Techniek
3. Kosten
4. Draagvlak (bestuurlijk)
5. Meekoppelkansen

Vervolgens is van de mogelijke oplossingsrichtingen die overbleven aan de hand van expert judgement een eerste selectie gemaakt naar kansrijke alternatieven. Daarbij is gekeken naar onderscheidende effecten en belemmeringen die maken dat deze oplossing niet kansrijk is. Er is beoordeeld op drie categorieën.

Voor het aspect kosten geldt dat Waterschap Rivierenland voorkeur heeft voor duurzame oplossingen voor dijkversterkingen, die betaalbaar zijn [15]. Concreet betekent dit dat Waterschap Rivierenland in het algemeen:

- Dijkversterkingen in grond hebben de voorkeur boven constructies, omdat constructies een eindige levensduur hebben. Echter, te grote dijkdimensies moeten voorkomen worden, bijvoorbeeld hele grote pipingbermen;
- Binnenwaartse dijkversterking heeft de voorkeur boven buitenwaartse dijkversterking, omdat er dan geen negatieve effecten zijn op de rivier als gevolg van het buitenwaartse ruimtebeslag. Wanneer binnenwaartse dijkversterking niet of slecht mogelijk is, bijvoorbeeld vanwege aanwezige bebouwing, wordt overwogen om buitenwaarts te versterken. Maar enkel mits dit geen onoverkomelijke negatieve gevolgen heeft op (ruimte voor) de rivier. Dit vergt afstemming met de rivierbeheerder;
- Permanente constructies hebben de voorkeur boven tijdelijke constructies, want bij permanente constructies is er minder kans op menselijk falen dan bij het aanbrengen van tijdelijke constructies.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven per deeltraject die volgen uit de hiervoor beschreven afweging, zijn vervolgens verder uitgewerkt zodat daar een nadere beoordeling aan de hand van het afwegingskader op uitgevoerd kon worden in zeef 2. Ze zijn technisch nader bekeken en beoordeeld op milieueffecten en ruimtelijke kwaliteit. Hierin wegen de belangen vanuit omgeving (zoals bewoners langs de dijk, ondernemers, de gemeente, netbeheerders) mee, zoals die zijn opgehaald in klankbordgroepen, informatie-avonden, en persoonlijke gesprekken. Naast deze stakeholders is de input vanuit het Waterschap afdeling beleid en -beheer van groot belang. De nadere technische analyse geeft een eerste basis voor de kostenraming (allen bouwkosten), dit maakt ook onderdeel uit van de afweging om te komen tot een voorkeursalternatief.

Het voorkeursalternatief voor de dijkversterking Stad Tiel voldoet ten minste aan deze criteria:

- De dijk moet weer voldoen aan de veiligheidsnorm na realisatie van de oplossing
- Realisatie van dijkversterking is uiterlijk gereed in 2023
- Er zijn geen overkomelijke juridische of bestuurlijke blokkades om de oplossing te kunnen realiseren en geen onoverkomelijke belemmeringen vanwege beheerbaarheid
- De oplossing is sober en doelmatig (dus financieel een efficiënte investering)

Hieronder wordt kort ingegaan op de beoordelingsaspecten waarop de kansrijke alternatieven beoordeeld zijn.

Tabel 4.1 Milieuthema's en beoordelingscriteria uit het MER fase 1

Milieuthema	Beoordelingscriteria
Waterveiligheid	- Robuustheid (betrouwbaarheid) - Uitbreidbaarheid (flexibiliteit)
Rivierkunde	- Effect op waterberging - Opstuwing waterstand
Scheepvaart	- Effecten op de morfologie in het zomerbed - Effecten dwarsstroom op de rand van de vaargeul
(Water)bodem en grondwater	- Effecten op de (water)bodemkwaliteit - Effecten op het oppervlaktewater - Effecten op het grondwatersysteem (o.a. kwelstromen) - Effecten op KRW-relevant areaal
Natuur	- Effecten op beschermde gebieden (Natura 2000) - Effecten op Gelders Natuurnetwerk (GNN/GO) - Effecten op beschermde soorten - Effecten op houtopstanden - Tijdelijke effecten tijdens realisatiefase
Landschap	- Beïnvloeding van de gebiedskarakteristiek - Ruimtelijke kwaliteit en continuïteit van de dijk
Cultuurhistorie en archeologie	- Effecten op aanwezige cultuurhistorische waarden (historische bouwkunde- en geografie) - Effecten op aanwezige archeologische waarden (verwachtingswaarde en bekende waarden)
Externe veiligheid	- Niet gesprongen explosieven - Transportroutes voor gevaarlijke stoffen - Risicocontouren (PR) voor gevoelige objecten
Kabels en leidingen	- Effect op kabels en leidingen
Woon- werk- en leefmilieu	- Permanente effecten op woningen en bedrijven - Verkeersveiligheid en tijdelijke effecten op bereikbaarheid - Verandering recreatieve functies - Tijdelijke bouw hinder (geluid, trillingen en bereikbaarheid) tijdens realisatiefase - Gezondheid

Milieueffecten

Om de milieueffecten van de verschillende kansrijke alternatieven in beeld te brengen is een milieueffectrapport (MER) opgesteld [17]. Daarin zijn de kansrijke alternatieven op verscheidene milieuthema's beoordeeld. De uitkomsten van MER fase 1 zijn gebruikt in de zeesessie. In Tabel 4.1 is aangegeven welke thema's en beoordelingscriteria onderdeel zijn van MER fase 1.

In het MER zijn de onderzoeksresultaten en effecten per thema uitgebreid beschreven per deeltraject. In deze nota VKA zijn enkel de resultaten en conclusies van de afzonderlijke milieuthema's beschreven indien deze onderscheidend zijn voor de kansrijke alternatieven. Voor een volledig beeld van de effectbeschrijvingen en een onderbouwing van de beoordeling wordt verwezen naar het concept MER fase 1, deel A en deel B. In hoofdstuk 6 van deel A van dat MER is per deeltraject de overzichtstabel weergegeven met de conclusies [16]. Deel B van het MER betreft de achtergrondrapportage met de uitgebreide toelichting en onderbouwing per milieuthema per deeltraject [17].

Ruimtelijke kwaliteit

Het criterium ruimtelijke kwaliteit is aanvullend ten opzichte van het milieuthema landschap uit het MER fase 1 opgenomen om specifiek aandacht te hebben voor optimale landschappelijke inpassing van het VKA. In de Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit [13] wordt aan dit onderwerp aandacht besteed. Voor elk alternatief binnen de deeltrajecten is aanvullend een korte analyse gemaakt om de impact van dat alternatief op de omgeving en de ruimtelijke kwaliteit te bepalen. De aandachtspunten daaruit die van belang zijn in de keuze tussen kansrijke alternatieven worden in deze nota VKA ook toegelicht.

Draagvlak

Per kansrijk alternatief zijn de belangrijkste aandachtspunten, wensen en eisen benoemd vanuit de omgeving, die van invloed kunnen zijn op de keuze voor een oplossing.

Beheer en beleid

Naast bewoners, de gemeente en belangenorganisaties, is ook de beheerder binnen het waterschap een dagelijks gebruiker van de dijk. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de dagelijkse beheerder en de afdeling beleid van het waterschap. Onder het aspect beheer wordt doorgekeken naar beheerbaarheid, inspecteerbaarheid en of een alternatief in bredere zin binnen het beleid van het waterschap past.

Kabels en leidingen

Per kansrijk alternatief zijn de belangrijkste aandachtspunten, wensen en eisen benoemd vanuit de netbeheerders, die van invloed kunnen zijn op de keuze voor een oplossing.

Kosten

Voor het ontwerp van de kansrijke alternatieven geldt als uitgangspunt 'sober en doelmatig' volgens de subsidiekaders van het HWBP. De kosten voor de verschillende kansrijke alternatieven zijn inzichtelijk gemaakt volgens de SSK-systematiek (zie Bijlage 1). Binnen deze systematiek worden de totale kosten over de gehele levensduur (inclusief beheer- en onderhoudskosten) van de gekozen technische oplossing berekend. De onzekerheid is in deze fase van raming nog circa 30%. Dit is voldoende om in deze fase onderscheidende ontwerp oplossingen met elkaar te kunnen vergelijken om zodoende de meeste doelmatige oplossing inzichtelijk te maken.

Het meest doelmatige alternatief wordt in principe bepaald op grond van de totale levensduurkosten van de verschillende alternatieven. Daarbij wordt een analyseperiode van 100 jaar gehanteerd. Hiermee wordt voorkomen dat alternatieven met zeer lage investeringskosten maar zeer hoge beheer en onderhoudskosten de voorkeur krijgen (kortetermijndenken).

Waterveiligheid als basis

Macrostabiel buitenwaarts

Na aanscherping van het veiligheidsbeeld van de dijk is de versterkingsopgave voor macrostabiel buitenwaarts voor alle deeltrajecten vervallen (zie ook integrale veiligheidsanalyse [1]). Dit betekent dat oplossingsrichting B (grond buitenwaarts + constructies binnenzijde) in alle varianten afvalt.



4.2 Voorhavendijk

Van mogelijke oplossingen naar kansrijke alternatieven

Er zijn 3 mogelijke oplossingen (A, B en C) beoordeeld.

De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Grond binnenwaarts (met een constructie voor piping om de berm lengte te beperken, indien nodig)
- C: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts)

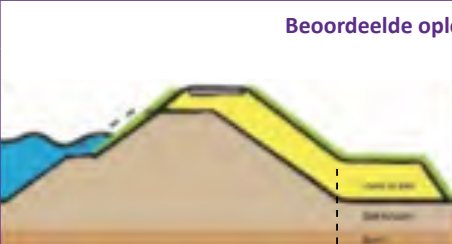


Oplossingsrichting B is afgefallen op criteria doelmatigheid, aangezien macrostabiliteit buitenwaarts geen opgave meer is (zie ook paragraaf 3.3).

Overige aspecten

Oplossingsrichting A: beperkte bomenkap en het verwijderen van bosschages is nodig om ruimte te maken voor deze oplossing. Dit is vanuit ecologisch perspectief niet wenselijk, aangezien de bomen langs de Voorhavendijk

belangrijk zijn voor navigatie van vleermuizen en de bosschages en bomen leefgebied zijn van de ransuil en de bunzing (zie onder 2.2) [7]. Daarnaast is behoud van de bestaande bomen en bosschages als uitgangspunt benoemd vanuit ruimtelijke kwaliteit [13]. De gemeente heeft evenens aangegeven behoud van bomen op de Voorhavendijk belangrijk te vinden. Wel is het mogelijk om een deel van de bomen terug te planten op de berm. Voor piping kan een grondberm aangelegd worden. Gezien de beschikbare ruimte ten opzichte van de benodigde lengte van de pipingberm lijkt het niet realistisch om het kwelwegtekort (volledig) op te lossen met een berm. Als een grondberm in geval van grote kwelweglengtetekorten niet past binnen de beschikbare ruimte wordt een combinatie gemaakt tussen grond en een lichte constructie aan de binnenzijde. De stabiliteit van het binnentalud kan zowel met grond als met een constructie worden opgelost of met een combinatie van beide. Een meekoppelkans kan zijn het aanbrengen van een fiets- of wandelpad op de kruin van de dijk.

Tabel 4.2 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

Beoordeelde oplossingsrichtingen		Afgefallen oplossingsrichtingen
		
A Grond binnenwaarts (met een constructie voor piping om de berm lengte te beperken, indien nodig)	C Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts)	B Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde

Oplossingsrichting C: voor deze oplossingsrichting geldt dat het tekort aan sterkte voor piping en stabiliteit wordt opgelost met een constructie. Het hoogteprobleem wordt met grond opgelost. Ontlastconstructies als grindkoffers, waterontspanners en DMC, voldoen niet aan het criterium 'onoverkomelijke belemmeringen vanwege beheerbaarheid', omdat het kwelbezwaar daarmee toeneemt. Andere typen constructies zorgen in dit deeltraject en binnen deze oplossingsrichting niet voor een toename van kwel. Deze typen ontlastconstructies vallen daarom af.

Beperkte bomenkap is noodzakelijk voor deze oplossing, maar de bosschages kunnen behouden blijven. Het behoud van bomen en bosschages is een uitgangspunt vanuit ruimtelijke kwaliteit. De gemeente heeft eveneens aangegeven het behoud van bomen op de Voorhavendijk belangrijk te vinden. Een meekoppelkans kan zijn het aanbrengen van een fiets- of wandelpad op de kruin van de dijk. De kwelproblematiek wordt niet opgelost met deze oplossingsrichting, maar dit is ook geen onderdeel van de scope van dit project. Opgemerkt wordt het kwelbezwaar niet toeneemt als gevolg van deze oplossing.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in figuren 4.1 en 4.2 weergegeven.

Kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (en constructie voor piping) (oplossingsrichting A).

Dit alternatief biedt met het aanbrengen van grond aan de binnenzijde van de dijk een oplossing voor het tekort aan hoogte en de stabiliteit van het binnentalud. Dit is een beperkte asverschuiving binnenwaarts. Daar waar in de huidige situatie de bosschages staan, wordt een grondberm aangebracht. Om de pipingopgave op te lossen wordt daarnaast een constructie (pipingscherm) aangebracht aan de binnenzijde van de dijk.

Kansrijk alternatief 2: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts) (oplossingsrichting C)

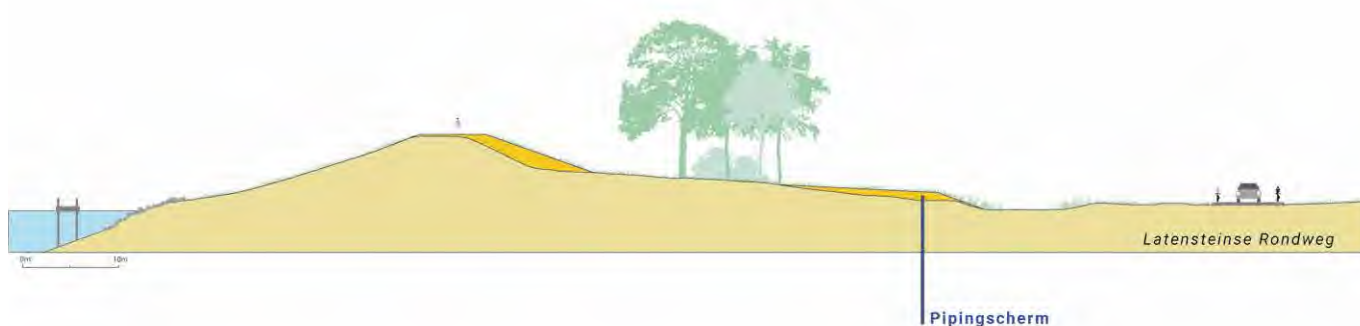
Voor het oplossen van de stabiliteits- en pipingopgave wordt binnen dit alternatief een constructie aangebracht: een stabiliteits- en pipingscherm. Voor het oplossen van de hoogteopgave wordt grond aangebracht aan de binnenzijde van de dijk. Dit leidt tot een beperkte asverschuiving binnenwaarts.

Hieronder is per aspect toegelicht hoe tot de beoordeling is gekomen.

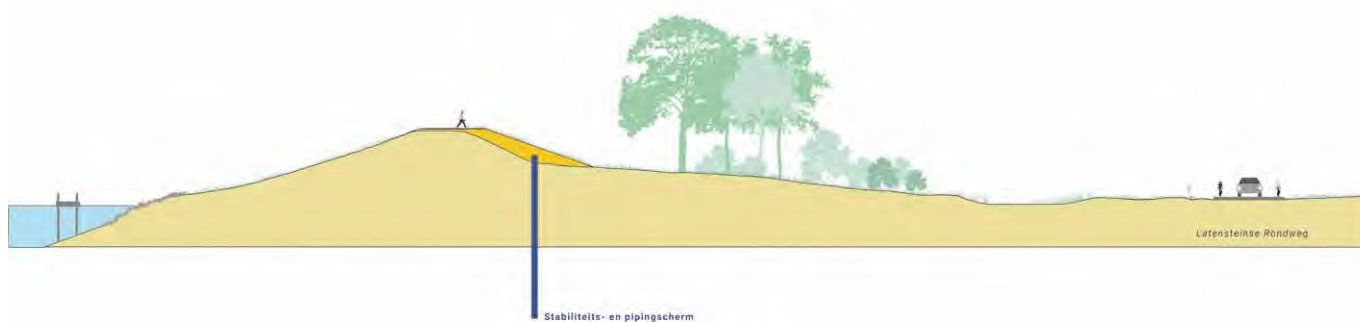
Milieueffecten

Op de milieuthema's zijn weinig onderscheidende effecten

Figuur 4.1 Kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (en constructie voor piping)



Figuur 4.2 Kansrijk alternatief 2: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts)



tussen de alternatieven in het MER fase 1 [16]. Op thema's landschap en kabels en leidingen is verschil te zien in de effectbeoordelingen. Voor kabels en leidingen geldt dat een hoogspanningsmast op de locatie staat waar bij alternatief 1 het pipingscherm wordt geplaatst. Dit betreft daarom een maatwerklocatie.

Voor landschap geldt dat beide kansrijke alternatieven het groene karakter van de dijk behouden. Wel wordt een strook bomen aan de binnenzijde van de dijk verwijderd en worden er enkele oude en dode bomen er verwijderd. Bij alternatief 1 worden tevens de bosschages verwijderd, waardoor de breedteverhouding tussen dijk en bosschages verandert. Bij alternatief 2 blijven de bosschages behouden, waardoor de landschappelijke overgang van dijk naar sloot behouden blijft en dit een groene afscherming vormt richting het achterliggende bedrijventerrein. De belevingswaarde van de dijk verandert licht in alternatief 1, omdat de berm een deel van de bomenrand inneemt en daardoor een strakkere grens ontstaat. In het milieueffectrapport scoort alternatief 1 daarom negatiever dan alternatief 2 op het aspect landschap.

Ruimtelijke kwaliteit

Voor de ruimtelijke kwaliteit geldt hetzelfde als hierboven bij het aspect landschap is beschreven. Daardoor scoort alternatief 1 op dit thema negatief en alternatief 2 neutraal.

Draagvlak

Wens van de gemeente Tiel is om de bomen zoveel mogelijk

te behouden in dit deeltraject. Bij beide alternatieven blijft het grootste deel van de bomen behouden, enkel de bosschages in alternatief 1 worden verwijderd.

