

Nota Voorkeursalternatief

Verkenning Dijkversterking SAFE

*sterke dijken
schoon water*



Verantwoording

Titel Nota Voorkeursalternatief
Subtitel Verkenning Dijkversterking SAFE

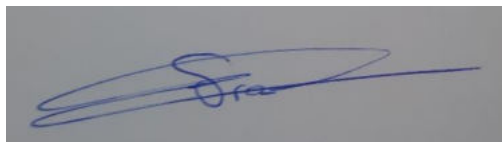
Projectnummer 372970
Referentienummer NL21-648800269-8425
Revisie Definitief
Datum 02-05-2022

Auteur(s) Nadine Keller
E-mailadres Nadine.keller@sweco.nl

Gecontroleerd door Tom Raadgever
Paraaf gecontroleerd



Goedgekeurd door Steven van Twist
Paraaf goedgekeurd



Revisiebeheer

Revisie	Datum	Status	Belangrijkste wijzigingen
Stefan, Nelle	Sept '20	10% versie	Opbouw aangepast
Stefan, Nelle	Nov '20	90% t/m bouwstenen	Schrijfstijl aangepast en tabellen toegevoegd, inleidende hoofdstukken
Stefan, Nelle	Jan/feb '21	90% t/m selectie KA's	Aangevuld t/m kansrijke alternatieven
Nelle, Pieter	Jun '21	90% t/m VKA	Aangevuld t/m voorkeursalternatief
WSRL, ABG	Oktober '21	99% m.u.v. dijkzone 11	Verwerken opmerkingen WSRL / ABG
WSRL, ABG, BBG	December '21	99%	Nieuwe kansrijke alternatieven dijkzone 2 en 11 toegevoegd
WSRL	Januari 2022	99%	Commentaar ABG verwerkt, Nota aangepast op aangepaste alternatieven
WSRL	Januari 2022	eindconcept	Vrijgave voor inspraak
WSRL	Mei '22	Definitief	Verwerking inspraakreacties + ambsthalve wijzigingen (zie Reactienota)

Samenvatting

Waarom project SAFE?

De komende jaren werkt Waterschap Rivierenland (WSRL) aan de versterking van de Lekdijk tussen Streefkerk, Ameide en Fort Everdingen (SAFE). De normtrajecten 16-3 en 16-4 staan hoog op de landelijke programmering van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Uit toetsing van de voorverkenning blijkt dat circa 34 kilometer van de 40 kilometer lange dijk in meer of mindere mate niet voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm van 2017. Het HWBP en het bestuur van WSRL hebben afgesproken dat de dijk stap voor stap wordt versterkt, oftewel door middel van een partiële versterking. Dit kan, omdat de dijk uiterlijk in 2050 moet voldoen aan de veiligheidsnormen. De dijkvakken die in de voorverkenning het meest afweken van de veiligheidsnorm, worden als eerste aangepakt. Dit is in totaal circa 9 a 10 km. De planning is om de versterking in 2027 af te ronden. De verwachting is dat de resterende opgave niet in één keer wordt opgepakt, maar lokaal en in samenhang met gemeenten en provincies.

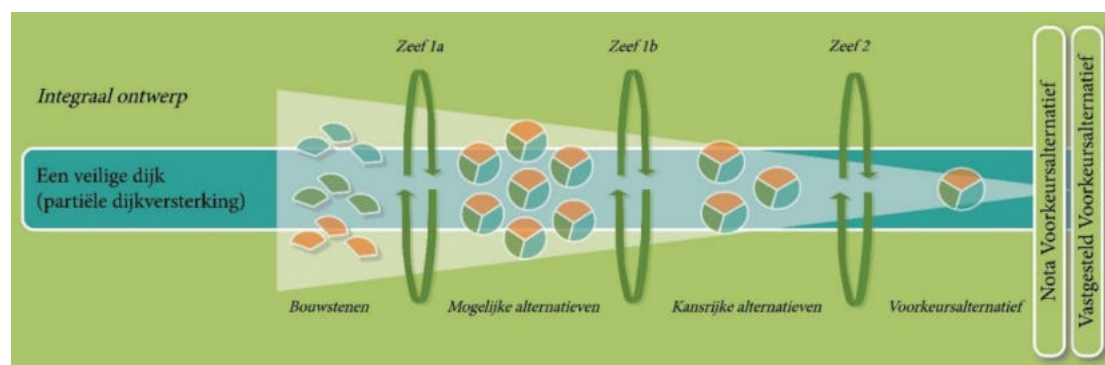
Doelen, randvoorwaarden en ambities

De doelstelling is het verlagen van de actuele overstromingskans in normtrajecten 16-3 en 16-4 van 1:100 naar 1:1.000. Zodat we veilig kunnen wonen, werken en recreëren, nu en in de toekomst. We versterken op basis van veiligheidsrendement. Oftewel, we bekijken hoe we het geld voor waterveiligheid het meest effectief kunnen besteden. De technische opgave staat hierbij centraal. Binnen het project zorgen we voor behoud van ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden in het gebied. Om de ruimtelijke kwaliteit goed te borgen zijn kaders opgesteld, waarbij de huidige situatie, kansen en knelpunten, en ruimtelijke ontwerpprincipes in beeld zijn gebracht. Belangen van bewoners, bedrijven, overheden en andere betrokken partijen zijn in kaart gebracht. Ook zijn ambities op gebied van duurzaamheid en innovatie en meekoppelkansen in beeld gebracht. Waar mogelijk nemen we de belangen, ambities en kansen mee in onze plannen.

Het proces om te komen tot een voorkeursalternatief

In het ontwerp- en afwegingsproces is in drie stappen van grof naar fijn toegewerkt naar een voorkeursalternatief. De drie doorlopen stappen zijn (zie ook Figuur 0-1):

- Zeef 1a: inventarisatie, beoordeling en selectie bouwstenen;
- Zeef 1b: ontwerp mogelijke alternatieven, beoordeling en selectie kansrijke alternatieven;
- Zeef 2: ontwerp kansrijke alternatieven, (MER)-beoordeling en selectie voorkeursalternatief.



Figuur 0-1: Schematische weergave van het ontwerp- en afwegingsproces van de verkenningsfase.

Elke stap begon met een creatieve ontwerpstep waarin we alternatieve oplossingen hebben geïnventariseerd, gecombineerd, gedimensioneerd en/of ingepast. Elke fase is afgesloten met de beoordeling van kosten en effecten en de afweging en selectie van oplossingen die doorgaan naar de volgende stap. Het ontwerp- en afwegingsproces is per dijkzone doorlopen. Daarbij hebben we nauw samengewerkt met de regionale partners en bewoners en bedrijven aan de dijk. De omgevingsinformatie die is opgehaald is gebruikt voor het afwegen en selecteren van het voorkeursalternatief.

Partieel of integraal?

Bij het opstellen van de mogelijke alternatieven en kansrijke alternatieven hebben we naast de partiële ook integrale alternatieven opgesteld. In een integraal alternatief worden alle geconstateerde faalmechanismen opgelost. Naast macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) en piping (STPH) hebben we daarbij gekeken naar het faalmechanisme hoogte (GEKB). Integrale alternatieven zijn in het zeefproces alleen als kansrijk gezien als ze a) een hoog veiligheidsrendement hebben, of b) tegen beperkte meerkosten kunnen worden gerealiseerd én leiden tot lagere levensduurkosten of een sterke vermindering van overlast voor de omgeving. N.B. Bij alle alternatieven en in het bijzonder bij de partiële alternatieven is de uitbreidbaarheid in een volgende versterkingsronde geborgd.

Onderbouwing voorkeursalternatief per dijkzone

De dijkversterkingsmaatregelen vinden plaats verspreid over circa 10 km in 10 verschillende dijkzones. Om de dijkversterking goed aan te sluiten op de specifieke opgaven en omgeving is per dijkzone een voorkeursalternatief gekozen. Het voorkeursalternatief en de onderbouwing daarvoor zijn samengevat in Tabel 0-1.

Tabel 0-1: Samenvatting en onderbouwing voorkeursalternatief per dijkzone.

Dijkzone	Indicatieve lengte dijkzone	Dijkvak	Opgeloste faalmechanismen	2e ronde versterking nodig voor 2050?	Type oplossing	Onderbouwing
1. Fort Everdingen	0,4 km	1	STBI (stabiliteit binnenwaarts)	Nee	Binnenberm + Maatwerklocatie (te onderzoeken: berm i.c.m. sloot dempen)	Hoogste veiligheidsrendement Behoud Werelderfgoed
2. Vianen-Oost	0,9 km	16-18	STPH (piping) & STBI	Ja	Constructie	Hoogste veiligheidsrendement + Behoud landschap/ cultuurhistorie
		19-20	STBI	Ja	Binnenberm (westzijde) (te onderzoeken: bomen en leeflaag op berm dv 19-20, terugvaloptie constructie)	Hoogste veiligheidsrendement + Behoud landschap/ cultuurhistorie
3. Vianen-West	1,4 km	21-22/23	STPH & STBI	Nee	Buitenwaartse asverschuiving + kruinverhoging + pipingvoorziening	Behoud hoge cultuurhistorische waarden en uitbreidbaarheid / duurzaamheid
		22/23-24	STPH & STBI	Ja	Constructie	Behoud hoge cultuurhistorische waarden en ruimtelijke kwaliteit
4. Helsdingen	0,9 km	26 - 27	STBI	Ja	Binnenberm	Hoogste veiligheidsrendement Behoud flora en fauna/ landbouwareaal

Dijkzone	Indicatieve lengte dijkzone	Dijkvak	Opgeloste faalmecha- nismen	2e ronde versterking nodig voor 2050?	Type oplossing	Onderbouwing
6. Achthoven- Oost	1,2 km	34II-37	STBI & STPH	Nee	Binnenberm + pipingvoorziening (tot VY019)	Binnenberm hoogste veiligheidsrendement waar <i>geen</i> diep pipingscherf nodig is
				Nee	Constructie (vanaf VY019) (te onderzoeken: optie berm i.c.m. pipingscherf)	Synergie constructie voor diep pipingprobleem en stabiliteit, Behoud woningen en bedrijven
7. Achthoven- West	0,9 km	39 - 40	STBI	Ja	Binnenberm + Maatwerklocaties	Hoogste veiligheidsrendement
8. Sluis	0,2 km	44	STBI verzadigd	Ja	Taludverflauwing	Hoogste veiligheidsrendement
		46	STBI	Ja	Buitenwaartse kruinverbreding (te onderzoeken: noodzaak en inpassing, terugvaloptie constructie)	Hoogste veiligheidsrendement
9. Tienhoven	0,9 km	49	STBI verzadigd & STPH	Nee	Taludverflauwing + pipingvoorziening	Behoud woningen/ percelen
		50-51	STBI & STPH	Nee	Constructie (te onderzoeken: optie berm i.c.m. pipingscherf)	Synergie constructie voor diep pipingprobleem en stabiliteit
10. Langerak	0,6 km	58-60	STBI & STPH	Ja	Constructie	Behoud woningen en bedrijven Behoud zomerbed rivier
11. Veer Bergstoep - Streefkerk	2,3 km	81-82	STBI & GEKB	Nee	Buitenwaartse asverschuiving + kruinverhoging (te onderzoeken: inrichting berm en huisaansluitingen, terugvaloptie constructie)	Behoud woningen en bedrijven, minder aantasting ruimtelijke kwaliteit dan 11.1 met zeer brede kruin
		85	STBI verzadigd	Ja	Verhoging tuimelkade (te onderzoeken: asverschuiving + verhoging)	Hoogste veiligheidsrendement/ Behoud woningen en bedrijven
		86	STBI & GEKB	Nee, m.u.v. constructie aan westzijde dijkvak	Buitenwaartse asverschuiving + kruinverhoging / Constructie (westzijde) (te onderzoeken: inrichting berm en huisaansluitingen, terugvaloptie constructie)	Hoogste veiligheidsrendement Behoud woningen en bedrijven Constructie westzijde i.v.m. behoud woningen en zomerbed rivier

Samenvattend vindt het merendeel van de versterking plaats met grondoplossingen. Over circa 3,4 km worden binnenbermen gerealiseerd of vergroot of wordt het binnentalud verflauwd. Over circa 0,5 km hiervan wordt de binnenberm gecombineerd met een pipingvoorziening. Over circa 2,9 km vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats. Waar er geen ruimte is voor een grondoplossing, of waar een

constructie een hoger veiligheidsrendement heeft, worden constructieve oplossingen toegepast. Constructieve oplossingen voor stabiliteit en piping worden over ca. 3,2 km toegepast. Over ca 0,3 km zijn in verschillende dijkzones maatwerklocaties aangewezen (zie Tabel 0-1) om bestaande panden of waarden te kunnen behouden. Hier kunnen grondoplossingen of constructies of combinaties daarvan worden toegepast. In de verkenningsfase is voor deze locaties een voorlopige keuze gemaakt, om de effecten en kosten in te kunnen schatten. In de planuitwerkingsfase wordt een definitieve keuze gemaakt, gebaseerd op aanvullend onderzoek en in overleg met betrokken stakeholders.

Wat is de status?

In de concept Nota Voorkeursalternatief staat het globale dijkontwerp per dijkzone en hoe dit tot stand is gekomen. Er staat niet in hoe dijk tot op perceelniveau versterkt gaat worden. Dit wordt in de volgende fase uitgewerkt. Daarnaast is het waterschap nog in overleg met betrokken overheden (gemeentes, provincies en Rijkswaterstaat) over de dijkversterking SAFE. De concept Nota VKA is dus nog niet definitief; er zijn nog veranderingen mogelijk.

Compenserende en mitigerende maatregelen

Omdat de dijkversterking ruimtebeslag heeft op Natuur Netwerk Nederland (NNN) en Kader Richtlijn Water (KRW) ecotopen, moeten compenserende of mitigerende maatregelen worden getroffen. De compensatieopgave voor NNN is op basis van een maximaal ruimtebeslag inclusief kwaliteitstoeslag ca. 1,6 ha in de provincie Utrecht en ca. 4,7 ha in de provincie Zuid-Holland. Mogelijk blijkt op basis van nader onderzoek dat er een aanvullende toeslag voor kwalitatieve verstoring van toepassing is. Voor KRW geldt dat in totaal ca. 5,8 ha van ecotoop R8 (zoete getijdewateren op zand of klei) wordt geraakt, waarvan ca. 4,3 ha overlapt met NNN.

Bij dijkzone 3, 8 en 11 vindt in het voorkeursalternatief een buitenwaartse asverschuiving plaats. Er wordt een volume van in totaal ca. 180.000 m³ aangebracht in het huidige rivierbed. De rivierkundige effecten zullen in de planuitwerking verder worden onderzocht conform het Rivierkundig Beoordelingskader en er zal zo nodig een compensatieplan worden opgesteld. Als rivierkundige compensatiemaatregelen nodig zijn binnen NNN-/KRW-gebied, moet mogelijk aanvullende compensatie van NNN/KRW plaatsvinden.

Aandachtspunten en meekoppelkansen

In een aantal dijkzones kan het type oplossing of het ruimtebeslag nog significant veranderen op basis van nader onderzoek in de planuitwerkingsfase. Voor dijkzone 1 wordt onderzocht of de bermbreedte geoptimaliseerd kan worden bij het dempen van de sloot. Voor dijkzone 2 wordt nader onderzocht welk type bomen kan worden terugplaatst op de binnenberm ter hoogte van het Jufferslaantje en welke leeflaag daarvoor nodig is. Een mogelijke terugvaloptie is een constructie. Voor dijkzone 2, 4 en 7 wordt nader onderzocht in hoeverre de nu in het voorkeursalternatief gehanteerde extra brede berm ten behoeve van een latere verhoging daadwerkelijk wenselijk, vergunbaar en financieerbaar is. Andere mogelijkheden zijn een ruimtereservering of directe kruinverhoging in deze versterkingsronde. Ook in andere dijkzones met een restopgave (deel van 3, 8, 10 en een deel van 11) wordt nader bekeken of het wenselijk en haalbaar is om meteen een integrale oplossing toe te passen. Voor delen van dijkzone 6 en 9 wordt geanalyseerd in hoeverre de pipingopgave zo diep zit dat een gecombineerde constructie daadwerkelijk nodig is. Als dit niet het geval is, wordt een binnenberm met verticale pipingvoorziening overwogen. In dijkzone 8 is de plaatselijke grondoplossing in de bocht aan de buitenzijde van dijkvak 46 qua ruimtelijke kwaliteit onwenselijk en wordt geprobeerd met nader onderzoek de opgave te verkleinen en vervolgens in te passen. Ook hier is een constructie een mogelijke terugvaloptie. Voor dijkzone 11 wordt tot slot nader onderzocht hoe de nieuwe binnenberm wordt vormgegeven (o.a. hoogte), ingericht en hoe de huizen worden ontsloten.

Het voorkeursalternatief biedt ruimte voor het realiseren van meekoppelkansen en ambities op gebied van duurzaamheid en innovatie. Ook deze worden in de planuitwerkingsfase verder uitgewerkt en ingevuld.

Vervolgproces

Het voorkeursalternatief vormt het vertrekpunt voor de planuitwerkingsfase. Daarin werken we het voorkeursalternatief verder uit tot een gedetailleerd projectbesluit. Geheel volgens de Omgevingswet met milieueffectrapportage, bijbehorende vergunningen en planologische wijzigingen. In deze fase wordt ook een aannemer betrokken en starten de voorbereidingen voor de daaropvolgende realisatiefase.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Inhoudsopgave	8
1 Inleiding	9
2 Het projectgebied	12
3 Doelen, randvoorwaarden, uitgangspunten en ambities.....	14
4 Proces naar het voorkeursalternatief	23
5 Dijkzone 1 - Fort Everdingen.....	30
6 Dijkzone 2 – Vianen-Oost	40
7 Dijkzone 3 – Vianen-West	55
8 Dijkzone 4 – Helsdingen	68
9 Dijkzone 6 – Achthoven-Oost	79
10 Dijkzone 7 – Achthoven-West	88
11 Dijkzone 8 – Sluis.....	96
12 Dijkzone 9 – Tienhoven	106
13 Dijkzone 10 – Langerak.....	115
14 Dijkzone 11 – Veer Bergstoep - Streefkerk	123
15 Overige langsconstructies	142
16 Conclusies en vervolgproces.....	144
Bronnen	151
Verklarende woordenlijst	153
Bijlagen	156

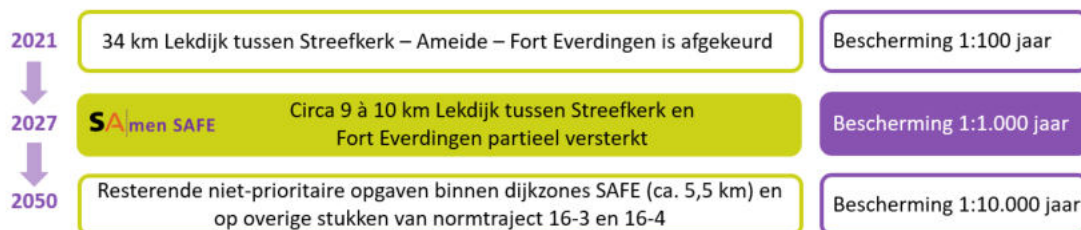
1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor SAFE

In 2017 is de Waterwet gewijzigd en zijn nieuwe veiligheidsnormen afgesproken om overstromingen te voorkomen. In 2050 moeten alle primaire waterkeringen voldoen aan de nieuwe normering. Alle dijken zijn onderverdeeld in normtrajecten. De zuidelijke Lekdijk tussen Streefkerk en Fort Everdingen (SAFE) bestaat uit de normtrajecten 16-3 en 16-4. Op beide trajecten geldt sinds 2017 een veiligheidsnorm (ondergrens) van 1:10.000 jaar in het jaar 2050. Dat betekent dat in 2050 de kans op overstroming niet groter mag zijn dan één keer per 10.000 jaar.

Uit toetsing blijkt dat circa 34 kilometer van de 40 kilometer lange dijk in meer of mindere mate niet voldoet aan de gestelde waterveiligheidsnorm. Daarom is het project SAFE opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Dit is een onderdeel van het Deltaprogramma, waarin de waterschappen en Rijkswaterstaat samenwerken om de primaire waterkeringen aan de veiligheidsnorm te laten voldoen. Het versterken van de normtrajecten 16-3 en 16-4 staan hoog op de prioriteitenlijst van het landelijke HWBP-programma. Daarom werkt Waterschap Rivierenland (WSRL) de komende jaren aan de versterking van de Lekdijk tussen Streefkerk, Ameide en Fort Everdingen.

Bestuurlijk is afgesproken dat WSRL de dijk stap voor stap gaat versterken, oftewel door middel van een partiële versterking. Dit kan, omdat de dijk uiterlijk 2050 moet voldoen aan de veiligheidsnormen. De scope voor het partieel versterken is bepaald op basis van de veiligheidsanalyse van 2019. We kijken dus alleen naar de toen geselecteerde dijkzones. De dijkzones die het meest afwijken van de veiligheidsnorm, worden als eerste aangepakt. Er is over ruim 9 km een veiligheidsopgave¹, waarvoor over ca. 9,8 km versterkingswerkzaamheden nodig zijn. Hierdoor krijgt de totale Lekdijk tussen Streefkerk en Fort Everdingen in 2027 een beschermingsniveau van 1:1.000 per jaar. De geografische begrenzing van de partiële dijkversterkingsopgave is weergegeven in Figuur 2-1. De verwachting is dat de resterende opgave voor 2050 niet in één keer wordt opgepakt maar lokaal en in samenhang met gemeenten en provincies.



Figuur 1-1: Schematische weergave partiële versterking.

¹ Aan het begin van de verkenningsfase was dit circa 11 km (zie verder hoofdstuk 3).

1.2 Waarom partiële dijkversterking voor SAFE?

Het HWBP en het bestuur van WSRL hebben afgesproken de dijk stap voor stap te gaan versterken, oftewel door middel van een partiële versterking. Hiervoor is gekozen, vanwege:

1. De recente dijkversterkingen binnen de normtrajecten 16-3 en 16-4 en de recente omgevingsoverlast die hierbij is ervaren, o.a. Kinderdijk – Schoonhoven (KIS), Schoonhoven – Langerak (SLA) en Hagestein – Opheusden (HOP).
2. De grote versterkingswerken Gorinchem – Waardenburg (GoWa), Tiel – Waardenburg (TiWa), Wolferen-Sprok (WoS) en Neder-Betuwe (NeBe) die nu worden voorbereid, en waarvoor zeer grote investeringen nodig zijn. De maximale investeringscapaciteit voor het project SAFE (zowel qua geld als menskracht) is hierdoor beperkt. Er is namelijk een beperkte beschikbaarheid van financiën en capaciteit om invulling te geven aan de totale waterveiligheidsopgave binnen Waterschap Rivierenland. De verwachting is dat met beperkte budgettaire versterkingsmaatregelen de veiligheid van beide normtrajecten aanzienlijk kan worden verhoogd.
3. De verwachting dat met beperkte financiële middelen de veiligheid van beide normtrajecten aanzienlijk kan worden verhoogd. Ook doordat ontwikkelingen, zoals innovaties, technische inzichten, HWBP-programmering, klimaatscenario's na 2023, nog meegenomen kunnen worden in de "restopgave" die in 2050 moet zijn opgelost.
4. Volgens de Waterwet moet de dijk uiterlijk in 2050 voldoen aan de veiligheidsnormen. Het opknippen van de veiligheidsopgave in afzonderlijke versterkingsprojecten is daarom mogelijk. Hier is voldoende tijd voor.

De scope voor het partieel versterken is bepaald op basis van de veiligheidsanalyse van 2019. We kijken dus alleen naar de toen geselecteerde dijkzones. De doelstelling voor SAFE is een *sterke verbetering van de veiligheid van het gebied, zodat we veilig kunnen wonen, werken en recreëren, nu en in de toekomst*. We streven naar het terugbrengen van de overstromingskans in de normtrajecten van 1:100 naar 1:1.000 in het jaar 2027. Het versterken van de waterkering gebeurt op basis van veiligheidsrendement. Oftewel, er wordt gekeken hoe het geld voor waterveiligheid het meest effectief besteed kan worden. De technische opgave staat hierbij centraal. De versterking moet voldoen aan alle relevante wet- en regelgeving. Ook streeft het project naar behoud van bestaande waarden, panden en ruimtelijke kwaliteit, minimaliseren van hinder en meekoppelen van kansen (zie paragraaf 3.2).

1.3 Doel Nota Voorkeursalternatief

In de verkenningsfase zijn alternatieven voor de partiële dijkversterking verkend en uitgewerkt. Doel van de verkenningsfase is om stapsgewijs en onderbouwd te komen tot een gedragen voorkeursalternatief (VKA). Het doel van de Nota VKA is het onderbouwen van de stappen, afwegingen en resultaten van het ontwerp- en trechteringsproces tot aan het voorkeursalternatief.

De Nota VKA is bedoeld voor een breed publiek. Voor iedereen die geïnteresseerd is in het voorkeursalternatief voor de dijkversterking en op basis van welke afwegingen dit tot stand is gekomen. De doelgroep bestaat onder andere uit het waterschap, de ambtelijke en bestuurlijke partners, het Hoogwaterbeschermingsprogramma, maar ook betrokken bewoners en eigenaren en andere belanghebbenden en geïnteresseerden.

1.4 Opbouw en leeswijzer

Deze Nota VKA is als volgt opgebouwd: hoofdstuk 2 geeft een beknopte beschrijving van het projectgebied en de opgave. Hoofdstuk 3 gaat in op de randvoorwaarden voor dit project. Hoofdstuk 4 beschrijft het ontwerp- en afwegingsproces om te komen tot het voorkeursalternatief. Vanaf hoofdstuk 5 gaan we dieper in op elke dijkzone. Per dijkzone beschrijven we eerst het gebied. Daarna beschrijven we de veiligheidsopgave en mogelijke bouwstenen. Vervolgens beschrijven we de stappen van mogelijke alternatieven, naar kansrijke alternatieven en naar het voorkeursalternatief. Voor een uitgebreide beschrijving van de effectbeoordeling van de kansrijke alternatieven verwijzen we de lezer naar het MER-Deel 1. Na de hoofdstukken per dijkzone beschrijven we in hoofdstuk 15 de langsconstructies in het normtraject. De Nota VKA wordt afgesloten met een hoofdstuk over conclusies en het vervolgproces². Daarna volgt een overzicht van geraadpleegde bronnen en een verklarende woordenlijst.

De bijlagen bevatten een overzicht van bouwstenen (Bijlage 1 Overzicht bouwstenen), het beoordelingskader dat in de MER is gehanteerd (Bijlage 2 Beoordelingskader voor Zeef 1b en 2), de kaarten van het voorkeursalternatief (Bijlage 3 Kaarten voorkeursalternatief), een overzicht van de afgevalen bouwstenen per dijkzone (Bijlage 4 Overzicht afgevalen bouwstenen per dijkzone), een overzicht van de toegepaste bouwstenen per dijkzone (Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone), de ontwerpuitgangspunten voor de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief (Bijlage 6 Ontwerpuitgangspunten kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief) en ten slotte de onderbouwing van het voorkeursalternatief (Bijlage 7 Onderbouwing voorkeursalternatief in relatie tot de kaders voor ruimtelijk kwaliteit).

² Deze Nota VKA wordt ook vormgegeven in een Arcgis-online Storymap met interactieve kaarten.

2 Het projectgebied

Het dijktraject SAFE ligt aan de zuidzijde van de rivier de Lek, in de provincies Zuid-Holland en Utrecht. Het dijktraject bevindt zich in normtraject 16-3 en 16-4, binnen de gemeenten Molenlanden en Vijfheerenlanden. Op het overgrote deel van het dijktraject ligt een weg, een belangrijke ontsluitingsfunctie voor het gebied. Langs het hele traject zijn kleine dorpen, bebouwingslinten en solitaire woningen aan de dijk, uiterwaarden met natuur, landbouw en bedrijven.

In het oosten bij Vianen bevindt zich bebouwing en vele kruisingen van grote infrastructuren, zoals de rijksweg A2, A27 en Merwedekanaal. Binnendijs zijn er vooral kleigronden met oeverwallen (zandbanen dicht onder maaiveld) en komgronden. Meer westelijk zien we een rivierlandschap met ruimere bochten en een dijk die de rivierkromming van de rivier volgt. De dijk is hier een duidelijk ontginningslint. Op een aantal plekken komt de dijk langs de rivier, dit noemen we een schaaardijk. Op dit deel zie je vanaf de dijk het veenweidelandschap. Dichter bij de dijk zijn ook een aantal smalle oeverwallen zichtbaar met daarop karakteristieke boomgaarden. Helemaal westelijk ligt binnendijs het veenweidegebied, met zijn karakteristieke openheid, langstrekkende verkaveling en ontginningslinten met boerderijen. Net als in het oosten is ook hier de dijk een ontginningslint. Aan de kant van de rivier bevinden zich een aantal uiterwaarden met natuurwaarden en bedrijvigheid maar qua oppervlakte zijn ze relatief klein vergeleken met de uiterwaarden meer oostelijk aan de Lek. De waterstand op de rivier wordt hier in grote mate beïnvloed door getijdewerking, tot aan stuw Hagestein in de Lek.

Het dijktraject van project SAFE is opgedeeld in 10 dijkzones. Bij de start van de verkenningsfase hebben we 11 dijkzones beschouwd. Gedurende het traject is dijkzone 5 afgevallen omdat hier geen prioritaire opgave bleek te zijn. In Figuur 2-1 staan daarom nog 11 dijkzones weergegeven. Naast de 10 dijkzones beschrijven we ook een aantal langsconstructies (in hoofdstuk 15), waaronder de beermuur bij Nieuwpoort. Deze langsconstructie maakt geen onderdeel uit van een dijkzone. Een langsconstructie is een constructie in een waterkering (bijvoorbeeld een damwand of beermuur). Voor alle langsconstructies, dus ook de langsconstructies die wel onderdeel uitmaken van een dijkzone, is bekeken of ze onderdeel zijn van de scope van de dijkversterking.



Figuur 2-1: Geografische begrenzing van de versterkingsopgave SAFE (groen = geen opgave, oranje = opgave/ geen scope SAFE, rood = opgave/ scope SAFE).

3 Doelen, randvoorwaarden, uitgangspunten en ambities

3.1 Doelen dijkversterking SAFE

De doelstelling voor SAFE is een *sterke verbetering van de veiligheid van het gebied, zodat we veilig kunnen wonen, werken en recreëren, nu en in de toekomst*. We streven naar het terugbrengen van de overstromingskans in de normtrajecten van 1:100 naar 1:1.000 in het jaar 2027. Het versterken van de waterkering gebeurt op basis van veiligheidsrendement. Oftewel, er wordt gekeken hoe het geld voor waterveiligheid het meest effectief besteed kan worden. De technische opgave staat hierbij centraal.

3.1.1 Partieel versterken

Een partiële versterking kan op veel verschillende wijzen worden uitgevoerd. Variaties zijn er in:

- De specifieke dijkvakken die worden versterkt (geografische scope, vastgesteld);
- De faalmechanismen die worden verbeterd;
- De mate waarin elk faalmechanisme wordt verbeterd (afstand tot de norm);
- De te hanteren tijdshorizon om te voldoen aan de wettelijke norm.

In de voorverkenningfase is, in samenwerking met de TU Delft, een analyse naar een optimale partiële versterking uitgevoerd. Daarbij zijn alle variaties onderzocht. Hieruit is gebleken dat het versterken van de slechtste dijkvakken/zwakste schakels van elk normtraject leidt tot het grootste veiligheidsrendement³. Daarom is in de verkenningfase alleen de versterking van deze dijkzones verder onderzocht. Ook is gebleken dat het oplossen van de opgave voor de faalmechanismen piping (STPH) en/of binnenwaartse macrostabiliteit (STBI) het grootste veiligheidsrendement heeft. Dit kan verschillen per locatie. Voor de partiële versterking gelden voor dit project de volgende voorwaarden:

1. Dijkzones en -vakken met de hoogste faalkans van het traject hebben prioriteit.
2. We gaan uit van een beperkt realisatie-budget. Dit budget wordt vastgesteld op basis van de te versterken dijkzones. Het budget is gericht op het behalen van een hoog veiligheidsrendement voor de investering die het waterschap moet doen.
3. Er is aandacht voor de uitbreidbaarheid van de geplande versterkingsmaatregelen en de verwachte restopgave om tot een integrale versterking te komen in 2050.

De prioritaire faalmechanismen worden in ieder geval opgelost in deze partiële dijkversterking, om op korte termijn te komen tot een bescherming tegen overstroming met een faalkans van ca. 1:1.000 per jaar.

De partiële versterkingsalternatieven zijn vergeleken met integrale versterkingsalternatieven, waarbij alle geconstateerde faalmechanismen worden opgelost. Naast macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) en piping (STPH) is daarbij gekeken naar het faalmechanisme hoogte (GEKB). Integrale alternatieven zijn in het zeeproces alleen als kansrijk gezien als ze a) een hoog veiligheidsrendement hebben, of b) tegen beperkte meerkosten kunnen worden gerealiseerd én leiden tot lagere levensduurkosten of een sterke vermindering van overlast voor de omgeving (zie ook paragraaf 4.3).

³ De winst die wordt behaald op de waterveiligheid ten opzichte van de kosten van de versterkingsmaatregel.

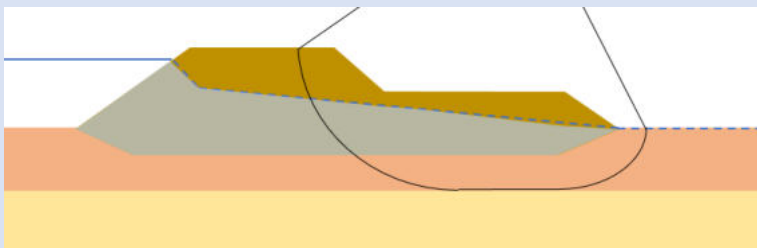
3.1.2 Veiligheids- en ontwerpopgave

De geografische scope van de *geprioriteerde* veiligheidsopgave (en daarmee de *ontwerp*opgave) is circa 9,4 kilometer dijkversterking. Deze is verdeeld over 10 dijkzones die weer verdeeld zijn in 30 dijkvakken. De faalmechanismen relevant voor de partiële dijkversterking zijn Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI), Piping (STPH) en Hoogte (GEKB) (zie verder Tekstbox 3-1).

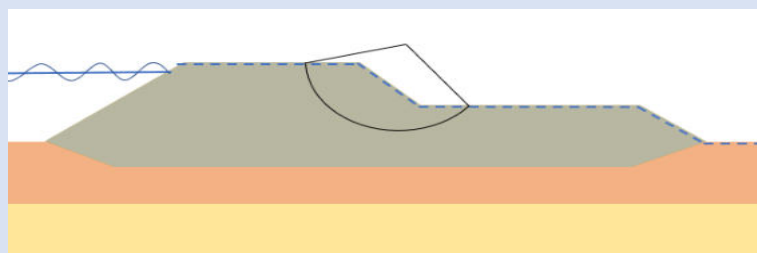
Tekstbox 3-1: Faalmechanismen relevant voor SAFE

Bij het beoordelen van dijken om erachter te komen of de dijk voldoet aan de huidige veiligheidsnorm, en ook bij het ontwerpen van maatregelen om de dijk te versterken, wordt in beeld gebracht hoe groot de kans is dat een dijk bezwijkt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het wettelijke beoordelingsinstrumentarium en het daarvan afgeleide ontwerpinstrumentarium. Het bezwijken van een dijk kan verschillende oorzaken hebben. Dit zijn de zogenaamde faalmechanismen van een dijk. Binnen de partiële versterking SAFE is gekeken naar de volgende faalmechanismen.

Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) onverzadigd: Door hogere waterstanden in de rivier neemt de waterstand in en onder de dijk toe. De dijk ‘zakt’ onderuit en doorsnijdt daarbij diepere grondlagen, bijvoorbeeld een slappe veenlaag.



Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI) verzadigd: Bij hoge waterstanden kunnen er golfjes over de dijk komen. Door dit overslaand water ‘verweekt’ de dijk. Als het bovenste deel van de dijk te steil is kan dit inzakken. Dit kan het begin zijn van een doorbraak.



Piping (STPH): Bij hoge waterstanden stroomt er altijd een beetje water onder de dijk door. Op sommige plekken kan dit water zand meenemen. Als er teveel zand is weggespoeld kan de dijk inzakken.

Hoogte / Overloop en slag (GEKB): de dijk is te laag en water stroomt er overheen of de dijk raakt beschadigd als er bij veel wind water over de dijk slaat.

Meer informatie over faalmechanismen is te vinden in de [Beschrijving van faalmechanismen](#) (Deltares 2018) en meer informatie over waterveiligheid en dijken in het algemeen in het handboek [Dijken voor beginners](#) (HWBP 2021).

In Tabel 3-1 staan de prioritaire faalmechanismen per dijkzone en dijkvak. Dit is de scope van het voorkeursalternatief. De scope aan het begin van de verkenningsfase is te vinden in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (Arcadis/Sweco, 2021). Gedurende de verkenningsfase zijn er veiligheidsberekeningen uitgevoerd (Arcadis/Sweco 2021d; Sweco/Arcadis 2021c/d). Voor het bepalen van de veiligheidsopgave macrostabiliteit binnenwaarts is meer geavanceerd gerekend dan bij andere faalmechanismen. De reden is dat het grootste deel van de opgave en dus ook

de realisatiekosten bepaald worden door dit faalmechanisme. Door meer gedetailleerde en probabilistische berekeningen uit te voeren is de opgave scherper in beeld gebracht.

Uit de veiligheidsberekeningen is gebleken dat op een aantal locaties toch geen (prioritair) veiligheidsprobleem is. Daarom zijn de volgende locaties uit de scope van het project vervallen (zie ook de notitie Vaststellen kleinere scope versterkingsopgave (WSRL, 2021):

- Een deel van de scope van dijkzone 1 Fort Everdingen is afgefallen (zie hoofdstuk 5);
- Dijkzone 5 Lexmond is in zijn geheel buiten de projectscope komen te vallen (zie hoofdstuk 9);
- De bestaande langsconstructies zijn uit de scope gevallen (zie hoofdstuk 15).

Ook zijn er verschuivingen geweest in welke faalmechanismen prioritair zijn. Onderstaande tabel geeft de opgave zoals bekend op het eind van de verkenningsfase aan. Deze wijkt op een aantal plekken van de opgave die bekend was aan het begin van de verkenningsfase (zie Arcadis/Sweco, 2021a en Waterschap Rivierenland, 2021a).

Tabel 3-1: Overzicht van de prioritare dijkzones en prioritare faalmechanismen.

Norm-traject	Dijkzone	Dijkvak	Dijkpalen	Prioritaire faalmechanismen* (partieel)	Overig faalmechanismen* (integraal 2075)	Gekozen VKA (Partieel/ Integraal)
16-4	1. Fort Everdingen	1	vy093-vy095	Stabiliteit (stbi)	geen	Integraal
	2. Vianen-Oost	16	vy057-vy058	Piping (stph)	stbi	Partieel stph
	2. Vianen-Oost	18	vy054	stbi	Hoogte (gekb), stph	Partieel stbi&stph
	2. Vianen-Oost	19-20	vy053-vy055	stbi	gekb, stph	Partieel stbi&stph
	3. Vianen-West	21-23	vy047-vy051	stph**	stbi***, gekb	Deels integraal (oost), deels partieel stbi&stph (west)
	3. Vianen-West	24	vy044-vy047	geen*	stbi***, gekb	Partieel stbi
	4. Helsdingen	26	vy040-vy041	stbi	gekb	Partieel stbi
	4. Helsdingen	27	vy037-vy040	stbi	stph, gekb	Partieel stbi
	6. Achthoven-Oost	34II	vy021-vy023	stbi	geen	Integraal
	6. Achthoven-Oost	35	vy019-vy021	stbi	stph	Integraal
	6. Achthoven-Oost	36	vy017-vy019	Stbi, stph		Integraal
	6. Achthoven-Oost	37	VY017	stbi		Integraal
	7. Achthoven-West	39	vy009-vy011	stbi	gekb	partieel stbi
	7. Achthoven-West	40	vy006-vy009	stbi	gekb, stph (lokaal)	partieel stbi
	8. Sluis	44	vy000-vy001	stbi verzadigd	gekb, stbi totaal	partieel stbi verz.
	8. Sluis	46	AW299	stbi	gekb, stph	partieel stbi
16-3	9. Tienhoven	49	AW291-AW292	stbi verzadigd, stph		Integraal
	9. Tienhoven	50	AW290-AW291	stph	stbi***	Integraal
	9. Tienhoven	51	AW288-AW290	stph	stbi***	Integraal
	10. Langerak	58-60	AW272-AW275	stbi, stph (dv 58)	stph, gekb	Partieel stbi / stph
	11. Veer Bergstoep - Streefkerk	81-82	AW212-AW218	stbi	gekb	Integraal
	11. Veer Bergstoep - Streefkerk	85	AW208-AW210	geen*	stbi, gekb	Partieel stbi verzadigd
	11. Veer Bergstoep - Streefkerk	86	AW203-AW208	stbi	gekb	Integraal

** Vanwege het raakvlak met naastgelegen dijkvakken, om versnippering tegen te gaan, vanwege een efficiënte uitvoering en om de totale waterveiligheid in het normtraject naar 1:1.000 te krijgen is dit dijkvak in de scope van SAFE behouden, ondanks dat er geen prioritaire opgave meer is*

*** Uit berekeningen volgde geen prioritaire opgave, maar wel vanuit het beheerdersoordeel (geconstateerde kwel)*

**** Echter, om de totale waterveiligheid in het normtraject naar 1:1.000 te krijgen, is het wel nodig om de stabiliteitsopgave hier aan te pakken.*

3.2 Randvoorwaarden

Het ontwerp van een dijkversterking is niet alleen een oplossing voor een waterveiligheidsopgave welke volgt uit de wettelijke norm. Samen met de provincies, gemeenten en Rijkswaterstaat zorgt Waterschap Rivierenland er ook voor dat het ontwerp voldoet aan wetten en regels met betrekking tot onder andere natuur, cultuurhistorie, archeologie, landschap en rivierkunde. Het projectteam van SAFE houdt rekening met de inpassing van bestaande infrastructuur en bebouwing, de levenscyclus van de waterkering en maatschappelijke criteria, bijvoorbeeld het in de planvorming minimaliseren van maatschappelijke kosten en omgevingshinder. Belangen van anderen worden in kaart gebracht en onderzocht. Waar mogelijk worden deze meegenomen in de plannen als meekoppelkans.

Wanneer in een dijkzone niet alle doelen, randvoorwaarden en kansen volledig te realiseren zijn, wordt de best passende oplossing gekozen op basis van een onderbouwde afweging. Dit kan betekenen dat volledig behoud van ruimtelijke kwaliteit of bestaande waarden niet haalbaar is. Door mitigerende en/of compenserende maatregelen wordt gestreefd naar het zo veel mogelijk opheffen van eventuele negatieve effecten van de dijkversterking.

3.2.1 Behoud ruimtelijke kwaliteit

Ruimtelijke kwaliteit wordt gezien als de optelsom van gebruikswaarden, belevingswaarden en toekomstwaarden. Dit alles vraagt om een integraal ontwerpproces. Om ruimtelijke kwaliteit goed te borgen in het project SAFE zijn er uitgebreide analyses gedaan en visies en kaders beschreven. Deze zijn terug te vinden in de Inventarisatie ruimtelijke plannen, beleid en visies (Wing, 2020a), de Visie Ruimtelijke kwaliteit Zuidelijke Lekdijk (Wing, 2020b) en het Addendum Ruimtelijke Kwaliteit Streefkerk – Ameide – Fort Everdingen (Arcadis/Sweco, 2020a). Het addendum maakt de ambities op het gebied van ruimtelijke kwaliteit voor dit traject inzichtelijk door middel van een brede analyse, het vaststellen van de opgaven per gebiedsfunctie en het vormen van een concrete visie. Het document werkt van een groot naar een kleiner schaalniveau: verhaallijn, landschap, dijkprofiel. De oplossingen voor de waterveiligheidsopgave moeten voldoen aan de kaders die vanuit de ruimtelijk kwaliteit gesteld zijn.

In het integrale ontwerpproces is een landschapsarchitect van Arcadis/Sweco onderdeel geweest van het ontwerpteam. Zo heeft hij onder andere lokale inpassingsstudies gedaan bij Fort Everdingen en de poort naar Vianen. Ook zijn de alternatieven beoordeeld op landschap en ruimtelijke kwaliteit (zie hoofdstuk 9 van MER-deel B). Bij het proces om tot kansrijke alternatieven en om tot het voorkeursalternatief (VKA) te komen is ruimtelijke kwaliteit steeds een beoordelingsaspect geweest. Het heeft ook een belangrijke rol gespeeld in de afweging en keuze van het voorkeursalternatief per dijkzone (zie hoofdstuk 5 tot en met 15). In Bijlage 7 Onderbouwing voorkeursalternatief in relatie tot de kaders voor ruimtelijk kwaliteit is nader onderbouwd hoe het voorkeursalternatief past binnen de ruimtelijke kaders.

3.2.2 Behoud bestaande waarden

Er zijn verschillende conditionerende onderzoeken uitgevoerd om het ontwerp van de dijkversterking goed te kunnen inpassen in de omgeving. Het doel van de dijkversterking is om de veiligheid naar minimaal 1:1000 te brengen per normtraject. Het waterschap streeft daarbij naar een zo hoog mogelijk veiligheidsrendement. Behoud van bestaande waarden en ruimtelijke kwaliteit is een randvoorwaarde. Dat betekent dat de dijkversterking minimaal voldoet aan het wettelijk kader. Daarnaast streven we

naar zo veel mogelijk behoud en anders naar mitigatie of compensatie. De verschillende doelen en randvoorwaarden zijn helaas niet altijd te realiseren. In dat geval wordt een afweging gemaakt. In sommige dijkzones leidt het VKA daarom toch tot aantasting van bestaande waarden.

De aanpak van de onderzoeken is in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau beschreven. In de verkenningsfase zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd: verkennend en risicogestuurd onderzoek natuur, onderzoek (water)bodem, onderzoek archeologie en cultuurhistorie, onderzoek conventionele explosieven, inventarisatie kabels en leidingen en een analyse van de ruimtelijke kwaliteit. De informatie uit deze onderzoeken is gebruikt in het opstellen van de ontwerpalternatieven en in de effectbeoordeling (zeef 1b en zeef 2). De resultaten van de onderzoeken en de effecten van de kansrijke alternatieven zijn beschreven in de Milieu Effect Rapportage (Fase 1) (Arcadis/Sweco, 2021b/c). In de planuitwerkingsfase zullen aanvullende onderzoeken worden uitgevoerd. Op basis daarvan wordt het ontwerp verder gedetailleerd en wordt de MER-fase 2 opgesteld.

3.2.3 Behoud panden

Waterschap Rivierenland streeft ernaar om bij dijkversterkingsproject SAFE zoveel mogelijk hoofdgebouwen te behouden. Uitgangspunt is dat gemeentelijke rijksmonumenten en (clusters van) woningen behouden blijven en waar nodig worden ingepast. Aankoop van hoofdgebouwen komt pas in beeld als er met een integrale business case onderbouwd kan worden dat een inpassing niet haalbaar is (technisch, financieel of ruimtelijk).

Een andere mogelijkheid tot aankoop ontstaat wanneer een hoofdgebouw minnelijk verworven kan worden, waardoor ruimte ontstaat voor de dijkversterking. Vanuit eerdere dijkversterkingsprojecten is Waterschap Rivierenland zich er van bewust dat de werkzaamheden overlast, schade en onzekerheden kunnen meebrengen voor bewoners en bedrijven langs de dijk. Het risico op schade is onder andere afhankelijk van het type maatregel en de aanbrengmethode, het type hoofdgebouw en fundering, de grondgesteldheid en afstand tussen de werkzaamheden en het pand. Het waterschap zal het risico op schade onderzoeken en het gesprek aangaan met de eigenaren van hoofdgebouwen met een hoog risico. Het waterschap staat open voor gesprek over eventuele vrijwillige aankoop van dergelijke hoofdgebouwen. De haalbaarheid hiervan zal onderbouwd moeten worden met een integrale business case.

In het voorkeursalternatief gaan we er vooralsnog vanuit dat alle hoofdgebouwen behouden en/of ingepast kunnen worden. In de planuitwerkingsfase wordt nader onderzoek uitgevoerd en kan dit mogelijk nog veranderen.

Voor bijgebouwen (zoals schuren) geldt ook dat ze behouden blijven, als ze een monumentale status hebben en/of bij een geraakt cluster van hoofdgebouwen behoren. Voor de overige bijgebouwen geldt dat in eerste instantie dat ze niet ingepast worden, tenzij in een integrale business case de haalbaarheid van de inpassing onderbouwd kan worden. Ook hiervoor geldt dat nader onderzoek in de planuitwerkingsfase dit mogelijk nog kan veranderen.

3.3 Ontwerputgangspunten

3.3.1 Levensduur

Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft in 2019 de Nota Ontwerputgangspunten Primaire Waterkeringen (OPW2019) (WSRL, 2019a) vastgesteld. Deze nota dient als basis voor het project SAFE. Volgens het OPW2019 is het uitgangspunt voor de ontwerp levensduur van 'groene dijken' (grondconstructies) 50 jaar en voor constructies 100 jaar. Er is wel de mogelijkheid om hiervan af te wijken en op basis van levensduurkosten (LCC) een optimale ontwerp levensduur te kiezen. Bij kortere

ontwerplevensduren zou dit betekenen dat alleen vanuit de kosten beredeneerd vaker teruggekomen moet worden om de dijk te versterken.

Voor het project SAFE geldt dat deze levensduren worden aangehouden voor elk afzonderlijk faalmechanisme. Dit houdt in dat als een faalmechanisme in de partiële versterking wordt aangepakt, dat dan voor dat faalmechanisme een oplossing wordt gezocht met een levensduur van 50 of 100 jaar.

Vanuit beleid van het waterschap is er een sterke voorkeur voor grondoplossingen. Dit komt omdat een grondoplossing goed uitgebreid kan worden, maar een constructie niet. Om te voorkomen dat een (vaak duurdere) constructie al na 50 jaar wordt afgeschreven, moet een constructie voor 100 jaar worden aangelegd of bij de volgende versterkingsronde uitbreidbaar zijn. Vaak betekent dit dat de constructie voldoende sterkte voor een levensduur van 100 jaar heeft, waarbij de hoogte uitbreidbaar is. Anderzijds hebben constructies in tegenstelling tot grondoplossingen een eindige levensduur. Na 50 of 100 jaar moeten constructies worden vervangen, wat de kering (tijdelijk) verzwakt, wat veel impact kan hebben op de omgeving en het milieu en waarbij opnieuw veel kosten gemaakt moeten worden. Bij het versterken in grond wordt in principe rekening gehouden met een belasting (waterstanden) en bodemdaling die behoren bij een periode van 50 jaar. Echter, de grondoplossing is een blijvende oplossing, die niet minder sterk wordt en ook na de ontwerplevensduur veiligheid biedt. Een grondoplossing moet na de ontwerplevensduur mogelijk wel aangepast worden aan veranderende omstandigheden.

3.3.2 Beheer en onderhoud

Bij het ontwerpen, realiseren en beheren van de dijken, moet de primaire functie van de dijk als waterkerend object te allen tijde worden gewaarborgd. Bij een versterking wordt daarom rekening gehouden met het toekomstige beheer en onderhoud. De uitgangspunten ten aanzien van beheer en onderhoud staan beschreven in hoofdstuk 10.2 van de OPW2019. De belangrijkste uitgangspunten zijn:

- Toegankelijkheid dijk (ook bij calamiteiten) voor beheer en onderhoud via beheerstroken, bij voorkeur aan binnenzijde en de buitenzijde van de dijk;
- Flauwe binnen- en buitentaluds van 1:3 om goed te kunnen maaien.

De alternatieven voor de dijkversterking kunnen verschillende gevolgen hebben voor beheer en onderhoud. Dit kan te maken hebben met beheersgemak voor de eindbeheerder en overlast door onderhoud voor gebruikers. Ook kunnen de kosten voor beheer en onderhoud (inspanning en materiaal) verschillen. Door onderhoudsarm te ontwerpen kunnen de levensduurkosten worden beperkt.

3.3.3 Restrisico's bij constructies en brede kruin

Als een stabiliteitsopgave wordt opgelost met een constructie, dan is de functie van de constructie om de kering te versterken zodanig dat aan de waterveiligheidseis wordt voldaan. Dit houdt in dat de stabiliteit tussen de kruin en de constructie aan de eis voldoet en er dus ook geen risico is op het falen van de kruin door stabiliteitsproblemen. De constructie is sterk genoeg voor het geval dat de grond op het talud aan de binnenzijde van de constructie inzakt of wegspoelt. Vanuit de normen voor waterveiligheid worden na het plaatsen van de constructie geen eisen meer gesteld aan de stabiliteit van het talud aan de binnenzijde daarvan. Er is dus bij een constructie een groter risico dat dit talud bezwijkt. Daardoor is de kans op schade door een hoogwater aan de binnenzijde van de dijk groter. Bezinken van het binnentalud bij hoogwater zonder dat de dijk faalt kan ook optreden wanneer een extra brede kruin met 'restbreedte' wordt gehanteerd om de stabiliteit te borgen.

3.3.4 Eigendom en medegebruik

Om de voorgenomen dijkversterking uit te kunnen voeren is grond nodig. Deze grond (en soms ook gebouwen) heeft het WSRL niet altijd in bezit en zij zal deze moeten verwerven. Het

grondverwervingsbeleid is vastgelegd in de nota “Eigendommenbeleid 2019” (WSRL, 2019b) (www.waterschaprivierenland.nl), vastgesteld door het algemeen bestuur (AB) op 27 september 2019. Voor de dijkversterking is het grondverwervingsbeleid nader uitgewerkt in de “Regeling uitvoering eigendommenbeleid 2019”, vastgesteld door het college van Dijkgraaf en Heemraden (CDH) op 06 augustus 2019.

Voor het uit kunnen voeren van een doelmatig beheer door het waterschap aan het waterstaatswerk, wil het waterschap beschikken over het volledige eigendomsrecht van het binnentalud, de kruin, het buitentalud en de beheerstroken op de berm of naastgelegen maaiveld direct langs de taluds (binnendijs 5 meter en buitendijs 4 m). Dit is in Figuur 3-1 aangegeven als “zone A”. Bij buitendijkse bermen geldt dat erosiebestendigheid van de bekleding als gevolg van regelmatige aantasting door waterstroming, neervorming en golven van essentieel belang is. Daarom is het uitgangspunt dat de gronden waarop deze bermen liggen ook in eigendom worden genomen (“Zone C”). Voor wat betreft de binnendijsse bermen (incl. afwateringsdrainage) gelegen buiten de zone A, kan worden volstaan met het vestigen van een zakelijk recht ten behoeve van het waterschap. Het eigendom van de grond blijft hier bij de huidige eigenaar (“Zone B”).

Tijdens de planuitwerkingsfase wordt voor de verwerving van de benodigde gronden een grondverwervingsplan opgesteld. Het waterschap streeft ernaar de gronden langs minnelijke weg te verwerven respectievelijk in gebruik te krijgen. Als gronden die nodig zijn voor de realisatie van de dijkversterking niet “in der minne” (niet op vrijwillige basis) kunnen worden verworven, dan kan uiteindelijk worden overgegaan tot onteigening of oplegging van de gedoogplicht.



Figuur 3-1: Principe opbouw van de waterkering. De waterkering als waterstaatswerk is begrensd door de ruimte tussen de binnenteen en de buitenteen, plus een beschermingszone van 4 meter aan de binnen- en buitenzijde.

3.3.5 Dimensionering kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief

In Bijlage 6 Ontwerputgangspunten kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief, zijn de uitgangspunten opgenomen die zijn gehanteerd voor de dimensionering van de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief. Deze vormen een praktische vertaling van uitgangspunten voor ruimtelijke kwaliteit, behoud bestaande waarden en een technisch veilige en beheerbare dijk. De alternatieven zijn volgens deze uitgangspunten opgesteld.

3.4 Ambities

3.4.1 Duurzaamheid

Duurzaamheid speelt een belangrijke rol bij alle taken van het waterschap en dus ook bij dijkversterkingsprojecten. De duurzaamheidsambities van dit project hebben we bepaald op basis van de Aanpak Duurzaam GWW (grond, weg- en waterbouw). Voor elk van de twaalf

duurzaamheidsthema's is in een duurzaamheidsadvies aangegeven welke ambities binnen het project kunnen worden gerealiseerd. Voor dit duurzaamheidsadvies hebben we een omgevingswijzersessie en een ambitiewebsessie gehouden. Hieruit is gebleken dat de hoogste ambities liggen op de thema's Investerings/Meerwaarde/TCO⁴ en Ruimtelijke Kwaliteit (Arcadis/Sweco 2020b):

- Investerings, meerwaarde en TCO zijn belangrijk vanwege de vernieuwende vorm van investeren in dijkversterking en de noodzaak om slimme keuzes te maken binnen de partiële versterking.
- Ruimtelijke kwaliteit is heel belangrijk vanuit de omgeving. Ook vanuit het College van rijksadviseurs en het HWBP worden de ambities op dit thema steeds groter (Cra 2020). De commissie MER heeft ook in haar advies over de Notitie Reikwijdte en Detailniveau focus gelegd op ruimtelijke kwaliteit.

Daarnaast heeft het projectteam ambities voor een significante duurzaamheidswinst op de thema's Energie/CO₂, Materialen/Circulaire Economie, Ecologie, Ruimtegebruik en Sociale relevantie/Inclusiviteit. De opbrengsten van de omgevingswijzersessie en ambitiewebsessie zijn in de verkenningsfase meegenomen in de ontwerpalternatieven en de beoordeling en afweging daarvan. Daarmee heeft project SAFE zowel invulling gegeven aan deze duurzaamheidsambities in het ontwerpproces als in het beoordelingskader.

Een grote duurzaamheidswinst is behaald door het zo veel mogelijk reduceren van de ontwerpopgave. Hiermee is de scope van de partiële versterking (de trajectlengte waar een veiligheidsopgave is) met circa 1,9 km verkleind. Ook zijn de benodigde afmetingen van de dijkversterkingsmaatregelen en daarmee het ruimtebeslag ingeperkt. Daardoor hoeven er minder werkzaamheden plaats te vinden en zijn er minder emissies. Ook hoeven er minder grondstoffen te worden gebruikt. In het ontwerpproces binnen de verkenningsfase hebben we vervolgens oplossingen in beeld gebracht die op verschillende manieren bijdragen aan duurzaamheid. Niet alleen door het vergroten van de veiligheid tegen overstromen, maar ook bijvoorbeeld door het beperken van materiaalgebruik en behouden van ruimtelijke kwaliteit. Daarbij zijn ook kansen op gebied van water, ecologie, verkeer, recreatie en ander ruimtegebruik onderzocht, die kunnen bijdragen aan duurzaamheid.

Duurzaamheid heeft ook een belangrijke rol gehad in de beoordeling en afweging van oplossingen voor het waterveiligheidstekort, doordat duurzaamheid verweven zit in verschillende criteria in het beoordelingskader. Voorbeelden van deze criteria zijn de toekomstbestendigheid, beheerbaarheid en uitbreidbaarheid van de oplossing, maar ook impact op natuur, ruimtelijke kwaliteit etc. In de volgende fasen (planuitwerking en realisatie) worden kansen voor het versterken van duurzaamheid verder onderzocht en worden maatregelen uitgewerkt om negatieve effecten te beperken. Ook worden de grondbalans, locatie en type constructies en in te zetten materieel verder uitgewerkt. Daarbij wordt gestreefd naar circulariteit en beperken van emissies tijdens de uitvoering.

3.4.2 Innovatie

Naast duurzaamheid heeft WSRL veel ambities op het gebied van innovatie. Om in te schatten waar welke innovaties in aanmerking komen, is al in de verkenningsfase een beeld ontwikkeld van de kansrijke innovaties. In een Innovatiescan is uitgewerkt welke innovaties mogelijk kansrijk zijn (Sweco/Arcadis, 2021a). Innovaties worden onder andere beoordeeld op doelbereik, risico's, duurzaamheid, kosten, technische en maatschappelijke haalbaarheid, juridische en/of bestuurlijke blokkades en beheeraspecten, zoals onderhoudbaarheid. Zo wordt een goede afweging gemaakt tussen welke innovaties worden meegenomen in het ontwerpproces.

⁴ TCO = Total Cost of Ownership, oftewel lagere kosten over de hele levensduur heen.

In de verkenningsfase is door toepassing van innovatieve rekenmethoden maximaal ingezet op het verkleinen van de ontwerpogave en het vergroten van het veiligheidsrendement van de dijkversterkingsmaatregelen. Zo wordt ervoor gezorgd dat de dijk alleen versterkt wordt waar dat het meest nodig is. Hiervoor is nauw samengewerkt met kennisinstututen zoals Deltares. De innovaties zijn meegenomen in de verkenningsfase en worden verder uitgewerkt in de planuitwerkingsfase en realisatiefase. Waar mogelijk krijgt de markt ruimte door geen oplossing voor te schrijven, maar functionele eisen te stellen.

3.4.3 Meekoppelkansen

Waterschap Rivierenland richt zich primair op het vergroten van de hoogwaterveiligheid. Ook plannen van anderen (bijvoorbeeld op het gebied van natuur, cultuurhistorie, recreatie en verkeer) zijn in kaart gebracht. Deze worden onderzocht op haalbaarheid en waar mogelijk nemen we deze mee in de plannen. Het meekoppelen van deze plannen van partners in de regio, die niet over waterveiligheid gaan, kan een synergievoordeel opleveren. Bovendien kan het bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied en meer draagvlak en toekomstwaarde creëren.

De afweging van de haalbaarheid van een meekoppelkans gaat op de volgende gronden:

- Eigenaarschap: voorwaarde is dat een partij de regie neemt en verantwoordelijk is voor de meekoppelkans. Benodigde capaciteit intern bij het waterschap en bij derden is aanwezig;
- Gedragen door onder andere een overheid: voorwaarde is dat onder andere een overheid trekker is of medewerking verleent aan meekoppelkans;
- Financiële haalbaarheid: voorwaarde is dat meekoppelkans eigen financiële middelen meebrengt. Voor de financiële haalbaarheid is een onderbouwing van een sluitende financiële dekking met (intentie)overeenkomst met het waterschap nodig om meegenomen te worden als meekoppelkans in de planuitwerking/realisatie;
- Planning: voorwaarde is dat de planning van de dijkversterking SAFE leidend is. We bekijken in hoeverre de meekoppelkans mee kan lopen in de planning voor de dijkversterking. Dit is afhankelijk van besluitvormingsprocessen, maar bijvoorbeeld ook de tijdsduur om een project financierbaar te krijgen;
- Draagvlak omgeving: voorwaarde is dat de meekoppelkans moet worden gedragen door de omgeving;
- Planologisch inpasbaar en vergunbaar: voorwaarden is dat de meekoppelkans juridisch inpasbaar (vergunbaar) is. Het bestemmingsplan en de vergunningen worden door overheid en/of initiatiefnemer zelf geregeld;
- Uitvoerbaarheid: Voorwaarde is dat de meekoppelkans technisch uitvoerbaar is en niet botst met het belang van dijkveiligheid.

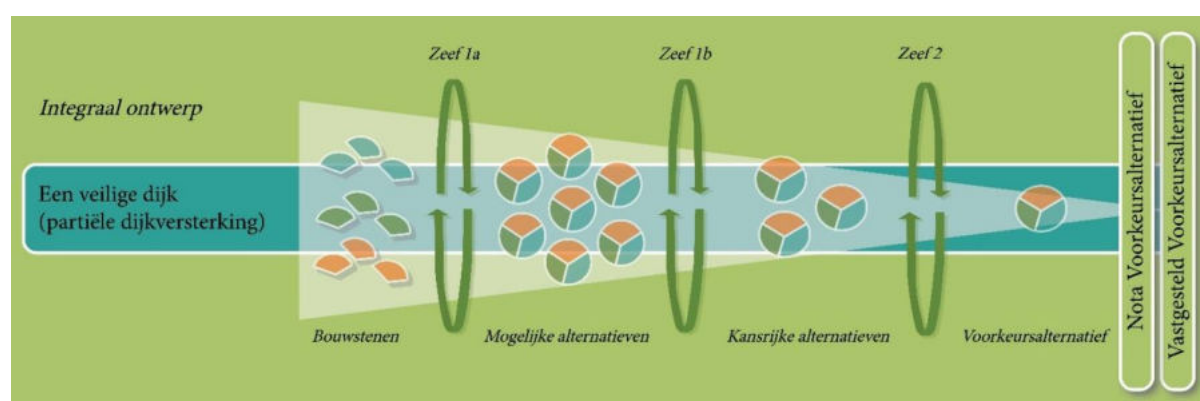
In de notitie meekoppelkansen (WSRL, 2021b) staan alle meekoppelkansen die in beeld zijn gebracht en onderzocht op haalbaarheid. Er zijn geen meekoppelkansen aangewezen die bepalend zijn voor het voorkeursalternatief van de dijkversterking SAFE. De meekoppelkansen die verder worden onderzocht in de planuitwerkingsfase zijn samengevat in hoofdstuk 16, paragraaf 16.3.5.

4 Proces naar het voorkeursalternatief

4.1 Stapsgewijs ontwerp- en afwegingsproces

In het ontwerp- en afwegingsproces is in drie stappen van grof naar fijn toegewerkt naar een voorkeursalternatief (VKA). Dit proces is illustratief weergegeven in Figuur 4-1. Elke stap is afgesloten met een afweging en selectie van oplossingen die doorgaan naar de volgende fase. Dit wordt een zeef genoemd. In de volgende paragrafen beschrijven we de drie stappen:

- Zeef 1a: inventarisatie en selectie bouwstenen;
- Zeef 1b: ontwerp mogelijke alternatieven en selectie kansrijke alternatieven;
- Zeef 2: ontwerp kansrijke alternatieven en selectie voorkeursalternatief (VKA).



Figuur 4-1: Schematische weergave van het hoofdproces van de verkenningfase.

4.2 Zeef 1a: Inventarisatie en selectie bouwstenen

In de eerste stap hebben we een lijst van bouwstenen opgesteld. Een bouwsteen is een maatregel waarmee de dijk versterkt wordt om één specifiek faalmechanisme op te lossen. Een overzicht en beschrijving van mogelijke bouwstenen per faalmechanisme is opgenomen in Bijlage 1 Overzicht bouwstenen. Dit zijn bouwstenen voor de faalmechanismen macrostabiliteit binnenwaarts (STBI), piping (STPH) en hoogte (GEKB). Vervolgens is voor elke dijkzone op basis van expert judgement bepaald in hoeverre de relevante bouwstenen een positief, neutraal of negatief effect hebben op de volgende criteria:

1. Toename waterveiligheid (technische haalbaarheid);
2. Kosten van maatregel (betaalbaarheid);
3. Milieu (effect op bestaande milieuwaarden, zoals natuur);
4. Omgeving (effecten op landschap en bestaande gebruiksfuncties en ruimte voor meekoppelkansen).

Het hoofddoel van deze zeef was om bouwstenen die op voorhand niet realistisch zijn af te laten vallen. Op basis van de effectbeoordeling is voor een aantal bouwstenen bepaald dat ze in geen enkele dijkzone kansrijk of relevant zijn voor de verkenningfase. In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen 'Overzicht bouwstenen' is beschreven welke bouwstenen dit zijn en waarom ze niet relevant zijn⁵. Voor de overige

⁵ Tijdens Zeef 1a is voor een aantal bouwstenen de generieke conclusie getrokken dat ze niet worden beschouwd binnen de mogelijke en kansrijke alternatieven. Een aantal bouwstenen is niet kansrijk en valt daarmee definitief af. Andere bouwstenen lossen het veiligheidsprobleem niet zelfstandig op. Deze vallen niet definitief af, maar kunnen in de planuitwerkingsfase of realisatiefase nog als aanvulling of optimalisatie ingezet worden. Ze moeten dan wel binnen het gestelde ruimtebeslag van het Voorkeursalternatief vallen.

bouwstenen verschillen de effecten per dijkzone. Voor die bouwstenen is in de hoofdstukken 5 t/m 15 aangegeven of ze afvallen (en waarom) of meegenomen zijn naar de volgende stap.

4.3 Zeef 1b: Ontwerp mogelijke alternatieven en selectie kansrijke alternatieven

In de tweede stap hebben we per dijkzone maximaal vijf mogelijke alternatieven samengesteld vanuit de geselecteerde bouwstenen. Voor elke dijkzone zijn partiële alternatieven opgesteld die alleen de prioritaire opgaven oplossen. Daarnaast is minimaal één integraal alternatief opgesteld, dat alle aanwezige opgaven in een dijkzone oplost. De vormgeving van de mogelijke alternatieven is gebaseerd op een technische uitwerking van de benodigde afmetingen van de dijkversterkingsmaatregelen. Vervolgens zijn de resultaten van de conditionerende onderzoeken, kaders voor ruimtelijke kwaliteit en een overzicht van gebiedsopgaven en meekoppkansen meegenomen. Ook is er de mogelijkheid gegeven aan de omgeving om input te leveren via de 'Kennisgeving voornemen & Kennisgeving Participatie'. Op deze Kennisgeving zijn geen reacties vanuit de omgeving binnengekomen.

Na het opstellen van de mogelijke alternatieven zijn de kosten en de effecten bepaald. De effecten zijn bepaald voor verschillende criteria binnen de categorieën techniek, omgeving, milieu en kosten. In Bijlage 2 Beoordelingskader voor Zeef 1b en 2 is een overzicht opgenomen van de criteria die zijn gehanteerd voor Zeef 1b en Zeef 2 (MER-fase 1). Op basis van de kosten en effecten zijn vervolgens per dijkzone maximaal drie kansrijke alternatieven geselecteerd (zeef 1b). De kansrijke alternatieven dekken de kansrijke oplossingsruimte zo veel mogelijk af, qua type oplossingen, ruimtebeslag en effecten. Ze zijn daarnaast goed in te passen in het grootste deel van een dijkzone. Daarbij zijn alternatieven met grote technische, juridische of ruimtelijke risico's of risico's op weerstand vanuit de omgeving afgevalen.

Kansrijke alternatieven lossen in principe alleen de prioritaire opgaven op. We zijn uitgegaan van 'partieel versterken, tenzij...'. We hebben alleen integrale alternatieven als kansrijk opgenomen als ze a) een hoog veiligheidsrendement hebben, of b) tegen beperkte meerkosten kunnen worden gerealiseerd én leiden tot lagere levenduurkosten of een sterke vermindering van overlast voor de omgeving. We verhogen bijvoorbeeld alleen de dijk bij een buitenwaartse asverschuiving waarbij de kruin en de weg toch al op de schop moeten. En als we toch een constructie aanleggen om een prioritair faalmechanisme op te lossen (bijv. stabiliteit), dan voeren we hem zo uit dat hij tegen beperkte meerkosten ook een-niet-prioritaire opgave oplost (bijv. piping).

Ook nemen we in bepaalde alternatieven maatregelen die voorsorteren op een toekomstige integrale versterking. Zo is als uitgangspunt gehanteerd dat de stabiliteitsberm extra breed uitgevoerd wordt, zodat een toekomstige kruinverhoging zonder extra verbreding van de berm kan worden uitgevoerd. Dit is in het voorkeursalternatief in dijkzone 3, 4 en 7 opgenomen. De reden hiervoor is dat de inpassing in het landschap en bestaande waarden complex is en in één keer goed moet worden gedaan. Ook voorkomen we daarmee twee keer overlast voor de omgeving en twee keer de noodzaak tot grondverwerving⁶.

De Commissie Waterveiligheid van het waterschap en de Bestuurlijke Begeleidingsgroep (bestaande uit beide provincies, beide gemeenten en RWS) zijn in de selectie van de kansrijke alternatieven geconsulteerd.

⁶ In het ontwerpproces in de planuitwerkingsfase worden de gevolgen voor de omgeving en de betaalbaarheid en vergunbaarheid van de dijkversterking nader onderzocht. Dit kan leiden tot aanpassing van dit uitgangspunt.

4.4 Zeef 2: Ontwerp kansrijke alternatieven en selectie voorkeursalternatief (VKA)

De kansrijke alternatieven zijn vervolgens in meer detail uitgewerkt. Om de afmetingen van de maatregelen te bepalen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Voor macrostabiliteit binnenwaarts zijn bijvoorbeeld geavanceerde probabilistische berekeningen uitgevoerd (Arcadis/Sweco, 2021d). Op basis van de berekende afmetingen zijn de kansrijke alternatieven goed ingepast in de omgeving. Dit hebben we gedaan in integrale ontwerpessies, waarin veel gebruik is gemaakt van 3D-tekeningen en GIS. Om tot een consistent ontwerp te komen, zijn in elke dijkzone dezelfde generieke uitgangspunten voor de ruimtelijke inpassing gehanteerd (zie Bijlage 6 Ontwerputgangspunten kansrijke alternatieven en voorkeursalternatief). Daarnaast is rekening gehouden met de specifieke omgeving in een dijkzone en met aandachtspunten vanuit de effectbeoordeling van zeef 1b.