Beheer & beleid

Het aspect beheer (zowel vanuit dagelijks beheer als de beleidsafdeling van het waterschap) is niet onderscheidend voor de twee kansrijke alternatieven voor dit deeltraject. De dagelijks beheerder en de afdeling beleid hebben dan ook aangegeven geen voorkeur te hebben. Opgemerkt wordt dat er altijd aantal bomen direct achter de dijk weg moeten, i.v.m. schaduwwerking op het talud wat leidt tot moeilijkheden in het creëren van een goede graszode. Het betreft hier de voorste rij bomen en de grote populieren. Binnen kansrijk alternatief 2 wordt een grotere zone onderdeel van de dijk, die nieuw in beheer komt bij het waterschap. Hierbij geldt als randvoorwaarde dat alle oude en dode bomen binnen deze zone worden verwijderd (in verband met kans op omvallen en de impact daarvan op de dijkstabiliteit).

Kabels en leidingen

In gesprekken met netbeheerders is naar voren gekomen dat er een middenspanningskabel en datakabel in de teen van de dijk liggen. Voor alternatief 1 zouden deze kabels verlegd moeten worden, dit vormt geen knelpunt en deze kabels zijn eenvoudig te verleggen. De hoogspanningsmast is in alternatief 1 een maatwerklocatie, naar verwachting is het mogelijk om het pipingscherm hier achterlangs aan te brengen.





Figuur 4.3 Voorkeursalternatief deeltraject 1 Voorhavendijk

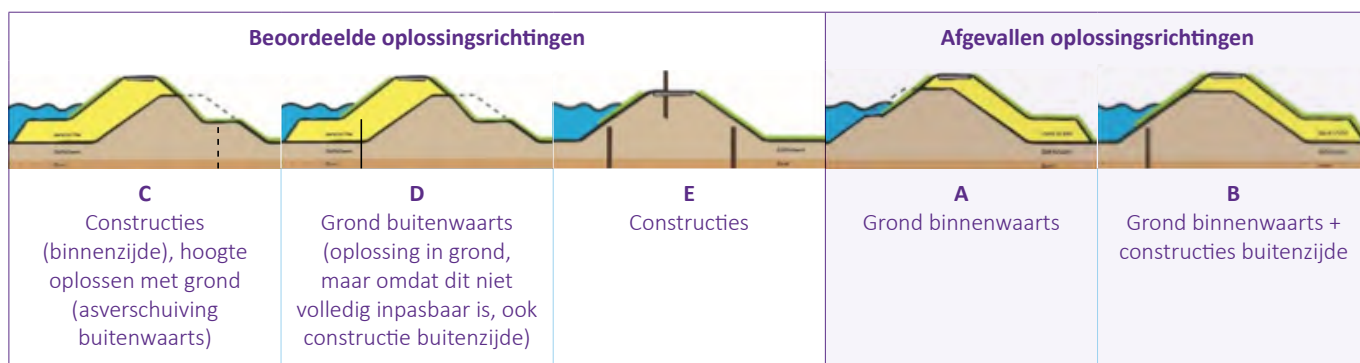
Kosten

De geraamde investeringskosten (alle in dit hoofdstuk genoemde bedragen zijn inclusief BTW) voor kansrijk alternatief 1 en 2 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk 2,3 en 5,1 miljoen euro. De meerkosten van kansrijk alternatief 2 ten opzichte van kansrijk alternatief 1 volgen met name uit het zwaardere scherm (naast kwelschermfunctie ook stabiliteitscherm). Een nadere onderbouwing van de SSK-ramingen per kansrijk alternatief is opgenomen in de Kostenrapportage kansrijke alternatieven.

Voorkeursalternatief

Voor deeltraject Voorhavendijk is kansrijk alternatief 1 als voorkeursalternatief gekozen: Grond binnenwaarts (en constructie voor piping). De keuze voor dit alternatief

is een gevolg van het grote kostenverschil tussen beide alternatieven in combinatie met de geringe onderscheidende landschappelijke- en milieueffecten. Hoewel het voorkeursalternatief iets negatiever scoort op ruimtelijke kwaliteit dan alternatief 2, zijn er mogelijkheden om deze nadelige effecten te beperken door bijvoorbeeld een leeflaag aan te brengen op de berm en deze als bosmantel/zoom in te richten. Dit kan in de planuitwerkingsfase nader bekeken worden. Daarmee zijn er geen zwaarwegende argumenten om voor alternatief 2 te kiezen, dat ruim twee keer zo duur is. In figuur 4.3 en in bijlage 5 is het bovenaanzicht van het voorkeursalternatief van dit deeltraject weergegeven. De weergave in het bovenaanzicht is een indicatie en nog niet de exacte weergave van waar de dijk en/of constructies komen.



Tabel 4.3 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

4.3 Haven - Echteldsedijk

Van mogelijke oplossingen naar kansrijke alternatieven

Er zijn 5 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Vier van de vijf oplossingsrichtingen voldoen of dragen bij aan de criteria. Oplossingsrichting B is afgevalen op criteria doelmatigheid, aangezien macrostabiliteit buitenwaarts geen opgave meer is (zie ook paragraaf 3.3).

De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Grond binnenwaarts
- C: Constructies (binnenzijde, voor stabiliteit binnenwaarts en piping), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)
- D: Grond buitenwaarts (oplossing in grond, maar omdat dit niet volledig inpasbaar is, ook een constructie aan de buitenzijde nodig voor stabiliteit buitenwaarts)
- E: Constructies (zelfstandige waterkering)

Overige aspecten

Voor oplossingsrichting A geldt dat alleen ter plaatse van de groene dijk (het stuk Echteldsedijk binnen dit traject) ruimte is om de oplossing volledig in grond uit te voeren. Er is namelijk ruimtebeslag vereist aan de binnenzijde van de dijk. Voor het gedeelte t.p.v. de appartementen aan de binnenzijde van de dijk is dit geen realistische oplossing vanwege ruimtegebrek.

Deze oplossingsrichting is daarom op zichzelf niet kansrijk als oplossing voor het hele deeltraject, maar blijft in beeld als maatwerkoplossing voor de uiteinden van het deeltraject waar wel voldoende ruimte beschikbaar is aan de binnenzijde van de dijk.

Oplossingsrichting C lijkt ruimtelijk goed inpasbaar. Het toepassen van grond buitenwaarts biedt een oplossing

voor het hoogteprobleem en een constructie aan de binnenzijde biedt een oplossing voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts en piping. Naar verwachting brengt deze oplossingsrichting de minste kosten met zich mee. Aandachtspunt is het extra ruimtebeslag aan de buitenzijde van de huidige dijk, waardoor compensatie nodig is voor opstuwung van de rivierwaterstand in opdracht van rivierbeheerder Rijkswaterstaat. De oplossingsrichting maakt de ontwikkeling van de Santwijksepoort (de ruimtelijke opening van het Havengebied en Waalkade en de bouw van een aantal grotere appartementencomplexen) niet onmogelijk. Het toevoegen van constructies maakt dat de waterkering minder uitbreidbaar, onderhoudbaar en inspecteerbaar is.

Oplossingsrichting D: doordat extra ruimtebeslag vereist is aan de buitenzijde van de huidige dijk, is mogelijk compensatie voor opstuwung van de rivierwaterstand noodzakelijk in opdracht van rivierbeheerder Rijkswaterstaat. Dit vormt een aandachtspunt bij deze oplossingsrichting. Van de mogelijke oplossingen biedt oplossingsrichting D de meeste ruimte voor het ontwikkelen van de Santwijksepoort. Het toevoegen van constructies maakt dat de waterkering minder uitbreidbaar, onderhoudbaar en inspecteerbaar is.

Oplossingsrichting E is ruimtelijk inpasbaar. Het beperkte ruimtebeslag binnendijks maakt dit een geschikte oplossingsrichting voor dit deeltraject. Voor de andere aspecten is voor deze oplossingsrichting geen onderscheidende (positieve of negatieve) impact te verwachten ten opzichte van de huidige situatie. De oplossingsrichting maakt de ontwikkeling van de Santwijksepoort niet onmogelijk. Het toevoegen van constructies maakt wel dat de waterkering minder uitbreidbaar, onderhoudbaar en inspecteerbaar is.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in onderstaande figuren figuren 4.4, 4.5 en 4.6 weergegeven.

Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) (oplossingsrichting C)

Een stabiliteits- en pipingscherm als onderdeel van dit alternatief lost zowel de stabiliteits- als pipingopgave op. Een beperkte ophoging met grond en asverschuiving naar de buitenzijde van de dijk lost de hoogteopgave op. **Figuur 4.4** Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)

Kansrijk alternatief 2: Constructies (zelfstandige waterkering) (oplossingsrichting E)

Dit alternatief omvat een diep- of combiwand in de

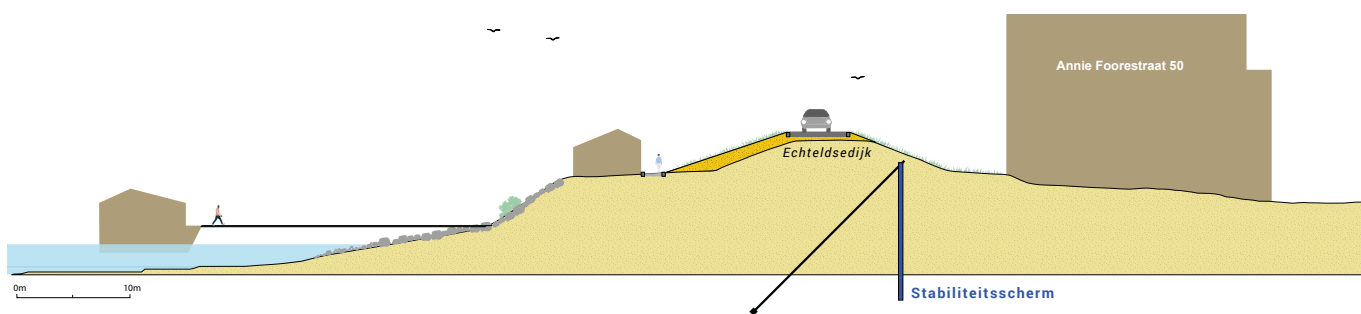
binnenkruin, waarbij de bovenste halve meter boven het maaiveld uitsteekt. Dit betreft een zelfstandig waterkerende constructie die zowel de hoogteopgave als de opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts en piping verhelpt.

Binnen dit alternatief zijn drie nieuwe coupures nodig om de drie bestaande wegen vanaf de dijk naar de rivierzijde te handhaven.

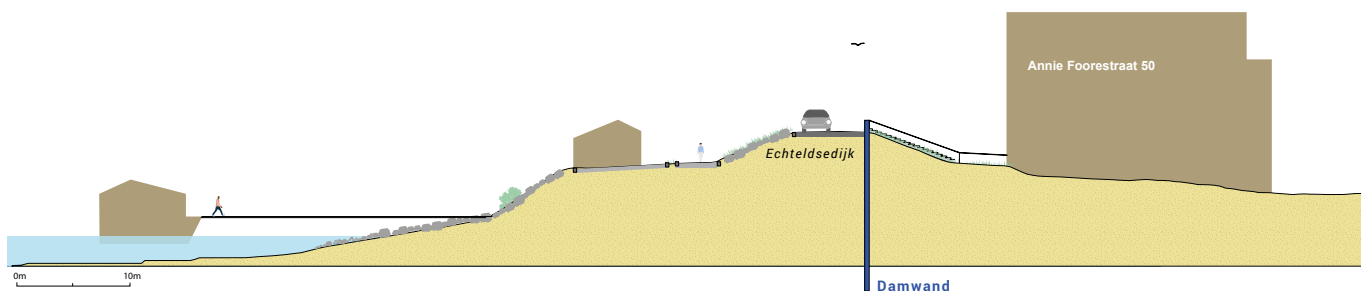
Kansrijk alternatief 3: Grond buitenwaarts (met constructie om verkleining haven te voorkomen) (oplossingsrichting D)

Om weer te voldoen aan de waterveiligheidsnormen wordt binnen dit alternatief een asverschuiving naar de buitenzijde gerealiseerd. Daarvoor wordt aan de buitenzijde grond aangebracht. Aan de buitenzijde wordt tevens een damwand geplaatst om het verschil in hoogte op te vangen. De damwand heeft daarmee een functie als grondkering. Om dit alternatief mogelijk te maken moeten enkele opstallen (veelal

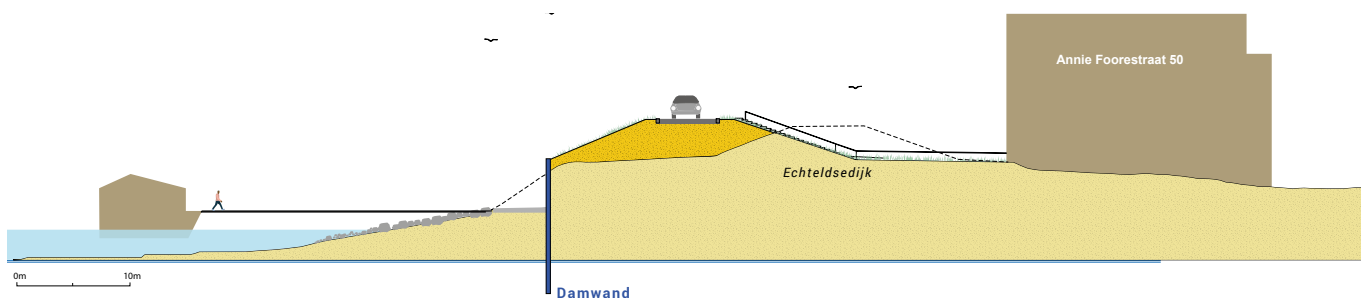
Figuur 4.4 Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)



Figuur 4.5 Kansrijk alternatief 2 Constructies (zelfstandige waterkering)



Figuur 4.6 Kansrijk alternatief 3 Grond buitenwaarts (met constructie om verkleining haven te voorkomen)





schuurtjes behorende bij de woonboten) verwijderd worden. De doorgaande weg verplaatst mee en wordt weer terug op de kruin van de dijk geplaatst. Hierdoor komt de weg verder van de appartementsgebouwen te liggen, maar dichterbij de woonboten.

Milieueffecten

De alternatieven scoren niet onderscheidend op milieuthema's waterveiligheid, bodem en water, natuur, scheepvaart en externe veiligheid in het MER fase 1 [16]. Binnen alternatieven 1 en 3 verschuift de dijk naar de rivier toe. Bij alternatief 2 is dit niet het geval. Deze buitenwaartse asverschuiving vraagt extra ruimte aan de buitenzijde, wat ten koste gaat van de waterberging in de rivier en dus voor de rivierbeheerder (Rijkswaterstaat) onwenselijk is. Bij alternatief 1 is dit effect kleiner dan bij alternatief 3. Alternatief 2 heeft geen effect op de waterberging.

Voor alternatief 3 zorgt de verandering in het talud voor een groenere uitstraling, echter ontstaat ook een verspringing in het dijktalud en een slinger in de weg en vermindert de toehankelijkheid van de haven. De verandering van het dijktracé heeft een negatief effect op de cultuurhistorische waarde, omdat de dijk bij de haven sinds de 19e eeuw deze ligging kent. In alternatief 1 krijgt de dijk een gelijkmatiger

talud en natuurlijke uitstraling, maar vermindert de gebruikswaarde doordat parkeerplaatsen en opstallen (deels) niet meer inpasbaar zijn. In alternatief 2 verandert er nauwelijks iets aan de omgeving van de haven. In alternatief 1 en 3 wordt grond opgebracht en alternatief 3 omvat aanvullend ook het afgraven van de huidige dijk. Hierdoor is er een kans op het beschadigen of verstoren van archeologische waarden bij deze alternatieven. De impact van een zelfkerende constructie op het verstoren van archeologische waarden is beperkter.

Om alternatief 1 te realiseren is het verwijderen van parkeerplaatsen van booteigenaren en bij de woonboten noodzakelijk. In alternatief 3 moeten de opstallen die behoren bij de woonboten tevens verwijderd worden. In alternatief 2 is dit beide niet aan de orde. Als gevolg van het verhogen van de huidige kruin in alternatief 1 ontstaat een onveiligere verkeerssituatie en in alternatief 3 zorgt het verplaatsen van de kruin voor een slinger in de weg, wat tevens zorgt voor een onveiligere verkeerssituatie.

Ruimtelijke kwaliteit

Door het verwijderen van parkeerplaatsen in alternatief 1 vermindert de gebruikswaarde van de haven. Wel biedt dit alternatief kansen om met het opnieuw inrichten



van het buitentalud de uitstraling te verbeteren middels een groen talud. Door de beperkte kruinverschuiving binnen dit alternatief blijft aansluiting op de andere deeltrajecten eenvoudig.

Alternatief 2 heeft een minimale ruimtelijke impact. Wel is maatwerk nodig ter plaatse van de drie trappen richting de appartementen indien de constructie aan de binnenkruin wordt aangebracht. Als de constructie in de buitenkruin wordt aangebracht moeten er 3 coupures bij de drie afritten naar het haventerrein worden aangelegd.

Alternatief 3 omvat een forse kruinverschuiving. Dit lijkt ruimtelijk slecht inpasbaar en sluit niet goed aan op de aangrenzende deeltrajecten en verkeerskruising. Ook vermindert hier de gebruikswaarde door de verwijdering van parkeerplaatsen en opstallen.