Na het uitwerken van de kansrijke alternatieven, hebben we de (milieu)effecten en kosten in beeld gebracht. Daarbij is het gedetailleerde beoordelingskader zoals dat in de NRD is gepresenteerd toegepast (zie ook Bijlage 2 Beoordelingskader voor Zeef 1b en 2). De effecten van de kansrijke alternatieven zijn in het MER-fase 1 opgenomen. Parallel aan de effectbeoordeling zijn de kansrijke alternatieven besproken met direct omwonenden en met de ambtelijke partners. Daarin zijn voorkeuren en aandachtspunten voor verdere uitwerking opgehaald. De informatie uit de kostenraming, effectbeoordeling en omgeving vormde input voor een integrale afweging van de kansrijke alternatieven. Centraal daarin stonden de projectdoelen: maximale veiligheidswinst tegen minimale kosten (samen vormen deze het veiligheidsrendement), met als randvoorwaarde het behoud van ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden.

We hebben het voorkeursalternatief per dijkzone in eerste instantie geselecteerd op basis van het veiligheidsrendement. Omdat de kostenraming in deze fase nog een ruime onzekerheidsmarge kent, is gekeken naar kansrijke alternatieven die meer dan 10% afwijken van de gemiddelde kostenraming voor de dijkzone. Er zijn dan de volgende mogelijkheden:

- Één van de kansrijke alternatieven onderscheidt zich op basis van het veiligheidsrendement. De kosten van dit alternatief zijn meer dan 10% lager dan het gemiddelde. Dit alternatief krijgt in principe de voorkeur. Vervolgens is getoetst of bestaande waarden (waaronder natuur en archeologie/cultuurhistorie) en ruimtelijke kwaliteit kunnen worden behouden. Daar waar nodig zijn noodzakelijke mitigerende en/of compenserende maatregelen benoemd om het voorkeursalternatief verder uit te werken en in te passen. Als in het alternatief met het hoogste veiligheidsrendement ook met compenserende en mitigerende maatregelen de bestaande waarden en ruimtelijke kwaliteit niet behouden konden worden, is een nadere afweging gemaakt op basis van verschillen tussen de alternatieven met betrekking het veiligheidsrendement en het behoud van bestaande waarden en ruimtelijke kwaliteit.
- De kansrijke alternatieven onderscheiden zich niet op basis van het veiligheidsrendement. De mate waarin bestaande waarden en ruimtelijke kwaliteit kunnen worden behouden geeft de doorslag voor de keuze van het voorkeursalternatief.

Op basis van deze afweging hebben we per dijkzone het voorkeursalternatief (VKA) geselecteerd of samengesteld. Daarnaast hebben we een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarin we het meest passende alternatief hebben bepaald gezien vanuit verschillende aspecten: draagvlak, archeologie / cultuurhistorie, ruimtelijke kwaliteit / landschap, natuur, het beleid van het waterschap en synergie met meekoppelkansen. Op punten waar het VKA afwijkt van het meest passende alternatief vanuit een bepaald aspect gezien, hebben we onderbouwd waarom we afwijken. Dit versterkt een zorgvuldige afweging.

Vervolgens hebben we het voorkeursalternatief uitgewerkt. Ook hebben we de kosten en effecten van het voorkeursalternatief uitgewerkt. Het concept voorkeursalternatief is besproken met de ambtelijke

en bestuurlijk partners, gereviewed door de partners en op de reviewopmerkingen is een reactie gegeven.

4.5 Participatie en communicatie

4.5.1 Participatie van de omgeving

De verkenningfase, met als resultaat het voorkeursalternatief, kan alleen succesvol zijn wanneer wordt samengewerkt met de omgeving. Dit omgevingsproces is ook belangrijk om het voorkeursalternatief bestuurlijk gedragen te krijgen. Zowel voor de omgeving, als voor het bestuur van het waterschap, is het de eerste keer dat men te maken krijgt met een partiële dijkversterking.

Naar alle waarschijnlijkheid zal de nieuwe Omgevingswet vanaf 1 oktober 2022 in werking treden. Dit betekent dat er een 'projectbesluit Omgevingswet' wordt genomen met de bijbehorende verplichte projectprocedure. Deze procedure is op 30 september 2020 gestart met de publicatie van de 'Kennisgeving voornemen & Kennisgeving participatie'. In deze periode zijn er drie informatiebijeenkomsten georganiseerd. Deze informatiebijeenkomsten hadden tot doel toe te lichten waarom we de Lekdijk stap voor stap gaan versterken, hoe we tot de scope zijn gekomen, wat we gaan doen in deze verkenningfase en wat de planning is. Daarnaast was de opzet om belangen, wensen en ideeën op te halen. Naar aanleiding van deze informatiebijeenkomsten zijn in de maanden daarna diverse vervolgfafspraken gemaakt voor een persoonlijk gesprek aan de keukentafel of via de telefoon.

Voor de dijkversterking wordt ook een milieueffectrapportage (MER) opgesteld. Als start van de MER-procedure is een Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) opgesteld. De Notitie Reikwijdte en Detailniveau heeft in de periode van 22 februari t/m 6 april 2021 ter inzage gelegen. De NRD is gepubliceerd via de officiële kanalen en de lokale huis-aan-huisbladen. Tijdens een webinar op 9 maart over de NRD is er een presentatie gegeven en konden de deelnemers vragen stellen. Het verslag is op de website van het waterschap geplaatst. Er zijn in totaal vier zienswijzen binnengekomen. Daarnaast hebben we advies gekregen van de onafhankelijke Commissie MER en de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE). Nadat de Nota van Antwoord is vastgesteld in het bestuur van het waterschap, zijn alle insprekers geïnformeerd over hoe er met hun zienswijze is omgegaan.

In mei/juni 2021 zijn digitale bijeenkomsten georganiseerd om de schetsontwerpen van de kansrijke alternatieven aan de direct betrokken eigenaren en/of bewoners te laten zien en hierover in gesprek te gaan. Tijdens elke bijeenkomst is een algemene presentatie getoond. Vervolgens zijn de kansrijke alternatieven besproken per dijkzone en zijn de zorgen, kansen en voorkeuren van de aanwezigen opgehaald. Van elke bijeenkomst is een gespreksverslag en een Mural (digitale post-its) gemaakt en op de website van het waterschap geplaatst. Alle genodigden voor de digitale bijeenkomsten (aanwezig of niet) zijn vervolgens in de gelegenheid gesteld op het gespreksverslag en/of de Mural te reageren. Naar aanleiding van de digitale bewonersbijeenkomsten zijn in de maanden daarna diverse vervolgfafspraken gemaakt voor een persoonlijk gesprek aan de keukentafel of via de telefoon.

Voor de thema's natuur en cultuurhistorie/archeologie zijn digitale werksessies gehouden met de betrokken stakeholders, te weten gemeenten, provincies, rijkswaterstaat, RCE en tereinbeherende organisaties. Doel hiervan was om deze organisaties te informeren over de kansrijke alternatieven per dijkzone. Vervolgens hebben we per dijkzone de belangen, zorgen, kansen en voorkeuren opgehaald. Tot slot hebben we met elkaar gekeken naar mogelijkheden voor mitigatie en compensatie. In Tabel 4-1 is een chronologisch overzicht opgenomen van de participatiemomenten.

Tabel 4-1: Overzicht participatiemomenten.

Participatiemoment	Locatie	Doelgroep (genodigden/aanwezigen)	Doel
Drie informatiebijeenkomsten	1) De Vijf Lelies in Streefkerk 2) 't Spant in Ameide 3) Helsdingen - Vianen	Iedereen	1) informeren over project (scope, planning, proces) 2) ophalen belangen, wensen en ideeën,
Persoonlijke gesprekken	Telefonisch / keukentafel	Belanghebbenden die die n.a.v. de informatiebijeenkomsten een persoonlijk gesprek wilden	Beantwoorden van persoonlijke vragen. Ophalen van persoonlijke belangen, wensen en ideeën.
Terinzagelegging NRD	Officiële kanalen en huis-aan-huis bladen	Iedereen	Formele terinzagelegging Notitie Reikwijdte & Detailniveau
Webinar i.v.m. de terinzagelegging van de NRD	Digitaal (Zoom)	Iedereen	Toelichting op de NRD
Bewonersbijeenkomsten – • Helsdingen • Sluis • Fort Everdingen • Vianen Oost • Achthoven-Oost • Achthoven- west • Veerstoep Streefkerk Oost • Veerstoep Streefkerk West • Tienhoven • Langerak	Digitaal (Zoom)	Direct betrokken eigenaren/bewoners	1) informeren over de kansrijke alternatieven per dijkzone 2) ophalen belangen, zorgen, kansen en voorkeuren
Persoonlijke gesprekken	Telefonisch / keukentafel	Bewoners/eigenaren die die n.a.v. de bewoners-bijeenkomsten een persoonlijk gesprek wilden	Beantwoorden van persoonlijke vragen. Ophalen van belangen, zorgen, kansen en voorkeuren.
Werksessie Cultuurhistorie / archeologie	Digitaal (Zoom)	Gemeenten, provincies en RCE	1) informeren over de kansrijke alternatieven per dijkzone 2) ophalen belangen, zorgen, kansen en voorkeuren per dijkzone 3) bespreken mitigatie en compensatie

Participatiemoment	Locatie	Doelgroep (genodigden/aanwezigen)	Doel
Werksessie Natuur	Digitaal (Zoom)	Gemeenten, provincies en terrein beherende organisaties	1) informeren over de kansrijke alternatieven per dijkzone 2) ophalen belangen, zorgen, kansen en voorkeuren per dijkzone 3) bespreken mitigatie en compensatie

4.5.2 Communicatie met de omgeving

Voor het informeren en betrekken van de belanghebbenden hebben we naast bijeenkomsten ook andere communicatiemiddelen ingezet, zoals een projectpagina op de website (wsrl.nl/safe), (nieuws)brieven en de (sociale) media. Ook onderhouden we nauwe contacten met andere overheden zoals gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat, RCE, terreinbeherende organisaties en het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) om goed zicht te hebben op het totale speelveld van het project. In Tabel 4-2 is een overzicht opgenomen van alle communicatie met stakeholders

Tabel 4-2: Overzicht stakeholder communicatie.

Datum	Communicatiemiddel	Stakeholders	Doel/Communicatieboodschap
Mrt-2019	Bewonersbrief kostenramingen	Dijkbewoners traject SAFE en overheden	Hogere kostenramingen dijkversterkingsprojecten
Jul-2019	Nieuwsbrief	Dijkbewoners traject SAFE en overheden	Stand van zaken voorverkenningfase
Jul-2020	Nieuwsbrief	Dijkbewoners traject SAFE en overheden	Scope is bekend
30 Sept-2020	Kennisgeving voornemen & kennisgeving participatie dijkversterkingsproject SAFE	Breed publiek	Informeren over start voornemen participatie dijkversterkingsproject
Feb-2021	Nieuwsbrief	Dijkbewoners traject SAFE en overheden	Terugblik bijeenkomsten sept-2020/informatie over NRD
Mei-2021	Inlogcode voor Storymaps (gisviewer)	Gemeenten, provincies, terrein beherende organisaties, RCE	In Storymaps is per dijkzone inzichtelijk gemaakt wat het ruimtebeslag per kansrijk alternatief en de effecten op cultuurhistorie/archeologie en natuur
Apr 2021-Mei 2021	Uitnodigingsbrieven voor digitale bewonersbijeenkomsten	Direct betrokken eigenaren/bewoners	Informeren over kansrijke alternatieven per dijkzone en uitnodigen voor digitale bewonersbijeenkomsten per dijkzone
Juni 2021-Juli 2021	Verslagen en presentaties digitale bewonersbijeenkomsten op de website	Direct betrokken eigenaren/bewoners	Informeren over resultaten van de digitale bewonersbijeenkomsten per dijkzone
Juli 2021	Brief	Direct betrokken eigenaren/bewoners	Informeren over de verslagen op de website en uitnodigen om hierop te reageren
Dec 2021	Nieuwsbrief	Dijkbewoners traject SAFE en overheden	Terugblik bewonersbijeenkomsten juni 2021 en aankondiging inspraak nota VKA en MER
Dec 2021	Brief	Eigenaren percelen waar onderzoeken kunnen plaatsvinden	1) Aankondiging en toelichting grondonderzoek onderzoek. 2) Toestemmingsbetreding vragen
Jan 2022	Brief	Eigenaren percelen waar onderzoeken kunnen plaatsvinden	3) Aankondiging en toelichting ecologisch onderzoek. 4) Toestemmingsbetreding vragen

5 Dijkzone 1 - Fort Everdingen

5.1 Gebiedsbeschrijving

De Lekdijk bij Fort Everdingen kenmerkt zich door een balans tussen wonen, werken, recreatie, cultuurhistorie en beleving. De dijk is de hoofdweerstandslijn van de Nieuwe Hollandse waterlinie en een toegangsweg naar het fort. De dijk wordt veel gebruikt door dijkbewoners en door recreanten die een rondje fietsen vanuit de stedelijke gebieden van Culemborg, Vianen of Utrecht. Op het fort is een camping en er zijn wandelpaden door de uiterwaarden. De dijk heeft een landelijk karakter met het bochtige tracé om het buitengedijkte wiel, de dijkopgangen met dubbele bomenrijen, schapenhekken op de kruin en ruige natuur in de uiterwaarden.

Het dijkprofiel bij Fort Everdingen is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Er is binnendijks een kleine steunberm op een lange lage steunberm die geleidelijk in het landschap vervloeit. Figuur 5-1 geeft een overzicht van Dijkzone 1.



Figuur 5-1: Overzicht van Dijkzone 1: Fort Everdingen. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

5.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

5.2.1 Veiligheidsopgave

In dijkzone Fort Everdingen is er alleen een prioritaire veiligheidsopgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Door het toepassen van nieuwe stabiliteitsberekeningen bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is een deel van de eerdere scope van dijkzone 1 (dijkpaal VY095-VY097) weggefallen. Bij de nieuwe stabiliteitsberekeningen zijn de hoge ligging van het achterland en het ontbreken van een dijksloot meegenomen.

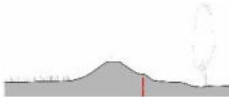
5.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Bijlage 4 Overzicht afgefallen bouwstenen per dijkzone toont de afgefallen bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping op basis van Zeef 1a. Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone toont de toegepaste bouwstenen.

5.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

In dijkzone 1 Fort Everdingen zijn er drie mogelijke alternatieven opgesteld, deze zijn weergegeven in Tabel 5-1. Dit zijn alle drie integrale alternatieven, want ze lossen de complete waterveiligheidsopgave (macrostabiliteit binnenwaarts) op. Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Er vallen geen alternatieven af. Alle drie de mogelijke alternatieven zijn kansrijk bevonden tijdens de afweging. Wel zijn een aantal alternatieven alleen mogelijk onder bepaalde voorwaarden. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. Voor deze dijkzone zijn de volgende bouwstenen in verschillende alternatieven gebruikt:

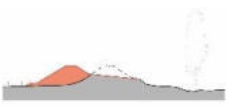
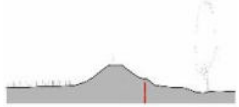
Tabel 5-1: Overzicht van de mogelijk alternatieven voor dijkzone 1.

Alternatief	Mogelijk Alternatief 1.1	Mogelijk Alternatief 1.2	Mogelijk Alternatief 1.3
Faalmechanismes	Stabiliteit (STBI) 	STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	Asverschuiving buitenwaarts (M2)	Stabiliteitsberm (M1)	Constructieve oplossing (M4)
	integraal	integraal	integraal
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. De oostkant van deze dijkzone ligt in de invloedssfeer en zichtlijnen van Fort Everdingen. Het fort en de uiterwaarden maken onderdeel uit van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, dat de status heeft van UNESCO werelderfgoed.	Kansrijk mits maatwerk bij verschillende panden wordt toegepast (bij Korte Meent 11, 10 en 10a). Ten oosten van Korte Meent 11 is een batterijopstelplaats, die onderdeel uitmaakt van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, dat de status heeft van UNESCO werelderfgoed.	Kansrijk. Geen voorwaarden of bijzonderheden.

5.4 Kansrijke alternatieven

Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daaruit bleek dat er geen opgave is tussen VY095 en VY097 (zie paragraaf 5.2.1). In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). De uitgewerkte alternatieven zijn weergegeven in Tabel 5-2.

Tabel 5-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven oor dijkzone 1 Fort Everdingen.

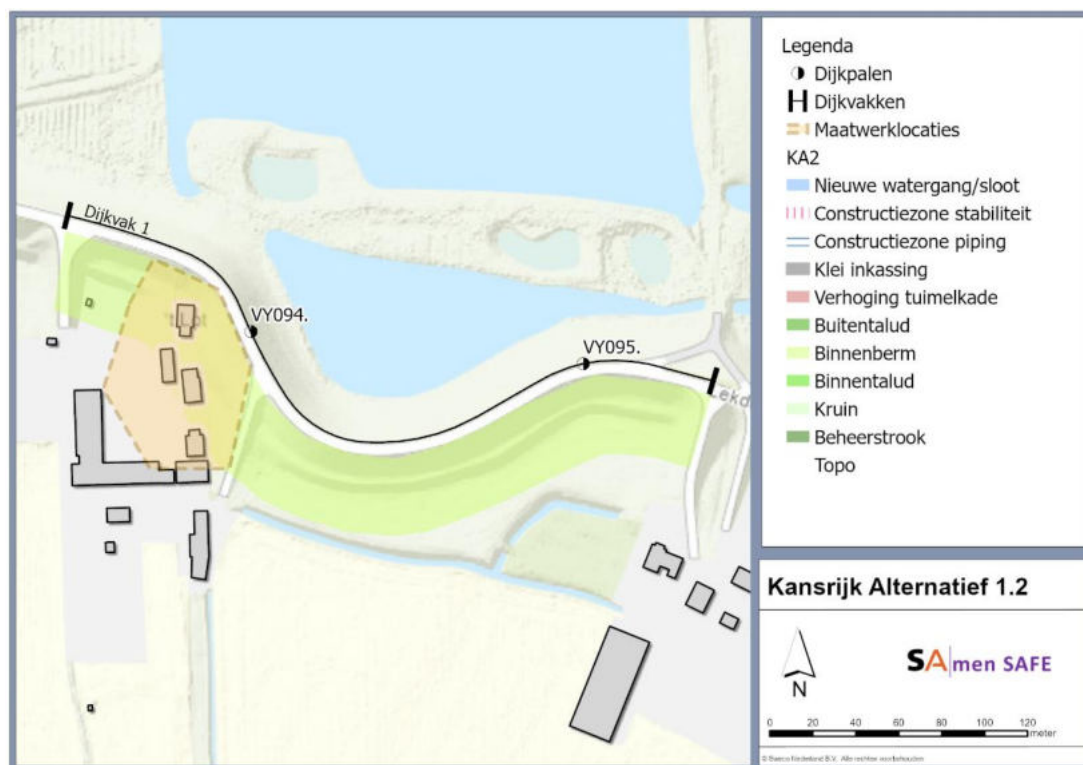
Alternatief	Kansrijk Alternatief 1.1	Kansrijk Alternatief 1.2	Kansrijk Alternatief 1.3
Faalmechanismes	rebSTBI 	STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M2	M1	M4
Beschrijving alternatief	Asverschuiving buitenwaarts ten westen van dijkpaal VY095	Verlengde stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk	Constructieve oplossing
Bijzonderheden en aandachtspunten	Een deel van de huidige dijk wordt afgegraven. Aan beide zijden van de asverschuiving loopt de kruin van de dijk geleidelijk terug naar de huidige kruin. Dit is maatwerk. Aan de westkant moet daarbij rekening worden gehouden met de zichtlijnen naar Fort Everdingen (zie Figuur 5-4 voor een schets daarvan). Door de asverschuiving wordt de rivier versmald. Om toch voldoende water door te kunnen laten stromen, moet er in de buurt van de asverschuiving grond in de uiterwaarden worden afgegraven. De locatie en vormgeving van deze rivierkundige compensatie zijn nog niet bepaald.	Bij dijkpaal VY094 ligt een cluster van panden (Korte Meent 11, 10 en 10a). De panden worden mogelijk geraakt bij de aanleg van een binnenwaartse berm. Het uitgangspunt is dat hoofdgebouwen waar mogelijk behouden blijven. Ten oosten van Korte Meent 11 is een batterijopstelplaats, die onderdeel uitmaakt van de Nieuwe Hollandse Waterlinie dat de status heeft van Unesco werelderfgoed. De batterijopstelplaats moet behouden blijven. Voor het behoud van de panden bij dijkpaal VY094 (Korte meent 11, 10 en 10a) en de batterijopstelplaats is maatwerk nodig. De exacte oplossing nog moet worden bepaald. In de effectbeoordeling gaan we uit van een constructieve oplossing,	Bij dijkpaal VY094 ligt een cluster van panden (Korte Meent 11, 10 en 10a). Deze moeten behouden blijven bij het plaatsen van een constructie. Ten oosten van Korte Meent 11 is een batterijopstelplaats, die onderdeel uitmaakt van de Nieuwe Hollandse Waterlinie dat de status heeft van Unesco werelderfgoed. De batterijopstelplaats moet behouden blijven bij het plaatsen van een constructie. Het type constructie en de exacte locatie van de constructie zal pas in de planuitwerkingsfase nader uitgewerkt worden.



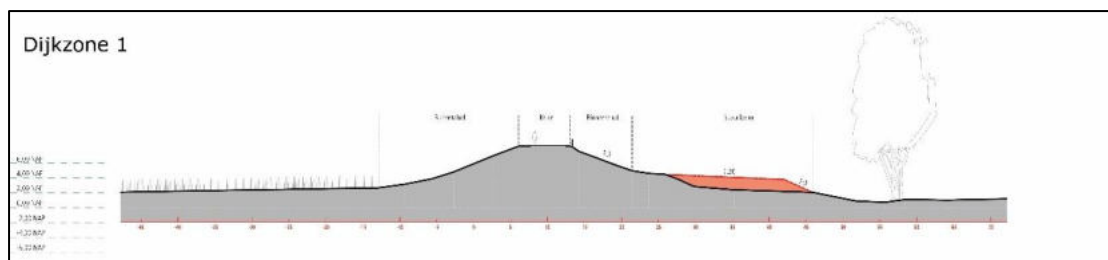
SAFE - Fort Everdingen - Asverplaatsing



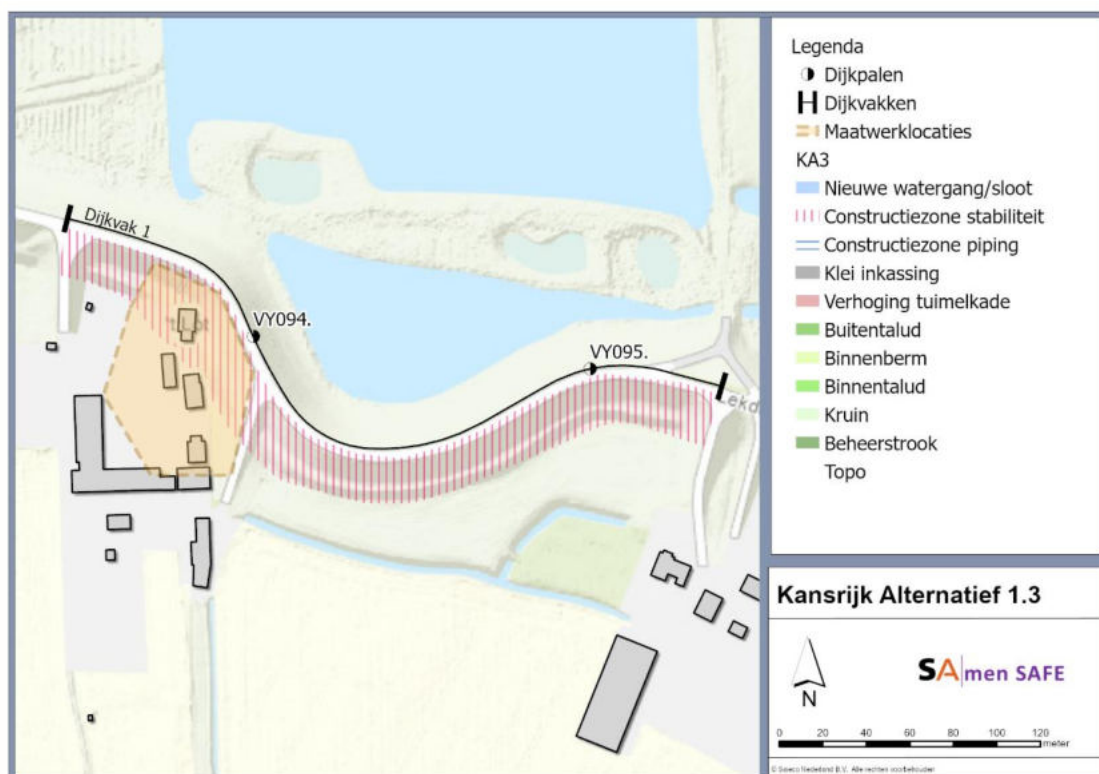
Figuur 5-4: Mogelijke vormgeving overgang asverschuiving met verlengde zichtlijn vanaf Fort Everdingen.



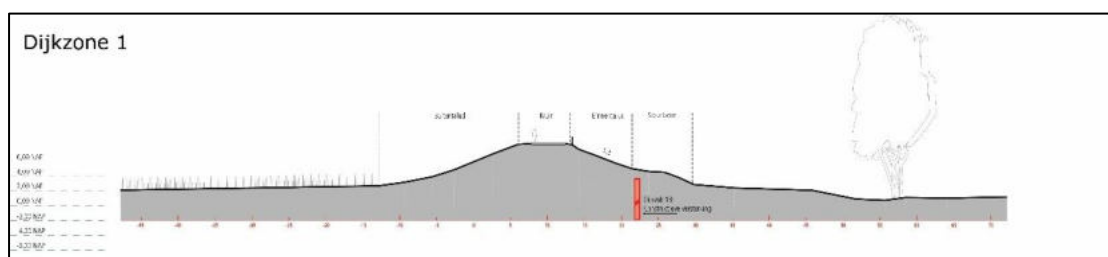
Figuur 5-5: Weergave van Kansrijk Alternatief 1.2: stabiliteitsberm aan de binnenzijde.



Figuur 5-6: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 1.2.



Figuur 5-7: Weergave van Kansrijk Alternatief 1.3: constructieve oplossing.



Figuur 5-8: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 1.3.

5.5 Afweging zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (Tabel 5-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat alternatief 1.2 met een verlengde stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is. De reden hiervoor is dat dit alternatief het hoogste veiligheidsrendement biedt: de veiligheidswinst wordt tegen de laagste kosten gerealiseerd. Een belangrijk aandachtspunt is het voorkómen van negatieve effecten op cultuurhistorie. Dijkzone 1 ligt binnen de grenzen van het UNESCO werelderfgoed Nieuwe Hollandse Waterline. Daarom is het uitgangspunt dat de batterijopstelplaats (bij dijkpaal VY094) goed wordt ingepast. Ook de daarbij gelegen huizen (Korte Meent 11, 10 en 10a) moeten goed ingepast worden. Het westelijke deel van de dijkzone wordt daarom als maatwerklocatie aangewezen. Direct betrokken bewoners/eigenaren maken zich zorgen over aantasting van hun woongenot. Daarnaast maken de direct betrokken bewoners/eigenaren zich zorgen over hinder en schade aan hun woningen tijdens de uitvoering.

Alternatief 1.1 met een buitenwaartse asverschuiving valt af vanwege de negatieve effecten op cultuurhistorische waarden. Het verleggen van de ligging van de dijk, in relatie tot de ligging van Fort Everdingen, de batterijopstelplaats en het buitendijkse wiel, heeft een sterke negatieve impact op bestaande waarden. Ook is de buitenwaartse asverschuiving ongewenst door aantasting van de ruigten in de uiterwaarden. Deze bieden een waardevolle verblijfplaats voor dieren, waaronder veel trekvogels. Dit alternatief heeft wel de voorkeur van de direct betrokken bewoners/eigenaren. Alternatief 1.3 heeft het minste impact op de omgeving, maar heeft vanwege de hoge kosten het laagste veiligheidsrendement.

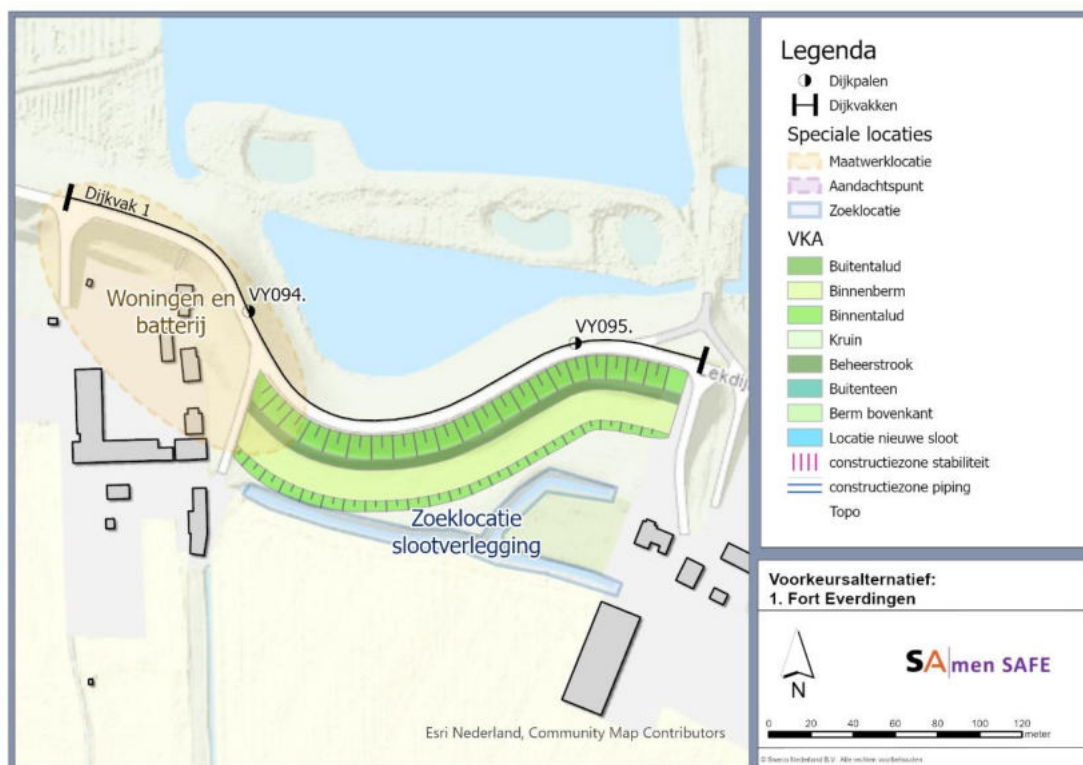
Tabel 5-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 1.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
1.1	++	< 10% afwijking van gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Cultuurhistorie Luchtkwaliteit aanleg Bodem: grondbalans <i>Negatief:</i> Effect op NNN gebieden en beschermde flora en fauna Rivierkunde Invloed op oppervlaktewater Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Effect op verkeersveiligheid en bereikbaarheid tijdens aanleg Kabels en leidingen	

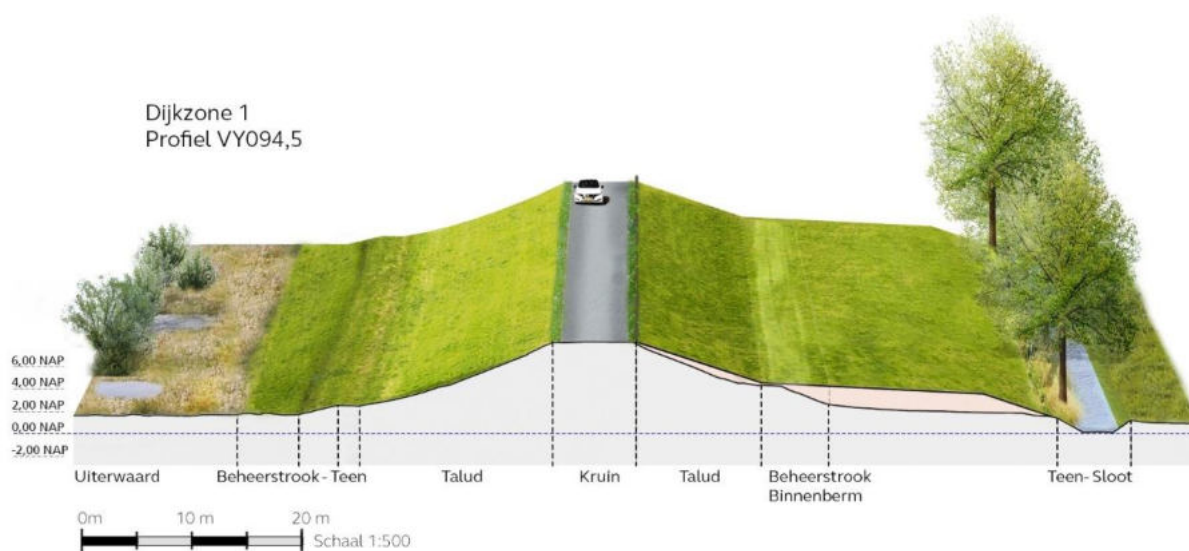
Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
1.2 (VKA)	+	10-30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Cultuurhistorie Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op beschermde flora en fauna Bodem: grondbalans Geluid en trillingen tijdens aanleg Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Bereikbaarheid tijdens aanleg Kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Beheerbaarheid
1.3	++	10-30% boven gemiddelde	10-30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op beschermde flora en fauna Bodem: grondbalans Invloed op grondwaterstanden in relatie tot gebouwd agrarisch gebied Geluid en trillingen tijdens aanleg Archeologie Verkeer Investeringskosten Levensduurkosten	<i>Negatief:</i> Beheerbaarheid

5.6 Voorkeursalternatief

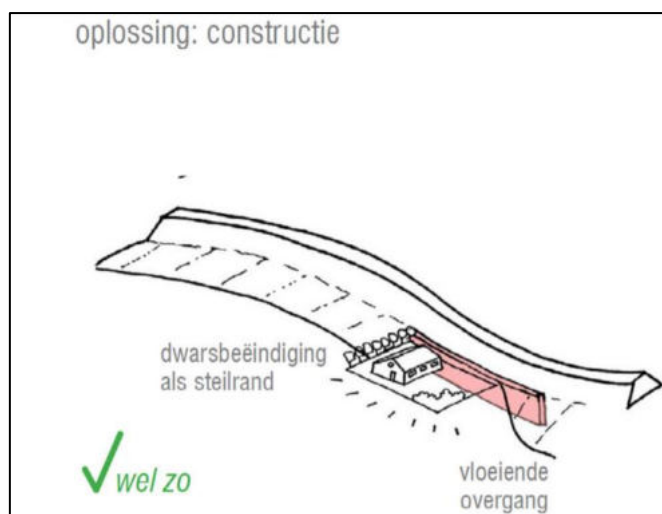
Het gekozen voorkeursalternatief voor dijkzone 1 Fort Everdingen is een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk. De batterijopstelplaats bij VY094 en de daarbij gelegen huizen (Korte Meent 11, 10 en 10a) zijn echter aangewezen als maatwerklocatie. In de effectbeschrijving is vooralsnog uitgegaan van een constructieve oplossing voor de maatwerklocatie, maar dit staat nog niet vast. In de planuitwerkingsfase zal dit nader onderzocht worden. In figuur 5-11 is een schetsmatig voorbeeld opgenomen van een constructieve oplossing. In Figuur 5-9, Figuur 5-10 en Figuur 5-11 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerkingsfase wordt dit verder uitgewerkt.



Figuur 5-9: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief voor dijkzone 1.



Figuur 5-10: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Fort Everdingen t.p.v. VY094,5.



Figuur 5-11: Visualisatie principe-oplossing maatwerklocatie inpassing woning met constructie volgens visie ruimtelijke kwaliteit (Wing, 2020b).