Draagvlak

Alternatief 1: de weg gaat omhoog en dit is lastig aansluiten aan de west(stad)kant van het traject. Verkeersonveilig en daarmee niet wenselijk. Vanuit bewoners is aangegeven dat er aandacht moet zijn voor aansluiting vanuit de woningen op de weg richting Tiel vanuit verkeersveiligheid. Met het oplopen van de kruin en de weg wordt een afrit naar een

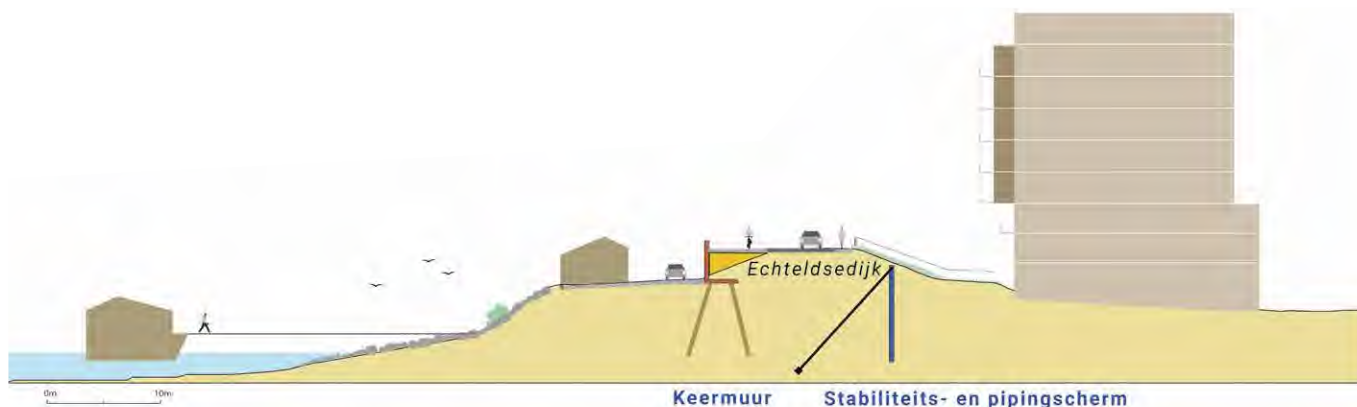
woning toe steiler. Ook vanuit bereikbaarheid is dit minder wenselijk. Gebruikers van de haven geven aan te vrezen dat gebruikersfunctie meer verloren gaat en de bewoners van de appartementen langs de dijk vrezen meer overlast door verkeersgeluid bij ophoging van de weg.

Alternatief 2: aandachtspunt is een goede aansluiting met de kruisende weg nabij de stadswal (op de grens met deeltraject 4A). Wens van de gemeente en van bewoners is het verbeteren van de verkeersveiligheid door bijvoorbeeld een apart fiets- of voetpad en zoveel mogelijk het behouden van de huidige gebruikersfuncties. Alternatief 2 voorziet hier het meest in, vergeleken met alternatieven 1 en 3.

Bij alternatief 3 komt er door de asverschuiving een slinger in de weg, dit is voor het borgen van verkeersveiligheid onwenselijk. Daarnaast is het voor alternatief 3 noodzakelijk om de opstallen en parkeerplaatsen te verwijderen die horen bij de woonboten. Ook wordt de bereikbaarheid van de woonboten lastiger.

Beheer & beleid

Vanuit het aspect beheer (zowel vanuit dagelijks beheer als de beleidsafdeling van het waterschap) heeft alternatief 1 de voorkeur aangezien de dijk binnen deze variant te beheren is als een groene dijk, constructies bevinden zich immers onder het maaiveld.



Figuur 4.7 Schets van het voorkeuralternatief voor de Echteldsedijk, waarin de opgave voor hoogte en stabiliteit door afzonderlijke ondergrondse constructies wordt opgelost.

Alternatief 2 heeft minder de voorkeur vanwege de constructie die in de kerende hoogte voorziet. Een constructie is gevoeliger voor aanrijding en vandalisme en vergt daarom meer onderhoud. Hierbij wordt opgemerkt dat het vanuit beheer wenselijk is dat deze constructie aan de buitenzijde van de kruin geplaatst wordt in verband met de inspecteerbaarheid bij hoogwater.

Voor alternatief 3 geldt dat de constructie met een wand onderin het buitentalud onwenselijk is

Kabels en leidingen

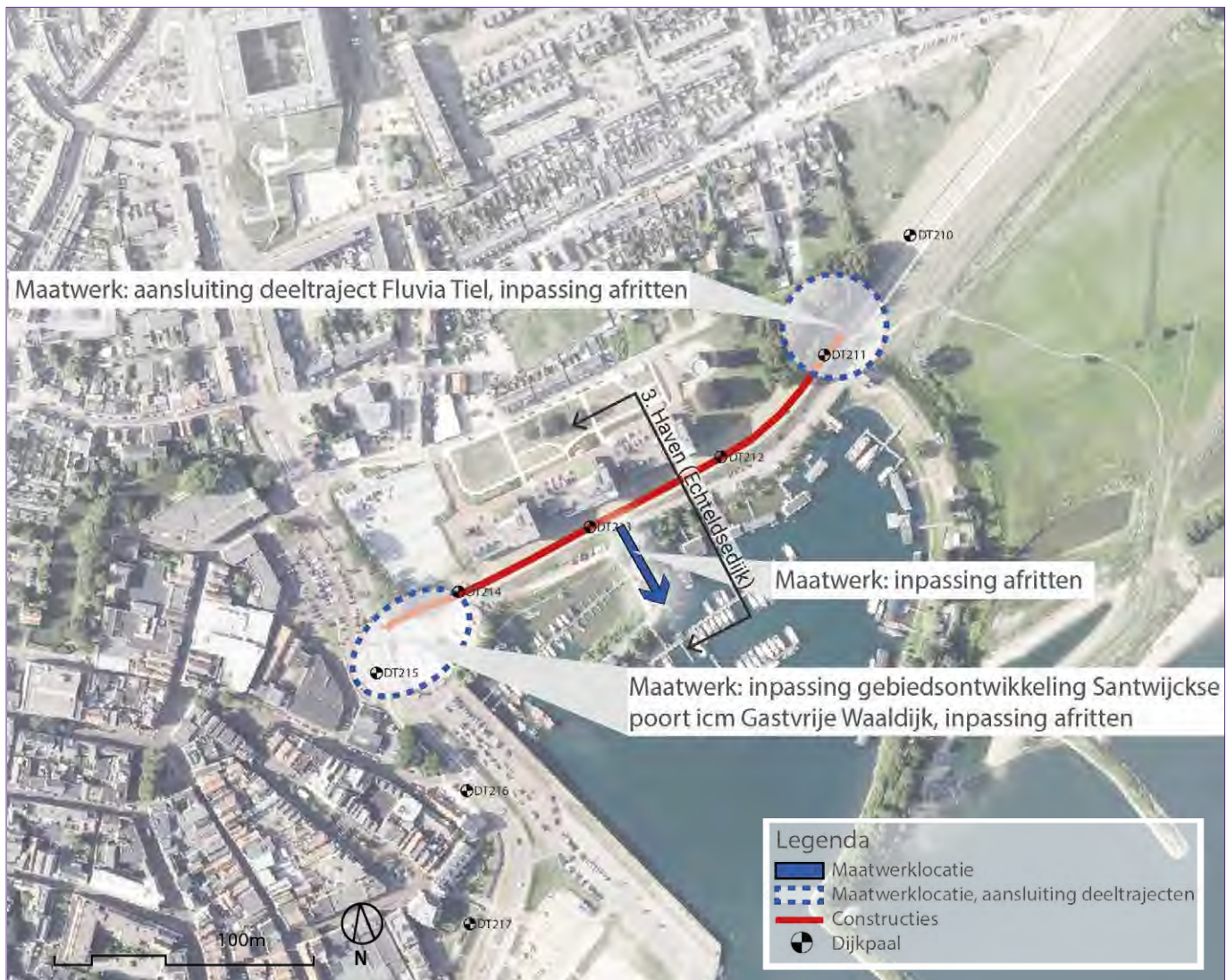
Het verleggen van grote kabels en leidingen is naar verwachting met name bij de alternatieven 1 en 3 nodig. Voor alternatief 2 hoeven de minste kabels en leidingen verlegd te worden en dit heeft daarmee ook de voorkeur voor netbeheerders. Netbeheerders geven aan dat kabels

en leidingen voor realisatie van alternatief 3 tijdelijk verlegd moeten worden en vervolgens na realisatie van dit alternatief nogmaals. Er is dus tweemaal een verlegging noodzakelijk voor de kabels en leidingen. Van de drie alternatieven is voor netbeheerders alternatief 3 daarom het meest ongunstig.

Kosten

De geraamde investeringskosten voor kansrijk alternatief 1, 2 en 3 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk circa 4,7 miljoen euro, 10,5 miljoen euro en 16 miljoen euro. Deze verschillen volgen uit het aanbrengen van een relatief zware combi-wand bij alternatieven 2 en 3 ten opzichte van een relatief lichte verankerde damwand binnen alternatief 1. Alternatief 3 is een diepwand-constructie, een nog zwaardere oplossing dan een damwand. Dit alternatief valt af vanwege de negatieve impact op de ruimtelijk kwaliteit, effect op de waterberging en de relatief zeer hoge kosten.





Figuur 4.8 Voorkeursalternatief deeltraject 3 Haven - Echteldsedijk

Voorkeursalternatief

De twee alternatieven voor ophoging van de Echteldsedijk zijn het aanbrengen van grond (grotendeels buitendijks) of een zelfstandige waterkering (zware damwand). Het eerste alternatief is in het voorkeursalternatief geraamd op 4,7 M€ aan directe bouwkosten. Dit alternatief heeft weinig draagvlak omdat een groot deel van het buitendijkse gebied gedempt wordt. Ook het gebruik van de kade voor parkeren en opslag zou verdwijnen. Hoewel de bouwkosten relatief laag zijn, zijn er aanzienlijke kosten te verwachten voor plan-schadecompensaties, en het compenseren van water bij de rivierbeheerder (Rijkswaterstaat). Het tweede alternatief is geraamd op 10,5 M€ en behoudt de mogelijkheden voor het gebruik van de kade, en vraagt geen watercompensatie.

Het voorkeuralternatief is een variant van Alternatief 2 ('2b') waarbij de constructies voor hoogte en stabiliteit worden gescheiden (figuur 4.7). Hierdoor dalen de kosten van het tweede alternatief van 10,5 M€ naar 7,5 M€ (SSK,

met een ramingsonzekerheid van 20% behorende bij de start van de planuitwerkingsfase). Voordelen van deze variant zijn: 1) het behoud van ruimte voor o.m. parkeren langs de haven, 2) verbeteren van de verkeersveiligheid, en 3) het minimaliseren van de ophoging voor uitzicht, geluidsoverlast, en aansluiting met opritten.

Alternatief '2b' biedt de mogelijkheid om de dijk te verbreden over 370 m ten behoeve van een doorgaande fiets- en wandelroute. Meerkosten ontstaan dan door een zwaardere keermuur, en landschappelijke inrichting met een fietspad en snelheidsbeperkende maatregelen. Op voorwaarde van medefinanciering door derden is het voorgestelde alternatief subsidieerbaar voor het HWBP. Zonder medefinanciering is het bestuur van het waterschap voornemens te kiezen voor de goedkopere 'minimumvariant' waarbij verbreding van de dijk achterwege blijft.



Figuur 4.9 Bovenaanzicht van deeltraject Stadswallen - Havendijk

4.4 Stadswallen

4.4.1 Deeltraject 4A: Stadswallen - Havendijk

Er zijn 3 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Alle oplossingsrichtingen voldoen of dragen bij aan de criteria.

De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)
- B: Grond buitenwaarts
- C: Constructies (buitenzijde)

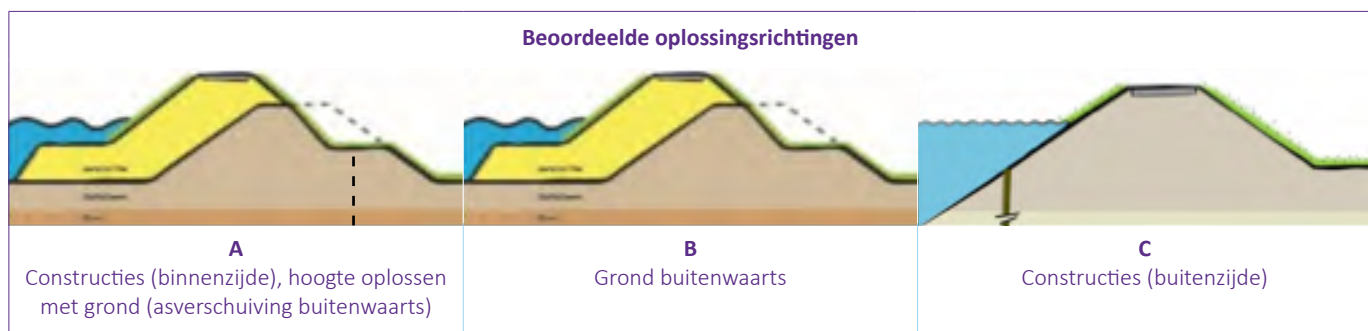
Overige aspecten

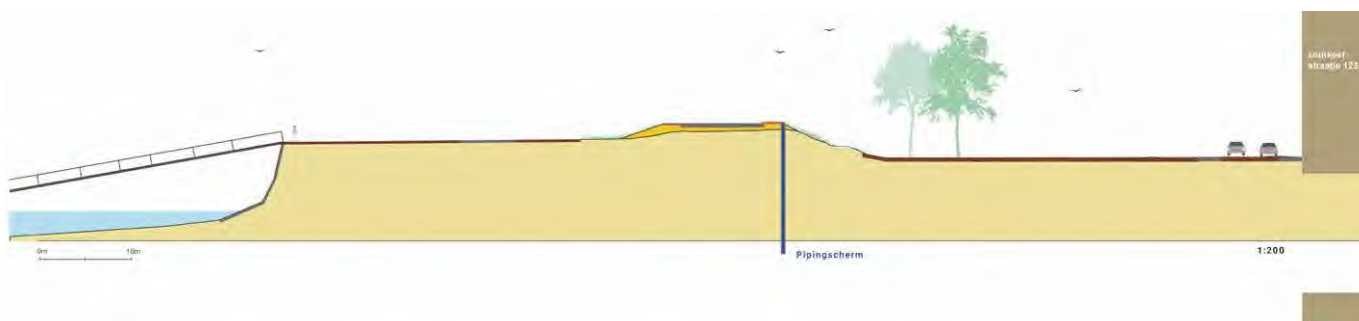
Oplossingsrichting A lijkt ruimtelijke inpasbaar te zijn. De

beschikbare ruimte is hier echter wel beperkt, ondanks dat het buitenwaarts verbreden van de dijk slechts om enkele meters gaat. Vanuit ruimtelijke kwaliteit is het de wens om meer eenheid te krijgen in de inrichting van de openbare ruimte. Te denken is aan het vergroenen van de ruimte en beperken van infrastructuur [13].

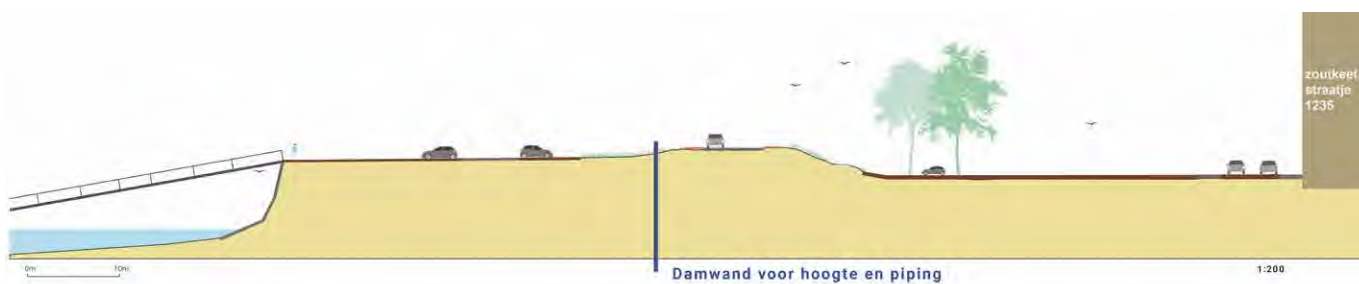
Bij oplossingsrichting B is ook weinig ruimte beschikbaar om buitenwaarts te verbreden. Het toepassen van een constructie maakt geen onderdeel uit van deze oplossing, daarom is er tussen de 10 en 20 m verbreding nodig aan de buitenzijde. Dit is niet haalbaar, want deze ruimte is er niet in de achterliggende havenkom. Deze oplossingsrichting valt daarom af.

Tabel 4.4 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven





Figuur 4.10 Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond.



Figuur 4.11 Kansrijk alternatief 2 Constructies (voor hoogte en piping)

Oplossingsrichting C is ruimtelijk inpasbaar. Er is geen verbreding van de dijk noodzakelijk, vanwege het toepassen van een constructie aan de buitenzijde. Dit kan bijvoorbeeld de vorm krijgen van een nieuwe vestingmuur. Door toepassing van een muur kan de kerende hoogte mogelijk lager blijven en ontstaat meer ruimte op en onderaan de kering voor openbaar gebruik [13].

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in figuur 4.10 en figuur 4.11 gevisualiseerd.

Onderstaande visualisaties zijn gebaseerd op een doorsnede ter hoogte van Zoutkeetstraatje 1235. Dit is het noordelijk deel van het deeltraject. Iets ten zuiden hiervan begint de stadswal.

Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) (oplossingsrichting A)

Dit alternatief omvat een pipingscherm aan de binnenzijde van de dijk. Dit pipingscherm lost de pipingopgave op. Voor het oplossen van de hoogteopgave wordt een beperkte asverschuiving met grond aangebracht aan de buitenzijde.

Kansrijk alternatief 2: Constructies (voor hoogte en piping) (oplossingsrichting C)

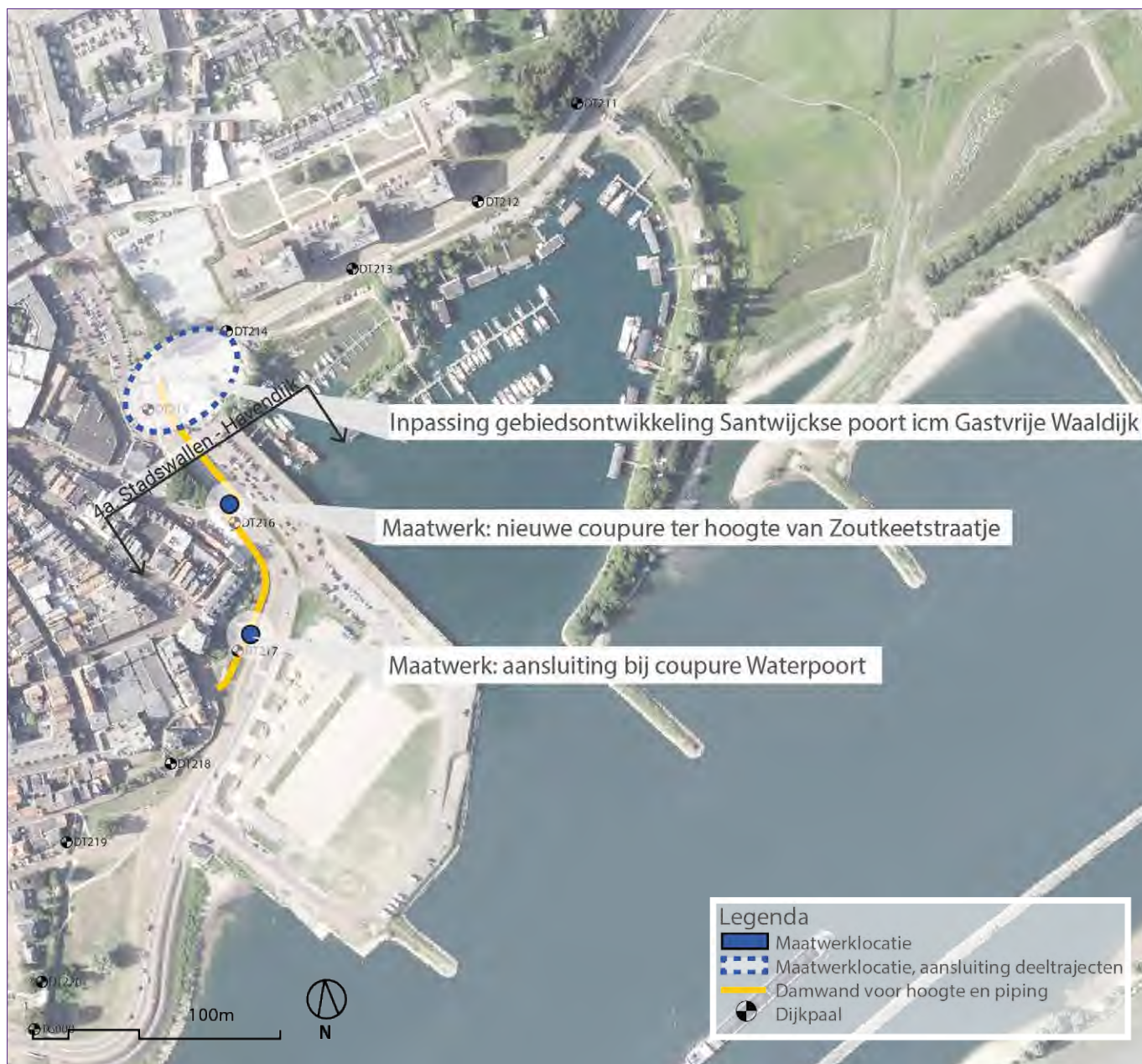
Het aanbrengen van een constructie in de vorm van een pipingscherm lost op deze locatie de pipingopgave, maar ook de hoogteopgave op. Er is geen verbreding van de dijk

noodzakelijk aan de binnen- of buitenzijde. Het kan daarnaast een optie zijn om voor het oplossen van de hoogteopgave een demontabele kering te maken. Halverwege het deeltraject kruist de constructie de Waalstraat. Hier moet een nieuwe coupure worden aangelegd.

Milieueffecten

De alternatieven scoren niet onderscheidend op de milieuthema's waterveiligheid, scheepvaart, bodem en water, natuur, externe veiligheid en woon- werk- en leefmilieu in het MER fase 1 [16]. Verschuiving van de dijk naar de rivier toe is onderdeel van alternatief 1, maar niet van alternatief 2. Deze buitenwaartse asverschuiving vraagt extra ruimte aan de buitenzijde, wat ten koste gaat van de waterberging in de rivier en dus voor de rivierbeheerder (Rijkswaterstaat) onwenselijk is.

In beide alternatieven blijven de zichtlijnen behouden en wijzigt de toegankelijkheid van de wal niet. Alternatief 1 zorgt voor meer eenheid in de inrichting van de openbare ruimte door een iets groener talud. Ook accentueert dit de herkenbaarheid en beleefbaarheid van de vestingwal. Voor alternatief 2 geldt dat het aanzicht van de wal aangetast wordt omdat de constructie boven de vestingwal uitsteekt. Dit verstoort het historische beeld en de bestaande zichtrelaties tussen voor- en achterzijde van de vestingwal. Tegelijkertijd kan de constructie (indien vormgegeven als lage nieuwe vestingmuur) het historische verhaal ook juist verder aanzetten.



Figuur 4.12 Voorkeursalternatief deeltraject 4A Stadswallen - Havendijk

Ruimtelijke kwaliteit

Het aanbrengen van een grastalud in alternatief 1 zorgt voor een groene, natuurlijke uitstraling van de dijk. Een mogelijkheid bij dit alternatief is om het talud ook anders af te werken, bijvoorbeeld als een ‘tribune’ (zie hiervoor de Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit [13]). Alternatief 2 omvat het aanbrengen van een zelfstandige waterkering. Deze constructie kan worden vormgegeven als nieuwe moderne vestingmuur [13]. Wel is bij dit alternatief aandacht nodig voor een verspringing van de constructie van binnen- naar buitenzijde en de coupure bij Zoutkeetstraatje. Voor beide alternatieven geldt dat er wordt aangesloten op de herinrichting van de Waalkade die door de gemeente

wordt uitgevoerd. Het herinrichten van de omgeving van de stadswal is een meekoppelkans bij beide alternatieven, om meer eenheid in de openbare ruimte te creëren.

Draagvlak

De aansluiting van het Zoutkeetstraatje op de Havendijk en ontsluiting vanaf de rotonde zijn in de huidige situatie al vrij steil. In alternatief 1 wordt de kruin en daarmee de weg iets verhoogd. Vanuit verkeersveiligheid heeft de gemeente aangegeven dat dit minder wenselijk is dan alternatief 2, waarbij de kruin en de weg niet verhoogd worden maar de hoogte wordt gezocht in een muurtje in combinatie met coupures.

Beheer & beleid

De beheerder heeft aangegeven geen voorkeur te hebben voor een van beide kansrijke alternatieven maar het belangrijk te vinden dat de variant goed aansluit op de uitwerking op het deeltraject Haven en een goede verkeerssituatie. Volgens het beleid van het waterschap moeten constructies en coupures waar mogelijk vermeden worden omdat dit meer zorg meebrengt bij hoogwater. Omdat ten tijde van hoogwater en oefeningen kan worden aangesloten bij de drie bestaande coupures, en de ruimtelijke inpassing zwaar weegt, heeft alternatief 2 de voorkeur.

Kabels en leidingen

Een aanwezige rioolleiding in alternatief 2 moet mogelijk verlegd worden bij realisatie van dit alternatief. In alternatief 1 lijkt dit niet nodig. De netbeheerders geven aan dat het aanpassen van kabels en leidingen in alternatief 2 gemakkelijker en goedkoper is dan de verleggingen die voor alternatief 1 nodig zijn, mede vanwege het trafostation in het Zoutkeetstraatje, wat een maatwerklocatie betreft voor kabels en leidingen.

Kosten

De investeringskosten voor kansrijk alternatief 1 en 2 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk circa 1,7 en 1,1 miljoen euro. De meerkosten van kansrijk alternatief 1 ten opzichte van kansrijk alternatief 2 volgen met name uit de grondaanvulling voor hoogte en de daarbij behorende vervanging van de wegconstructie. Zie Bijlage 1 voor de SSK-kostenramingen per kansrijk alternatief.

Voorkeursalternatief

Er is weinig onderscheidend effect op de milieuthema's en vanuit ruimtelijke kwaliteit. Alternatief 2 is relatief gezien aanzienlijk goedkoper dan alternatief 1. Er zijn daarnaast

geen zwaarwegende argumenten om toch voor het duurdere alternatief te kiezen. Kansrijk alternatief 2 is daarom als voorkeursalternatief gekozen: Constructies (zelfstandige waterkering). Dit alternatief maakt een goede aansluiting op deeltraject 3 Haven tevens goed mogelijk. In figuur 4.12 en in bijlage 5 is het bovenaanzicht van het voorkeursalternatief van dit deeltraject weergegeven. De weergave in het bovenaanzicht is een indicatie en nog niet de exacte weergave van waar de dijk en/of constructies komen.

4.4.2 Deeltraject 4C: Stadswallen - Ravelijnmuur

Van mogelijke oplossingen naar kansrijke alternatieven

Er zijn 3 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Criteria

Alle oplossingsrichtingen voldoen of dragen bij aan de criteria.

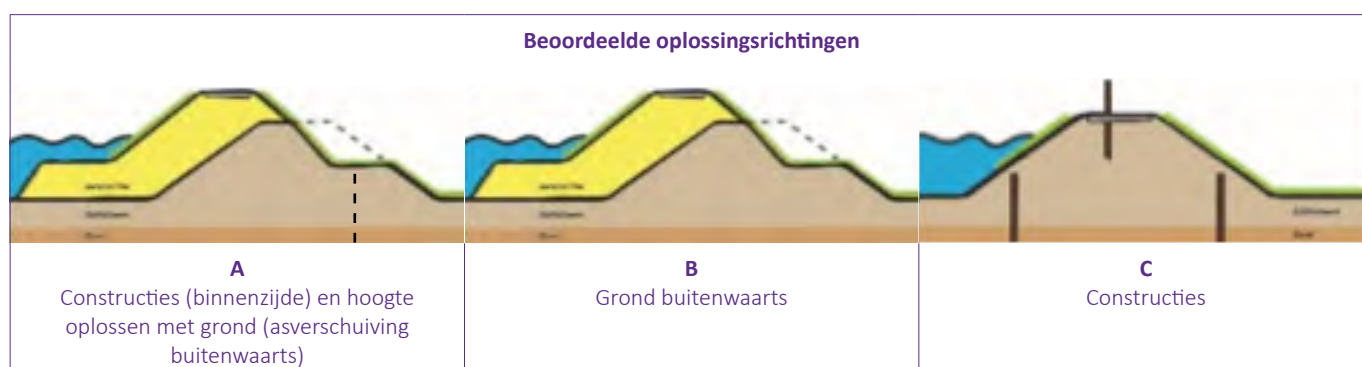
De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Constructies (binnenzijde) en hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)
- B: Grond buitenwaarts
- C: Constructies

Overige aspecten

Oplossingsrichting A is realiseerbaar op dit deeltraject. Achter de Ravelijnmuur zit reeds een damwand. Tussen de coupure Waalstraat en de Tolhuiswal nog niet, maar daar is de kering wel enkele decimeters hoger. Een verlenging van de damwand is mogelijk waardoor op dit hele dijktraject een damwand aanwezig is. Vanuit ruimtelijke kwaliteit is er de wens voor het realiseren van een grastalud aan de buitenzijde van de dijk, ter vervanging van de huidige muur [13].

Tabel 4.5 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven





Figuur 4.13 Voorkeursalternatief deeltraject 4C Stadswallen - Ravelijnmuur

Oplossingsrichting B is lastiger in te passen dan oplossingsrichtingen A en C. De dijk moet 50 cm omhoog en de noodzaak voor een stabiliteitsberm leidt tot een asverschuiving van ca. 20 meter naar buiten om weer te voldoen aan de eisen. Aandachtspunt hierbij is dat de bestaande constructie zwaarder belast wordt. Dit kan mogelijk opgevangen worden met het aanbrengen van een verankering. Vanuit ruimtelijke kwaliteit en bereikbaarheid van woningen is het uitgangspunt dat de coupures behouden blijven, aangezien deze een verbinding tussen binnendijks- en buitendijks gebied vormen en de zichtlijnen

door de coupures bijzondere historische accenten zijn [13]. Oplossingsrichting B valt daarom af.

Oplossingsrichting C: het ophogen van de bestaande constructie volstaat om de waterkering ter plekke te laten voldoen aan de waterveiligheidseisen. Ook hiervoor geldt dat de bestaande constructie zwaarder belast wordt. Dit kan mogelijk opgevangen worden met het aanbrengen van een verankering. Wel moet voor het gedeelte tussen de coupure Waalstraat en de Tolhuiswal een nieuwe constructie (damwand) worden aangelegd.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in de figuren hieronder weergegeven.

Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) (oplossingsrichting A)

In de huidige situatie is reeds een constructie (damwand) aanwezig over het grootste deel van het deeltraject. Dit betreft het zuidelijke deel. Op het noordelijke deel is er in de huidige situatie geen constructie aanwezig. Onderdeel van dit alternatief is om op dat deel over ca. 40 à 50 meter een constructie aan te brengen in de vorm van een damwand. Aanvullend wordt een oplossing met grond aangebracht aan de buitenzijde van de dijk om de hoogteopgave op te lossen. Dit krijgt de vorm van een grastalud. Ter plaatse van de monumentale boom wordt de ophoging aan binnenzijde (rivierkant) van de boom uitgevoerd. Daardoor hoeft de grond direct rondom de boom niet opgehoogd te worden.

Kansrijk alternatief 2: Constructies (zelfstandige waterkering) (oplossingsrichting C)

In de huidige situatie is reeds een constructie (damwand) aanwezig over het grootste deel van het deeltraject. Dit betreft het zuidelijke deel. Hier wordt de damwand verhoogd. Op het noordelijke deel is er in de huidige situatie geen constructie. Onderdeel van dit alternatief is om op dat deel over ca. 40 à 50 meter een constructie aan te brengen in de vorm van een damwand. Voor de verhoging

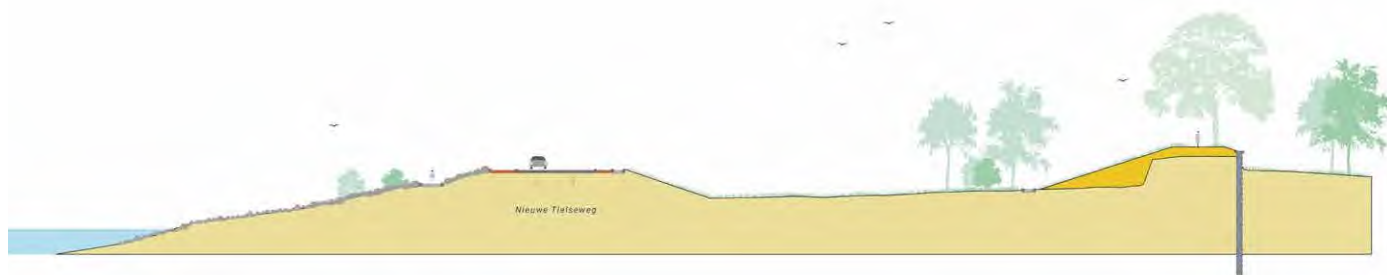
van de kerende hoogte van de huidige constructie (zuidelijk deel) kan het een optie zijn om voor het oplossen van de hoogteopgave een demontabele kering te maken.

Milieueffecten

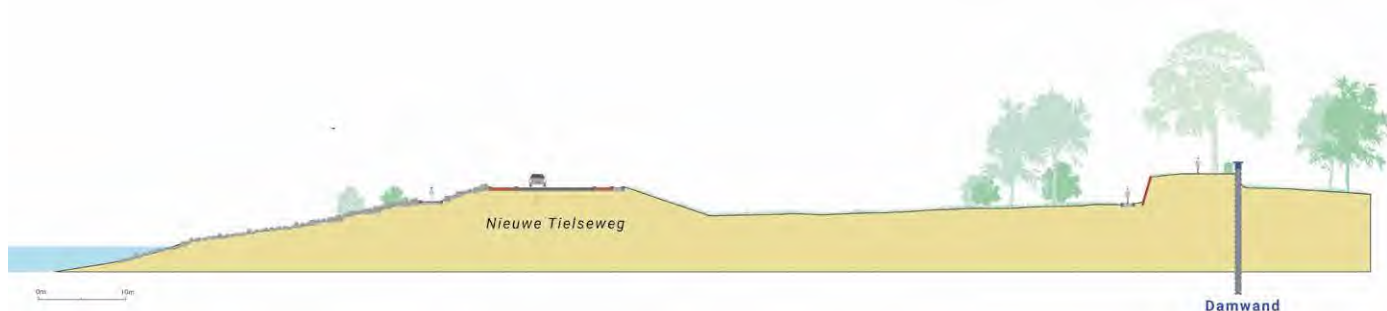
De alternatieven scoren niet onderscheidend op de milieuthema's waterveiligheid, scheepvaart, bodem en water, externe veiligheid, kabels en leidingen en woonwerk- en leefmilieu in het MER fase 1 [16]. Binnen het thema rivierkunde heeft de buitenwaartse verschuiving in alternatief 1 een negatief effect op de waterberging. In alternatief 2 is dit niet het geval. Het deeltraject Stadswallen Ravelijnmuur ligt buiten Natura 2000-gebied maar grenst wel aan de Groene Ontwikkelingszone (GO). Omdat alternatief 2 alleen ophoging van de muur is, worden hiervoor geen gevolgen verwacht. De buitenwaartse asverschuiving als onderdeel van alternatief 1 gaat wel enigszins ten koste van de GO (ca. 1.800 m²).

In alternatief 1 ontstaat door toevoeging van grond aan de buitenzijde een groener talud wat de het historische aanzicht van de stadswallen beter toch haar recht doet komen. Hoewel de Ravelijnmuur formeel geen beschermd of cultuurhistorische waarde heeft, heeft de muur voor bewoners wel veel waarde. Het aanbrengen van een groen talud is ruimtelijk positief omdat dit het contrast met de historische vestingmuur in deeltraject 4B (Stadsmuur) vergroot. Het verhogen van de dijk vermindert de privacy van de achterliggende woningen en tuinen. Maatwerk zal nodig zijn voor de op- en afgangen naar de achtertuinen

Figuur 4.14 Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)



Figuur 4.15 Kansrijk alternatief 2 Constructies (zelfstandige waterkering)





vanaf de dijk, voor het inpassen van het oorlogsmonument binnen dit alternatief en voor het stadsaanzicht van de monumentale panden.

In alternatief 2 steekt de damwand boven de oude vestingwal uit, maar dit heeft weinig ruimtelijke impact.

Ruimtelijke kwaliteit

Het onderscheid tussen alternatieven 1 en 2 is vanuit ruimtelijke kwaliteit al deels toegelicht bij de milieuthema's landschap en cultuurhistorie. Vanuit ruimtelijke kwaliteit kan daarop aangevuld worden dat alternatief 2 een relatief kleine ruimtelijke impact heeft, de overgroeide muur blijft behouden en vergeleken met alternatief 1 is er meer privacy voor de achterliggende woningen. Binnen alternatief 2 geldt eveneens dat maatwerk nodig is voor toegang vanaf de tuinen en woningen op de dijk en de coupures. Ook dient de zichtbare damwand rond de monumentale boom te worden verhoogd. Vanuit ruimtelijke kwaliteit is het wenselijk om het rommelige buitentalud met veel verschillende materialen aan te passen, echter is hier in alternatief 2 geen directe aanleiding toe.