5.6.1 Aandachtspunten planuitwerkingsfase

In de planuitwerkingsfase wordt de maatwerklocatie verder uitgewerkt. Hiervoor is het nodig dat we nader onderzoek doen en berekeningen uitvoeren om de aard en de omvang van de dijkversterkingsmaatregelen voor de maatwerklocatie nauwkeurig te kunnen bepalen. Daarnaast zal er ook onderzoek worden gedaan naar de bouwkundige staat van de panden. In overleg met de direct betrokken eigenaren/bewoners zal er gezocht worden naar een goede invulling van de maatwerklocatie. Diverse opties zijn nog bespreekbaar, waaronder de aankoop van één of meerdere panden, de aanleg van een constructie of de aanleg van een binnenwaartse berm. Een combinatie van deze maatregelen is ook denkbaar. Omdat de maatwerklocatie ligt binnen de begrenzing van het UNESCO werlderfgoed Nieuwe Hollandse Waterlinie zal ook afstemming met de bevoegde gezagen nodig zijn.

Tot slot moet in de planuitwerkingsfase worden onderzocht of de afmetingen van de berm kleiner kunnen dan nu berekend is. Een mogelijke optimalisatie is namelijk het dempen van de sloot aan de binnenzijde van de dijk. Het dempen van de sloot kan een positief effect hebben op de benodigde afmetingen van de berm. Wel heeft het dempen van de sloot effect op het watersysteem. Als we kiezen voor het dempen van de sloot, zullen we nader moeten onderzoeken hoe de sloot gecompenseerd kan worden in het watersysteem.

5.6.2 Meekoppelkansen

Er liggen hier mogelijk kansen voor het accentueren van de zichtbaarheid en beleefbaarheid van de batterijopstelplaats en het wiel aan de buitenzijde van de dijk. Deze meekoppelkans is niet bepalend voor de keuze van het VKA, maar gaan we wel verder onderzoeken in de planuitwerking.

6 Dijkzone 2 – Vianen-Oost

6.1 Gebiedsbeschrijving

De Zomerdijk en Ringdijk zijn onderdeel van de historische vesting van Vianen. De dijk heeft een hoge cultuurhistorische waarde en is onderdeel van de directe woonomgeving van de bewoners van Vianen. De dijk wordt veel gebruikt door wandelaars die vanaf de dijk de uiterwaarden inlopen. In de uiterwaarden zijn parkeerplekken en een camperplaats waarvandaan men de stad en de directe omgeving in kan wandelen. Figuur 6-1 geeft een overzicht van dijkzone 2.

De dijk staat haaks op de kruising met Buitenstad en de historische stadspoort van Vianen. Hier is een stedelijk sfeertje en er wordt op de kruin geparkeerd. Ter hoogte van de kruising is een coupure aangelegd ter bescherming tegen hoog water. Na de buitenstad maakt de dijk een rechthoekige uitdijning rondom het voormalige kasteel Batestein bij Hof van Brederode. Van de kasteeltuin is weinig meer te ervaren dan een smalle sloot aan de voet van de dijk. Om deze sloot te behouden is bij de versterking in 2015 tussen (VY054.+150.0 – VY056.+26.0) dijkvernageling geplaatst. Ten westen van Vianen grenst de dijk aan de historische stadspoort. Dit is ook de plek waar de dijk ooit doorliep en Vianen aan is ontstaan. Tussen Vianen en de A2 grenst de dijk aan het Jufferslaantje, een historisch weggetje met monumentale bomen. De dijk sluit aan op het grondwerk van de A2 en oostelijk met een scherpe bocht op het sluzeneiland. Het dijkprofiel bij Vianen-oost is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Er is een compacte vierkante dijk. Binnendijs bevindt zich de oude stadsgracht. In deze dijkzone bevinden zich ook kabels en leidingen, waaronder een gasleiding (Figuur 6-2). Deze gasleiding zal rivierwaarts dieper in de grond liggen. Wel houden we hier rekening mee in het ontwerpproces.



Figuur 6-1: Overzicht van dijkzone 2 Vianen-Oost. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.



Figuur 6-2: Locatie van de gasleiding (gele lijn).

6.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

6.2.1 Veiligheidsopgave

Bij start van de verkenningsfase was er in de hele dijkzone een prioritaire opgave voor het faalmechanisme piping. Bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Door de herbepaling van de weerstand van het voorland is bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven berekend dat de pipingopgave in de dijkvakken 17-20 niet prioritair is.

Ter plekke van de buitendijkse woonwijk liggen bestaande constructies voor piping. Binnenwaartse en buitenwaartse maatregelen zijn hier fysiek lastig in te passen. De noodzaak tot versterken en de mogelijke oplossingen zijn in een parallel spoor als maatwerk onderzocht⁷. Daaruit is gebleken dat er bij de bestaande constructies bij de buitenstad Vianen geen prioritaire opgave is. Piping en hoogte zijn voor deze kering niet prioritair. Stabiliteit is in verband met de brede kering ook geen prioritaire opgave. In de kansrijke alternatieven hebben we hiervoor daarom geen oplossingen meegenomen⁸.

In dijkvak 18 was er een prioritaire opgave voor stabiliteit binnenwaarts. In dijkvak 16 en 19 was er een niet-prioritaire stabiliteitsopgave (minder urgent en daarom niet nodig om de veiligheid van het normtraject naar 1:1.000 te brengen). Op basis van semi-probabilistische berekeningen met een nieuwe proevenverzameling voldoet dijkvak 16 nu op het faalmechanisme macrostabiliteit. Ook bleek dat er wel een prioritaire stabiliteitsopgave speelt in dijkvak 19 en 20. Deze opgave wordt opgelost in de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief. In dijkvakken 17 tot en met 20 is er tot slot een niet-prioritaire hoogteopgave. De prioritaire opgave voor stabiliteit in dijkvak 18 blijft ook bestaan.

⁷ Theoretisch is het ook een mogelijkheid om het tracé van de primaire waterkering zodanig buitenwaarts te verleggen dat de woonwijk binnendijks komt te liggen. Dit past echter niet bij het karakter van een partiële versterking en kan niet binnen planning en budget gerealiseerd worden. Daarom is dit niet als mogelijk alternatief verkend.

⁸ De verschillende aanwezige constructies (keermuur op damwand, filterconstructies langs sloot) zorgen wel voor een complexe situatie. Dit is een aandachtspunt voor toekomstige beoordelingen en versterkingsrondes.

6.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af. Deze staan weergegeven in Bijlage 4 Overzicht afgevallen bouwstenen per dijkzone.

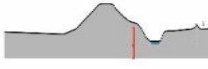
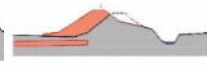
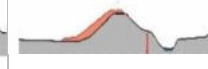
6.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

In dijkzone 2 zijn er drie partiële alternatieven (2.1, 2.2 en 2.3) en twee integrale alternatieven (2.4 en 2.5) opgesteld (zie Tabel 6-1). Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Voor dijkzone 2 zijn er de volgende aandachtspunten geconstateerd:

- Bij de Buitenstad Vianen hebben de buitenwaartse alternatieven veel effect op woningen en het beschermd dorpsgezicht. Ze leiden daarmee tot hoge vastgoedkosten. Na het afwegen van de mogelijke alternatieven, is de veiligheidsopgave nader onderzocht en is vastgesteld dat er hier geen prioritaire opgave is.
- Op sommige plekken (verspreid) in het voorland is er al een klei-ingraving aanwezig. Deze ingraving is ca. 1 m dik is en geeft daardoor onvoldoende weerstand. Op basis van vervolgonderzoek kan mogelijk het intredepunt lokaal worden aangescherpt.
- Op basis van de voorlopige resultaten is er hier mogelijk een grotere stabiliteitsopgave dan verwacht. Door dit op te lossen kan mogelijk een groot veiligheidsrendement behaald worden. Daarom kiezen we ervoor om een alternatief met STBI (stabiliteit) maatregel te behouden.

Bij alternatief 2.4 en 2.5 is er een forse buitenwaartse asverschuiving voorzien. De rivierkundige effecten (zoals opstuwing) zullen moeten worden gecompenseerd. Het is nog niet uitgewerkt waar en hoe compenserende maatregelen worden getroffen. En deze zijn daarom ook niet meegenomen in de ontwerptekeningen. Wel is er in de kostenraming een indicatieve voorziening voor rivierkundige compensatie opgenomen. Dit geldt ook voor alle mogelijke alternatieven (in andere dijkzones) met een buitenwaartse asverschuiving. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. Voor deze dijkzone zijn de toegepaste bouwstenen weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Tabel 6-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 2.

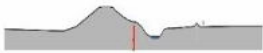
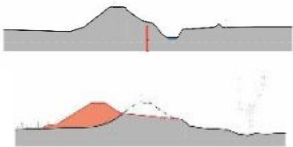
Alternatief	Mogelijk Alternatief 2.1	Mogelijk Alternatief 2.2	Mogelijk Alternatief 2.3	Mogelijk Alternatief 2.4	Mogelijk Alternatief 2.5
Faalmechanismes	Piping (STPH) / Stabiliteit (STBI) 	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI / GEKB 	STPH / STBI / GEKB 
Toegepaste bouwstenen	P2, M4 (in dv 18)	P3 (in dv 16-20), M4 (in dv 18)	P5, M4 (in dv 18)	P2, M2, H1c / M8	P3 (in dv 16-20), M4, HC1 / M8
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk, maar wel maatwerk bij Buitenstad	Kansrijk. Het piping/heavescherm wordt, als er ook een STBI (stabiliteit) opgave is, zodanig vormgegeven dat deze ook het stabiliteitsprobleem oplost.	Kansrijk, maar wel maatwerk bij Buitenstad	Dit alternatief valt af. Het integrale alternatief vergt veel extra werk en substantieel hogere kosten t.o.v. de partiële alternatieven.	Dit alternatief valt af. Het integrale alternatief vergt veel extra werk en substantieel hogere kosten t.o.v. de partiële alternatieven.
Belangrijkste effecten	Showstoppers bij Buitenstad aanwezig i.v.m. bewoning en beschermd dorspgezicht).		Showstoppers bij Buitenstad aanwezig i.v.m. bewoning en beschermd dorspgezicht).		

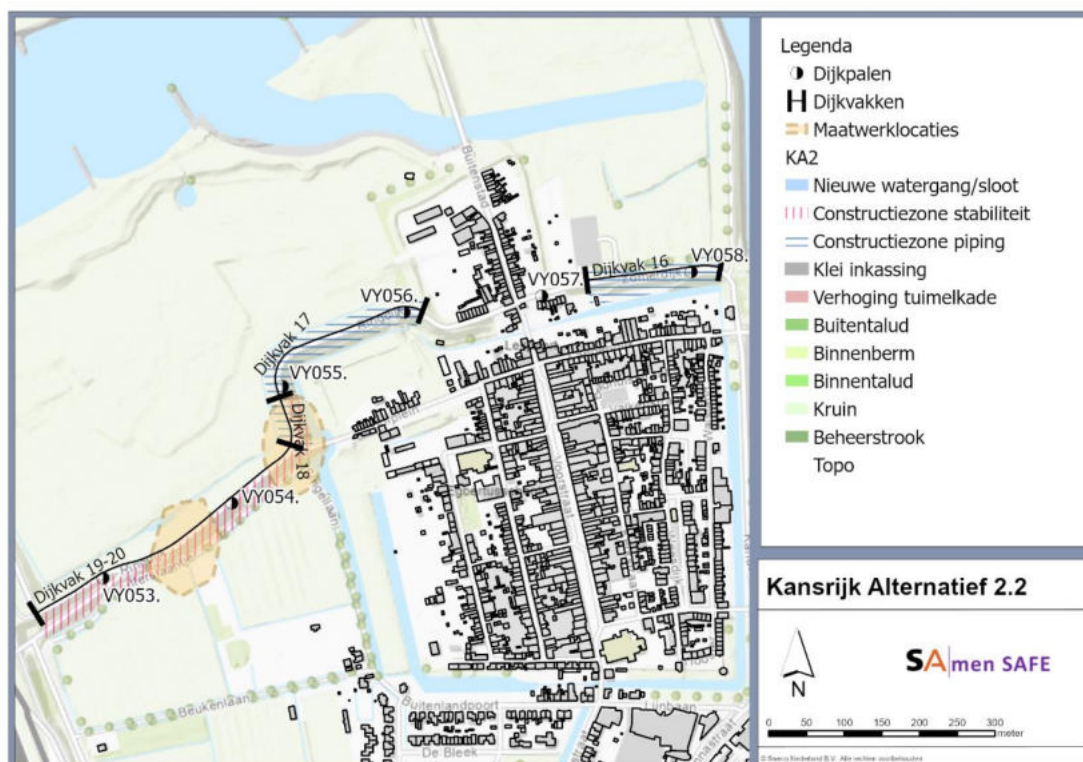
6.4 Kansrijke alternatieven

Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij zijn de prioritaire opgaven veranderd (zie paragraaf 6.2.2). In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4).

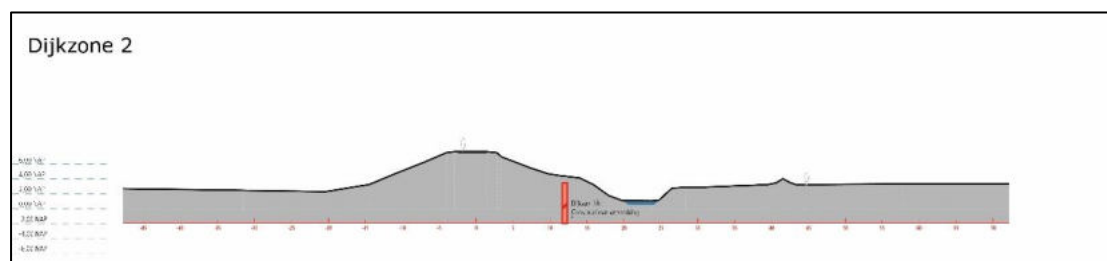
Tijdens het uitwerken van de kansrijke alternatieven is gebleken dat Alternatief 2.1 afvalt. Onderdeel van dit alternatief is namelijk een klei-ingraving als oplossing voor piping. De klei-ingraving blijkt onvoldoende weerstand toe te voegen aan het voorland om het pipingprobleem op te lossen. In dijkvak 16 kan de kwelstroom bovendien via het kanaal aan de zijkant intreden. De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 6-2:

Tabel 6-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

Alternatief	Kansrijk Alternatief 2.2	Kansrijk Alternatief 2.3	Kansrijk Alternatief 2.4
Faalmechanismes	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	P3 (in dv 16, 17 en 18), M4 (in dv 18, 19 en 20)	P5 (dijkvak 16, 17 en 18), M4 (in dv 18), M2 (dv 19 en 20)	M2, H1c, M3 (85), M4 (dv 86)
Beschrijving alternatief	Dit alternatief is een combinatie van een pipingconstructie in dijkvak 16, 17 en 18 en een stabiliteitsconstructie in dijkvak 18,19 en 20.	Dit alternatief is een combinatie van een verticale waterdoorlatende pipingoplossing in dijkvak 16, 17 en 18 en een constructieve oplossing in dijkvak 18. Voor dijkvak 19-20 is in verband met nu wel prioritaire stabiliteitopgave een buitenwaartse asveschuiving opgenomen zoals die in mogelijk alternatief 2.4 was uitgewerkt.	Dit betreft een piping constructie in dijkvak 16 en 17, een constructieve stabiliteitsoplossing in dijkvak 18 en een binnenwaartse grondoplossing in dijkvak 19 en 20
Bijzonderheden en aandachtspunten	Het piping/heavescherm wordt als er ook een stabiliteitsopgave is zodanig vormgegeven dat het ook het stabiliteitsprobleem oplost. De gasleiding moet worden ingepast en is een maatwerklocatie (zie Figuur 6-2 voor de locatie van de gasleiding). De constructies moeten aansluiten op de al aanwezige constructies rondom de buitenstad.	De aansluiting van de dijk in dijkvak 19 op de poort naar Vianen is een maatwerklocatie. Dit is een beschermd stads- en dorpsgezicht. Bij dit alternatief moet er een goede aansluiting komen zodat deze niet te veel impact heeft op cultuurhistorische waarden. In Figuur 6-7 is de bestaande situatie met de zichtlijn vanaf de dijk naar de Poort van Vianen weergegeven. Figuur 6-8 toont een mogelijke oplossing om de zichtlijnen te behouden en zelfs te verlengen. De gasleiding moet worden ingepast. Dit wordt in dit alternatief ingevuld met een nieuwe kruising, type gestuurde boring. De constructies moeten aansluiten op de al aanwezige constructies rondom de buitenstad.	Dit alternatief heeft effect op cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit, maar dit kan deels gecompenseerd worden door de historische laanstructuur op de berm terug te brengen. In de planuitwerkingsfase zal verder onderzocht moeten worden wat voor bomen en leeflaag op de dijk aangebracht kunnen worden en hoe dit ruimtelijk in te passen is.. De gasleiding moet worden ingepast. Dit wordt in dit alternatief ingevuld met een nieuwe kruising, type gestuurde boring. Aan de Singellaan is in 2020 een massagraf aangetroffen. Dit graf bestaat in ieder geval (voor zover nu bekend) uit twee massagraven. Eén graf is in zijn geheel opgegraven. Het tweede graf blijft behouden (in situ). Hoe dit ruimtelijk in te passen is wordt verder uitgewerkt in de planuitwerkingsfase.



Figuur 6-3: Bovenaanzicht Kansrijk Alternatief 2.2.



Figuur 6-4: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 2.2.



SAFE - Vianen stadspoort - bestaande situatie

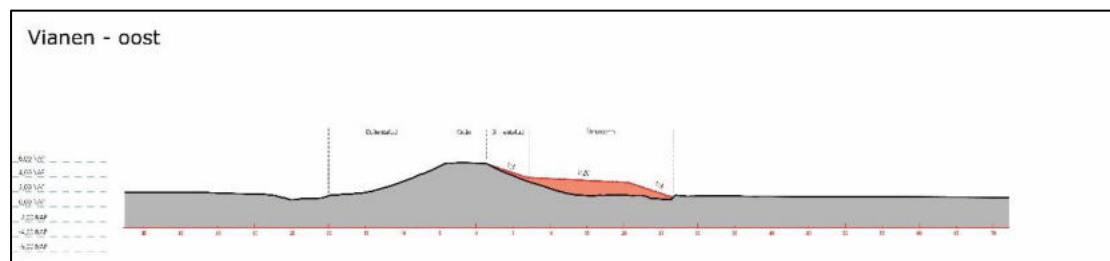


Figuur 6-7: Bestaande situatie rond de stadspoort bij Vianen.

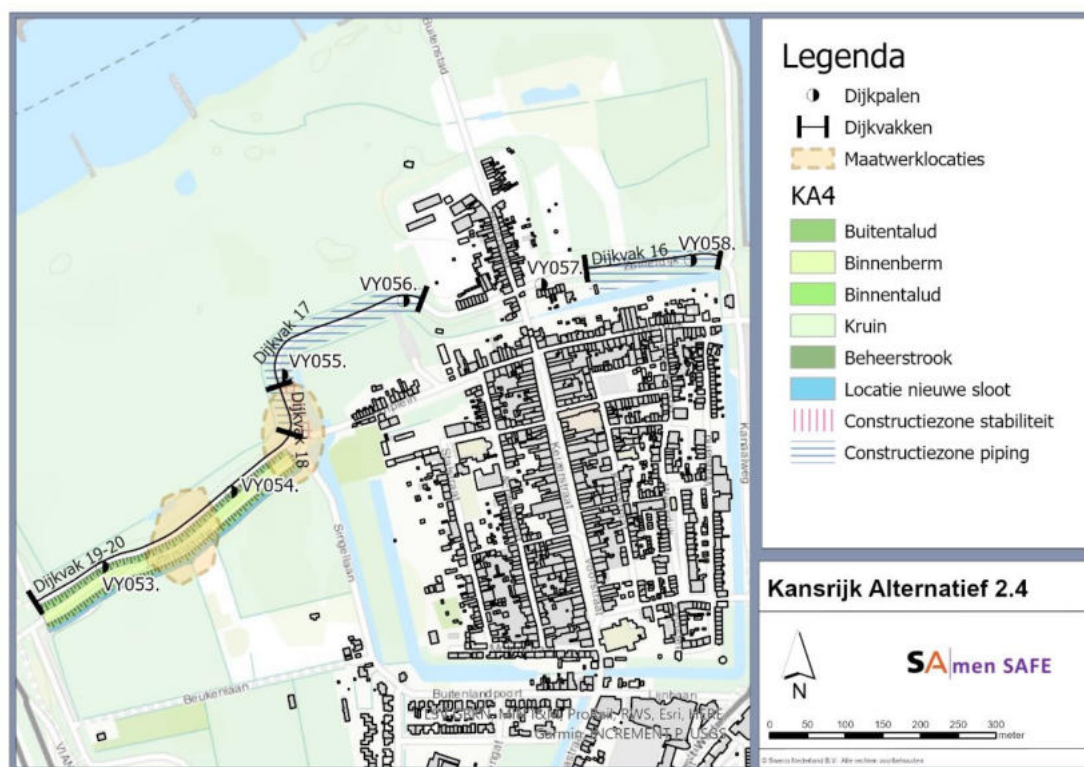
SAFE - Vianen stadspoort - bestaande situatie



Figuur 6-8: Mogelijkheid voor verlengen zichtlijn bij de stadspoort in Kansrijk Alternatief 2.3.



Figuur 6-9 Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 2.4 ter plekke van dijkvak 19-20.



Figuur 6-10 Bovenaanzicht Kansrijk Alternatief 2.4

6.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 6-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat alternatief 2.4 waarin een constructieve oplossing in het oostelijke deel (dijkvak 16-18) wordt gecombineerd met een binnenwaartse versterking in het westelijke deel (dijkvak 19-20) het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is. Dit alternatief biedt het grootste veiligheidsrendement: de grootste veiligheidswinst én de laagste kosten, zowel qua investeringskosten als qua levensduurkosten. Ook voldoet dit het best aan de wensen vanuit beleid en beheerder qua uitbreidbaarheid en beheerbaarheid en heeft het als enige alternatief geen negatieve effecten op NNN.

Door een slimme keuze van het type constructie en de locatie van de constructie, kunnen in dijkvak 16-18 eventuele negatieve effecten op houtopstanden, flora en fauna, ruimtelijke kwaliteit en landschap en waterbezwaar worden gemitigeerd. In dijkvak 19 en 20 worden negatieve effecten op cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit gemitigeerd door het terugbrengen van het Jufferslaantje met bomen aan beide zijden op de nieuwe binnenberm. Ook wordt hier een Gasunieleiding geraakt. Deze leiding ligt in het huidige dijkprofiel. Bij het aanbrengen van de binnenberm moet deze worden verlegd. Dit kan via een gestuurde boring. Kosten hiervoor zijn meegenomen in de raming, maar de verlegging brengt ook risico's voor de planning en uitvoerbaarheid met zich mee.

Kansrijk alternatief 2.2. valt af, vanwege de hogere kosten en slechtere uitbreidbaarheid en beheerbaarheid van de constructie in dijkzone 19-20 en het restrisico op lokale schade en overlast bij hoogwater (zie paragraaf 3.3.1 en 3.3.3).

Kansrijk alternatief 2.3 valt af vanwege de hogere kosten. Daarnaast heeft de buitenwaartse asverschuiving meer negatieve effecten (waarbij mitigeren niet mogelijk is) op het landschap en de ruimtelijke kwaliteit dan de andere alternatieven. Dit komt doordat in dijkvak 19 en 20 het smalle profiel van de dijk door de buitenwaartse asverschuiving (met berm) wordt aangetast. Ook verslechtert de aansluiting op de stadspoort Vianen. Bovendien heeft kansrijk alternatief 2.3 sterk negatieve effecten op flora en fauna in de uiterwaarden en een negatieve grondbalans. Net als bij alternatief 2.4 moet in dit alternatief de Gasunieleiding worden vervangen.

Tabel 6-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 2.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit bestaande waarden en	Impact op techniek overig
2.2	+	< 10% afwijking van gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en Fauna Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN gebieden en houtopstanden Waterkwantiteit Geluid en trillingen bij aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Bereikbaarheid tijdens aanleg Kabels en leidingen Uitvoerbaarheid Uitbreidbaarheide Beheerbaarheid	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Uitbreidbaarheid Beheerbaarheid
2.3	+	10-30% boven gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en Fauna Kabels en leidingen (gasleiding) Luchtkwaliteit aanleg Bodem: grondbalans <i>Negatief:</i> Effect op NNN gebieden Waterkwantiteit Geluid en trillingen bij aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Cultuurhistorie en archeologie Bereikbaarheid tijdens aanleg	<i>Sterk negatief:</i> Uitvoerbaarheid

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit bestaande waarden	Impact op techniek overig
2.4 (VKA)	+	10-30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en Fauna Kabels en leidingen (gasleiding) Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op houtopstanden Waterkwaliteit Bodem: grondbalans Geluid en trillingen bij aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Cultuurhistorie en archeologie Bereikbaarheid tijdens aanleg	

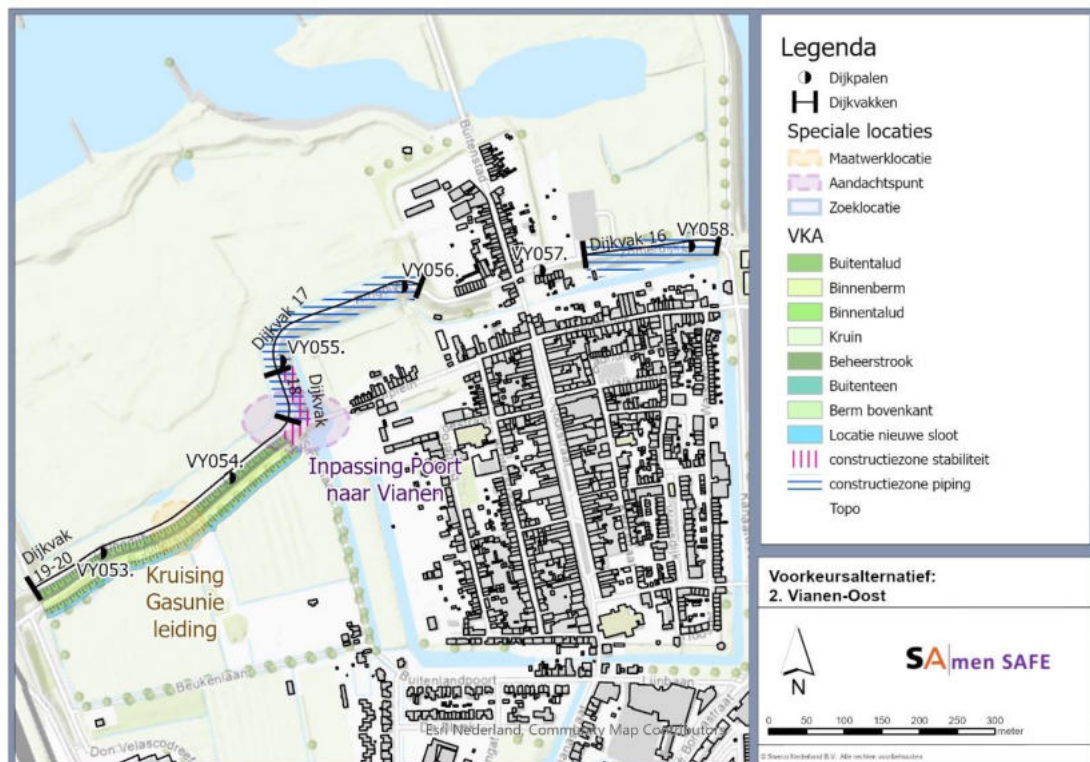
6.6 Voorkeursalternatief

Voor dijkzone 2 Vianen-Oost is een pipingconstructie in dijkvak 16-17, een gecombineerde stabiliteits- en pipingconstructie in dijkvak 18 en een binnenwaartse grondoplossing in dijkvak 19-20 als voorkeursalternatief gekozen. De pipingconstructie loopt aan de oostkant van de buitenstad van ongeveer VY058 tot VY057. Ter hoogte van de buitenstad bevinden zich al diverse constructies en is er een groot voorland, waardoor dit stuk in SAFE niet versterkt wordt. Ten westen van de buitenstad loopt de pipingconstructie van dijkpaal VY056 tot tussen VY055 en VY054 (tot en met dijkvak 18). Van iets na VY055 tot halverwege tussen VY055 en VY054 (de knik bij de Stadspoort) zal een stabiliteitsconstructie komen (in dijkvak 18). In dijkvak 19 en 20 wordt de binnenberm verlengd. Het Jufferslaantje met bomen aan beide zijden wordt op de nieuwe binnenberm teruggebracht. De teensloot wordt waar nodig gedempt en teruggebracht aansluitend aan de nieuwe binnenteen. De knik bij de stadpoort, waar de constructie overgaat in de binnenberm, is als maatwerklocatie aangewezen. In Figuur 6-11, Figuur 6-12, en Figuur 6-13 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsneden indicatief weergegeven.

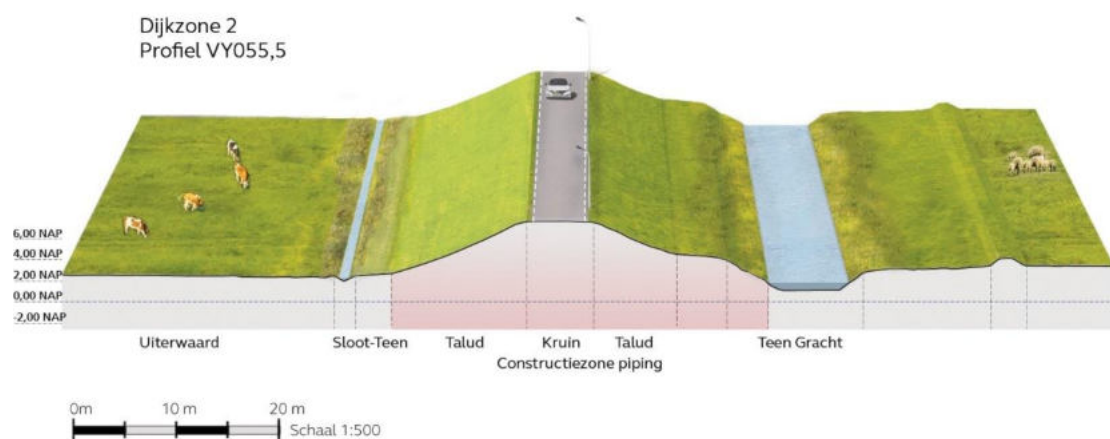
In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt. In deze fase zal onder andere worden onderzocht wat voor soort bomen en leeflaag er op de dijk kunnen worden toegepast en hoe dit ruimtelijk in te passen is. Het beleid bij WSRL staat toe dat bomen tot 5 meter hoogte op de berm mogen worden geplaatst. In de planuitwerkingsfase zal onderzocht worden onder welke voorwaarden er ook grotere bomen teruggeplaatst kunnen worden op de nieuwe binnenberm. Mocht het vanuit techniek of beheer onverhoopt niet haalbaar blijken om het Jufferslaantje met bomenrijen op de nieuwe binnenberm terug te brengen, en zo de ruimtelijke kwaliteit en cultuurhistorie te behouden, dan is het constructieve alternatief 2.2 de terugvaloptie.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB). Dat betekent dat de dijk in dit dijkvak in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden. In

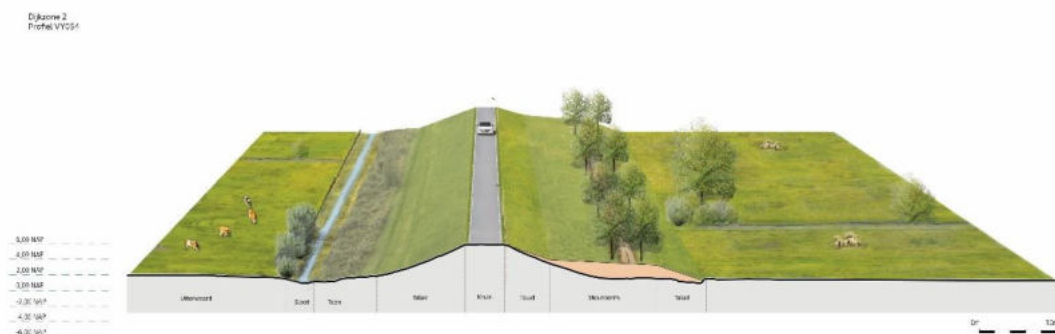
dijkvak 19-20 is rekening gehouden met een toekomstige binnenwaartse verhoging door de binnenberm extra breed uit te voeren.



Figuur 6-11: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief in dijkzone 2.



Figuur 6-12: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Vianen-Oost t.p.v. VY055,5.



Figuur 6-13: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Vianen-Oost t.p.v. VY054.

6.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

In het traject ligt een gasleiding van de Gasunie. Deze moet tijdig worden vernieuwd met een gestuurde boring onder de dijk door. Dit wordt verder uitgewerkt in de planuitwerkingsfase.

Het voorkeursalternatief heeft negatieve effecten op cultuurhistorie, ruimtelijke kwaliteit en flora en fauna omdat voor het aanbrengen van de binnenberm bomen gekapt moeten worden langs het Jufferslaantje van VY055 tot de snelweg. Dit is een tijdelijk effect, want het Jufferslaantje met bomen aan beide zijden wordt op de nieuwe binnenberm teruggebracht. Ook de teensloot wordt waar nodig gedempt en teruggebracht aansluitend aan de nieuwe binnenteen. Een speciaal aandachtsgebied is de poort naar Vianen. Om de bestaande cultuurhistorische waarde te behouden, moeten de constructies en de binnenberm hier met zorg worden ingepast.

Tijdens de planuitwerkingsfase wordt ook overwogen of waterdoorlatende of waterdichte pipingschermen de beste oplossing zijn om de dijk te versterken. Daarbij wordt onder andere bepaald wat het effect is van beide soort pipingschermen op de grondwaterstand. Het voorkeursalternatief mag geen ingrijpende invloed hebben op de waterhuishouding in de directe omgeving.

In het voorkeursalternatief is rekening gehouden met een 3,5 m bredere binnenberm, zodat in de volgende versterkingsronde de kruin naar binnen toe verhoogd kan worden, zonder dat de berm opnieuw verbreed hoeft te worden. Hierdoor kunnen de berm met laanstructuur erop en teensloot er langs in deze versterkingsronde in één keer goed worden ingepast. Ook voorkomen we daarmee twee keer overlast voor de omgeving en twee keer de noodzaak tot grondverwerving. In de planuitwerkingsfase voeren we een nadere variantenstudie uit waarin we een volledig partieel alternatief (vóór 2027 alleen stabiliteitsberm, vóór 2050 kruinverhoging), een volledig integraal alternatief (vóór 2027 stabiliteitsberm plus kruinverhoging) en tussenvormen zoals de extra brede berm van het VKA met elkaar vergelijken. We vergelijken daarbij alle benodigde maatregelen en hun kosten en effecten in het tijdspad tot 2050.

Tot slot is het behoud van archeologische waarden in de deze dijkzone een belangrijk aandachtspunt, vanwege de aanwezige archeologische vindplaatsen (historische stad Vianen, kasteel Batestein en AMK-terreinen). Daarnaast staat op historische kaarten (de kaart van Jacob van Deventer uit 1560) aan weerszijden van de dijk ter hoogte van Vianen bebouwing aangegeven. Er is een grote kans dat resten van bebouwing worden aangetroffen bij graafwerkzaamheden in en direct langs beide zijden van de dijk. Hier is tijdig archeologisch onderzoek nodig.

6.6.2 Meekoppelkansen

Een mogelijke meekoppelkans voor deze dijkzone (geldt ook voor andere dijkzones) is het aanpassen van de weginrichting en verzorgen van een uniforme uitstraling van de weg (i.o.m. wegbeheerder): bijvoorbeeld door dezelfde weginrichting te kiezen bij Lexmond-Vianen-Fort-Everdingen als voor het gedeelte van de dijk tussen Streefkerk en Lexmond (lichte fietsstroken met donkere asfaltbaan en snelheidsremmers). Deze meekoppelkans zal in de planuitwerkingsfase verder onderzocht worden. Daarnaast zal in de planuitwerkingsfase de verbreding van de stadsgracht bij Hof van Brederode verder worden onderzocht.

7 Dijkzone 3 – Vianen-West

7.1 Gebiedsbeschrijving

In deze dijkzone neemt de stedelijke druk af. De dijk ligt in de luwte van de A2. Er is een natuurlijke uitstraling door de ligging tussen twee gebieden met hoge opgaande beplanting. Daarna opent het landschap zich naar de uiterwaarden. Het bos dat binnendijs is gelegen is onderdeel van een groot landgoed: Amaliastein. Delen van de bospercelen aan de binnenzijde van de dijk zijn al aanwezig op het kadastrale minuutplan van begin 19e eeuw en zijn altijd als bosperceel in gebruik geweest. Het oostelijk gelegen bos heeft een aanleg die in de 17de eeuw is ontstaan. In delen van het bos is het voormalige padenpatroon bewaard gebleven en ook in het bos ter hoogte van VY45 lijkt de historische perceelindeling nog aanwezig. In het bos liggen parallel aan de dijk resten van een historische kwelkade en kwelsloot. Figuur 7-1 geeft een overzicht van dijkzone 3.