Draagvlak

Omwonenden geven aan zorgen te hebben over verminderde privacy in alternatief 1, doordat het ophogen en aanbrengen van grond buitenwaarts ervoor kan zorgen dat de woningen direct achter de dijk meer inblik krijgen van wandelaars op de dijk. In alternatief 2 speelt dit minder. Bij beide alternatieven leeft de zorg dat het stadsaanzicht vermindert en dat het uitzicht vanuit de woningen verloren

gaat. Een wandelpad achter de dijk langs is altijd nodig, aangezien er een vooringang en diverse achteringen aanwezig zijn van een woningen.

Er is geen draagvlak bij de gemeente voor herinrichting van het gebied zoals beschreven in de handreiking ruimtelijke kwaliteit [9] (alternatief 1), wel voor behoud van de huidige Ravelijnmuur en het voorliggende 'veldje', mede ook vanuit Appelpop en het intensieve gebruik van het veldje (alternatief 2).

Beheer & beleid

Bij alternatief 1 vormt het behoud van de grasmat een aandachtspunt vanwege het gebruik van de aanliggende grond als evenemententerrein (Appelpop). Dit vraagt een extra beheerinspanning, mede vanwege het periodiek maaien van het grastalud. Voor alternatief 2 geldt dat het ophogen van de muur met een vaste constructie of een demontabele constructie mogelijk is. Hoewel een demontabele kering niet conform beleidsuitgangspunten is, werd dit na overleg met beleid en beheer wel als geschikte oplossing gezien voor dit deeltraject. Bij een vaste constructie geldt dat een vijftal coupures gerealiseerd moet worden om de aangrenzende huizen bereikbaar te houden. Dat maakt dat de beheerinspanning van een demontabele kering slechts beperkt meer is dan de vaste constructie met coupures.

Kabels en leidingen

Netbeheerders hebben aangegeven geen voorkeur te hebben voor één van de alternatieven.

Kosten

De investeringskosten bedragen voor beide alternatieven voor dit deeltraject tussen de 0,7 en 0,8 miljoen euro. Het aspect kosten is daarmee niet onderscheidend voor de afweging tussen deze kansrijke alternatieven. Zie Bijlage 1 voor een nadere onderbouwing van de kosten.

Voorkeursalternatief

Voorkeursalternatief voor het deeltraject van de Ravelijnmuur (Stadswallen C) is kansrijk alternatief 2: constructies (zelfstandige waterkering). In de planuitwerkingsfase wordt verder uitgewerkt of dit met een flexibele (demontabele) kering of met coupures kan. Beide oplossingen vallen binnen de ramingen die nu zijn afgegeven.

Doordat stabiliteit en piping al zijn opgelost in de voorgaande dijkversterking met een zware damwand (zelfkerende constructie), hoeft daar waar deze damwand al aanwezig is alleen de golfoverslag aangepakt te worden. De eerder aangebrachte damwand is dusdanig sterk dat we deze als fundatie kunnen gebruiken voor zowel een verdere ophoging als een flexibele kering. Alleen in de

hoek naar de stadsmuur blijkt uit de toetsing dat eerder geen zware damwand is aangebracht. Hier spelen de bezwijkmechanismen stabiliteit en piping, en hoogte in mindere mate. Op deze locatie moet wel een zwaardere constructie worden aangebracht.

Bij de Ravelijnmuur heeft het de voorkeur om geen vaste constructie bovenop de huidige muur te plaatsen omdat de voor- en achterdeuren van woningen ontsluiten op de dijk (zie de afbeelding 4.15). Als er niet voor een flexibele kering wordt gekozen, zijn hier coupures nodig. Vanuit het beheer van het waterschap is er geen directe voorkeur met betrekking tot het dichtzetten van een coupure of opbouw van een flexibele kering. In beide gevallen is een handeling nodig.

Binnen het projectgebied zijn vier grote doorgangen in de dijk: drie coupures en de inlaatduiker Inundatiekanaal. Het Inundatiekanaal zal in het project permanent worden gedicht. De maatregelen die zijn voorzien voor de Ravelijnmuur zijn van een andere orde, en dienen tegen golfoverslag, d.w.z. om dijkverhoging te voorkomen.

Figuur 4.16 Bovenaanzicht van deeltraject Stadswallen 4C (Ravelijnmuur)



4.5 Ophemertsedijk

4.5.1 Deeltraject 5A: Ophemertsedijk (Bellevue – Aldi-terrein)

Er zijn 6 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Criteria

Vier van de vijf oplossingsrichtingen voldoen of dragen bij aan de criteria. Oplossingsrichting B is afgefallen op criteria doelmatigheid, aangezien macrostabiliteit buitenwaarts geen opgave meer is (zie ook paragraaf 3.3).

De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Grond binnenwaarts
- C: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)
- D: Grond buitenwaarts
- E: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)

Overige aspecten

Om weer aan de veiligheidseisen te voldoen is voor oplossingsrichting A een binnenwaartse berm met een breedte tussen de 10 à 20 m noodzakelijk, dit is niet inpasbaar. Daarnaast betekent dit dat grondaankoop aan de binnenzijde van de dijk noodzakelijk is. Vanwege de tuinen direct achter de dijk is binnenwaartse verbreding of verplaatsing van de dijk moeilijk inpasbaar zonder grondverwerving. Deze oplossingsrichting valt hierom af en is niet op de overige thema's beoordeeld.

Oplossingsrichting C omvat een buitenwaartse versterking om weer te voldoen aan de faalmechanismen stabiliteit en hoogte (minimaal 25 meter naar buiten).

Voor het pipingprobleem kan een pipingconstructie aan de binnenzijde worden toegepast (bijvoorbeeld drainage / filter / heave scherm of damwand). Bij deze oplossingsrichting is aansluiting op de bestaande coupure aan de noordzijde van het deeltraject een aandachtspunt; dat geeft een kronkel in de dijk, wat vanuit ruimtelijke kwaliteit niet wenselijk is.






Oplossingsrichting D vraagt om een asverschuiving van de dijk van ongeveer 100 m. Dit wordt als niet haalbaar beschouwd in verband met de noodzaak tot compenseren van de opstuwung van de rivierwaterstand vanuit het beleid van rivierbeheerder (Rijkswaterstaat). Deze oplossingsrichting valt daarom af, op criteria techniek (technische maakbaarheid) en inpasbaarheid. Deze oplossingsrichting is daarom niet op de overige aspecten beoordeeld.

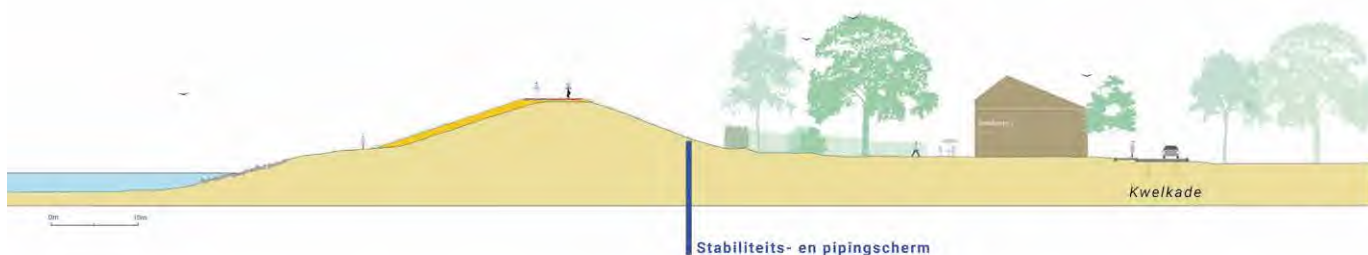
Oplossingsrichting E omvat een constructie in de binnenzijde, om voor dit dijktraject de opgave voor de faalmechanismen piping en stabiliteit van het binnentalud op te lossen. Daarnaast is een minimale aanpassing in de hoogte van de dijk noodzakelijk. Dit kan middels het aanbrengen van grond aan de buitenzijde (beperkte asverschuiving buitenwaarts). Op alle aspecten scoort deze oplossingsrichting neutraal in deze trechteringsstap.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

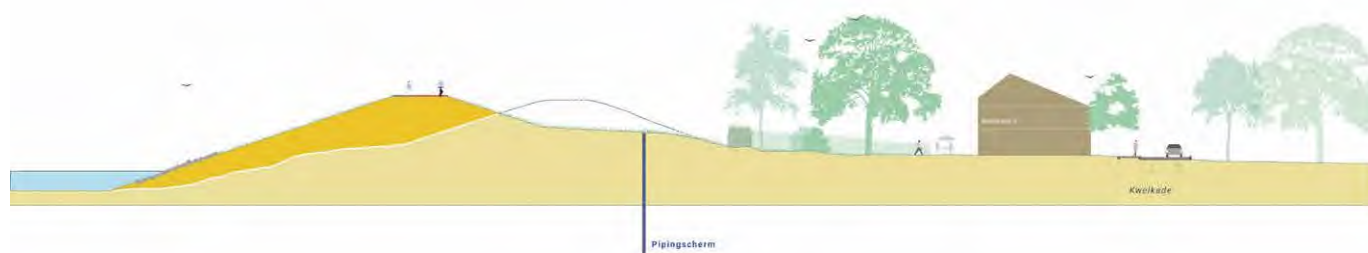
De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in figuren 4.17 en 4.18 weergegeven.

Tabel 4.6 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

Beoordeelde oplossingsrichtingen		Afgefallen oplossingsrichtingen		
				
C Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)	E Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)	A Grond binnenwaarts	D Grond buitenwaarts	B Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde



Figuur 4.17 Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)



Figuur 4.18 Kansrijk alternatief 2 Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken)

Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) (oplossingsrichting E)

De constructie aan de binnenzijde binnen dit alternatief betreft een stabiliteit- en pipingscherm. Deze constructie wordt aan de binnenzijde van de dijk aangebracht en lost daarmee voor dit deeltraject zowel de piping- als stabiliteitsopgave op. Om ook de hoogteopgave op te lossen wordt beperkt grond aangebracht op de buitenzijde en de kruin van de dijk. Voor dit alternatief is bomenkap niet noodzakelijk en worden de tuinen van de woningen direct achter de dijk niet geraakt door het alternatief. Wel kan in de tuinen hinder ondervonden worden in de tijdelijke situatie, wanneer het alternatief gerealiseerd wordt. Onderaan het buitentalud ligt een wandelpad, deze blijft behouden.

Kansrijk alternatief 2: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken) (oplossingsrichting C)

Om de stabiliteit- en hoogteopgave op te lossen wordt grond aangebracht aan de buitenzijde van de dijk, waarmee een asverschuiving volgt. De huidige kruin wordt deels afgegraven. De constructie die aangebracht wordt in dit alternatief betreft een pipingscherm. Deze constructie wordt aan de binnenzijde van de dijk aangebracht en lost daarmee voor dit deeltraject de pipingopgave op. Bomenkap is in dit alternatief niet noodzakelijk en de tuinen van de woningen direct achter de dijk worden niet geraakt. Wel kan in de tuinen hinder ondervonden worden in de tijdelijke situatie, wanneer het alternatief gerealiseerd wordt. Aandachtspunt bij dit alternatief is het terugbuigen

van de dijk bij de buitenwaartse grondoplossing, om weer aan te kunnen sluiten op de coupure Bellevue die aan de noordzijde van het deeltraject is gelegen. Onderaan het buitentalud ligt in de huidige situatie een wandelpad; dit pad verdwijnt als gevolg van dit alternatief.

Milieueffecten

De alternatieven scoren niet onderscheidend op de milieuthema's waterveiligheid, natuur, externe veiligheid en kabels en leidingen in het MER fase 1 [16]. Alternatief 2 heeft vanwege de asverschuiving buitenwaarts effect op de rivierkundige waterberging en scheepvaart. Alternatief 1 heeft een marginaal extra ruimtebeslag aan de buitenzijde, waardoor het effect op waterberging beperkt is. Bij alternatief 2 wordt de versterking zo ver naar buitengeschoven in het zomerbed, dat de rivier ook bij lagere afvoeren versmald wordt, met erosie in het zomerbed en potentiële dwarsstroming tot gevolg.

De constructie doorsnijdt binnen dit alternatief bovendien het watervoerende pakket. Bij hogere waterstanden op de rivier kan deze constructie er voor zorgen dat de kwelstroom van de rivier naar het achterland minder wordt, wat een positief effect is. In alternatief 1 is dit niet het geval en zijn er geen wijzigingen in de grondwaterstromen. Bij alternatief 2 wordt door de dijkverlegging de buitendijkse wandelroute verwijderd.

Het verwijderen van de wandelroute zorgt voor een negatieve score op woon- werk- en leefmilieu op het aspect 'verandering recreatieve functies'. In de planuitwerkingsfase



kan bij nadere uitwerking echter bekeken worden of het terugbrengen van een buitendijks wandelpad tot de mogelijkheden behoort.

Ruimtelijke kwaliteit

Voor beide alternatieven geldt dat de groene uitstraling van de dijk behouden blijft. Alternatief 1 heeft niet of nauwelijks impact op de gebiedskarakteristiek, ruimtelijke samenhang, continuïteit van de dijk en cultuurhistorische verwachtingswaarde.

In alternatief 2 wordt een lange berm aan de binnenzijde aangebracht waarmee de kenmerkende ligging van huizen dichtbij de dijk verandert. Vanuit de gebiedskarakteristiek is dit als negatief effect te beschouwen. Voor alternatief 2 geldt daarnaast dat het herkenbare, doorgaande basisprofiel niet doorgezet wordt en er een verspringing in de as van de dijk ontstaat. Om weer aan te kunnen sluiten op de coupure van deeltraject 4C ontstaat een slinger in het dijktraject en ook in de weg op de kruin. Het afgraven van de dijk en buitenwaartse verschuiving zorgt voor een verandering in het historische tracé, wat negatief is voor de cultuurhistorische waarde.

Draagvlak

Alternatief 1 wordt door beheerders en bewoners uitvoeringstechnisch als meest wenselijke alternatief beschouwd. Wel hebben bewoners aangegeven dat alternatief 2 ruimtelijk de voorkeur heeft, omdat de dijk verder weg komt te liggen van de woningen en hun tuinen. Technisch gezien echter geeft dit alternatief meer en langer overlast door de schaal van de ingreep en doordat bij het verleggen van de dijk nieuwe lagen worden aangebracht op de huidige rivierbodem die over een periode van ruim een jaar moeten inklinken.

Beheer & beleid

Alternatief 1 geeft voor de beheerbaarheid geen verslechtering ten opzichte van de huidige situatie; alternatief 2 geeft een verbetering vanwege de ruimte voor een beheerstrook aan de binnenzijde van de dijk.

Kabels en leidingen

Netbeheerders hebben aangegeven geen voorkeur te hebben voor een van beide alternatieven.

Kosten

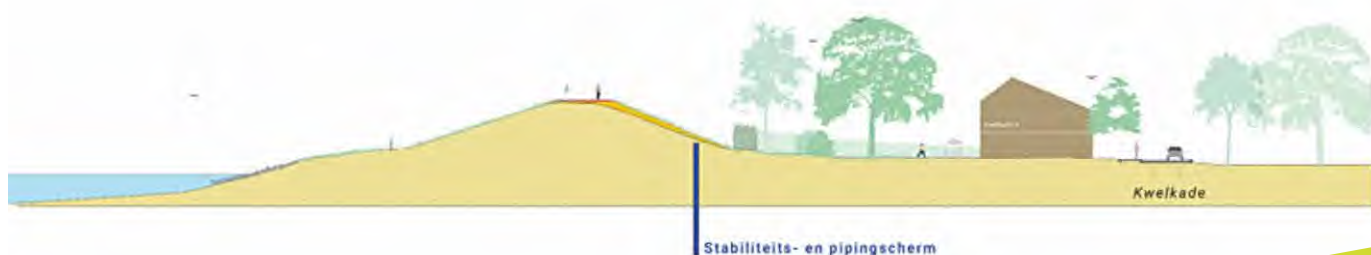
De geraamde investeringskosten voor kansrijk alternatief 1 en 2 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk 3,7 en 6,0 miljoen euro. De meerkosten van kansrijk alternatief 2 ten opzichte van kansrijk alternatief 1 volgen met name uit de buitenwaartse asverschuiving en de kosten voor het afgraven van de huidige dijk, de grondaanvulling (op rivierbodem), vastgoed en het opnieuw aanbrengen van het fietspad die daarmee gemoeid gaan. Zie Bijlage 1 voor SSK-kostenramingen.

Voorkeursalternatief

Voor deeltraject 5A Ophemertsedijk (Bellevue-inundatiekanaal) is gekozen voor kansrijk alternatief 1 als voorkeursalternatief: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts). Alternatief 1 scoort beter op de milieuthema's rivierkunde en scheepvaart dan alternatief 2. Voordelen van alternatief 1 ten opzichte van alternatief 2 zijn daarnaast een verminderde kwelstroom bij hoogwater en geen verslechtering van het landschap en ruimtelijke kwaliteit. Dit tegenover de forse kruinverschuiving in alternatief 2 die vanuit ruimtelijke kwaliteit en landschap zeer onwenselijk is. Ook is alternatief 2 duurder dan alternatief 1.

Het voorkeursalternatief is doorgesproken met het HWBP. Daarbij is voor deeltraject 5A besloten om de beperkte verhoging van de kruin (minder dan 0,2 m) te bereiken door de as naar binnen te verplaatsen (in plaats van naar buiten). De reden hiervoor is de kostbare ingreep om de bekleding op het buitentalud (gras en zetsteenbekleding) op te nemen en te herplaatsen. Om te voorkomen dat de binnentoe naar de achter de dijk gelegen tuinen verschuift, wordt het binnentalud iets steiler opgezet.

Figuur 4.19 Doorsnede voorkeursalternatief deeltraject 5A Ophemertsedijk (Bellevue – Aldi-terrein)



4.5.2 Deeltraject 5B: Ophemertsedijk (Aldi-terrein - Inundatiekanaal)

Er zijn 6 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Criteria

Vijf van de zes oplossingsrichtingen voldoen of dragen bij aan de criteria. Oplossingsrichting B is afgefallen op criteria doelmatigheid, aangezien macrostabiliteit buitenwaarts geen opgave meer is (zie ook paragraaf 3.3).

De volgende oplossingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Grond binnenwaarts
- C: Grond buitenwaarts (voor hoogte) en een constructie binnenzijde (voor stabiliteit en piping).
- D: Grond buitenwaarts
- E: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (verschuiving buitenwaarts)
- F: Grond binnenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)

Figuur 4.20 Voorkeursalternatief deeltraject 5A Ophemertsedijk (Bellevue – Aldi-terrein)





Figuur 4.21 Bovenaanzicht van deeltraject Ophemertsedijk (Aldi-terrein – Inundatiekanaal)

Overige aspecten

Oplossingsrichting A biedt een oplossing voor de opgave voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts en hoogte. Voor piping is nader te bepalen of het oplossen van het kwelwegtekort met een pipingberm is in te passen. Zoveel mogelijk kan het faalmechanisme piping met een pipingberm worden opgelost, maar de beschikbare ruimte is onvoldoende om de opgave volledig in grond uit te voeren. Daarom is aanvullend een kleine damwand noodzakelijk om de volledige pipingopgave te versterken.

Aandachtspunt is ook de inpassing nabij de woningen aan de Rietmattenstraat. Er is beperkt ruimte binnenwaarts omdat de woningen vlak achter de huidige dijk staan, dus dit vraagt om maatwerk.

Oplossingsrichting F is grotendeels gelijk aan oplossingsrichting A en biedt een oplossing voor de faalmechanismen stabiliteit en hoogte met een grondoplossing binnenwaarts. Aanvullend wordt een constructie (kwelvoorziening) aangebracht direct aan de teen van de stabiliteitsberm

Tabel 4.7 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

Beoordeelde oplossingsrichtingen		Afgevalen oplossingsrichtingen			
E	F	A	C	D	B
Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (verschuiving binnenwaarts)	Grond binnenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)	Grond binnenwaarts	Grond buitenwaarts (voor hoogte) en een constructie binnenzijde (voor stabiliteit en piping)	Grond buitenwaarts	Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde

(korter dan de pipingberm binnen oplossingsrichting A) om het piping probleem op te lossen. Voor oplossingsrichting F is daarom minder ruimtebeslag nodig dan voor oplossingsrichting A. Ook deze oplossingsrichting vraagt maatwerk vanwege de beperkte ruimte binnenwaarts door de woningen vlak achter de huidige dijk.

Voor zowel oplossingsrichting A als F geldt ten aanzien van meekoppelkansen dat ontwikkellocaties op hoogte moeten worden teruggebouwd. Hiervoor moeten eisen worden afgeleid waar de ontwikkelaar aan moet voldoen, zodat deze ontwikkeling de dijkversterking (en toekomstige dijkversterkingen) niet in de weg staat.

Bij oplossingsrichting E 'constructies' is naast een constructie ook een aanvulling in grond noodzakelijk om het hoogteprobleem op te lossen. Daarmee komt oplossingsrichting E geheel overeen met oplossingsrichting C. Vanwege deze dubbeling is oplossingsrichting C afgefallen. Oplossingsrichtingen E scoort neutraal op de overige criteria in deze trechteringsstap.

Oplossingsrichting D behelst een asverschuiving van 100 meter om piping op dit deeltraject op te lossen met enkel

buitenwaartse versterking. Dit wordt als niet haalbaar beschouwd in verband met de noodzaak tot compenseren van de opstuwing van de rivierwaterstand vanuit het beleid van rivierbeheerder. Oplossingsrichting D valt daarom af op criteria techniek (technische maakbaarheid) en inpasbaarheid.

Oplossingsrichting E: het terugbouwen van de ontwikkellocaties is met deze oplossingsrichting op huidig maaiveld mogelijk. Vanwege de buitenwaartse grondoplossing blijft de binnenzijde van de berm zoveel mogelijk behouden voor huidige functies. Op andere criteria zijn voor deze oplossingsrichting geen (positieve of negatieve) onderscheidende effecten te zien.

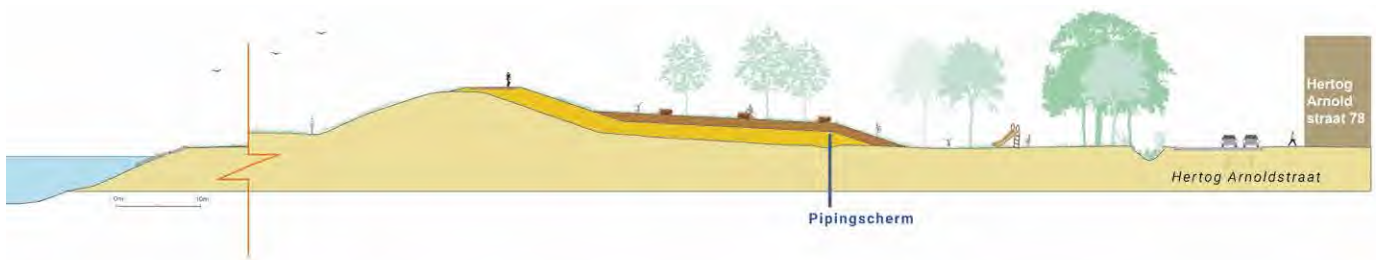
Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in onderstaande figuren 4.22 en 4.23.

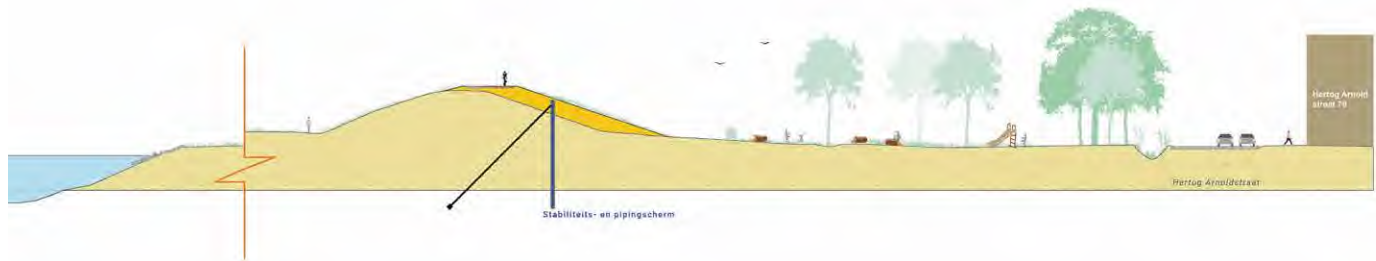
Kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken) (oplossingsrichting F)

Dit alternatief omvat het aanbrengen van grond aan de binnenzijde van de dijk om het stabiliteits- en hoogteprobleem op te lossen. Dit krijgt de vorm van een





Figuur 4.22 Kansrijk alternatief 1 Grond binnenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken)



Figuur 4.23 Kansrijk alternatief 2 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (verschuiving binnenwaarts)

brede berm, inclusief leeflaag zodat medegebruik van en aanplanting van bomen op de berm mogelijk is. Aanvullend wordt een constructie aangebracht aan de binnenzijde van de dijk, aan de teen van die berm. Deze constructie lost het pipingprobleem op. De beide rijen platanen die in de huidige situatie op een gedeelte van dit deeltraject staan moeten geheel worden verwijderd om het alternatief te kunnen realiseren. Nadat de berm en leeflaag zijn aangebracht, kunnen bomen terug geplant worden. De bomen die verder binnenwaarts staan, kunnen behouden blijven.

Kansrijk alternatief 2: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (verschuiving binnenwaarts) (oplossingsrichting E)

Dit alternatief omvat het aanbrengen van grond binnenwaarts. Daarvoor is het noodzakelijk om 1 rij platanen te kappen. Aanvullend wordt een stabiliteits- en pipingscherm aangebracht, die zowel de piping- als stabiliteitsopgave oplost. Een van de twee rijen platanen moet worden gekapt. Er is echter de mogelijkheid om weer bomen terug te planten.

Milieueffecten

De alternatieven scoren niet onderscheidend op de milieuthema's rivierkunde, scheepvaart, natuur, landschap, cultuurhistorie, archeologie, externe veiligheid en kabels en leidingen in het MER fase 1 [16]. Op dit gedeelte van de Ophemertsedijk is veel ruimte voor maatregelen in grond. Binnen alternatief 1 wordt de stabiliteitsverhogende

maatregel in grond uitgevoerd, deze kan in de toekomst worden uitgebreid door een damwand toe te voegen. Dat is binnen alternatief 2 niet het geval. De constructie in alternatief 1 heeft geen invloed op de grondwaterstromen omdat de constructie niet diep genoeg komt om effecten te hebben. Binnen alternatief 2 wordt ongeveer de helft van het waterafvoerende pakket doorsneden. Bij tijdelijk hogere waterstanden van de rivier kan die constructie ervoor zorgen dat de kwelstroom van de rivier naar het achterland minder wordt, wat een positief effect is.

Ruimtelijke kwaliteit

Langs de Ophemertsedijk is nu een parkzone. Deze wordt iets smaller in alternatief 2. Alternatief 1 is ingrijpender doordat er een groter gebied moet worden vrijgemaakt voor de berm met leeflaag, maar biedt daardoor ook meer kansen voor de herinrichting en gebruik nadien.

In alternatief 2 wordt geen brede berm (plus leeflaag) aangelegd en wordt een constructie aan de binnenzijde aangebracht met grond aan de binnenzijde. Dit is een relatief kleine en inpasbare kruinverschuiving. Hierdoor blijft de heldere hoofdvorm van de dijk zonder berm behouden. Voor dit alternatief moet wel één rij platanen verwijderd worden.

Draagvlak

Bij alternatief 1 worden meer mogelijkheden gezien om het recreatieve gebruik dat in de huidige situatie aanwezig is weer terug te brengen op de leeflaag. Bij alternatief 2 is er een zeer beperkte vermindering van recreatieve inrichting als gevolg van de grondoplossing binnenwaarts.



Figuur 4.24 Voorkeursalternatief deeltraject 5B Ophemertsedijk (Aldi-terrein – Inundatiekanaal)

Beheer & beleid

Het aspect beheer (zowel vanuit dagelijks beheer als de beleidsafdeling van het waterschap) is niet onderscheidend voor de twee alternatieven voor dit deeltraject. Beide alternatieven zijn goed inspecteerbaar en onderhoudbaar en passen in de lijn van het waterschapsbeleid.

Kabels en leidingen

De netbeheerders hebben aangegeven geen voorkeur te hebben voor een van de alternatieven. Aandachtspunt voor kabels en leidingen zijn de maatwerklocaties binnen dit deeltraject, aangezien er vele huisaansluitingen, middenspanningsleidingen, water-, gas- en rioolleidingen zijn die mogelijk verlegd moeten worden. Dat geldt voor beide alternatieven.

Kosten

De geraamde investeringskosten voor kansrijk alternatief 1 en 2 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk 6,0 en 9,8

miljoen euro. De meerkosten van kansrijk alternatief 2 ten opzichte van kansrijk alternatief 1 volgen met name uit de constructie die binnen kansrijk alternatief 2 voorzien is, ten opzichte van een volledige grondoplossing binnen kansrijk alternatief 1. Zie Bijlage 1 voor een nadere onderbouwing van de kosten.

Voorkeursalternatief

Het voorkeursalternatief voor deeltraject Ophemertsedijk (Bellevue-Inundatiekanaal) B is kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (met constructie voor piping). De keuze voor dit alternatief volgt vanwege het grote kostenverschil tussen beide alternatieven, samen genomen met de beperkte onderscheidende effecten op milieuthema's. Daarnaast biedt alternatief 1 meer mogelijkheden om recreatieve functies terug te brengen en te versterken. In figuur 4.24 en in bijlage 5 is het bovenaanzicht van het voorkeursalternatief van dit deeltraject weergegeven. De weergave in het bovenaanzicht is een indicatie en nog niet de exacte weergave van waar de dijk en/of constructies komen.

4.6 Inlaatduiker inundatiekanaal

Van mogelijke oplossingen naar kansrijke alternatieven

Er zijn 6 mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld.

Criteria

Voor dit deeltraject geldt dat oplossingsrichting E: 'constructies' niet voldoet aan het criteria 'HWBP subsidiabiliteit'. Doordat deze oplossingsrichting niet sober en doelmatig is in vergelijking met de andere vier overgebleven oplossingsrichtingen voor dit deeltraject (A, C, D en F). Een oplossing met grond (al dan niet gecombineerd met een lichte constructie) is namelijk op dit deeltraject goed inpasbaar: hier is voldoende ruimte waardoor een relatief dure oplossing met een constructie niet 'sober en doelmatig' is. Deze oplossingsrichting valt daarom af.

De volgende oplossingsrichtingsrichtingen zijn voor dit deeltraject op de overige aspecten beoordeeld:

- A: Grond binnenwaarts
- C: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)
- D: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken)
- F: Dijkverlegging buitenzijde

Overige aspecten

Oplossingsrichting A: om te voldoen aan de faalmechanismen piping en stabiliteit is een oplossing met alleen grond binnenwaarts niet voldoende, hiervoor is namelijk te weinig ruimte beschikbaar. Aan de binnenzijde is een oplossing met grond van ca. 20 m noodzakelijk om het faalmechanisme stabiliteit op te lossen. Voor piping zelfs nog meer dan 20 m. Het is vanuit cultuurhistorisch oogpunt wenselijk om de constructie van het inundatiewerk (nominatie Wereld erfgoed) te behouden. Bij de vorige dijkversterking is de dijk daarom buitenwaarts verlegd om de inundatiesluis te sparen [13].

Oplossingsrichting A valt af op de criteria technische maakbaarheid en de negatieve impact op ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorie.

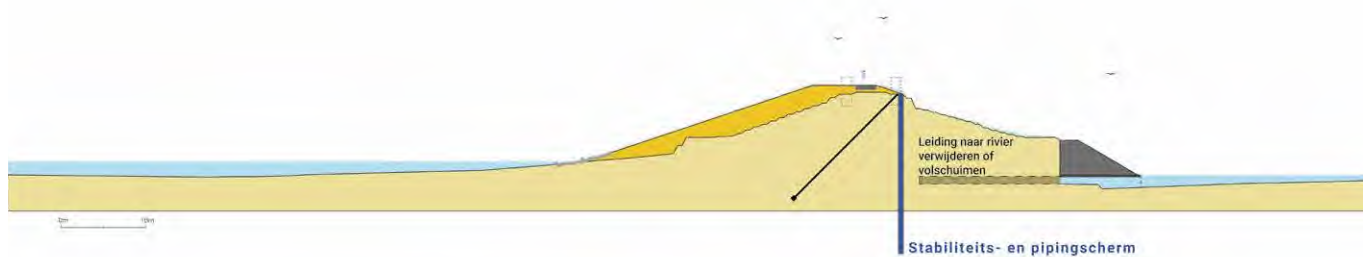
Oplossingsrichting C: het hoogtetekort wordt oplost met grond en een verschuiving van de as naar de buitenzijde (grond buitenwaarts). Een constructie aan de binnenzijde is nodig voor het oplossen van de opgave voor de faalmechanismen piping en macrostabiliteit binnenwaarts.

Oplossingsrichting D lost het hoogtetekort in grond op (met een asverschuiving naar de buitenzijde). Het tekort aan stabiliteit aan de binnenzijde wordt verholpen met een verdere asverschuiving van de kruin naar de buitenzijde, om ruimte te maken voor een berm aan de binnenzijde. Het stuk grond achter de inundatiesluis is erg laag gelegen vergeleken met de omringende delen; het verschil tussen de huidige kruin en het maaiveld aan de binnenzijde bedraagt circa 7 meter. In de technische analyses van deze oplossingsrichting is gebleken dat een brede berm noodzakelijk is om weer te kunnen voldoen aan eisen voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Een rivierwaartse verlegging van de dijk zou dan noodzakelijk zijn. Wanneer ook piping opgelost wordt met grond is de asverschuiving naar buiten dusdanig groot (ordegrootte 100 meter), dat dat niet is in te passen in verband met compensatie voor opstuwing van de rivierwaterstand bij rivierbeheerder Rijkswaterstaat. Daarom is als oplossing voor piping een constructie (kwelscherm of filterconstructie) voorzien aan de binnenzijde van de stabiliteitsberm. Deze oplossingsrichting is vergeleken met de andere oplossingsrichtingen minder duur (minder zware constructies).

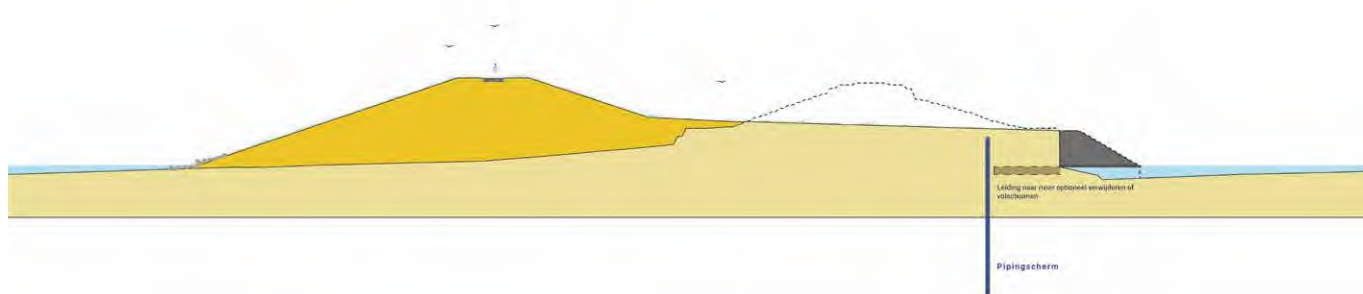
Oplossingsrichting F komt grotendeels overeen met oplossingsrichting D. De benodigde kruinverlegging bij oplossingsrichting D is een gedeeltelijke dijkverlegging

Tabel 4.8 Samenvatting van de trechtering van mogelijke oplossingsrichtingen naar kansrijke alternatieven

Beoordeelde oplossingsrichtingen		Afgevalen oplossingsrichtingen			
C	D	A	F	E	B
Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)	Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken)	Grond binnenwaarts	Dijkverlegging buitenzijde	Constructies	Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde



Figuur 4.25 Kansrijk alternatief 1 Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts)



Figuur 4.26 Kansrijk alternatief 2 (met constructie voor piping om bermlengte te beperken)

met eenzelfde impact. Oplossingsrichting F stelt het behoud van het Inundatiekanaal, sluis/brug en overige bijbehorende elementen centraal. Deze elementen zijn als samenhangend ensemble een rijksmonument en dit moet zoveel mogelijk behouden blijven. De impact van een dijkverlegging kan daarom groot zijn. Aanvullend op de dijkverlegging zijn in het westelijke deel van dit deeltraject ook damwanden nodig voor piping en een constructie (kwelscherm / filterconstructie) aan de binnenzijde van de stabiliteitsberm. Hierdoor is oplossingsrichting F vrijwel hetzelfde als oplossingsrichting D. Daarom is ervoor gekozen om oplossingsrichting F te laten vervallen; maar oplossingsrichting D als kansrijk alternatief verder uit te werken.