De dijk wordt hier gebruikt door fietsers en wandelaars. Door de fietsverbindingen aan weerszijden van de A2 over de Lek, staat deze dijk goed in verbinding met het stedelijke gebied van Nieuwegein. Westelijk is er een aansluiting op de woonwijk Het Monnikenhof met drie fietsopgangen. In de Middelwaard is een recreatieplas met een centrale parkeerplaats en een strandje waar in de zomer gebruik van wordt gemaakt. Westelijk van de dijkzone ligt het restant van een oude strang dicht bij de dijk. Verder is de uiterwaarde overwegend in agrarisch gebruik. Het dijkprofiel bij Vianen-West is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een compacte vierkante dijk die subtiel verloopt naar de omgeving. Figuur 7-1 geeft een overzicht van Dijkzone 3, welke aansluit op Dijkzone 2 en ten westen van de A2 gelegen is. Dichtbij deze dijkzone loopt een gasleiding van defensie. De scope van dit project valt net buiten deze gasleiding (zie figuur 7-2). De weg op de dijk is al oud en in relatief slechte staat.



Figuur 7-1: Overzicht van Dijkzone 3 Vianen-West. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.



Figuur 7-2: Leiding van defensie. Deze leiding ligt net buiten de scope van het project.

7.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

7.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone was er bij de start van de verkenningsfase een prioritaire opgave voor de faalmechanismen piping en stabiliteit binnenwaarts. Uit gedetailleerde berekeningen ten behoeve van het dimensioneren van de kansrijke alternatieven volgde geen prioritaire pipingopgave voor dijkvak 21-23. Vanwege de geconstateerde kwelproblemen is echter toch besloten om hier maatregelen tegen piping te treffen. De stabiliteitsopgave is in de hele dijkzone niet meer prioritair. Echter, om de totale waterveiligheid in het normtraject naar 1:1.000 te krijgen, is het wel nodig om de stabiliteitsopgave hier aan te pakken. In dijkvak 24 is geen prioritaire opgave over, maar deze is gezien het sterke raakvlak met naastgelegen dijkvakken wel in de scope gebleven, om versnippering tegen te gaan en om efficiënt te kunnen werken.

Daarnaast speelt er een niet-prioritaire hoogteopgave. De dijkzone voldoet nu nog aan de vereiste hoogte, maar er zal op korte termijn (voor 2040) een hoogtetekort ontstaan.

7.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor piping, stabiliteit binnenwaarts en hoogte vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af. Deze zijn weergegeven in Bijlage 4 Overzicht afgevallen bouwstenen per dijkzone.

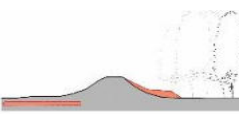
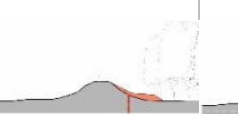
7.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan, en aan de hand van de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3, is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

In dijkzone 3 zijn er drie partiële alternatieven (3.1, 3.2 en 3.3) en twee integrale alternatieven (3.4 en 3.5) opgesteld (zie Tabel 7-1 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De grote afbeeldingen van de alternatieven zijn te vinden aan het einde van deze paragraaf. Een overzicht van de bouwstenen die zijn toegepast in deze alternatieven is weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Het integrale alternatief met een buitenwaartse asverschuiving en een klei-ingraving valt af vanwege de buitenproportionele extra kosten. Ook een asverschuiving met een verticale pipingvoorziening zou vele malen duurder zijn dan de andere alternatieven. Bij een buitenwaartse asverschuiving zijn de effecten op cultuurhistorie en natuur weliswaar kleiner dan bij een binnenberm, maar dit weegt niet op tegen de extra kosten.

Tabel 7-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 3.

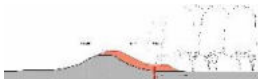
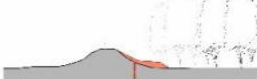
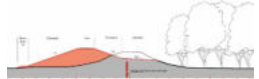
Alternatief	Alternatief 3.1	Alternatief 3.2	Alternatief 3.3	Alternatief 3.4	Alternatief 3.5
Faalmecanismes	STPH / STBI	STPH / STBI	STPH / STBI	STPH / STBI / GEKB	STPH / STBI / GEKB
					
Toegepaste bouwstenen	M1/M3 + P2	M1/M3 + P5	P3 + M4	P2 + M2 + H1c / M8	M1/M3 + P5 + H1a/M8
Onderbouwing en voorwaarden	Valt af. Op basis van berekeningen blijkt dat een klei-ingraving met realistische afmetingen onvoldoende weerstand toevoegt aan het voorland om het pipingprobleem op te lossen. Voor de binnenberm geldt dat deze in principe zodanig breed wordt uitgevoerd dat ruimte wordt gecreëerd voor een latere verhoging.	Kansrijk. Voor de binnenberm geldt dat deze in principe zodanig breed wordt uitgevoerd dat ruimte wordt gecreëerd voor een latere verhoging.	Kansrijk.	Valt af: Op basis van berekeningen blijkt dat een klei-ingraving met realistische afmetingen onvoldoende weerstand toevoegt aan het voorland om het pipingprobleem op te lossen. Daarnaast zijn er ondanks de synergie tussen de asverschuiving en de klei-ingraving, buitenproportionele extra kosten benodigd voor de asverschuiving.	Kansrijk. Er is hier sprake van synergie tussen de aanleg van de binnenberm en de binnenwaartse kruinverhoging, gezien er relatief snel een hoogtetekort ontstaat en de staat van het wegdek slecht is. Er zijn echter wel significante meerkosten.

Alternatief	Alternatief 3.1	Alternatief 3.2	Alternatief 3.3	Alternatief 3.4	Alternatief 3.5
Belangrijkste effecten	De klei-ingraving heeft potentieel positieve effecten voor onder andere natuurontwikkeling. Te bespreken met beheerder van de uiterwaard. Aantasting bomen aan binnenzijde. Mogelijk forse compensatieopgave.	Aantasting bomen aan binnenzijde. Mogelijk forse compensatieopgave.	Aantasting bomen aan binnenzijde. Mogelijk forse compensatieopgave.	De klei-ingraving heeft potentieel positieve effecten voor onder andere natuurontwikkeling. Te bespreken met beheerder van de uiterwaard.	Aantasting bomen aan binnenzijde. Mogelijk forse compensatieopgave.

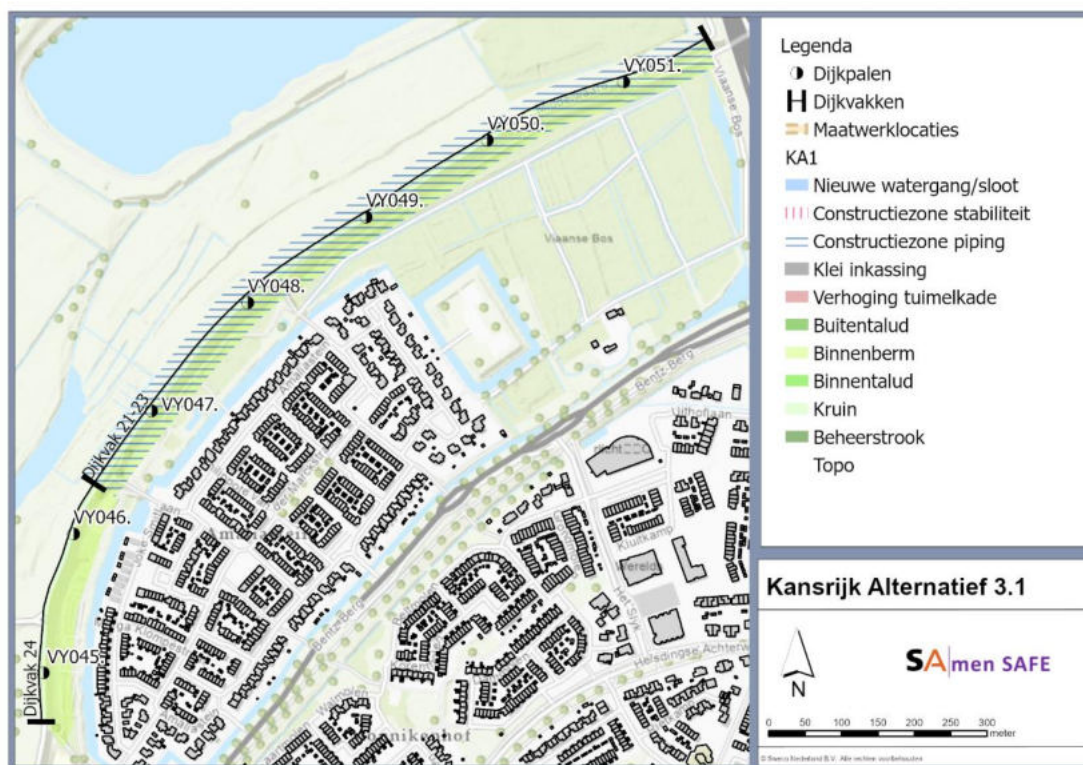
7.4 Kansrijke alternatieven

In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). In alle kansrijke alternatieven is ook de stabiliteitsopgave opgelost. Ook al bleek deze niet meer prioritair, hij was wel nodig om op het normtraject aan de veiligheid van 1:1.000 te voldoen. Door ook meteen het stabiliteitsprobleem op te lossen, kan in één keer een eindoplossing worden ontworpen en goed ingepast in het landschap. Ook is de uitvoering hierdoor efficiënter. N.B. Alleen in kansrijk alternatief 3.1 wordt ook het hoogtetekort opgelost. In alternatief 3.2 wordt de berm geschikt gemaakt voor een latere verhoging. De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 7-2 en Figuur 7-3 tot en met Figuur 7-10.

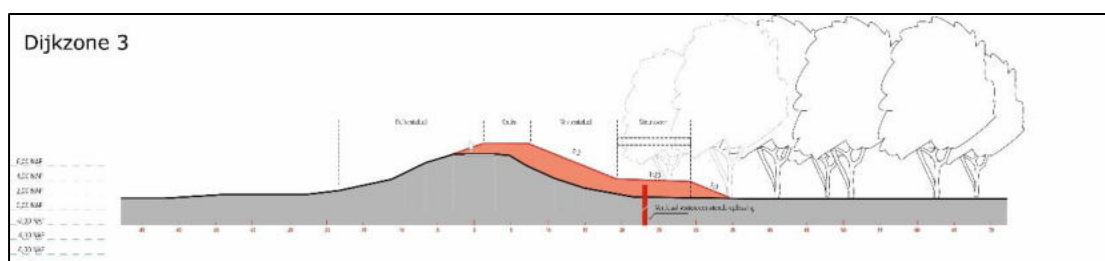
Tabel 7-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

Alternatief	Kansrijk Alternatief 3.1	Kansrijk Alternatief 3.2	Kansrijk Alternatief 3.3	Kansrijk Alternatief 3.4
Faal-mechanismes	STPH / STBI / GEKB 	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI / GEKB 
Toegepaste bouwstenen	H1a/M8, M1, P5 (in dv 21, 22 en 23)	M1/M3 + P5 (in dv 21, 22 en 23)	M4 + P3 (in dv 21, 22 en 23)	H1c + M2 + P3 (in dv 21, 22 en 23) +
Beschrijving alternatief	De dijk wordt vanaf de buitenkruin binnenwaarts verhoogd in combinatie met een bredere stabiliteitsberm en een verticale waterdoorlatende pipingoplossing (behalve in dijkvak 24).	Dit alternatief betreft een verbreding van de binnenberm en een verticale waterdoorlatende pipingoplossing (behalve in dijkvak 24).	Dit alternatief is een combinatie van een piping/heavescherm en een constructieve oplossing om stabiliteit op te lossen. In dijkvak 24 is geen oplossing tegen piping nodig.	Dit alternatief is een combinatie van een buitenwaartse asverschuiving en verhoging en een verticale waterdoorlatende pipingoplossing (behalve in dijkvak 24).
Bijzonderheden en aandachtspunten	Het bos langs de dijk wordt geraakt bij dit alternatief. Het uitgangspunt is dat dit wordt gecompenseerd. Effecten op NNN moeten worden gecompenseerd. Een ander aandachtspunt is dat een doorlatend scherm (P5) een fragiele oplossing is. Schade op een dergelijke constructie door wortels is nooit onderzocht.	Het bos langs de dijk wordt geraakt bij dit alternatief. Het uitgangspunt is dat dit wordt gecompenseerd. Effecten op NNN moeten worden gecompenseerd. Voor de binnenberm geldt dat deze in principe zodanig breed wordt uitgevoerd dat ruimte wordt gecreëerd voor een latere verhoging.	Het bos aan de binnenzijde wordt zo veel mogelijk ontzien bij het plaatsen van een constructie, maar de verwachting is dat toch een strook bomen wordt geraakt. Het uitgangspunt is dat dit wordt gecompenseerd. Wel is van belang dat deze bomen ook het broedgebied vormen van de ijsvogel. Dit is een	Het bos aan de buitenzijde (oostzijde) wordt geraakt, net als de rabattenstructuur aan de westzijde. Uitgangspunt is dat gekapte bomen worden gecompenseerd. Effecten op NNN en rivierkunde moeten worden gecompenseerd. Een doorlatend scherm (P5) is een fragiele oplossing.

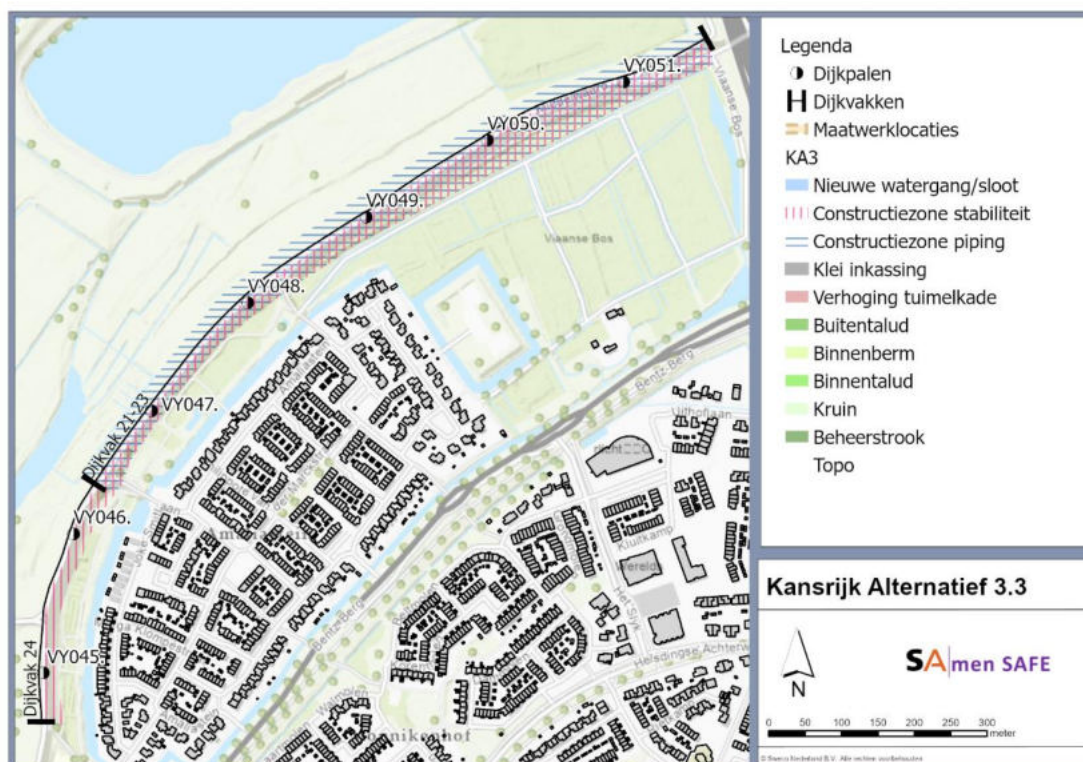
Alternatief	Kansrijk Alternatief 3.1	Kansrijk Alternatief 3.2	Kansrijk Alternatief 3.3	Kansrijk Alternatief 3.4
		Een doorlatend scherm (P5) is een fragiele oplossing. Schade op een dergelijke constructie door wortels is nooit onderzocht.	aandachtspunt voor in de planuitwerkingsfase.	Schade op een dergelijke constructie door wortels is nooit onderzocht.



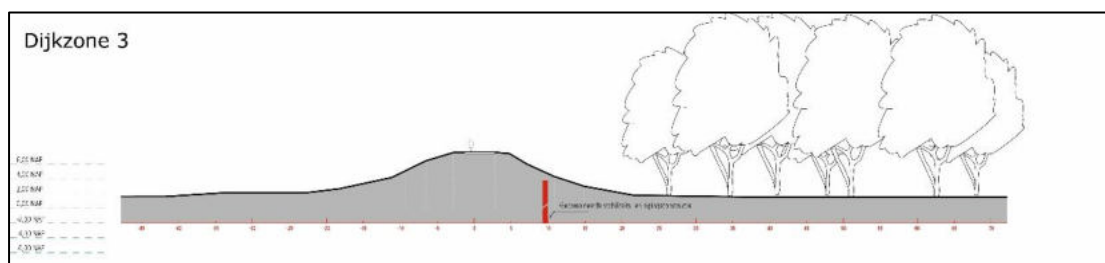
Figuur 7-3: Bovenaanzicht Kansrijk Alternatief 3.1.



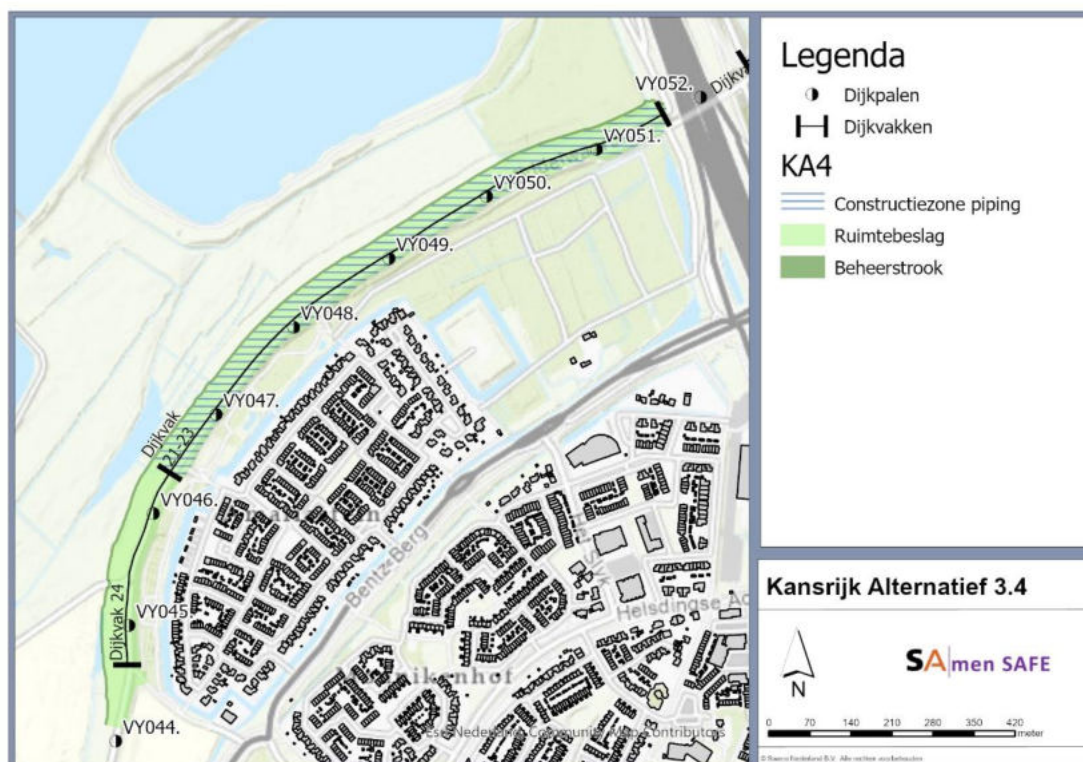




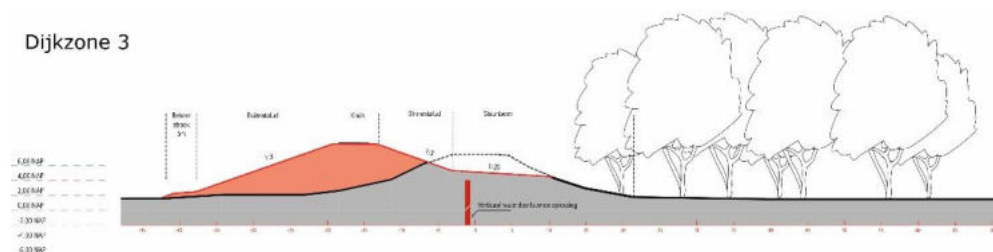
Figuur 7-7: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 3.3.



Figuur 7-8: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 3.3.



Figuur 7-9: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 3.4.



Figuur 7-10: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 3.4.

7.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 7-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen en de kostenraming.

Tabel 7-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 3.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
3.1	++	>30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Houtopstanden Flora en Fauna Cultuurhistorie Bodem: grondbalans <i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Effect op NNN-gebieden Waterkwantiteit Geluid, lucht en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen) Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk Verkeersveiligheid en bereikbaarheid Kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid
3.2	+	>30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Houtopstanden Flora en Fauna Cultuurhistorie Bodem: grondbalans Luchtkwaliteit tijdens aanleg <i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Effect op NNN-gebieden Waterkwantiteit Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen) Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk Bereikbaarheid tijdens aanleg Kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
3.3	+	>30% boven gemiddelde	>30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en Fauna Geluid / Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Waterkwaliteit (binnendijks waterbezwaar) Trillingen tijdens aanleg Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen) Bereikbaarheid tijdens aanleg	<i>Negatief:</i> Beheerbaarheid
3.4 (VKA)	++	>30% boven gemiddelde	10-30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en fauna Houtopstanden Rivierkundige effecten Grondbalans Geluid / Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Oppervlaktewater Trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Cultuurhistorie Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen) Landbouwareaal Verkeersveiligheid Bereikbaarheid tijdens aanleg	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid

Alternatief 3.1 valt af omdat het veiligheidsrendement kleiner is dan bij alternatief 3.2. Het lokaal verhogen van de dijk levert niet direct een veiligheidswinst op, omdat de kruin van de dijk op meerdere tracés binnen het normtraject te laag is. Ook is het efficiënter om de kruin (met wegdek) te verhogen tegelijkertijd met naastgelegen stukken. Dit zal vóór 2050 in een integrale versterkingsronde moeten plaatsvinden.

Alternatief 3.2 valt af vanwege de zeer hoge cultuurhistorische waarde van de historische groenstructuren van landgoed Amaliastein. De groenstructuren strekken zich uit van de snelweg A2 aan de oostkant van de dijkzone tot in de smallere groenstrook aan de westzijde. Het kappen van bomen voor de dijkversterking zou een onomkeerbare aantasting van deze structuren veroorzaken en is daarmee in strijd met de randvoorwaarde van behoud van bestaande waarden. Ook zou het kappen van de groenbuffer tussen de woonwijk aan de westzijde van de dijkzone en de rivier de ruimtelijke kwaliteit (gebruikswaarde en belevingswaarde) negatief beïnvloeden.

Het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is gericht op maximaal behoud van de hoge cultuurhistorische en ecologische waarden en ruimtelijke kwaliteit. Aan de oostzijde is het VKA een buitenwaartse asverschuiving (alternatief 3.4). Daarmee worden de cultuurhistorische waarden van

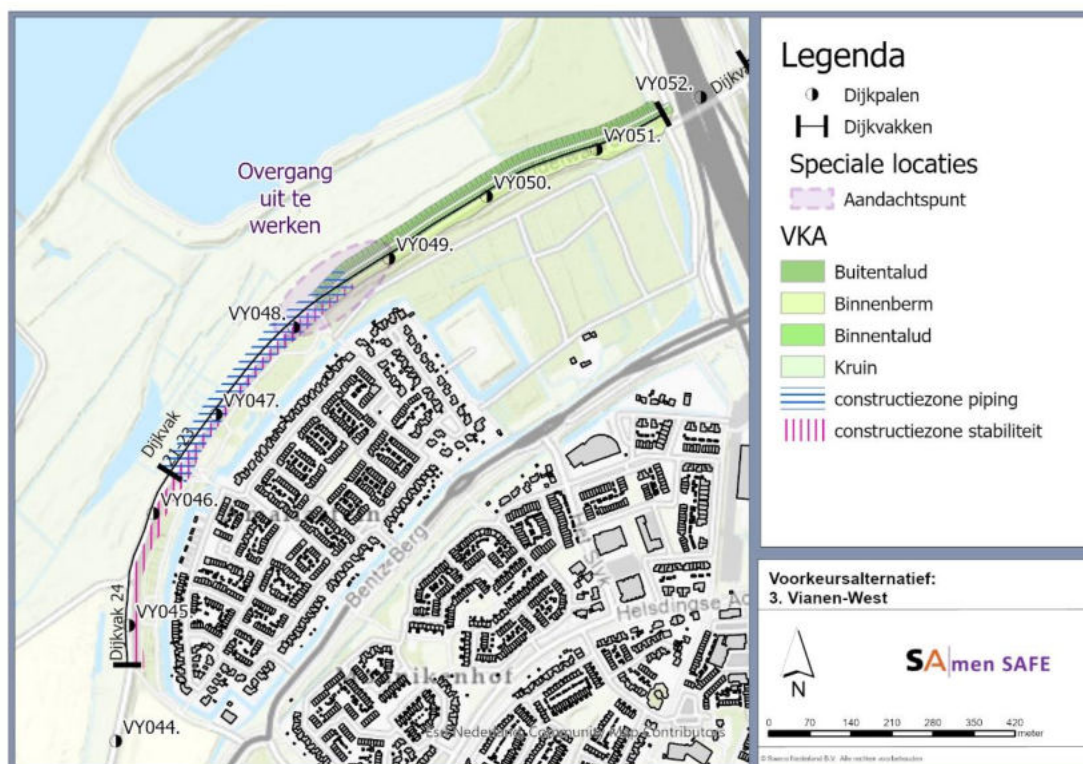
Amaliastein inclusief historische kwelkade, kwelsloot en beplanting behouden. Een asverschuiving heeft hier de voorkeur boven een constructie, omdat het een integrale, goed uitbreidbare en beheerbare en meer circulaire oplossing is. Ook heeft deze grondoplossing minimale geohydrologische effecten op kwelgevoelige natuur aan de binnenzijde. Aan de westzijde is het VKA een constructie (alternatief 3.3). Daarmee wordt zowel het cultuurhistorisch waardevolle buitendijkse rabattenlandschap als de ruimtelijke kwaliteit van de groenstrook tussen de woonwijk en de dijk behouden. Nadeel van een constructie is wel dat deze slechter uitbreidbaar en beheerbaar is en een restrisico kent op lokale schade en overlast bij hoogwater (zie paragraaf 3.3.1 en 3.3.3). Ook zal bij aanbrengen van een constructie mogelijk een deel van de bomen langs de dijk gekapt moeten worden.

7.6 Voorkeursalternatief

Het VKA in deze dijkzone is een combinatie van alternatieven. Vanaf de A2 (net voor dijkpaal VY051) tot tussen dijkpalen VY049 en VY048 is het VKA een buitenwaartse asverschuiving inclusief buitenwaartse kruinverhoging en aanbrengen van een verticale (waterdoorlatende) pipingvoorziening. De bestaande dijk wordt daarbij deels afgegraven. Vanaf tussen VY049 en VY048 bestaat het VKA uit constructies. In dijkvak 22-23 tot net voor dijkpaal VY046 is het VKA een gecombineerde stabiliteits- en pipingconstructie. In dijkvak 24 tot de oprit, straat Vijverlust (tussen dijkpaal VY045 en VY044 in), is het VKA alleen een stabiliteitsconstructie.

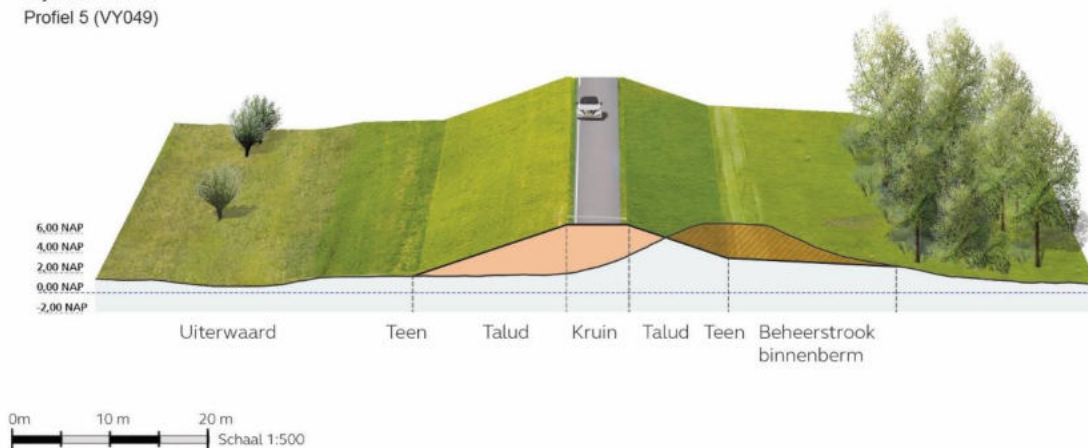
In het westelijke deel van deze dijkzone, met een constructieve oplossing, is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB). Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden.

In Figuur 7-11, Figuur 7-12 en Figuur 7-13 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



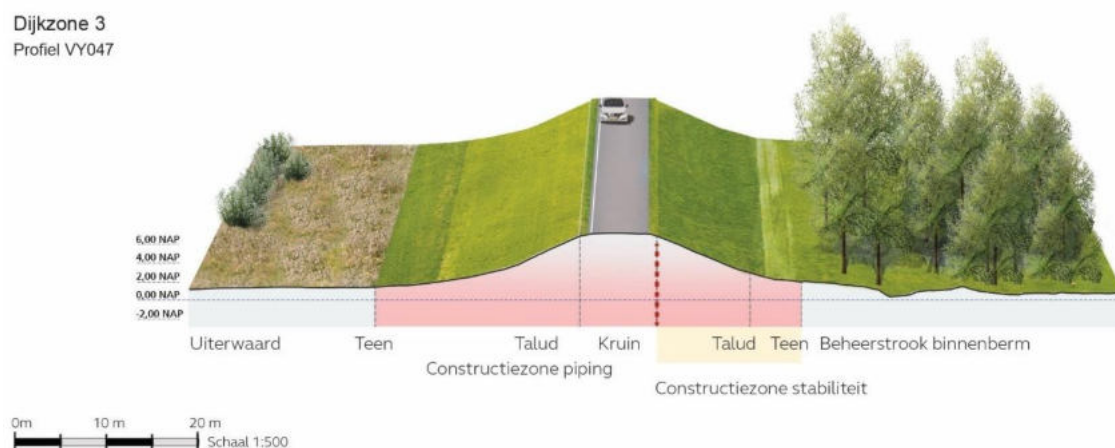
Figuur 7-11: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 3.

Dijkvak 21-23
 Profiel 5 (VY049)



Figuur 7-12: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Vianen-West t.p.v. VY049.

Dijkzone 3
 Profiel VY047



Figuur 7-13: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Vianen-West t.p.v. VY047.

7.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

De belangrijkste negatieve effecten van dit voorkeursalternatief zijn op flora en fauna, houtopstanden, rivierkunde en de grondbalans. Effecten op flora en fauna en houtopstanden in het westelijk deel van de dijkzone zullen we zo veel mogelijk beperken door een slimme keuze voor de locatie en uitvoeringsmethode van de constructie. Daarbij wordt de uitvoeringskennis van een te selecteren aannemer benut. In de planuitwerkingsfase wordt verder onderzoek gedaan naar de aanwezig flora en fauna. Bij het ontwerp wordt daar rekening mee gehouden. Mochten er toch negatieve effecten optreden, dan moeten deze worden gemitigeerd of gecompenseerd. Ook heeft de buitenwaartse asverschuiving een ruimtebeslag op NNN-gebied en KRW ecotopen. Dit moet zoveel mogelijk beperkt worden en er zijn compenserende maatregelen nodig. Deze zullen in nauw overleg met onder andere provincie Utrecht en Rijkswaterstaat worden uitgewerkt.

Effecten op rivierkunde zijn naar verwachting klein, omdat de oostkant van de dijkzone beschut ligt achter het grondlichaam van de A2. In de planuitwerkingsfase bepalen we conform het Rivierkundig

Beoordelingskader wat de effecten van de asverschuiving op hoge waterstanden, het waterbergend vermogen, stroming en morfologie (bv. aanzanding van de vaargeul) zijn. Ook bepalen we of er compenserende maatregelen moeten plaatsvinden om negatieve effecten te compenseren. In het voorkeursalternatief is er van uit gegaan dat elke aangebrachte m³ grond wordt gecompenseerd met een m³ ontgraving (Waterinfraworks, 2021). Dit is naar verwachting een conservatieve aanname. Het streven is om eventuele compenserende maatregelen te treffen in de uiterwaard waar de asverschuiving plaatsvindt. Mogelijk zijn ook andere locaties (stroomafwaarts) geschikt. Dit wordt in de planuitwerkingsfase verder onderzocht en uitgewerkt.

De overgang van de buitenwaartse asverschuiving naar de bestaande dijk (met constructie) moet ruimtelijk goed worden ingepast. Om daar ruimte aan te bieden is een ruime overgangszone ingetekend.

In het westelijk deel van de dijkzone met de constructieve oplossing is er nog een restopgave voor hoogte. Dit betekent dat deze vóór 2050 nog een keer verhoogd moet worden. De dijk ligt hier echter ingeklemd tussen belangrijke waarden aan de binnenzijde en buitenzijde van de dijk. Om 'geen spijt' ingrepen te voorkomen, gaan we in de planuitwerkingsfase expliciet uitzoeken of het totaal van versterkingsmaatregelen, in de komende partiële dijkversterkingsronde en de volgende integrale dijkversterkingsronde die voor 2050 zal plaatsvinden, samen goed ingepast kunnen worden. Daarvoor gaan we de hoogteopgave nader bepalen en nader onderzoeken hoe de dijkversterkingsmaatregelen hier rekening mee kunnen houden. We geven hier invulling aan door zowel een partiële variant (met restopgave voor hoogte) als een integrale variant (die de hoogteopgave direct oplost) uit te werken. Om deze varianten onderling goed te kunnen vergelijken, werken we zowel de maatregelen uit die vóór 2027 worden getroffen als aanvullende maatregelen die vóór 2050 moeten worden getroffen. Op basis van (milieu)effecten en kosten hiervan, en in overleg met de betrokken gemeenten en provincies, maken we vervolgens een expliciete afweging welke variant de voorkeur heeft.

Tot slot is er een belangrijk aandachtspunt om rekening mee te houden bij het toepassen van een waterdoorlatende piping voorziening. Het idee is dat deze oplossing kan worden ingezet om de eigenschappen van het kwelbos te handhaven. Echter, de schade op een dergelijke constructie door wortels is nooit onderzocht. Dit is een punt om rekening mee te houden in de vervolgfases.

7.6.2 Meekoppelkansen

In deze dijkzone liggen mogelijkheden om de verkeerssituatie bij de fietssluis Middelwaard ter hoogte van de camping en haven te optimaliseren. Deze meekoppelkans is niet bepalend voor de keuze van het VKA, maar het is wel een aspect wat we verder gaan onderzoeken in de planuitwerking.

8 Dijkzone 4 – Helsdingen

8.1 Gebiedsbeschrijving

Deze dijkzone ligt in landelijk gebied waar agrarisch gebruik de boventoon voert. Binnendijs zijn uitgebreide graslanden en afscheidingen van knotwilgen op de kavelgrenzen. Schapen grazen op de dijk en bij de laatste dijkversterking zijn er hoogstam fruitbomen op de steunberm gezet. Buitendijs is het landschap overwegend in agrarisch gebruik. In de verte liggen akkers en wordt mais verbouwd. Aan de voet van de dijk is een vee verzamelplek tussen een paar grote wilgenbomen. Onopvallend zijn lage natte graslanden aan de voet van de dijk. Hier is de toplaag van de uiterwaarde afgegraven, vermoedelijk als kleilaag bij een eerdere dijkversterking. Deze gebieden zijn natter en ruiger dan de overige uiterwaarden. Het dijkprofiel bij Helsdingen is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Er is binnendijs een steunberm die in breedte verspringt op de plek waar de boomgaard op de steunberm eindigt. Figuur 8-1 geeft een overzicht van Dijkzone 4.



Figuur 8-1: Overzicht van dijkzone 4 Helsdingen. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

8.2 *Veiligheidsopgave en bouwstenen*

8.2.1 *Veiligheidsopgave*

In deze dijkzone was er aan het begin van de verkenningsfase een prioritaire opgave voor de faalmechanismen stabiliteit binnenwaarts en piping. Uit gedetailleerde berekeningen voor het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is gebleken dat er in dijkvak 26 geen piping opgave is en in dijkvak 27 een niet-prioritaire piping opgave. Daarnaast speelt er een niet-prioritaire hoogteopgave.

8.2.2 *Bouwstenen*

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af. Deze zijn weergegeven in Bijlage 4 Overzicht afgevalen bouwstenen per dijkzone.

8.3 *Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b*

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald (zie Tabel 8-1:). Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf (zie Figuur 8-3, Figuur 8-5 en Figuur 8-7). Voor deze dijkzone zijn de volgende bouwstenen in verschillende alternatieven gebruikt. Deze staan weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Tabel 8-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 4.

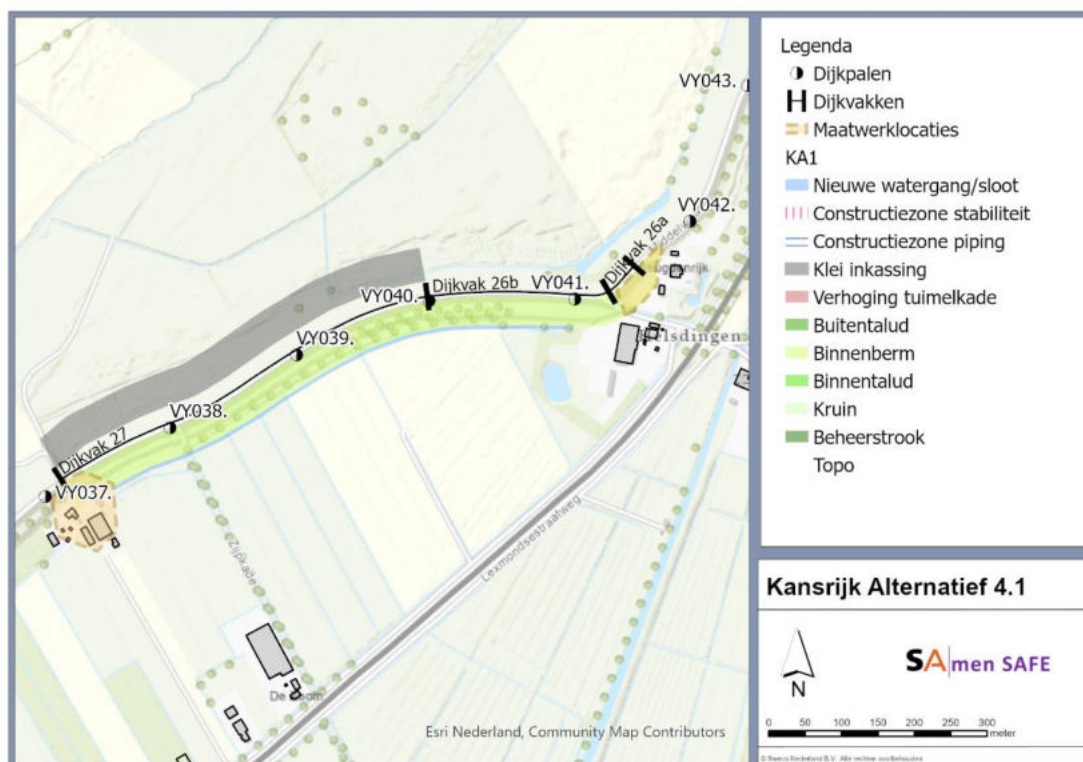
Alternatief	Mogelijk Alternatief 4.1	Mogelijk Alternatief 4.2	Mogelijk Alternatief 4.3	Mogelijk Alternatief 4.4	Mogelijk Alternatief 4.5 (integraal)
Faalmechanismes	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI / GEKB 
Toegepaste bouwstenen	M1 + P2	M1 + P5	P3 + M4	M1 + P4 / M5	M1 + H1a/M8
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. De klei-ingraving biedt kansen en risico's voor de buitendijkse rabatlanden. Te bespreken met Utrechts landschap. Het kostenverschil met andere alternatieven is niet groot genoeg om af te laten vallen. Vanuit beleid WSRL heeft deze oplossing voorkeur boven een constructie. Voor de binnenberm geldt dat deze in principe zodanig breed wordt uitgevoerd dat ruimte wordt gecreëerd voor een latere verhoging.	Kansrijk Wel geldt dat de binnenberm in principe zodanig breed wordt uitgevoerd dat ruimte wordt gecreëerd voor een latere verhoging.	Kansrijk	Valt af: drainageconstructie is voor beheer en onderhoud kostenverhogend. Daarnaast lijkt een drainageconstructie niet persé nodig te zijn, omdat er voldoende oplossingen mogelijk zijn in grond.	Valt af: i.v.m. significante extra kosten. Overlast voor de omgeving is hier beperkt en de partiële oplossingen bieden mogelijkheden om later uit te breiden.

8.4 Kansrijke alternatieven

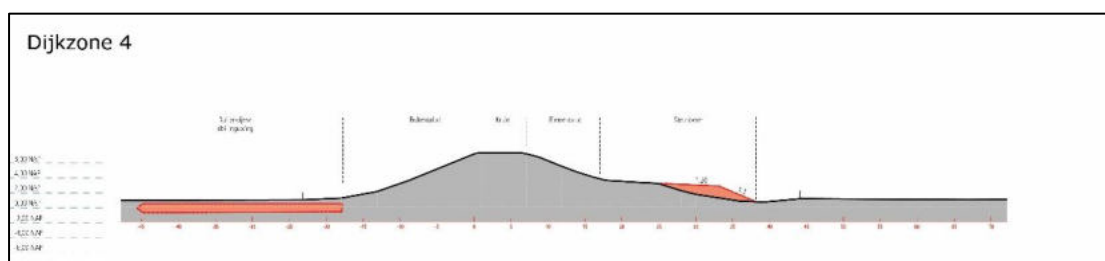
Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij zijn de prioritaire opgaven veranderd (zie paragraaf 8.2.2). In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 8-2 en Figuur 8-2 tot en met figuur 8-7.

Tabel 8-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

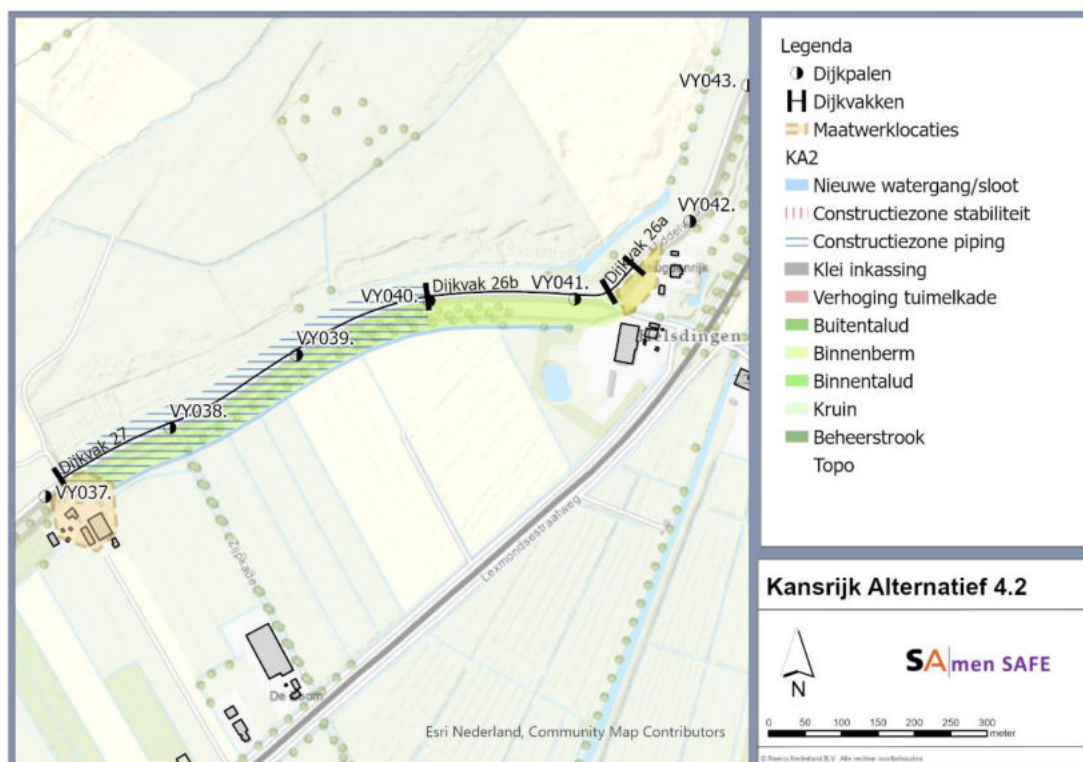
Alternatief	Kansrijk Alternatief 1	Kansrijk Alternatief 2	Kansrijk Alternatief 3
Faalmechanismes	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI 
Toegepaste bouwstenen	M1 + P2 (dv 27)	M1 + P5 (dv 27)	P3 + M4 (dv 27)
Beschrijving alternatief	Dit alternatief bevat een combinatie van een stabiliteitsberm aan de binnenzijde en een klei ingraving buitendijks.	Dit alternatief bevat een combinatie van een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk en een verticale waterdoorlatende pipingoplossing.	Dit alternatief bevat een combinatie van een constructieve oplossing en een piping/heavescherm.
Bijzonderheden en aandachtspunten	Aan de oostelijke zijde waar de verbreding van de berm ophoudt moet de verschoven binnenteen weer geleidelijk teruglopen naar de bestaande binnenteen. De inpassing ten opzichte van panden en tuin is maatwerk. Uitgangspunt dat panden niet geraakt worden. Dit is een maatwerklocatie. Aan de westelijke zijde ligt een agrarisch bedrijfspand. We streven er naar het pand te sparen, maar dit is nog niet met zekerheid te zeggen. Uitgangspunt voor effectbeoordeling en raming (worst case) is dat pand iets teruggeplaatst zal moeten worden. De bestaande teensloot wordt gedempt en hersteld langs de binnenteen van de verbrede berm. De wenselijkheid van de klei-ingraving wordt afgestemd met Utrechts Landschap.	Aan de oostelijke zijde waar de verbreding van de berm ophoudt moet de verschoven binnenteen weer geleidelijk teruglopen naar de bestaande binnenteen. De inpassing ten opzichte van panden en tuin is maatwerk. Uitgangspunt dat panden niet geraakt worden. Dit is een maatwerklocatie. Aan de westelijke zijde ligt een agrarisch bedrijfspand. We streven er naar het pand te sparen, maar dit is nog niet met zekerheid te zeggen. Uitgangspunt voor effectbeoordeling en raming (worst case) is dat pand iets teruggeplaatst zal moeten worden. De bestaande teensloot wordt gedempt en hersteld langs de binnenteen van de verbrede berm.	De panden aan de uiteinden van het traject zullen bij het plaatsen van een constructie behouden blijven.



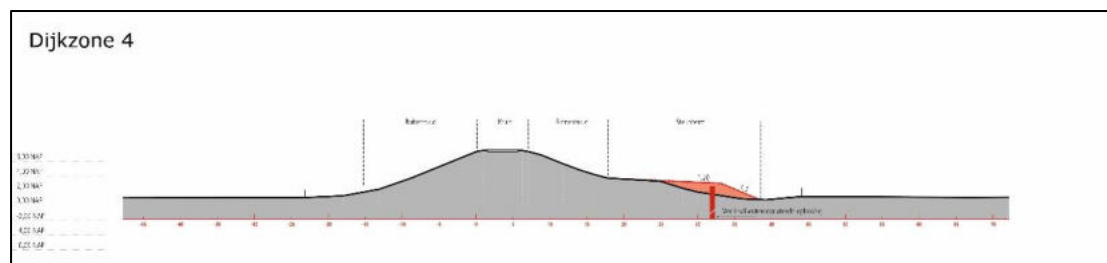
Figuur 8-2: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 4.1.



Figuur 8-3: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 4.1.



Figuur 8-4: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 4.2.



Figuur 8-5: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 4.2.



8.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 8-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat kansrijk alternatief 4.2 het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is. Dit is een combinatie van een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk en een verticale (waterdoorlatende) pipingvoorziening. De reden voor de keuze is dat dit alternatief het hoogste veiligheidsrendement heeft. De kosten zijn het laagst. Ook is dit het alternatief met de minste negatieve (milieu)effecten. Wel heeft dit alternatief net als 4.1 een sterk negatieve grondbalans.

Alternatief 4.1 met een klei-ingraving valt af vanwege de relatief hoge kosten. Bovendien tast dit alternatief het buitendijks gelegen rabattenlandschap aan. Dit is van grote ecologische waarde. Ook aardkundige waarden en landbouwareaal worden hier aangetast. Een deel van de uiterwaard is recent door Utrecht Landschap aangekocht en biedt goede kansen om de natuurwaarden verder te versterken. Alternatief 4.3 valt af omdat dit het duurste alternatief is. Ook heeft het aanbrengen van de constructie mogelijk sterk negatieve effecten op de luchtkwaliteit.

Tabel 8-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 4.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levens-duur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
4.1	++	< 10% afwijking van gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en Fauna Landbouwareaal Bodem: grondbalans <i>Negatief:</i> Cultuurhistorie Archeologie Landschap en ruimtelijke kwaliteit Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Invloed op oppervlaktewater Invloed op woongenot Geluid, lucht en trillingen tijdens aanleg Kabels en leidingen Effect op bereikbaarheid tijdens aanleg	
4.2 (VKA)	++	>30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Bodem: grondbalans <i>Negatief:</i> Cultuurhistorie Archeologie Landschap en ruimtelijke kwaliteit Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Invloed op oppervlaktewater Geluid, lucht en trillingen tijdens aanleg Kabels en leidingen Effect op bereikbaarheid tijdens aanleg	

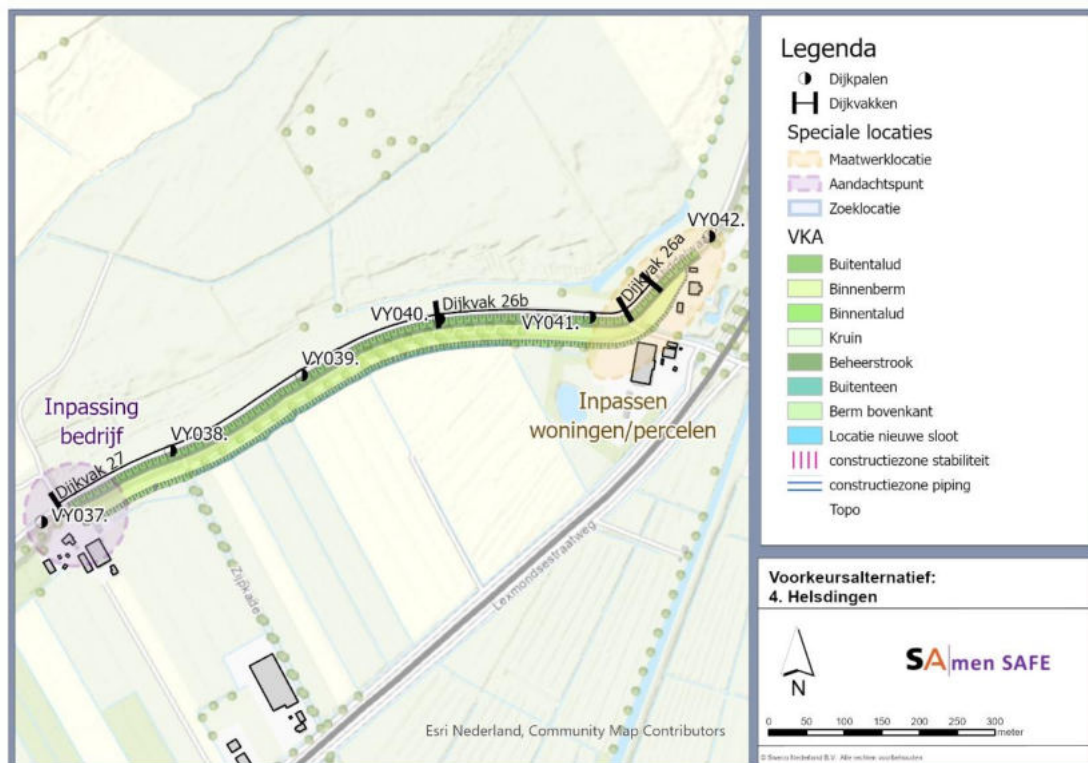
Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levens-duur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
4.3	++	>30% boven gemiddelde	10-30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Lucht (stof/fijnstof) tijdens aanleg Kosten <i>Negatief:</i> Archeologie Landschap en ruimtelijke kwaliteit Uitbreidbaarheid Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Waterkwantiteit LandbouwInvloed op woongenot Geluid en trillingen tijdens aanleg Kabels en leidingen Effect op bereikbaarheid tijdens aanleg	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid

8.6 Voorkeursalternatief

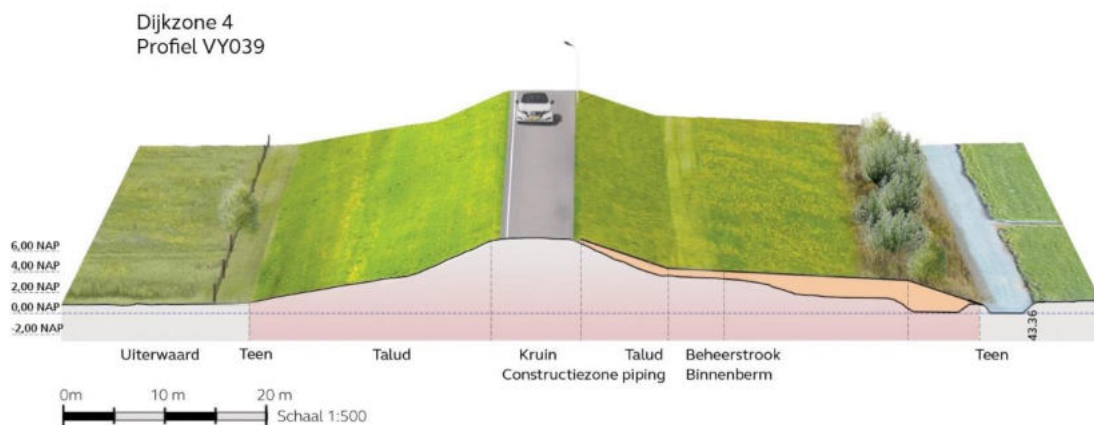
In dijkzone 4 Helsdingen is gekozen voor een combinatie van een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk en een verticale (waterdoorlatende) pipingvoorziening als voorkeursalternatief. De stabiliteitsberm loopt van net na dijkpaal VY042 tot net voor dijkpaal VY037. Aan de oostelijke zijde waar de verbreding van de berm ophoudt moet de verschoven binnenteen weer geleidelijk teruglopen naar de bestaande binnenteen. De piping voorziening start bij VY040 en stopt aan de oostzijde op dezelfde plek als de stabiliteitsberm, net voor VY037.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) in dijkvak 26 en voor hoogte en piping (STPH) in dijkvak 27. Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden en dat het piping probleem moet worden opgelost. De binnenberm wordt in het voorkeursalternatief in principe zo breed uitgevoerd dat een toekomstige kruinverhoging kan worden uitgevoerd zondere verdere verbreding.

In Figuur 8-8: en Figuur 8-9 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



Figuur 8-8: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 4.



Figuur 8-9: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Helsingingen t.p.v. VY039.

8.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

Deze oplossing heeft effect op de bedrijfsvoering van een bedrijf aan de oostzijde van de dijkzone. Vanuit de omgeving is aangegeven dat het verbreden van de binnenberm op het perceel van het bedrijf de bedrijfsvoering ernstig zou schaden, omdat de bestaande uitgang van het bedrijf daardoor niet meer gebruikt kan worden. Om deze effecten te voorkomen is deze locatie als maatwerkllocatie aangewezen. Daarbinnen kan lokaal mogelijk een constructie worden toegepast. In een inspraakreactie is daarnaast nog een andere variant aangedragen. In deze variant wordt de dijk een aantal meter buitenwaarts verplaatst. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de opgang van de Kolfbaanweg naar de dijk verbeterd

kan worden. Dit is een meekoppelkans. Echter, buitenwaartse maatregelen hebben ruimtebeslag op beschermd NNN gebied en kunnen nadelige rivierkundige effecten hebben. Daarom zijn deze maatregelen alleen onder bepaalde voorwaarden toegestaan. In de planuitwerkingsfase gaan we eerst nader onderzoeken in hoeverre een buitenwaartse variant aan deze voorwaarden kan voldoen. Als dit het geval is, nemen we de variant mee in de variantenstudie voor de maatwerklocatie.

In het voorkeursalternatief is rekening gehouden met een 2,5 m bredere binnenberm, zodat in de volgende versterkingsronde de kruin naar binnen toe verhoogd kan worden, zonder dat de berm opnieuw verbreed hoeft te worden. Hierdoor kan de berm in deze versterkingsronde in principe in één keer goed worden ingepast. Ook voorkomen we daarmee twee keer overlast voor de omgeving en twee keer de noodzaak tot grondverwerving. In de planuitwerkingsfase voeren we een nadere variantenstudie uit waarin we een volledig partieel alternatief (vóór 2027 alleen stabiliteitsberm, vóór 2050 kruinverhoging), een volledig integraal alternatief (vóór 2027 stabiliteitsberm plus kruinverhoging) en tussenvormen zoals de extra brede berm van het VKA met elkaar vergelijken. We vergelijken daarbij alle benodigde maatregelen en hun kosten en effecten in het tijdspad tot 2050.

Daarnaast bevindt zich een locatie met speciale aandacht voor de inpassing aan de westzijde van de dijkzone (Kortenhoevendijk 18). Hier gaat het om een open werkschuur. We streven ernaar het pand op de huidige locatie te behouden, maar dit is nog niet met zekerheid te zeggen. In de planuitwerkingsfase zal dit worden meegenomen in het ontwerp.

Daarnaast is archeologie in deze dijkzone een aandachtspunt, vanwege de aanwezige archeologische vindplaatsen (AMK-terreinen, resten van tufstenen gebouw uit de middeleeuwen). Hier is tijdig archeologisch onderzoek nodig.

8.6.2 Meekoppelkansen

Hier liggen mogelijkheden om voorzieningen voor verkeersveiligheid aan te brengen, in de vorm van bijvoorbeeld verkeersplateaus en gekleurde coating op de deklaag van de Kortenhoevensedijk. Bij een eventuele herinrichting van de weg kan daarnaast overwogen worden om (lokaal) ook het niet prioritaire hoogtetekort op te lossen. Tot slot kan in geval van een lokale buitenwaartse asverschuiving bij de maatwerklocatie aan de oostzijde van de dijkzone mogelijk de aansluiting van de Kolfbaanweg op de dijk verbeterd worden. Deze meekoppelkans is niet bepalend voor de keuze van het VKA, maar gaan we wel verder onderzoeken in de planuitwerking.

9 Dijkzone 6 – Achthoven-Oost

9.1 Gebiedsbeschrijving

De dijk bij Achthoven – Oost is recentelijk heringericht. Op de kruin ligt het nieuwe wegprofiel met brede licht grijze fietsstroken. Zuidelijk staan er jonge hoogstam fruitbomen op de steunberm. Aan de voet van de steunberm ligt een wiel, maar deze is vanaf de dijk niet ervaarbaar door de opgaande beplanting. Het wiel is ooit in gebruik geweest als eendenkooi.

Vanaf de bocht bij het woonhuis wordt de steunberm weer smaller en vervolgens onderbroken door het werkterrein van het aannemersbedrijf en een woonhuis op een hoge terp. Richting de schaaldijk krijgt de dijk zijn landelijke karakter weer terug met hoogstamfruitbomen en enkele monumentale bomen bij een oude boerderij. Buitendijks ligt het natuurgebied de Bolswaard met bijzondere getijdennatuur. Op de modderbanken bevinden zich watervogels. Zwaluwen nestelen in de afgekalfde oevers van de zijarm. Dit gebied is pas vanaf 2010 heringericht, maar in korte tijd waardevol geworden voor de flora en fauna in het gebied. Noordelijk verdwijnt het voorland en schaart de Lek tegen de dijk aan. Hier beschermt zetsteenbekleding het buitentalud. Door het overgroeien van de bekleding heeft de dijk hier zijn landelijke karakter behouden. De dijk heeft het kenmerkende dijkprofiel met binnendijkse steunberm. Op de berm staan hoogstam fruitbomen en de kruin is heringericht met de brede fietsstroken. Figuur 9-1 geeft een overzicht van Dijkzone 6.



Figuur 9-1: Overzicht van dijkzone 6 Achthoven-Oost. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

9.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

9.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone is er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Daarnaast speelt er een niet-prioritaire pipingopgave in dijkvak 35-37. De pipingopgave in dijkvak 37 is op basis van gedetailleerde berekeningen bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven vervallen. Op basis van berekeningen voor de dimensionering van de kansrijke alternatieven is gebleken dat het pipingprobleem voor dijkvak 36 prioritair is.

9.2.2 Bouwstenen

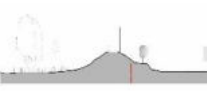
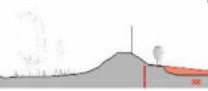
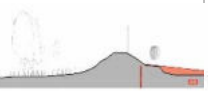
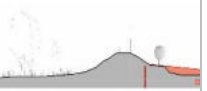
In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af. Deze staan weergegeven in Bijlage 4 Overzicht afgevallen bouwstenen per dijkzone.

9.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

Voor dijkzone 6 Achthoven-Oost zijn er vijf alternatieven opgesteld (zie Tabel 9-1). Hiervan zijn twee alternatieven partieel (6.1 en 6.2). Drie alternatieven zijn integrale oplossingen (6.3 t/m 6.5). Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. De bouwstenen die in de verschillende alternatieven zijn toegepast zijn weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Tabel 9-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 6.

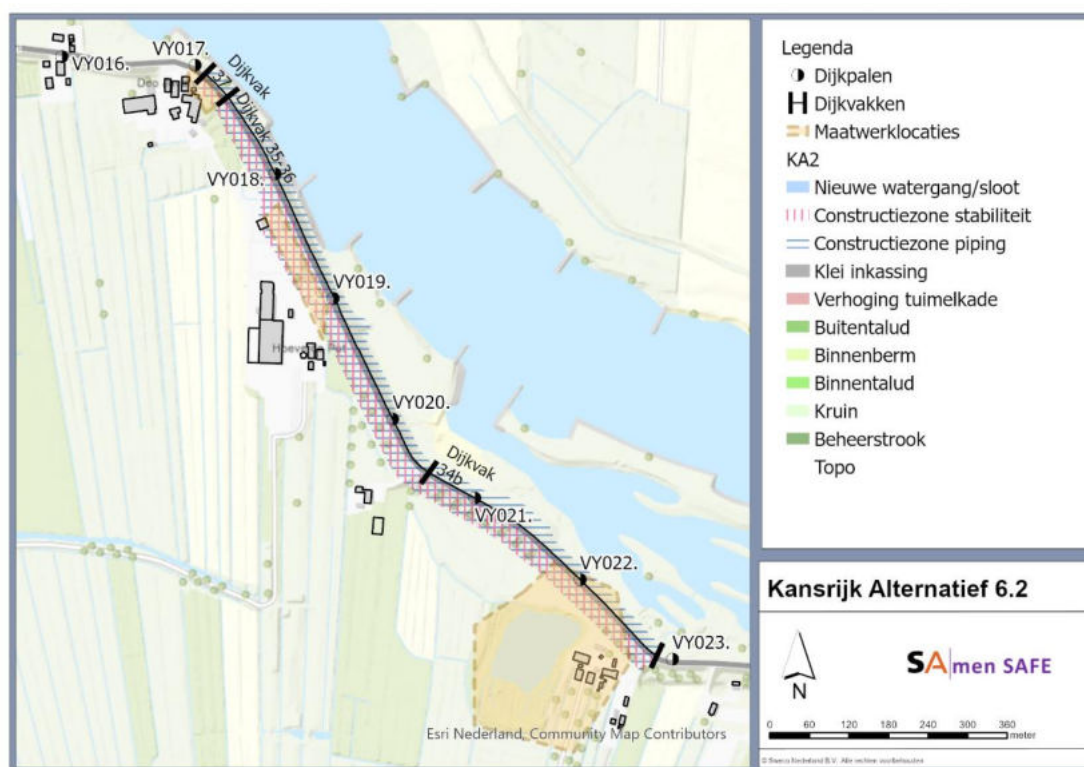
Alternatief	Mogelijk Alternatief 6.1	Mogelijk Alternatief 6.2	Mogelijk Alternatief 6.3	Mogelijk Alternatief 6.4	Mogelijk Alternatief 6.5
Faalmechanismes	STBI 	STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI 	STPH / STBI 
Toegepaste bouwstenen	M1 + P2 (in dijkvak 37)	M4 + P3 (in dijkvak 37)	M1 + P5	M1 + P4 / M5	M1 + M4 + P3
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. N.v.t.	Kansrijk. Dit behandelen we in het vervolg als integrale oplossing. Met een gecombineerde constructie kan over de hele lengte ook het pipingprobleem opgelost worden, met een verlenging van ca 1 -2 m. Dit heeft een hoge mate van synergie.	Kansrijk. Een verticale waterdoorlatende pipingvoorziening kan ook later worden toegevoegd. Dit alternatief is daarom alleen interessant als er tegen geringe meerkosten een grote extra veiligheidswinst kan worden gerealiseerd.	Valt af: kosten zijn relatief hoog. Een drainageconstructie is bovendien vanuit beheer (extra waterbezwaar en hogere beheerkosten) ongewenst als er ook andere oplossingen zijn.	Valt af: Kosten zijn erg hoog. Een combinatie van een stabiliteitsberm met stabiliteitsscherm kan in 6.1 als maatwerk worden ingezet. Een gecombineerd stabiliteits/piping scherm is nu opgenomen in 6.2.

9.4 Kansrijke alternatieven

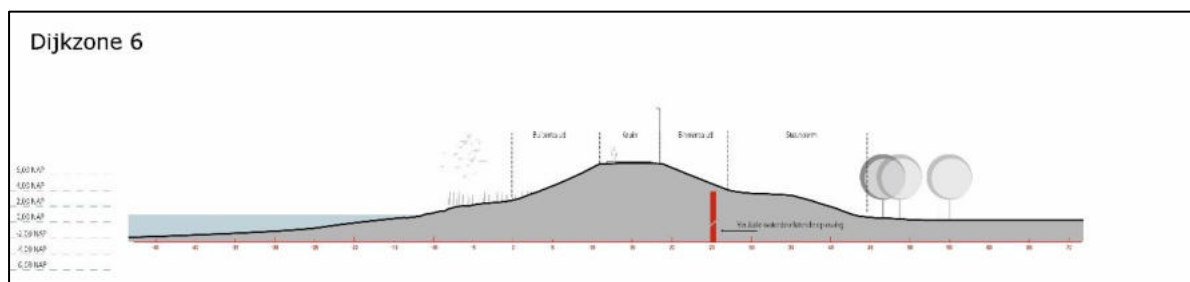
Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij is geconstateerd dat het piping probleem in een deel van deze dijkzone prioritair is (zie paragraaf 9.2.1). Dit betekent dat kansrijk alternatief 6.1 is afgefallen. In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de overige kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 9-2 en Figuur 9-2 tot en met Figuur 9-5.

Tabel 9-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

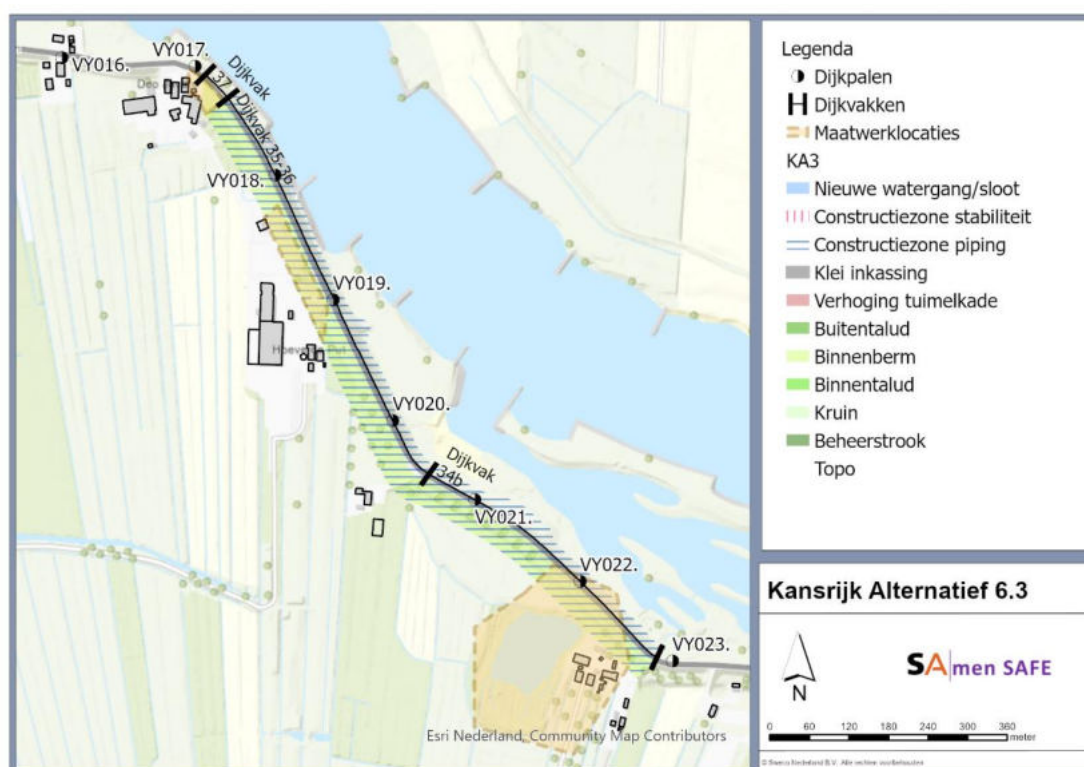
Alternatief	Kansrijk Alternatief 6.2	Kansrijk Alternatief 6.3
Faalmechanismes	STPH / STBI	STPH / STBI
Toegepaste bouwstenen	M4 + P3	M1 + P5
Omschrijving alternatief	Dit alternatief omvat een constructieve oplossing voor piping en stabiliteit.	Dit alternatief is een combinatie van een stabiliteitsberm en een verticale waterdoorlatende pipingoplossing.
Bijzonderheden en aandachtspunten	Het cluster huizen rond VY017 worden behouden bij plaatsen van een constructie. Rijksmonument de Eendenkooi met bijbehorende plas (en karakteristieke zichtlijnen) bij VY022 wordt behouden bij plaatsen van een constructie. Het bedrijventerrein bij VY019 wordt zoveel mogelijk ontzien. Al deze maatwerklocatie worden later verder ingepast.	Rijksmonument de Eendenkooi met bijbehorende plas (en karakteristieke zichtlijnen) bij VY022 en panden bij VY017 worden behouden. De berm bij het bedrijventerrein bij VY019 moet worden ingepast. Al deze maatwerklocaties worden later verder ingepast.



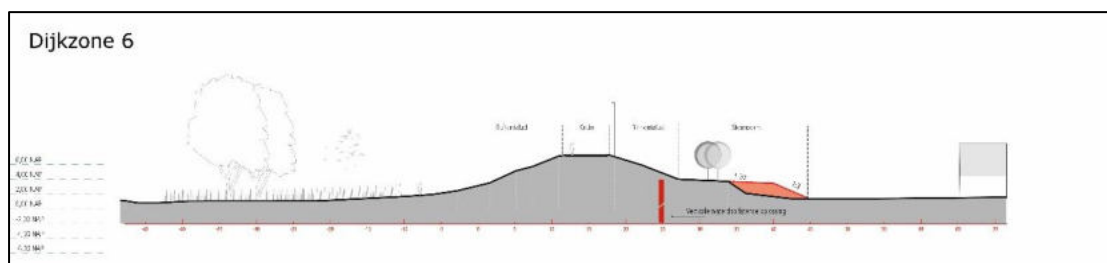
Figuur 9-2: Boveraanzicht van Kansrijk Alternatief 6.2.



Figuur 9-3: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 6.2.