Van kansrijke alternatieven naar voorkeursalternatief

De kansrijke alternatieven die zijn beoordeeld, zijn in figuren 4.25 en 4.26 weergegeven.

Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) (oplossingsrichting C)

De hoogteopgave wordt in dit alternatief opgelost door grond aan de buitenzijde aan te brengen. Aan de binnenzijde van de dijk wordt een stabiliteits- en pipingscherm geplaatst. Dit scherm lost zowel de piping- als stabiliteitsopgave op.

Kansrijk alternatief 2: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om bermlengte te beperken) (oplossingsrichting D)

De hoogteopgave wordt in dit alternatief opgelost door grond aan de buitenzijde aan te brengen. Het tekort aan stabiliteit aan de binnenzijde wordt verholpen door de kruin verder buitenwaarts te verplaatsen (asverschuiving buitenwaarts). Dit is nodig om ruimte te maken voor een berm aan de binnenzijde, die de stabiliteitsopgave oplost. Omdat de asverschuiving naar buiten dusdanig groot moet zijn om deze stabiliteitsopgave op te lossen, wordt ook een pipingscherm geplaatst, om de bermlengte te beperken. Dit scherm lost het pipingprobleem op.

Milieueffecten

De alternatieven scoren niet onderscheidend op de milieuthema's scheepvaart, natuur, externe veiligheid, kabels en leidingen en woon- werk- leefmilieu in het MER fase 1 [16]. Binnen alternatief 2 wordt een stabiliteitsverhogende maatregel in grond uitgevoerd, deze kan in de toekomst worden uitgebreid door een damwand toe te voegen. Dat is binnen alternatief 1 niet het geval, ook zal deze damwand dan verankerd zijn. Alternatief 2 is daardoor beter uitbreidbaar dan alternatief 1. Daarentegen is het extra ruimtebeslag aan de buitenzijde in alternatief 2 vele malen groter dan in alternatief 1. Dit heeft een negatief effect op de rivierkundige waterberging. Wel ontstaat met dit alternatief minder ophopingen van de rivierdebris in de

oksel van de dijk en ontstaat er meer ruimte voor het erf en ontwikkeling van de boomgaard binnendijks.

Alternatief 2 betekent een volledige aanpassing van de gebiedskarakteristiek door het verschuiven van de dijk richting de rivier en het toevoegen van een berm met talud aan de binnenzijde. De karakteristieke duiker met opvallende ingang van het Inundatiekanaal wordt dusdanig aangetast dat de gebiedskarakteristiek als onderdeel van de Nieuwe Hollandse Waterlinie negatief is beoordeeld in het MER. Ook zorgt dit alternatief ervoor dat de afstand tussen het water en het Inundatiekanaal en de rivier erg groot wordt, wat de historische herkenbaarheid vermindert. Bij alternatief 1 is er een minimale impact op de gebiedskarakteristiek en blijft het slanke dijklichaam en de 'knik' in de dijk behouden. Het contact tussen het Inundatiekanaal en de rivier blijft daardoor ook behouden. De knik wordt mogelijk vloeiender vormgegeven door het aanbrengen van grond buitenwaarts.

Ruimtelijke kwaliteit

De beoordeling van ruimtelijke kwaliteit komt geheel overeen als de beschrijving van landschap en cultuurhistorie zoals hierboven is beschreven.

Draagvlak

Er is in de reeds gevoerde gesprekken met omwonenden, gemeente en netbeheerders geen specifieke voorkeur benoemd tussen deze alternatieven. De aanmelding van het kunstwerk als monument legt wel duidelijke juridische beperkingen op de variantenkeuze.

Beheer & beleid

Het verschil ten aanzien van beheerbaarheid is beperkt. Het enige noemenswaardige verschil is dat binnen kansrijk alternatief 2 het binnentalud verflauwd wordt naar 1:3 en meer ruimte ontstaat. Dit komt de beheerbaarheid ten goede.

Kabels en leidingen

Enkele kabels en leidingen moeten mogelijk verlegd worden, het overgrote deel loopt via de brug over het kanaal dus dat vormt naar verwachting geen probleem. In alternatief 2 moet een huisaansluiting verlegd worden maar dit heeft geen grote impact.



Kosten

De geraamde investeringskosten voor kansrijk alternatief 1 en 2 voor dit deeltraject bedragen respectievelijk 8,8 miljoen euro en 7,7 miljoen euro. De meerkosten van kansrijk alternatief 1 ten opzichte van kansrijk alternatief 2 volgen met name door het zware stabiliteitsscherm (verankerde combiwand net onder de binnenkruinlijn). Zie Bijlage 1 voor de SSK-kostenramingen per kansrijk alternatief.

Voorkeursalternatief

Vanwege de (aanstaande) monumentale status van het Inundatiekanaal en het duikercomplex is gekozen voor kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte

oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts). De keuze wordt ondersteund door het kleinere rivierkundige effect, opstuwingswaterstand en impact op het landschap en ruimtelijke kwaliteit.

Aandachtspunt is om voor dit deeltraject zo goed mogelijk aan te sluiten bij dijkversterking Tiel-Waardeburg. Er wordt naar gestreefd om de werkzaamheden op dit deeltraject in dezelfde periode uit te voeren of te combineren met de uitvoering van het buurproject. In figuur 4.27 en in bijlage 5 is het bovenaanzicht van het voorkeursalternatief van dit deeltraject weergegeven. De weergave in het bovenaanzicht is een indicatie en nog niet de exacte weergave van waar de dijk en/of constructies komen.

Figuur 4.27 Voorkeursalternatief deeltraject 6 Inlaatduiker Inundatiekanaal



5 Doorkijk naar de planuitwerkingsfase

5.1 Procedures

Op basis van de keuzes die in het bijgaande voorkeursalternatief zijn gepresenteerd, wordt een projectplan Waterwet opgesteld. Het voorkeursalternatief wordt daartoe eerst uitgewerkt tot een ontwerp-projectplan voor dijkversterking, en daarna tot een beschrijving van het werk en de wijze waarop de dijkversterking zal worden uitgevoerd. De planuitwerkingsfase zal naar verwachting geheel 2020 in beslag nemen.

In de planuitwerkingsfase vindt gedetailleerder onderzoek plaats naar milieueffecten voor het gekozen voorkeursalternatief. Dit wordt gedaan in het milieueffectrapport (MER) 'fase 2'. Het voorkeursalternatief wordt uitgewerkt tot het detailniveau dat nodig is voor de formele besluitvorming en de aanvraag van alle benodigde vergunningen.

Na vaststelling van het projectplan voor dijkversterking (naar verwachting rond de zomer 2021) wordt het definitieve bestek voor het dijktraject voltooid. De uitvoering kan gestart worden zodra het 'juridische spoor' compleet is en alle benodigde vergunningen voor de aanleg verleend zijn door het bevoegd gezag.

5.2 Aandachtspunten voor planuitwerking

Aansluitingen

Voor alle deeltrajecten geldt dat goede en zorgvuldige aansluiting op de naastgelegen deeltrajecten een aandachtspunt is.

Nadere overweging technische keuzes

Binnen de voorkeursalternatieven en bijbehorende kostenraming is gekozen voor een bepaald type constructie. Hierbij wordt opgemerkt dat in de planuitwerkingsfase nader bepaald moet worden of deze constructie inderdaad de beste oplossing is of dat beter een andere type constructie of innovatie kan worden toegepast. Daarnaast wordt ook de dimensionering van de constructies bepaald in de planuitwerkingsfase.

Aanleghoogte en zichtjaar constructies

In de planuitwerkingsfase onderzoeken we of het doelmatiger is om constructies plaatselijk voor 50 jaar in plaats voor 100 jaar te versterken, wat het initiële

uitgangspunt is bij het maken van constructies. Dit geldt bij Deeltraject 3 (Haven) en 4A (Stadswallen - Havendijk).

Kunstwerken

Voor de bestaande coupures geldt dat deze kunstwerken in de planuitwerkingsfase nader beschouwd worden. De Inlaatduiker Inundatiekanaal is in de verkenningsfase al wel meegenomen bij het bepalen van mogelijke oplossingsrichtingen en het trechteren naar een voorkeursalternatief. Daarnaast geldt dat in de planuitwerkingsfase ook de nieuwe coupures (Stadswallen - Havendijk) uitgewerkt worden, waarbij het uitgangspunt is om nieuwe coupures te vermijden of in ieder geval te beperken.

Deeltraject Haven: inpassing constructies en ontsluiting

De ruimtelijke inrichting in deeltraject Haven is complex door de keuzes die gemaakt moeten worden in het verkeerskundige ontwerp en vastgoedontwikkeling. Met name de ontsluiting van het haventerrein vraagt nieuwe coupures en verbreding van de kruin ten behoeve van de verkeersveiligheid moet verder uitgewerkt worden. Ook kan het zijn dat mogelijke verdieping van het gebied achter de dijk voor parkeren of water, extra, diepe constructies vraagt.

Deeltraject Inlaatduiker Inundatiekanaal: aansluiting TIWA

Aandachtspunt voor het vervolg is om voor dit deeltraject zo goed mogelijk aan te sluiten bij dijkversterking Tiel-Waardenburg. Idealiter worden de aanpassingen voor de dijkversterkingen gelijktijdig ontworpen en uitgevoerd. Ook wordt gezocht naar mogelijkheden om de relatief hoge kosten (ca. 8 miljoen euro) voor dit deeltraject omlaag te brengen.

5.3 Riviercompensatie

De voorkeurskeuze in deeltrajecten 3, 5a en 6 vraagt een beperkte verschuiving van de as van de dijk richting de rivier. Dit heeft een klein effect op de rivierwaterstanden (opstuwing). Met het ontwerp in de planuitwerkingsfase berekenen we dit effect. Met het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat) is reeds contact over de manier waarop, waar, en wanneer dit effect gecompenseerd wordt.

Referenties

- [1] Integrale veiligheidsanalyse Stad Tiel, Tauw, R005-1266919KSO-V02, januari 2020
- [2] Aanvulling veiligheidsanalyse Tolhuiswal, IV infra, november 2019
- [3] Veiligheidsanalyse dijkversterking stad Tiel - Deelrapportage Macrostabieliteit & Piping, WSRL, september 2018
- [4] Beoordelingsrapportage hybride langsconstructie stadsmuur Tolhuiswal, Movares, april 2019
- [5] Dijkversterking Stad Tiel - Notitie mogelijke bouwstenen, Tauw, kenmerk: N001-1266919DGL-V01-kzo-NL, 29 april 2019
- [6] Dijkversterking Stad Tiel - Beoordelingskader, Tauw, kenmerk: 20190513-StadTiel-Beoordelingskader-V2.0, 15 april 2019
- [7] Dijkversterking Stad Tiel - Voortoets en Natuurtoets, Tauw, kenmerk: R002-1266919HLB-V02, 14 mei 2019
- [8] Dijkversterking Stad Tiel - Nader soortgericht onderzoek, Tauw, kenmerk: R004-1266919MFO-V01-ibs, 30 september 2019
- [9] Dijkversterking Stad Tiel - Vooronderzoek water- en landbodem, Tauw, kenmerk: R001-1266919RJB-V01-baw-NL, 8 juli 2019
- [10] Dijkversterking Stad Tiel - Verhardingsonderzoek, Tauw, kenmerk: R003-1266919SCK-V02-mwl-NL, 9 december 2019
- [11] Archeologisch bureauonderzoek - Dijkversterkingswerkzaamheden in de gemeente Tiel, Transect, kenmerk: Transect-rapport 2175, 21 juni 2019
- [12] Risicoanalyse CE, T&A Survey, 2019
- [13] Dijkversterking Stad Tiel- Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit, H+N+S, oktober 2019.
- [14] Technische uitgangspuntennotitie (TUN) Verkenningsfase Dijkversterking Stad Tiel, Tauw, R006-1266919DGL-V02, januari 2020
- [15] Ontwerpuitgangspunten Primaire keringen 2.0, WSRL, status Definitief, september 2019
- [16] Dijkversterking Stad Tiel - Concept Milieueffectrapport fase 1, deel A, Tauw, kenmerk: R005-1266919TLS-V01, 5 november 2019
- [17] Dijkversterking Stad Tiel - Concept Milieueffectrapport fase 1, deel B, Tauw, kenmerk: R006-1266919TLS-V01, 5 november 2019
- [18] Notitie Reikwijdte en Detailniveau, vastgesteld Directieraad WSRL 12 augustus 2019, goedgekeurd door provincie Gelderland 1 december 2019
- [19] Kostenrapportage Kansrijke Alternatieven Dijkversterking Stad Tiel. Tauw December 2019
- [20] Dijkversterking Stad Tiel, Technische Achtergrondrapportage verkenningsfase, Tauw R007-1266919NPL-V02, januari 2020

Bijlagen

The page features a decorative background with a wavy, layered green pattern. The top section is white, containing the title 'Bijlagen' in a bold, dark purple font. Below this, the background transitions into a light green band, followed by a darker green band with a wavy, organic shape, and finally a solid, vibrant green area at the bottom.

Bijlage 1 Geraamde investeringskosten (bandbreedte 20%) in miljoenen euro (incl. BTW)

Deelgebied	Variante 1	Variante 2	Variante 3	VKA
Voorhavendijk	2,3	5,1		2,3
Haven (Echteldsedijk)	4,7	10,5	16	7,5
Stadswallen- Havendijk	1,7	1,1		1,1
Stadswallen- Ravelijnmuur	0,8	0,8		0,8
Ophemertsedijk A	3,7	6		3,7
Ophemertsedijk B	6	9,8		6
Innundatiekanaal	8,8	7,7		8,8
	28	41	16	30,2

De tabel geeft de kale bouwkosten, exclusief planschade, schadecompensaties, of kosten voor ruimtelijke inpassing. (Deze kosten zijn afgewogen onder 'Draagvlak')



Bijlage 2 Toelichting op de faalmechanismen

Faalmechanismen zijn vormen van opeenvolgende gebeurtenissen die ertoe leiden dat een dijk bezwijkt. De faalmechanismen waarop delen van de dijk van Stad Tiel zijn afgekeurd worden in deze paragraaf toegelicht. Deze faalmechanismen volgen uit de analyse gebaseerd op de veiligheidsanalyse die is uitgevoerd voor zowel de Groene dijk als de langsconstructies.

Hoogte

Een dijk kan bezwijken door het faalmechanisme hoogte als de kruin van de dijk niet voldoende hoog is, waardoor water bij golfslag over de dijk stroomt. Dit stromende water kan de dijk beschadigen en verzadigt de binnenkant van de dijk, waardoor de dijk verzwakt. De hoeveelheid water die over de dijk slaat, wordt aangeduid met 'overslagdebiet'. De vereiste kruinhoogte van een dijk wordt berekend op basis van de verwachte waterstanden in de toekomst, de daarbij horende golfhoogtes die kunnen optreden en het toegestane overslagdebiet.

Figuur B3.1 Faalmechanisme Hoogte



Macrostabiliteit binnenwaarts

Wanneer bij hoogwater water tegen de dijk staat, dringt water langzaam de dijk in. Het materiaal van de dijk raakt dan verzadigd met water. Doordat de waterdruk tussen klei en zandkorrels toeneemt, neemt de sterkte af. Daardoor kunnen de zandkorrels en klei langs elkaar gaan schuiven. Een grondmoot van het talud kan dan afschuiven aan de binnenkant. Op de plek van de afschuiving (glijcirkel) wordt de dijk zwakker en kan bezwijken, het binnentalud van de dijk is dan niet stevig of stabiel genoeg.



Figuur B3.2 Faalmechanisme Macrostabiliteit binnenwaarts

Piping

Een dijk en de grond onder de dijk is nooit helemaal waterdicht. Water stroomt langzaam onder de dijk door (kwel), zeker bij hoge waterstanden. Dit gebeurt veelal na het opbarsten van de deklaag (door waterdruk) aan de binnenzijde van de dijk.

Wanneer zanddeeltjes ook meegevoerd worden met het water, kan door terugschrijdende erosie een holle ruimte,



Figuur B3.3 Faalmechanisme Piping

ook wel 'pipe' genoemd, onder de dijk ontstaan. Aan de dijk zelf is dat niet te zien, maar van binnenuit wordt de dijk langzaam uitgehold. Daardoor wordt de dijk ondermijnd en kan bezwijken. Dit faalmechanisme noemen we piping.

Mogelijke bouwstenen

Een bouwsteen is een technische mogelijkheid om de dijk te versterken op een specifiek faalmechanisme. Gecombineerd binnen het dwarsprofiel van de dijk vormen bouwstenen voor verschillende mechanismen een oplossingsrichting. Het aaneenschakelen van oplossingen leidt vervolgens tot een alternatief vanuit een bepaalde thematische visie op het dijktraject.

Om via mogelijke oplossingen uiteindelijk in een later stadium van dit project tot (kansrijke) alternatieven te komen, zijn alle bouwstenen verzameld die na een eerste blik op de dijk toe te passen zijn voor de dijkversterking Stad Tiel.

Zo is het mogelijk om de dijk te verhogen met grond of met een constructie en kan piping voorkomen worden met een berm van grond of met een scherm onder de dijk. De bouwstenen voor dijkversterking Stad Tiel zijn verzameld door het technisch team. Het overzicht van alle mogelijke bouwstenen is te raadplegen in de Notitie Bouwstenen [5]. Dat zijn in totaal bijna 40.

Indien de hoogte-, stabiliteits- en pipingopgave opgelost worden door dezelfde constructie dan wordt dit een zelfstandig waterkerende constructie (Type I).

Samenstelling mogelijke oplossingsrichtingen uit bouwstenen

Van bouwstenen naar mogelijke oplossingsrichtingen In de zeef 0-sessie samen met onder andere specialisten (waterveiligheid, omgevingsmanagement) en de beheerder van het waterschap (6 mei 2019) heeft een allereerste trechtering plaats gevonden: van alle mogelijke bouwstenen naar mogelijke oplossingsrichtingen per traject. Samengestelde bouwstenen binnen het dwarsprofiel van de dijk geven een oplossingsrichting.