Figuur 9-4: Boveaanzicht van Kansrijk Alternatief 6.3.



Figuur 9-5: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 6.3.

9.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 9-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat het voorkeursalternatief (VKA) een combinatie is van kansrijke alternatieven 6.2 en 6.3. In het zuidoostelijk gedeelte tot ongeveer VY019 wordt een stabiliteitsberm toegepast. In dijkvak 35 komt daar een verticale voorziening bij om het veiligheidsprobleem op te lossen. De reden is dat deze oplossing het hoogste veiligheidsrendement heeft. In dijkvak 35 (vanaf tussen VY020 en VY021) geldt dit alleen onder de voorwaarde dat we kunnen aantonen dat piping via de diepe grondlagen geen veiligheidsprobleem oplevert. Als dit niet kan worden aangetoond, dan is een gecombineerde stabiliteits- en pipingconstructie hier de terugvaloptie. Bij verbreden van de binnenberm moeten de eendenkooi (rijksmonument) en woningen bij VY022 met lokaal maatwerk ingepast worden. In het noordwestelijke deel (bij dijkvak 36) wordt een gecombineerde constructie voor stabiliteit en piping toegepast. De reden hiervoor is dat een berm niet in te passen bij het bedrijventerrein bij VY019 en de woningen bij VY017.

Tabel 9-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 6.

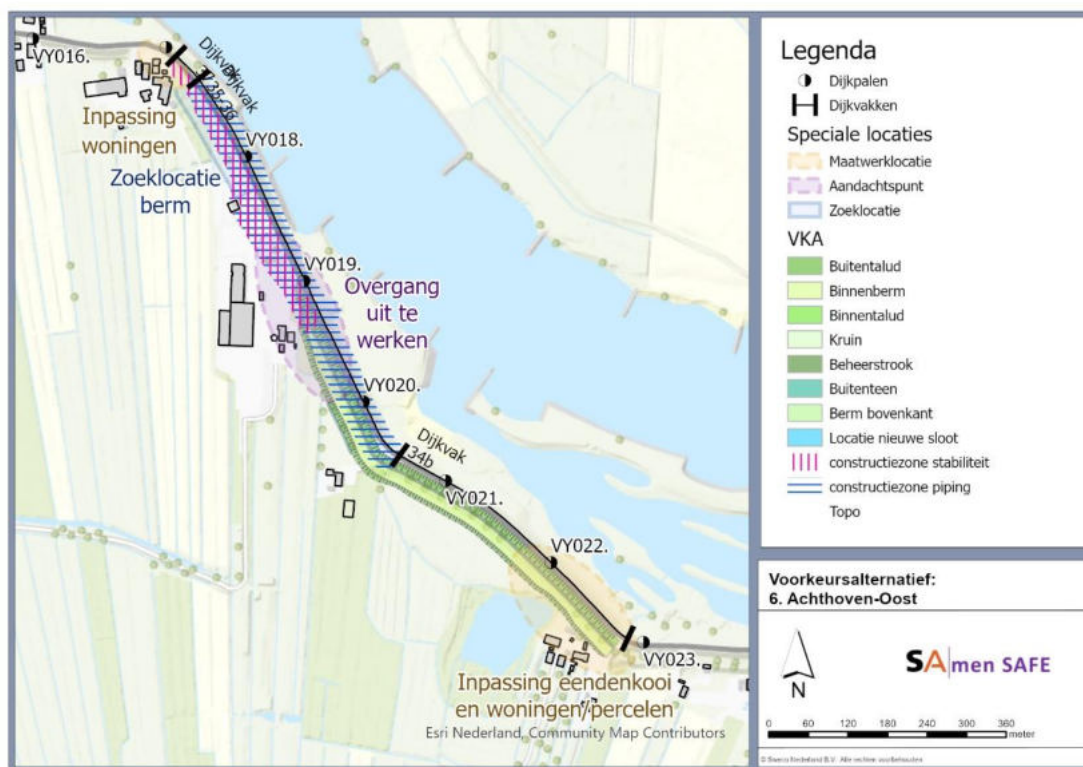
Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
6.2 (deels VKA)	+	> 10% afwijking gemiddelde	> 10% afwijking gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Luchtkwaliteit aanleg Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Waterkwantiteit Waterkwaliteit Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid
6.3 (deels VKA)	+	> 10% afwijking gemiddelde	> 10% afwijking gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Houtopstanden Waterkwantiteit Grondbalans Geluid, luchtkwaliteit en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Cultuurhistorie Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Landbouw Kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Uitbreidbaarheid

9.6 Voorkeursalternatief

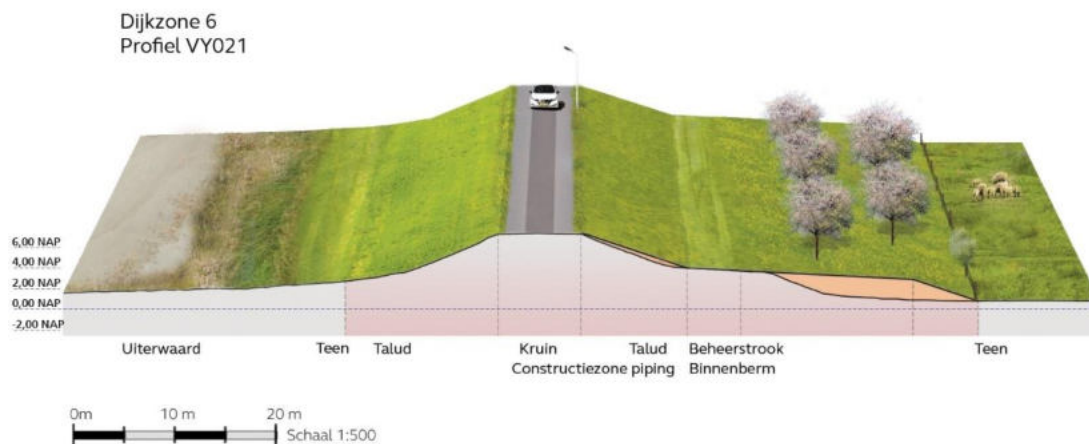
Het voorkeursalternatief in het zuidoostelijke gedeelte (tot ongeveer VY019) is een berm met verticale piping voorziening. In het noordwestelijke deel wordt een gecombineerde constructie voor stabiliteit en piping toegepast. Deze constructie zal lopen van rond VY019 tot net voor VY017. De berm zal tussen VY020 en VY019 geleidelijk teruglopen naar de bestaande dijk in een overgang naar de constructieve oplossing. De overgang zal in de planuitwerkingsfase technisch en ruimtelijk nader ingepast worden. Tussen VY018 en VY017 is een zoeklocatie aangegeven voor een berm. Mocht op basis van nader onderzoek toch blijken dat piping via de diepe bodemlagen geen veiligheidsprobleem oplevert, dan heeft ook hier een berm met een verticale waterdoorlatende pipingvoorziening de voorkeur.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme piping (STPH) in dijkvak 35. Dat betekent dat in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog het piping probleem moet worden opgelost.

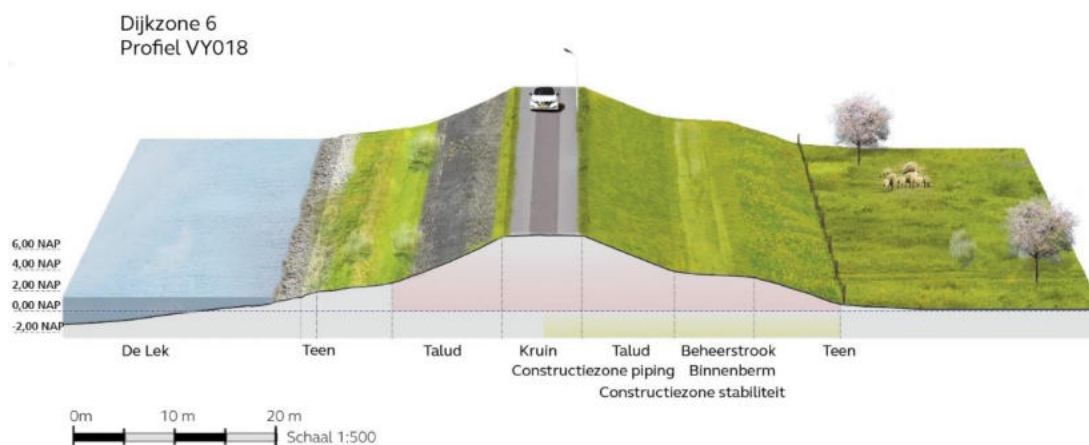
In onderstaande Figuur 9-6, Figuur 9-7 en Figuur 9-8 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



Figuur 9-6: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 6.



Figuur 9-7: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Achthoven-Oost t.p.v. VY021.



Figuur 9-8: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Achthoven-Oost t.p.v. VY018.

9.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

Dit gecombineerde voorkeursalternatief heeft sterk negatieve effecten tijdens de aanleg, op luchtkwaliteit en bereikbaarheid van woningen. Hier wordt in de planuitwerkingsfase nader naar gekeken. Daarnaast is het van belang dat de effecten op het rijksmonument de eendenkooi worden beperkt. Dit is een locatie van cultuurhistorische en ecologische waarde. Daarom is deze locatie opgenomen als maatwerklocatie. Belangrijk is dat de eendenkooi behouden blijft en ook het aaneengesloten kooibos en vangpijpen. Het ontwerp moet in de planuitwerkingsfase worden afgestemd op het beheerplan van Zuid-Hollands Landschap.

Naast de eendenkooi bevindt zich een cluster woningen (rond Achthoven 18). Daarnaast bevindt zich tussen VY019 en VY018 een woning (Achthoven 21) en een bedrijf. Omdat het uitgangspunt is dat de woningen behouden blijven, houden we hier rekening mee in het ontwerp en zijn de woningen langs de dijk aangegeven als maatwerklocatie. Effecten op het bedrijventerrein bij dijkpaal VY019 worden zoveel mogelijk beperkt.

De berm moet op een goede manier teruglopen naar de dijk en overgaan in de constructieve oplossing. Deze inpassingslocatie werken we gedetailleerder uit in de planuitwerkingsfase.

Op de dijk staat een oud transformatorhuisje (ter hoogte van Achthoven 21, VY019) dat mogelijk verplaatst of opgehoogd moet worden. Hier moet rekening mee worden gehouden in het ontwerp.

Tussen VY018 en VY017 kan het veiligheidsrendement mogelijk worden geoptimaliseerd. Daarvoor gaan we in de planuitwerkingsfase onderzoeken of het pipingprobleem ook met kortere constructies kan worden opgelost. Mocht dit het geval zijn, dan kan versterking met een binnenberm en een verticale waterdoorlatende pipingconstructie een significant hoger veiligheidsrendement hebben. Dit alternatief zou wel een groter ruimtebeslag hebben. Het zoekgebied daarvoor is ingetekend in de kaart. Als we de dijk met een binnenberm gaan versterken, dan passen we deze nauwkeurig in en houden we rekening met de effecten die in MER-deel 1 zijn geconstateerd.

10 Dijkzone 7 – Achthoven-West

10.1 Gebiedsbeschrijving

De dijk is hier een scherpe grens tussen natuur buitendijks en agrarisch binnendijks. Dit komt grotendeels door de brede natte voet met veel plassen en rietoevers. Achter deze brede natuurstrook liggen afwisselend natuurgraslanden en akkers met mais. Het is een van de weinige uiterwaarden langs de zuidelijke Lekdijk waar het oudhoevige land nog zichtbaar is in de verkaveling en opgaande struweelbeplanting.

Het landschap binnendijks is agrarisch. Aan de dijk staan monumentale boerderijen, veel fruitgaarden met af en toe hoogstamfruit tot aan de dijkvoet. Het binnentalud wordt begraasd door schapen of is onderdeel van de voortuin. Dit beeld wordt onderbroken door dijkopgangen met af en toe aan weerszijden beplanting. Her en der staan ook monumentale bomen bij de oude boerderijen. De dijk zelf is kronkelig waardoor het zicht op het landschap steeds veranderd. De kruin is recent aangepast met brede fietsstroken en markeringen bij de kruisingen. Het is belangrijk om hier de scherpe grens tussen natuur en agrarisch gebruik te behouden en te versterken. Het dijkprofiel bij Achthoven-West is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een compacte vierkante dijk die subtiel verloopt naar de omgeving. Figuur 10-1 geeft een overzicht van Dijkzone 7.



Figuur 10-1: Overzicht van Dijkzone 7 Achthoven-West. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

10.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

10.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone is er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Daarnaast was er bij de start van de verkenningfase een niet-prioritaire pipingopgave en een niet-prioritaire hoogteopgave. Naar aanleiding van gedetailleerde berekeningen en nieuwe inzichten bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is de veiligheidsopgave veranderd. De piping opgave vervalt voor dijkvak 39 en is in dijkvak 40 lokaal aanwezig (niet-prioritair).

10.2.2 Bouwstenen

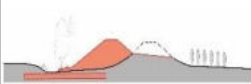
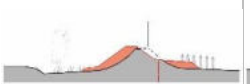
In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af (zie hiervoor Bijlage 4 Overzicht afgevalen bouwstenen per dijkzone). In Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone staan de toegepaste bouwstenen in dijkzone 7 weergegeven.

10.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

Voor dijkzone 7 Achthoven-West zijn er vier mogelijke alternatieven opgesteld (zie Tabel 10-1). Hiervan zijn twee alternatieven integraal (7.1 en 7.2) en twee partiële alternatieven (7.3 en 7.4). Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf.

Tabel 10-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 7.

Alternatief	Mogelijk Alternatief 7.1	Mogelijk Alternatief 7.2	Mogelijk Alternatief 7.3	Mogelijk Alternatief 7.4
Faalmechanismes	STPH / STBI / GEKB 	STPH / STBI / GEKB 	STPH / STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M2 + P2 + H1c/M8 en evt. H3	M1 + P5 (evt tuimelkade) (H1c/M8, evt. H3)	P3 / M4	M1
Onderbouwing en voorwaarden	Valt af: vanwege fors ruimtebeslag op Natura 2000-gebied. Het water is mogelijk habitat van de kamsalamander. Dit is een te groot risico voor de vergunbaarheid.	Mogelijk kansrijk. Het alternatief is in aangepaste vorm (zonder kruinverhoging, dus niet integraal) mogelijk kansrijk. Een integraal alternatief met kruinverhoging is erg duur en valt daarom af.	Kansrijk. Een aandachtspunt is dat dit alternatief tussen partieel en integraal in zit. Het lost wel de pipingopgave op, maar niet het hoogteprobleem. Aandachtspunt is dat er geen ruimte voor toekomstige ophoging wordt gerealiseerd	Kansrijk. Een aandachtspunt is dat er met dit alternatief geen ruimte voor toekomstige ophoging wordt gerealiseerd, tenzij de berm extra breed wordt uitgevoerd.

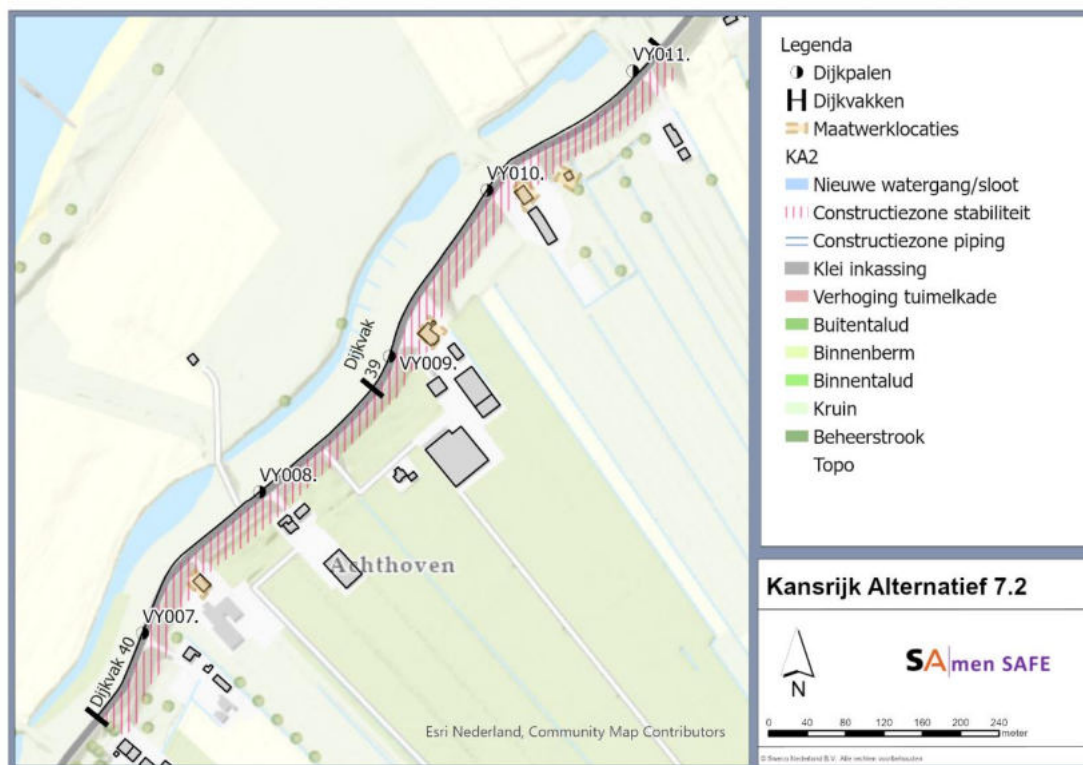
Alternatief	Mogelijk Alternatief 7.1	Mogelijk Alternatief 7.2	Mogelijk Alternatief 7.3	Mogelijk Alternatief 7.4
Belangrijkste effecten	Dit alternatief raakt het water en natuur buitendijks.	De buitenwaartse kruinverhoging raakt het Natura 2000-gebied. Er moet relatief veel maatwerk bij woningen worden toegepast.		Er moet relatief veel maatwerk bij woningen worden toegepast.

10.4 Kansrijke alternatieven

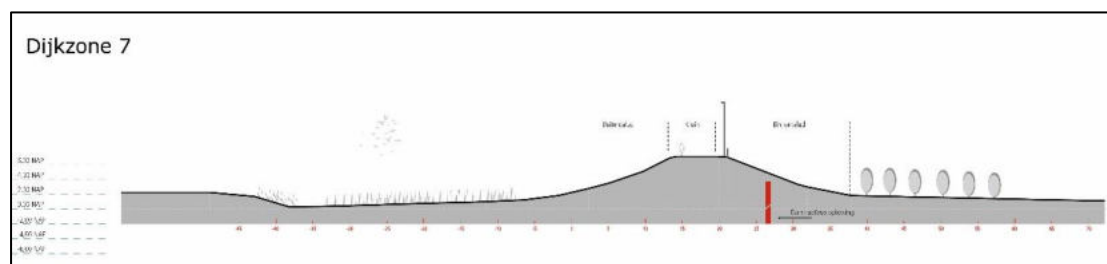
Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij is geconstateerd dat de pipingopgave in deze dijkzone vervalst (zie paragraaf 11.2.2). Dit betekende dat kansrijk alternatief 7.1 met een gecombineerde constructie is afgevalen. In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de overige kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 10-2: en Figuur 10-2 tot en met figuur 10-5.

Tabel 10-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

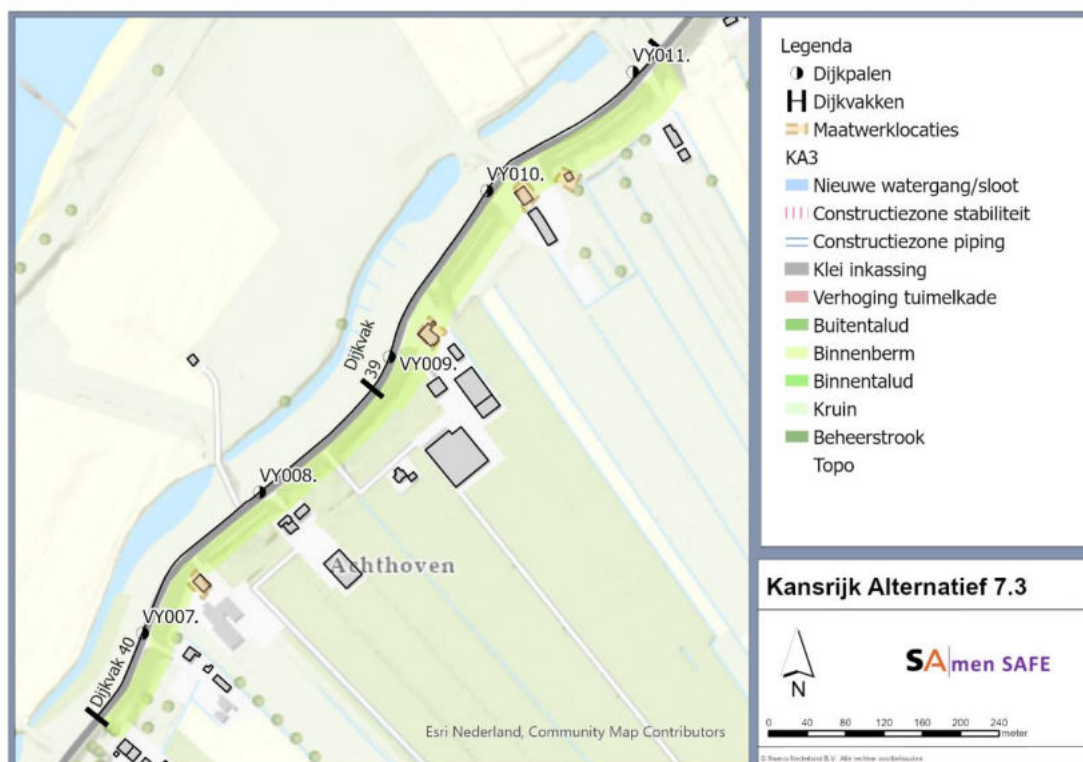
Alternatief	Kansrijk Alternatief 7.2	Kansrijk Alternatief 7.3
Faalmechanismes	STPH / STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M4	M1
Omschrijving alternatief	Dit alternatief omvat een constructie.	Dit alternatief omvat een stabiliteitsberm.
Bijzonderheden en aandachtspunten	De panden op de verschillende maatwerklocaties langs het traject zullen bij het plaatsen van een constructie behouden blijven.	De panden op de verschillende maatwerklocaties langs het traject zullen behouden blijven. In de effectbeoordeling gaan we uit van een constructieve oplossing. Deze maatwerklocaties worden later verder ingepast. Aan beide zijden van het traject eindigt de verbrede binnenberm ter plekke van een op- en afrit.



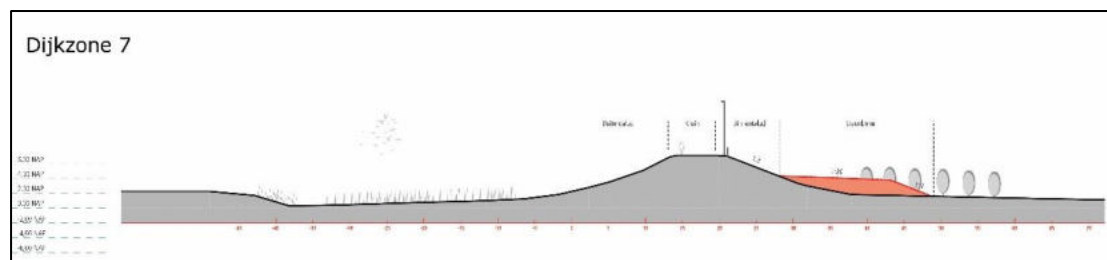
Figuur 10-2: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 2: constructie.



Figuur 10-3: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 2.



Figuur 10-4: Bovenaanzicht van Kansrijk alternatief 7.3.



Figuur 10-5: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 7.3.

10.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 10-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat kansrijk alternatief 7.3 het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is. Dit is een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk. De reden voor de keuze is dat dit alternatief beter uitbreidbaar is. Bovenop de binnenberm kan in een toekomstige versterkingsronde de kruin worden verhoogd. De keuze is in lijn met de beleidsvoorkeur van Waterschap Rivierenland voor grondoplossingen boven constructies. Ook sluit de oplossing ruimtelijk aan op het dijktraject aan de westzijde waar ook een binnenberm ligt.

Qua veiligheidsrendement en kosten ontlopen de alternatieven elkaar weinig. Alternatief 7.3 heeft naar verwachting iets lagere kosten dan 7.2. Ook heeft alternatief 7.3 minder negatieve effecten op luchtkwaliteit.

Tabel 10-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 7.

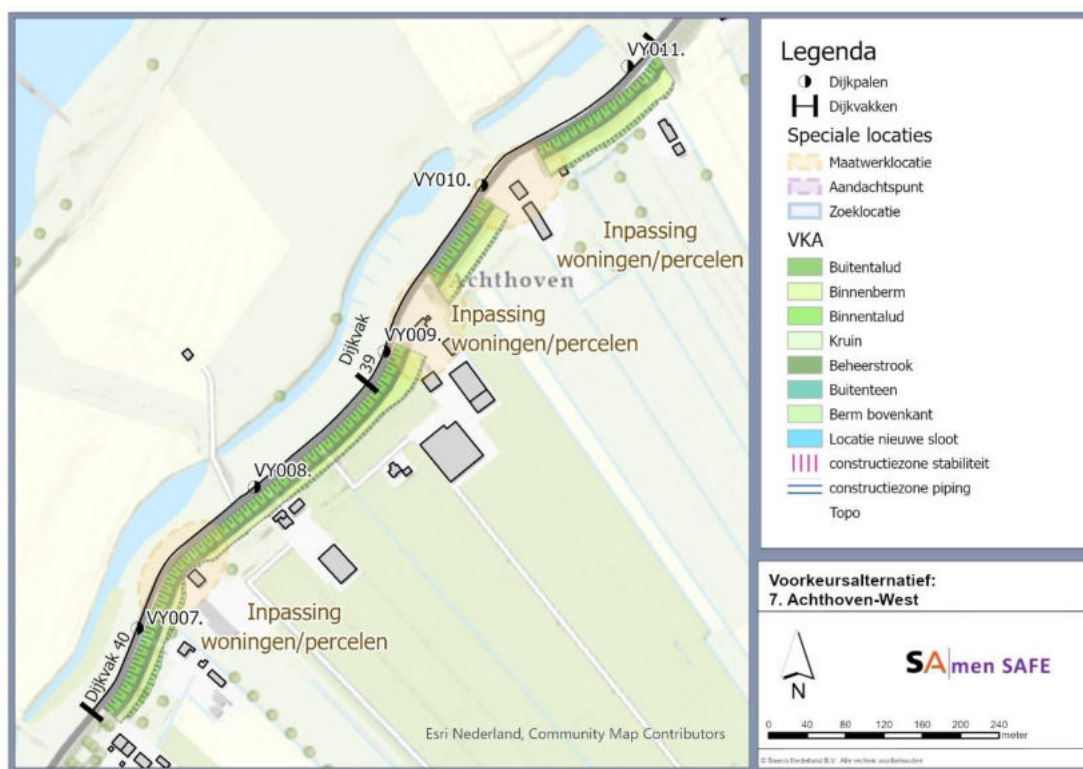
Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
7.2	++	10-30% boven gemiddelde	10-30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Luchtkwaliteit aanleg Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Waterkwantiteit Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Kosten	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid (Mate waarin toekomstige versterking voor 2050 mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte)
7.3 (VKA)	+	10-30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Waterkwantiteit Bodem: grondbalans Geluid, trillingen en luchtkwaliteit tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Effect op agrarische bedrijfsvoering Kabels en leidingen	

10.6 Voorkeursalternatief

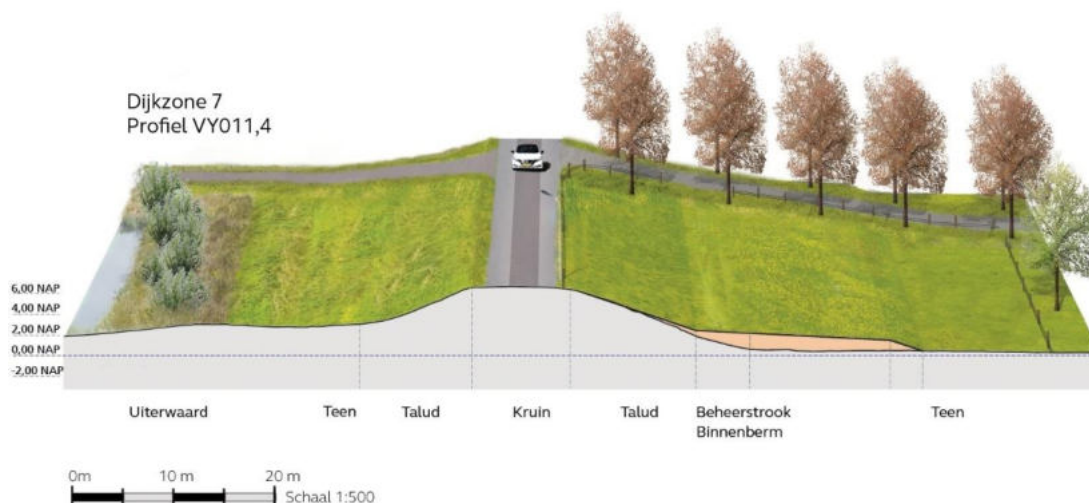
Het voorkeursalternatief in deze dijkzone is een stabiliteitsberm aan de binnenzijde van de dijk. De stabiliteitsberm loopt over het hele traject van de dijkzone, van dijkpaal VY011 tot halverwege VY007 en VY006. Aan beide zijden van het traject eindigt de verbrede binnenberm ter plekke van een op- en afrit. Ter plekke van panden die door de berm geraakt zouden worden kiezen we voor een maatwerkoplossing. Dat kan een constructieve oplossing zijn of een combinatie met een grondoplossing.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) in dijkvak 39 en voor hoogte en op bepaalde locaties piping (STPH) in dijkvak 40. Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden en dat het piping probleem moet worden opgelost. De binnenberm wordt zo breed uitgevoerd dat een toekomstige kruinverhoging kan worden uitgevoerd zonder verdere verbreding.

In Figuur 10-6: en Figuur 10-7 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



Figuur 10-6: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 7.



Figuur 10-7: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Achthoven-West t.p.v. VY011,4.

10.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

Dit voorkeursalternatief heeft een sterk negatief effect op de bereikbaarheid van onder andere woningen tijdens de aanleg. Het beperken hiervan is een aandachtspunt voor de planuitwerkings- en realisatiefase.

De panden op de verschillende maatwerklocaties langs het traject: bij VY010 (Achthoven 51 en 52, Lexmond), VY009 (Achthoven 56) en VY007 (Achthoven 61). De panden zullen behouden blijven en zullen in de planuitwerkingsfase verder worden ingepast. Het uitgangspunt is dat we uitgaan van een constructieve oplossing rond de panden (zie Figuur 5-11 voor een schets hiervan). Op het perceel Achthoven 56 staan meerdere panden: één grote boerderij en een klein bijgebouw. Dit bijgebouw staat in de dijkversterkingszone. Voor dit bijgebouw zal in de planuitwerkingsfase een maatwerkoplossing worden gezocht. Het pand bij VY008 (Achthoven 60) valt net buiten het huidige ruimtebeslag.

Bij het inpassen van panden hanteren we de principes uit het addendum ruimtelijk kwaliteit (Arcadis/Sweco, 2020a), zoals een vloeiende overgang of aansluiten op elementen in het landschap zoals een oprit. Deze borgen het behoud of in elk geval zo min mogelijk aantasting van de ruimtelijke kwaliteit en de beleving van het landschap. Ook onderzoeken we in de planuitwerkingsfase kansen om met fruitbomen op de berm de ruimtelijk kwaliteit te verbeteren.

In het voorkeursalternatief is rekening gehouden met een 2,5 m bredere binnenberm, zodat in de volgende versterkingsronde de kruin naar binnen toe verhoogd kan worden, zonder dat de berm opnieuw verbreed hoeft te worden. Hierdoor kan de berm in deze versterkingsronde in principe in één keer goed worden ingepast. Ook voorkomen we daarmee twee keer overlast voor de omgeving en twee keer de noodzaak tot grondverwerving. In de planuitwerkingsfase voeren we een nadere variantenstudie uit waarin we een volledig partieel alternatief (vóór 2027 alleen stabiliteitsberm, vóór 2050 kruinverhoging), een volledig integraal alternatief (vóór 2027 stabiliteitsberm plus kruinverhoging) en tussenvormen zoals de extra brede berm van het VKA met elkaar vergelijken. We vergelijken daarbij alle benodigde maatregelen en hun kosten en effecten in het tijdspad tot 2050.

11 Dijkzone 8 – Sluis

11.1 Gebiedsbeschrijving

Sluis is een echte cultuurland met een bocht en een splitsing naar Ameide en de Zouwedijk. Het is een compact dijkdorp waar wonen, cultuurhistorie, natuur recreatie en landbouw bij elkaar komen. In Sluis was een verbinding tussen het binnendijkse en buitendijkse watersysteem. Dit is nog te zien aan het monumentale stoomgemaal, de Oude Zederik als boezemkanaal en de verlande uitstroomgeul in de uiterwaarden. Deze plek diende ook als een overloop bij hoogwater in de Lek. Hoog water werd via de Oude Zederik naar het zuiden verplaatst om overstroming aan de overzijde te voorkomen. Dat dit weleens mis ging, is te zien aan de doorbraakkolk aan de Zouwedijk. Het dorp had ook een militaire betekenis voor de Oude Hollandse Waterlinie. Er zijn restanten van een schans, maar die is momenteel niet herkenbaar.

Buiten het dorp: Het dijkprofiel boven Sluis is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een dijk met steunberm. Deze steunberm neemt in breedte langzaam af richting het dorp. Er staan woningen op en aan de dijk. In de huidige dijk is een constructieve versterking geplaatst. Figuur 11-1: geeft een overzicht van Dijkzone 8.



Figuur 11-1: Overzicht van Dijkzone 8 Sluis. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

11.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

11.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone is er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Uit de gedetailleerde berekeningen bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is de opgave gewijzigd. In dijkvak 46 is er nog steeds een prioritair stabiliteitsprobleem. In dijkvak 44 is er alleen nog een probleem met macrostabiliteit binnenwaarts in de verzadigde situatie (zie tekstbox 3-1).

Daarnaast was er bij start een niet-prioritaire pipingopgave in dijkvak 44 en 46, maar die is op basis van gedetailleerde berekeningen in dijkvak 44 komen te vervallen. In beide dijkvakken is een niet-prioritaire hoogteopgave.

In dijkvak 45 ligt een bestaande langsconstructie. Deze voldoet op basis van huidige inzichten en wordt niet versterkt (zie hoofdstuk 16).

11.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af (zie Bijlage 4 Overzicht afgevallen bouwstenen per dijkzone).

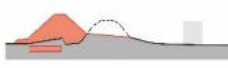
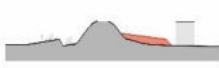
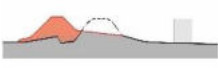
11.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

Voor dijkzone 8 Sluis zijn er vier mogelijke alternatieven opgesteld (zie Tabel 11-1). Er zijn drie partiële alternatieven (8.2, 8.3 en 8.4) en één integraal alternatief (8.1) opgesteld. Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. De bouwstenen die zijn toegepast in de alternatieven voor Dijkzone 8 zijn weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Voor deze dijkzone is ook een buitenwaarste tracéverlegging besproken waarbij de bocht van de rivier wordt afgesneden. Deze oplossing is naar voren gekomen in het MIRT-onderzoek Sluis-Ameide (Defacto, geen datum). Gezien de vergaande gevolgen van deze oplossing voor ruimtebeslag, kosten en planning is ervoor gekozen om hem niet als mogelijk alternatief te verkennen. In die beslissing is meegenomen dat de constructie in dijkvak 45 nog uitbreidbaar is. Een bochtafsnijding zou bovendien niet de opgave in dijkvak 43 oplossen. Daar zouden aanvullende maatregelen nodig zijn.

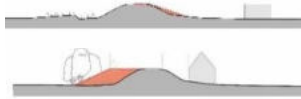
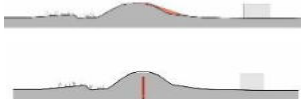
Tabel 11-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 8.