Tabel B2.1 Bouwstenen dijkversterking Stad Tiel

Faalmechanisme	Naam bouwsteen
Hoogte	In grond: Kruinverhoging vierkant
	In grond: Kruinverhoging buitenwaarts
	In grond: Kruinverhoging binnenwaarts
	Constructie op de dijk (evt demontabel)
	Bekleding kruin en binnentalud versterken
	Golfdempende maatregelen
Macrostabiliteit binnenwaarts	Verflauwen binnentalud
	Steunberm binnenzijde
	Buitenwaartse kruinverlegging i.c.m. steunberm binnenzijde
	Verticale langsconstructie binnenkruin
	Verticale langsconstructie buitenkruin
	Verticale langsconstructie binnenteen
	Innovatief: dijkvernagelingstechnieken
	Innovatief: drainagetechnieken
	Innovatief: taludstabilisatie
Piping	Voorlandverbetering
	Pipingberm binnenzijde
	Verticale langsconstructie binnenzijde
	Innovatief: filterscherm
	Innovatief: drainagetechnieken

Dit heeft geresulteerd in vijf mogelijke oplossingen: Grond binnenwaarts, Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde, Grond buitenwaarts, Grond buitenwaarts + constructies binnenzijde en Constructies.

Grond binnenwaarts

De buitenteen blijft gehandhaafd. Extra ruimtebeslag ten opzichte van de huidige situatie wordt, in principe, in grond aan de binnenzijde uitgevoerd. Deze oplossing lost de



Figuur B3.4 Schematische weergave oplossingsrichting Grond binnenwaarts

opgave voor de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en -buitenwaarts en piping op.

Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde

Deze oplossingsrichting was in het begin van de verkenningsfase toegevoegd als mogelijke oplossing, mede om de macrostabiliteit buitenwaarts op te lossen. In de loop van de verkenningsfase is gebleken dat macrostabiliteit buitenwaarts geen opgave meer is voor alle deeltrajecten. De oplossing grond binnenwaarts + constructies buitenzijde is daarom ook voor alle deeltrajecten vervallen. Toch wordt deze oplossing hier kort toegelicht, aangezien deze in hoofdstuk 4 benoemd wordt.

De buitenteen blijft gehandhaafd. Een opgave aan de buitenzijde (macrostabiliteit buitenwaarts) wordt opgelost met constructies. Extra ruimtebeslag ten opzichte van de huidige situatie wordt, in principe, aan de binnenzijde in grond uitgevoerd. Daarmee wordt de opgave voor de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en piping opgelost.



Figuur B3.5 Schematische weergave oplossingsrichting Grond binnenwaarts + constructies buitenzijde

Grond buitenwaarts + constructies binnenzijde

De binnenteen blijft gehandhaafd. Een opgave aan de binnenzijde (macrostabiliteit binnenwaarts, piping) wordt opgelost met constructies. Extra ruimtebeslag ten opzichte van de huidige situatie wordt, in principe, aan de buitenzijde in grond uitgevoerd. Daarmee wordt de opgave voor de faalmechanismen hoogte opgelost.



Figuur B3.6 Schematische weergave oplossingsrichting Grond buitenwaarts + constructies binnenzijde

Grond buitenwaarts

De binnenteen blijft gehandhaafd. Extra ruimtebeslag ten opzichte van de huidige situatie wordt, in principe, in grond aan de buitenzijde uitgevoerd. Daarmee wordt de opgave voor de faalmechanismen hoogte, macrostabiliteit binnenwaarts en piping opgelost.



Figuur B3.7 Schematische weergave oplossingsrichting Grond buitenwaarts

Constructies (evt. met hoogte in grond)

De opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts en piping wordt opgelost in constructies. De hoogte-opgave wordt eveneens met een constructie opgelost, mits geen ruimte beschikbaar is om te verhogen in grond (binnenzijde, vierkant of buitenzijde). Een constructie in de vorm van een zelfstandige waterkering lost de opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts, piping en hoogte op.



Figuur B2.8 Schematische weergave oplossingsrichting Constructies

Bijlage 3 Tabeloverzicht Kansrijke alternatieven

Onderstaande tabel geeft de kansrijke alternatieven per deeltraject weer.

Deeltraject	Kansrijke alternatieven
1 Voorhavendijk	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (met een constructie voor piping om de berm lengte te beperken) - Kansrijk alternatief 2: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts)
2 Fluvia Tiel	Dit traject maakt geen onderdeel uit van dit project (is reeds uitgevoerd)
3 Haven (Echteldsedijk)	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) - Kansrijk alternatief 2: Constructies (zelfstandige waterkering) - Kansrijk alternatief 3: Grond buitenwaarts (met constructie om verkleining haven te voorkomen)
4A Stadswallen – Havendijk (Basalt)	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) - Kansrijk alternatief 2: Constructies (voor hoogte en piping)
4B Stadswallen – Stadsmuur	Op dit deeltraject is geen veiligheidsopgave
4C Stadswallen –Ravelijnmuur	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) - Kansrijk alternatief 2: Constructies (zelfstandige waterkering)
5A Ophemertsedijk A (Bellevue-Aldi-terrein)	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) - Kansrijk alternatief 2: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)
5B Ophemertsedijk B (Aldi-Innundatiekanaal)	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Grond binnenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken) - Kansrijk alternatief 2: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving binnenwaarts)
6 Inlaatduiker Inundatiekanaal	<ul style="list-style-type: none"> - Kansrijk alternatief 1: Constructies (binnenzijde), hoogte oplossen met grond (asverschuiving buitenwaarts) - Kansrijk alternatief 2: Grond buitenwaarts (met constructie voor piping om berm lengte te beperken)

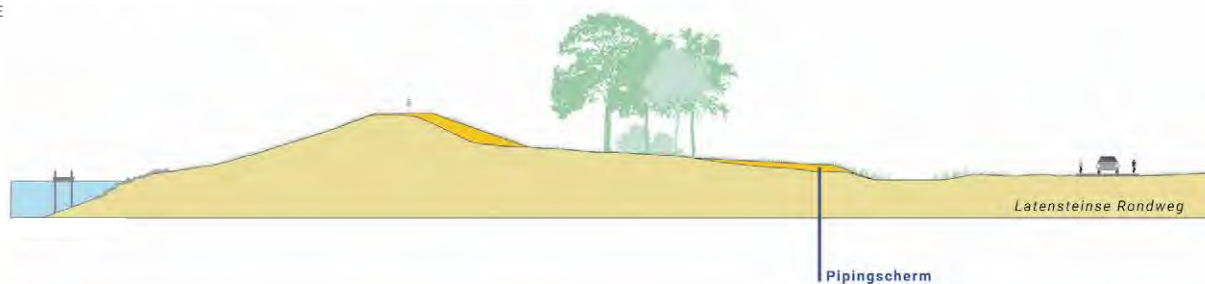
Bijlage 4 Benodigde ruimte voorkeursalternatief

DEELTRAJECT 1: VOORHAVENDIJK

KANSRIJK ALTERNATIEF 1:

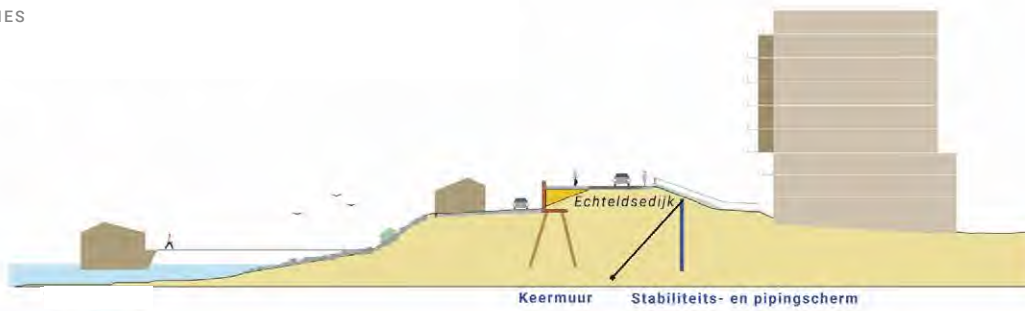
GRON

BERMLE



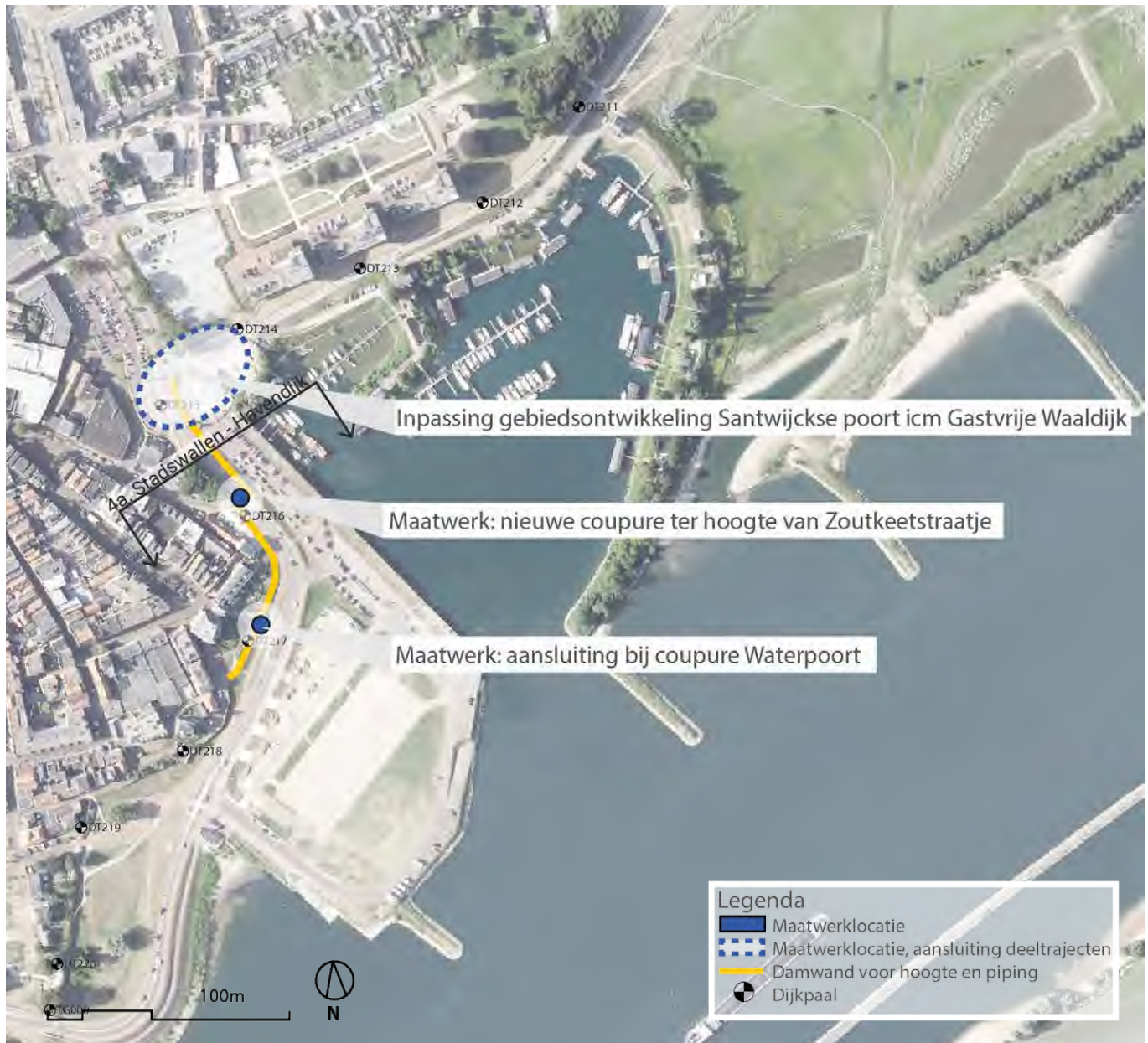
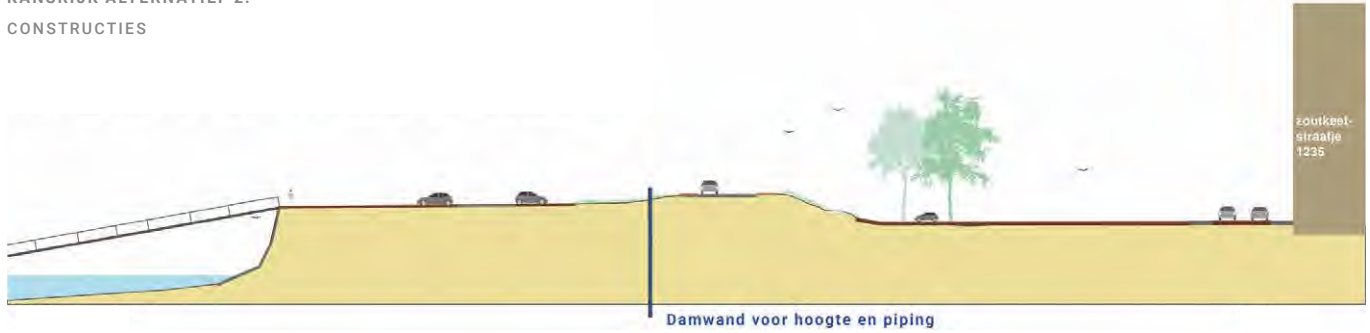
DEELTRAJECT 3: HAVEN (ECHTELSEDIJK)

KANSRIJK ALTERNATIEF 2:
CONSTRUCTIES



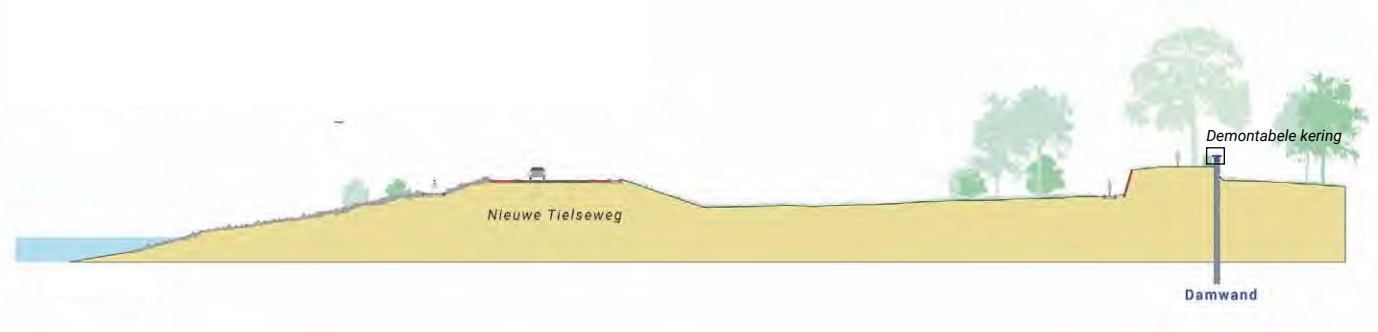
DEELTRAJECT 4A: STADSWALLEN - HAVENDIJK

KANSRIJK ALTERNATIEF 2:
CONSTRUCTIES



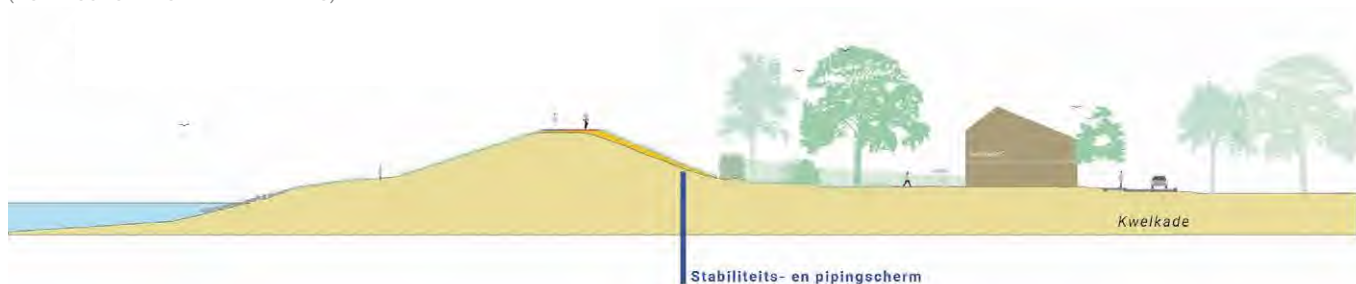
DEELTRAJECT 4C: STADSWALLEN - RAVELIJNMUUR

KANSRIJK ALTERNATIEF 2:
CONSTRUCTIES (ZELFSTANDIGE WATERKERING MET DEMONTABELE KERING)



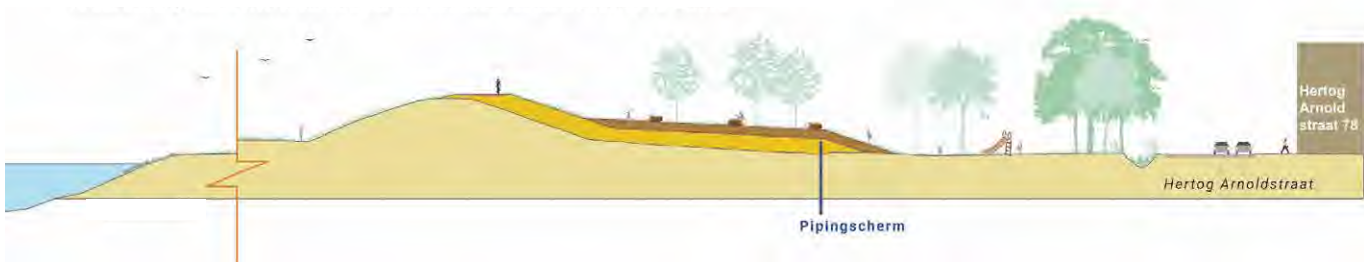
DEELTRAJECT 5A: OPHEMERTSEDIJK (BELLEVUE - ALDI-TERREIN)

KANSRIJK ALTERNATIEF 1:
CONSTRUCTIES (BINNENZIJDE), HOOGTE OPLOSSEN MET GROND
(ASVERSCHUIVING BINNENWAARTS)



DEELTRAJECT 5B: OPHEMERTSEDIJK (ALDI-TERREIN - INUNDATIEKANAAL)

KANSRIJK ALTERNATIEF 1:
GROND BINNENWAARTS (MET CONSTRUCTIE VOOR PIPING OM
BERMLENGTE TE BEPERKEN), INCLUSIEF LEEFLAAG



DEELTRAJECT 6: INLAATDUIKER INUNDATIEKANAAL

KANSRIJK ALTERNATIEF 1:
 CONSTRUCTIES (BINNENZIJD), HOOGTE OPlossen MET GROND
 (ASVERSCHUIVING BUITENWAARTS)