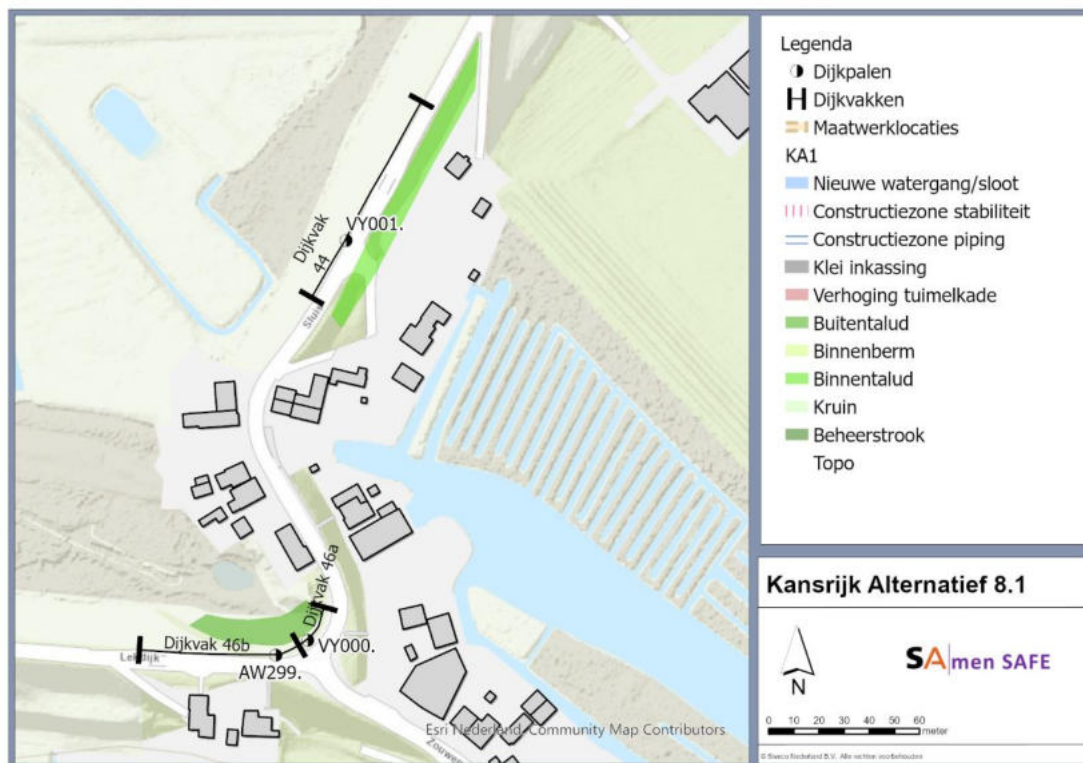
Alternatief	Mogelijk Alternatief 8.1	Mogelijk Alternatief 8.2	Mogelijk Alternatief 8.3	Mogelijk Alternatief 8.4
Faalmechanismes	STBI / STPH / GEKB 	STBI 	STBI 	STBI / STPH 
Toegepaste bouwstenen	M2 + P2 + H1c/M8	M1	Asverschuiving buitenwaarts met berm of bredere dijk (M2)	Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M4/M6)
Onderbouwing en voorwaarden	Valt af: vanwege fors ruimtebeslag op Natura 2000-gebied. Het water is mogelijk habitat van de kamsalamander (ook dat direct ten westen van Natura 2000-gebied). Dit is een te groot risico voor de vergunbaarheid.	Dit alternatief is deels kansrijk, namelijk alleen in dijkvak 43/44. Daarom wordt dit alternatief gecombineerd tot 1 alternatief (grondoplossing) met alternatief 8.3. Vanwege ruimtebeslag op woningen is het niet kansrijk in dijkvak 46.	Dit alternatief is deels kansrijk, namelijk alleen in dijkvak 46. Daarom wordt dit alternatief gecombineerd tot 1 alternatief (grondoplossing) met 8.2. Vanwege fors ruimtebeslag op Natura 2000-gebied is het niet kansrijk in dijkvak 43/44.	Kansrijk. Er wordt nu uitgegaan van een zelfstandig kerende constructie. Echter, door optimalisaties kan het mogelijk uitgevoerd worden als een gecombineerd stabiliteits/piping-scherm. Dit zou de kosten reduceren.
Belangrijkste effecten	Ruimtebeslag op Natura 2000-gebied.	Dijkvak 43 en 44 liggen in of onder invloed van Natura 2000-gebied. Dit kan als één stuk worden behandeld, met strikte regels voor aantasting van natuur.	Het water is mogelijk habitat van de kamsalamander (ook dat direct ten westen van Natura 2000-gebied). Dit is een te groot risico voor de vergunbaarheid.	

11.4 Kansrijke alternatieven

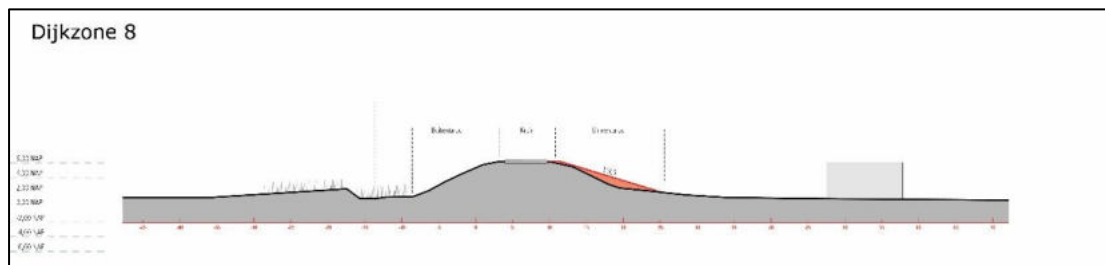
Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij is geconstateerd dat de stabiliteitsopgave in dijkvak 44 heel beperkt is en de pipingopgave in deze dijkzone vervalt en (zie paragraaf 11.2.1). Alle alternatieven zijn voor dijkvak 44 afgefallen behalve alternatief 8.2, dit is hiermee het voorkeursalternatief voor dit dijkvak. Daardoor is kansrijke alternatief 1 voor dijkvak 44 anders ingevuld, met alleen een verflauwing van het binnentalud. In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 11-2 en Figuur 11-2 tot en met figuur 11-7.

Tabel 11-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

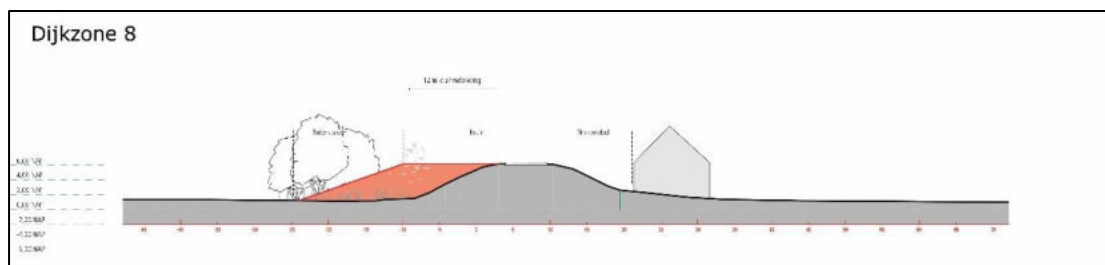
Alternatief	Kansrijk Alternatief 8.1	Kansrijk Alternatief 8.2
Faalmechanismes	STBI 	STBI / STPH / GEKB 
Toegepaste bouwstenen	M3 (dv 44) en M2 (dv 46)	M3 (dv 44) en M4/M6 (dv 46)
Omschrijving alternatief	Dit alternatief omvat een asverschuiving buitenwaarts door een kruinverbreding in dijkvak 46 met ca 12 meter. In dijkvak 44 vindt een taludverflauwing plaats.	In dijkvak 46 wordt een stabiliteitsconstructie toegepast, die alleen als het nodig is als zelfstandig kerende constructie wordt uitgevoerd. In dijkvak 44 wordt een taludverflauwing toegepast.
Bijzonderheden en aandachtspunten	Kans om kruispunt op bredere kruin in dijkvak 46 te verbeteren. Woningen blijven behouden bij deze oplossing. Voor dijkvak 46 geldt dat de kruin van de dijk wordt verbreed bij dit alternatief. Bij hoogwater kan de situatie ontstaan dat de grond aan de binnenzijde van de dijk kan afglijden. Dit brengt de veiligheid van de dijk zelf niet in gevaar, maar kan wel voor schade en overlast zorgen voor aanliggende huizen.	Bestaande panden zullen bij het plaatsen van de constructie behouden blijven. Een aandachtspunt is mogelijke hinder van geluid en trillingen tijdens de uitvoering. Voor dijkvak 46 geldt dat er een stabiliteitsconstructie wordt toegepast. Bij hoogwater kan de situatie ontstaan dat de grond aan de binnenzijde van de dijk kan afglijden. Dit brengt de veiligheid van de dijk zelf niet in gevaar, maar kan wel voor schade en overlast zorgen voor aanliggende huizen.



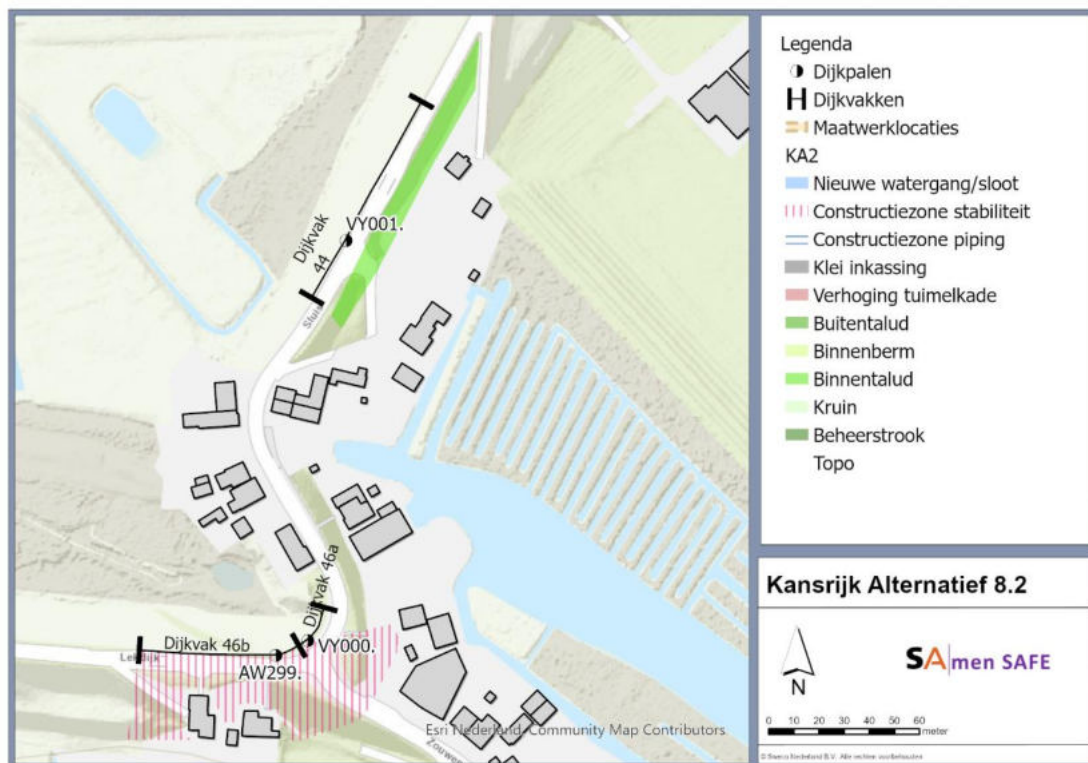
Figuur 11-2: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 8.1.



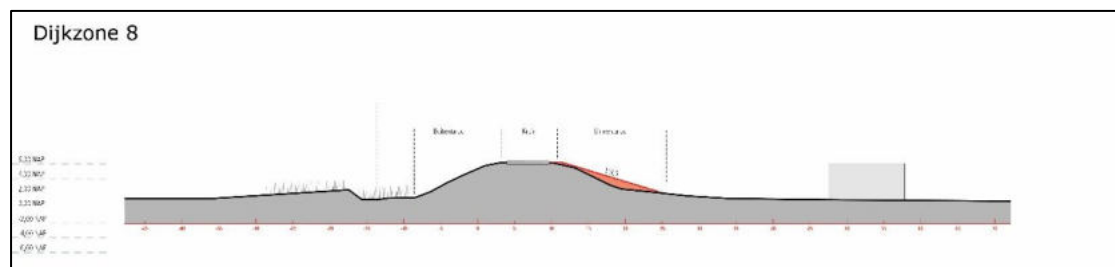
Figuur 11-3: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 8.1 in dijkvak 44.



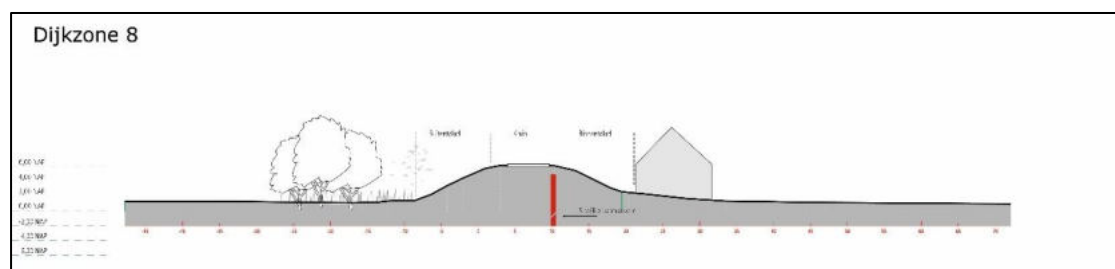
Figuur 11-4: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 8.1 in dijkvak 46.



Figuur 11-5: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 8.2.



Figuur 11-6: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 8.2 in dijkvak 44.



Figuur 11-7: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 8.2 in dijkvak 46.

11.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 11-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners / eigenaren en de kostenraming. In dijkvak 46 zijn de kansrijke alternatieven een grondoplossing (alternatief 8.1) of een constructie (8.2). In dijkvak 44 wordt in beide alternatieven een taludverflauwing toegepast. Uit de afweging blijkt dat alternatief 8.1 in principe het voorkeursalternatief (VKA) is. De reden daarvoor is dat dit alternatief het hoogste veiligheidsrendement heeft. De kosten zijn vele malen lager dan de kosten van een constructieve oplossing (alternatief 8.2). Tegelijkertijd blijkt uit de MER-beoordeling dat het verbreden van de kruin in de bocht bij dijkvak 46 sterk negatieve effecten heeft op landschap, flora en fauna en bereikbaarheid tijdens de aanleg. Daarnaast heeft het verbreden van de kruin negatieve effecten op NNN, kabels en leidingen en cultuurhistorie, omdat de dijk zelf deel uitmaakt van de Oude Hollandse Waterlinie en omdat de dichtgeslibde uitstroombegraafplaats gedeeltelijk wordt afgedekt en daardoor minder beleefbaar wordt. Echter, ook een constructie heeft naast hoge kosten andere nadelen, zoals negatieve tot zeer negatieve permanente effecten op uitbreidbaarheid, grondwaterstanden, archeologie en risico op schade aan panden.

Vanwege de onzekerheid over hoe de volgende integrale versterkingronde er uit gaat zien, is het een uitdaging om een 'no regret' oplossing te vinden. Daarom voeren we in de planuitwerkingsfase aanvullend grondonderzoek uit. Het doel hiervan is om de omvang van de ingreep en de effecten daarvan op het landschap te verkleinen⁹. We gaan vervolgens samen met de direct betrokken eigenaren/bewoners en de betrokken overheden zoeken naar een goede inpassing. Mocht het niet lukken om tot een acceptabele landschappelijke inpassing te komen, dan is de terugvaloptie om alsnog een constructie aan te brengen.

Tabel 11-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 8.

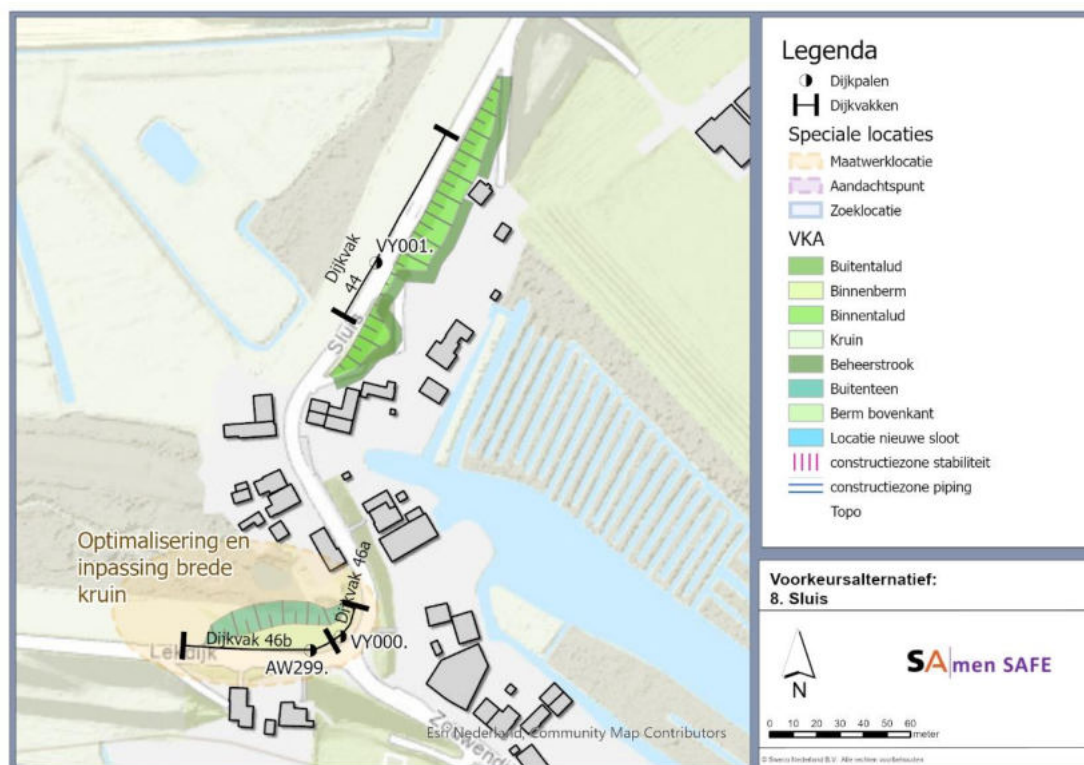
Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
8.1	+	>30% onder gemiddelde	>30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en fauna Landschap en ruimtelijke kwaliteit Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Bodem: grondbalans Geluid, trillingen en luchtkwaliteit tijdens aanleg Cultuurhistorie Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Effect op kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Beheerbaarheid bij hoogwater

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
8.2	++	>30% boven gemiddelde	>30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Luchtkwaliteit aanleg Bereikbaarheid aanleg Kosten <i>Negatief:</i> Invloed op grondwaterstanden Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie	<i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Uitbreidbaarheid Beheerbaarheid)

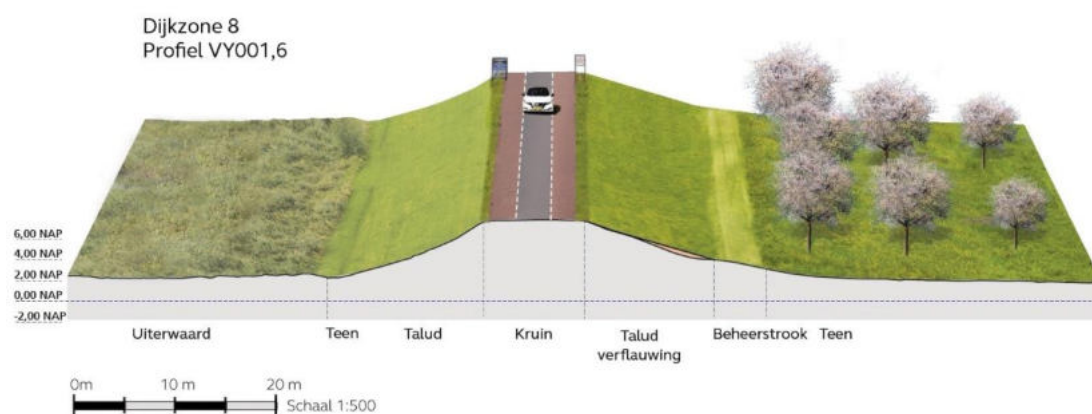
11.6 Voorkeursalternatief

Het voorkeursalternatief in dijkvak 44 (bij VY001) is een taludverflauwing en in dijkvak 46 (bij BY000 en AW299) een kruinverbreding aan de buitenzijde van de dijk van voorlopig circa 12 meter. In onderstaande Figuur 11-8, Figuur 11-9 en Figuur 11-10 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.

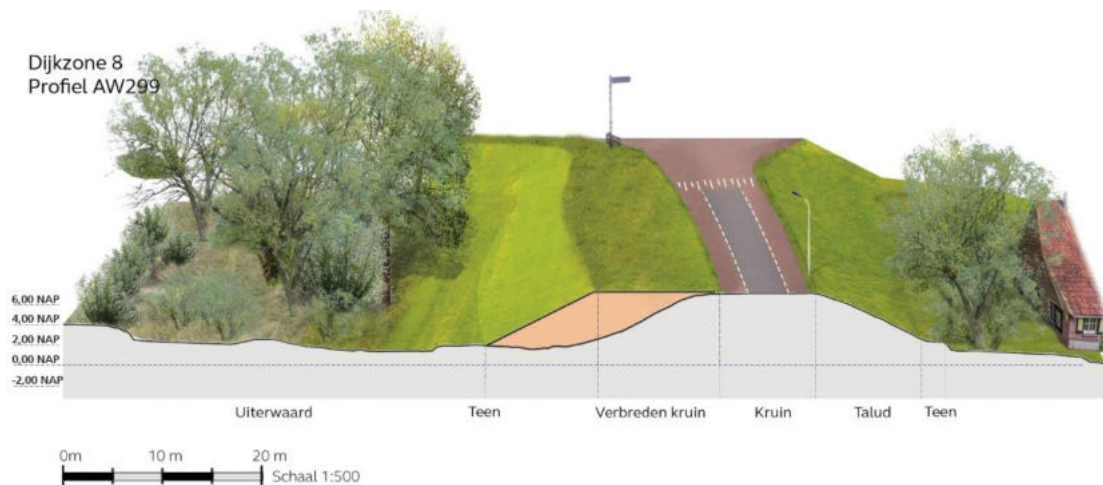
In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) en stabiliteit (STBI) in dijkvak 44 en voor hoogte en piping (STPH) in dijkvak 46. Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden en dat het piping- en stabiliteitsprobleem moet worden opgelost.



Figuur 11-8: Bovenaanzicht van het Voorkeursalternatief bij dijkzone 8.



Figuur 11-9: Visualisatie dwarsdoorsnede Voorkeuralternatief Sluis t.p.v. VY001,6.



Figuur 11-10: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Sluis t.p.v. AW299.

11.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

Het voorkeursalternatief in dijkvak 46 heeft een negatief effect op flora en fauna, omdat er grote bomen aan de buitenzijde van de dijk staan. Mogelijk huisvesten deze bomen vleermuizen. Hier moet in de planuitwerkingsfase nader onderzoek naar worden gedaan. Daarnaast heeft dit voorkeursalternatief ook een negatief effect op ruimtelijke kwaliteit, omdat het ensemble van de smalle dijk, oude beplanting, oud gemaal, bebouwing aan beide zijden van de dijk, oude uitwateringssluizen en dubbele bocht wordt aangetast. Omdat het voorkeursalternatief in dijkvak 46 een sterk negatief effect heeft op de ruimtelijke kwaliteit, zullen we de noodzaak van deze maatregelen in de planuitwerkingsfase nader onderzoeken met extra grondonderzoek en nadere berekeningen. Daarmee hopen we aan te kunnen tonen dat er op dit moment geen ingreep nodig is of dat de benodigde afmetingen sterk teruggedrongen kunnen worden.

Afhankelijk van de resultaten van de analyse, zullen we voor deze locatie op lagere schaal een inrichtingsschets maken om het effect op ruimtelijke kwaliteit af te kunnen wegen. We betrekken adviseurs van de provincie en gemeente hier nauw bij. Zij kunnen een advies uitbrengen over hoe wij om kunnen gaan met de ruimtelijke kwaliteit en de voorziene oplossing bij deze dijkzone. Daarnaast bepalen we op basis van het uitgewerkte ontwerp de rivierkundige effecten en de noodzaak tot rivierkundige compensatie. Ook treden we in overleg met de beheerder om te onderzoeken in hoeverre een beheersstrook ingepast kan worden.

Daarnaast kan het aanleggen van dit voorkeursalternatief mogelijk een negatief effect hebben op de woningen die hier staan. Tijdens de planuitwerkingsfase wordt bekeken hoe dit effect zoveel mogelijk beperkt kan worden.

In dijkvak 46 wordt de kruin van de dijk verbreed bij dit alternatief. Bij hoogwater kan de situatie ontstaan dat de grond aan de binnenzijde van de dijk kan afglijden. Dit brengt de veiligheid van de dijk zelf niet in gevaar, maar kan wel voor schade en overlast zorgen voor aanliggende huizen.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) en stabiliteit (STBI) in dijkvak 44 en voor hoogte en piping (STPH) in dijkvak 46. In de planuitwerkingsfase voeren we een nadere variantenstudie uit waarin we een volledig partieel alternatief, een volledig integraal alternatief en eventuele tussenvormen met elkaar vergelijken. We vergelijken daarbij alle benodigde maatregelen en hun kosten en effecten in het tijdspad tot 2050.

12 Dijkzone 9 – Tienhoven

12.1 Gebiedsbeschrijving

Ook Tienhoven is een cultuurland langs de Lekdijk. De twee dorpen liggen op de kop van een bocht, met uitzicht over de Lek. De rivier schaaft langs de Lekdijk tussen Ameide en Tienhoven, daarna grenst de dijk weer aan een breed voorland. Ook hier is er een mix van wonen, cultuurhistorie, landbouw, recreatie en natuur.

In de bocht binnendijks liggen velden fruitgaarden. Veel historische gebouwen en boerderijen hebben monumentale bomen langs de opgangen en rondom de woningen. Op de steunberm staan jonge hoogstam fruitbomen en er grazen schapen. Oostelijk van Tienhoven heeft een kasteel gestaan. Dit is nog te herkennen aan de hoge monumentale bomen. De plek waar het slot heeft gelegen is geheel verdwenen en de slotgracht is gedempt. Ten oosten van Tienhoven is er een smalle uiterwaard, waar een smal wandelpad is. De dijk is hier bekleed met zetsteenbekleding. Ten westen van Tienhoven wordt de uiterwaard weer breder. Hier is een combinatie van een strook Natura 2000-gebied en Camping de Koekoek die eraan grenst. De dijkruin is hier recentelijk heringericht met bredere fietsstroken op het wegdek en veilige kruisingen. Het dijkprofiel bij Tienhoven is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een dijk met smalle steunberm. In de steunberm staan soms oude dijkwoningen en boerderijen. De steunberm ten oosten van Tienhoven is heringericht met hoogstam fruitbomen op de berm. Figuur 12-1 geeft een overzicht van Dijkzone 9.



Figuur 12-1: Overzicht van Dijkzone 9 Tienhoven. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

12.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

12.2.1 Veiligheidsopgave

In de dijkvakken 49/50 en 53 was er bij start van de verkenningsfase er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. In dijkvak 51 was er een niet-prioritaire stabiliteitsopgave. Bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is de veiligheidsopgave veranderd. Omdat in de nieuwe proevenverzameling zandige klei een grotere sterkte toegekend heeft gekregen, is in de semi-probabilistische berekening dijkvak 53 (dijkpaal AW285-AW287) goedgekeurd. Dit dijkvak valt hiermee uit de scope van dit dijkversterkingsproject. In dijkvak 50 en 51 blijkt de stabiliteitsopgave niet-prioritair. Echter, om de totale waterveiligheid in het normtraject naar 1:1.000 te krijgen, is het wel nodig om de stabiliteitsopgave hier aan te pakken. In dijkvak 49 blijkt de stabiliteitsopgave beperkt tot een opgave voor de verzadigde situatie (zie tekstbox 3-1).

In dijkvak 49/50 was er daarnaast een niet-prioritaire pipingopgave en in dijkvak 51 een prioritaire pipingopgave. Uit de gedetailleerde piping berekeningen volgt dat de piping opgave ook in dijkvak 49 en 50 prioritair is.

12.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a. Van de bouwstenen voor stabiliteit binnenwaarts en piping vallen een aantal bouwstenen op basis van Zeef 1a af (zie Bijlage 4 Overzicht afgevallen bouwstenen per dijkzone).

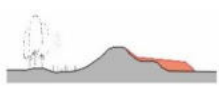
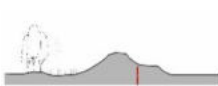
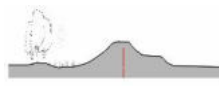
12.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Dijkzone 9 is voor de mogelijk alternatieven onderverdeeld in drie subzones (a, b en c), vanwege onderlinge verschillen in de veiligheidsopgave. De afweging van de alternatieven heeft ook voor deze drie verschillende subzones plaatsgevonden.

12.3.1 Dijkzone 9a Tienhoven dijkvak 49/50

Voor dijkzone 9a (dijkvak 49 en 50) is er een prioritaire opgave voor stabiliteit binnenwaarts (STBI) en niet prioritair ook voor piping (STPH). Voor dit gedeelte van dijkzone 9 zijn er vier mogelijke alternatieven opgesteld (zie Tabel 12-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 9a.). De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u telkens aan het einde van de deel paragraaf. Voor dijkzone 9a (dijkvak 49/50) zijn de toegepaste bouwstenen in de verschillende alternatieven weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

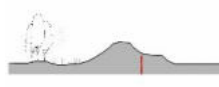
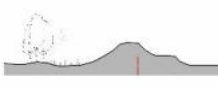
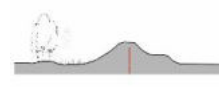
Tabel 12-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 9a.

Alternatief	Mogelijk Alternatief 9a.1	Mogelijk Alternatief 9a.2	Mogelijk Alternatief 9a.3	Mogelijk Alternatief 9a.4
Faalmechanismes	STBI 	STBI / STPH 	STBI / STPH 	STBI / STPH 
Toegepaste bouwstenen	M1	M4 + P3	M6	M1 + P5
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. Bij dit alternatief is er maatwerk nodig voor het inpassen van bebouwing / tuinen (met name bij dijkvak 49) om overlast en kosten te reduceren.	Kansrijk. N.v.t.	Valt af: relatief hoge kosten t.o.v. alternatief 9a.2. Dit alternatief alleen gebruiken als maatwerk indien nodig.	(Mogelijk) kansrijk. Dit is een integraal alternatief. Het probleem alleen integraal oplossen als er een grote veiligheidswinst te behalen is tegen beperkte meerkosten.

12.3.2 Dijkzone 9b Tienhoven dijkvak 51

Voor dijkzone 9b (dijkvak 51) is er een prioritaire opgave voor piping (STPH) en een niet prioritaire opgave voor stabiliteit binnenwaarts (STBI). Voor dijkzone 9b zijn er vier mogelijke alternatieven opgesteld (zie Tabel 12-2:). De bouwstenen die gebruikt zijn voor deze alternatieven staan weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Tabel 12-2: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 9b.

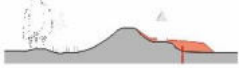
Alternatief	Mogelijk Alternatief 9b.1	Mogelijk Alternatief 9b.2	Mogelijk Alternatief 9b.3	Mogelijk Alternatief 9b.4
Faalmechanismes	STPH 	STBI / STPH 	STBI / STPH 	STBI / STPH 
Toegepaste bouwstenen	P5	M4 + P3	M6	M1 + M5/P4
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. N.v.t.	Kansrijk. N.v.t.	Valt af: relatief hoge kosten t.o.v. alternatief 9b.2. Dit alternatief alleen gebruiken als maatwerk indien nodig.	(Mogelijk) kansrijk. Dit is een integraal alternatief. Het probleem alleen integraal oplossen als er een grote veiligheidswinst te behalen is tegen beperkte meerkosten.

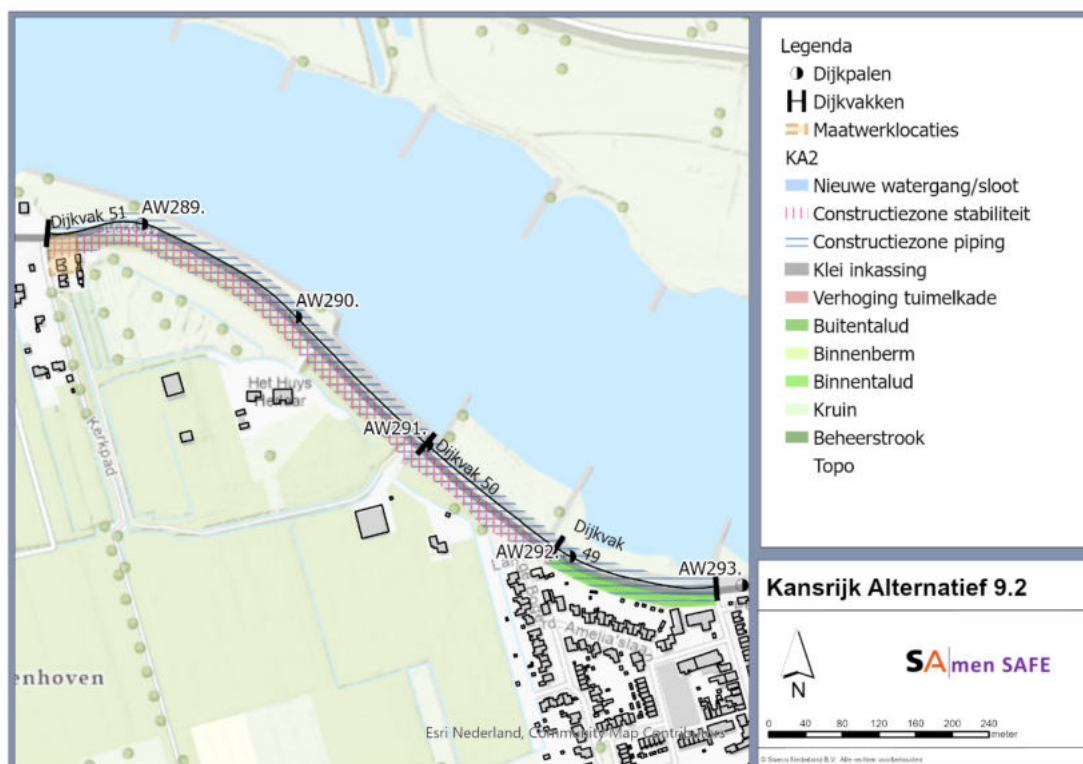
12.4 Kansrijke alternatieven

Bij het opstellen van de mogelijke alternatieven hebben we er voor gekozen om dijkzone 9 op te delen in drie subzones. Bij het uitwerken van de kansrijke alternatieven zijn gedetailleerde berekeningen gemaakt. Daarbij is geconstateerd dat dijkvak 53 buiten de scope valt, dat dijkvak 50 en 51 een vergelijkbare opgave hebben gekregen (piping prioritair en stabiliteit niet-prioritair) en dat dijkvak 49 nog maar een beperkte stabiliteitsopgave heeft (zie paragraaf 13.2.2). Daardoor was een opdeling in subzones niet meer nodig. De kansrijke alternatieven zijn daarom bepaald voor dijkvak 49, 50 en 51 gezamenlijk. Kansrijk alternatief 9.1 met alleen een stabiliteitsberm is afgefallen, omdat er ook een prioritair pipingopgave is. In beide resterende kansrijke alternatieven is in dijkvak 49 een verflauwing van het binnentalud toegepast in combinatie met een verticale pipingvoorziening. In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4).

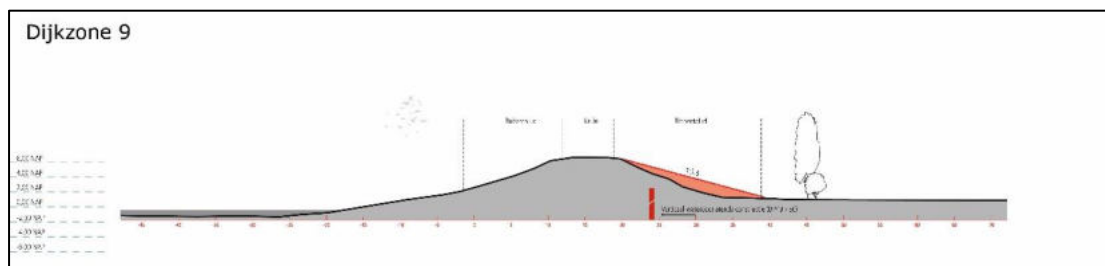
In beide kansrijke alternatieven is ook de stabiliteitsopgave opgelost. Ook al bleek deze niet meer prioritair, hij was wel nodig om op normtraject aan de veiligheid van 1:1.000 te voldoen. Bovendien moet het gebied langs de waterkering toch op de schop om het pipingprobleem op te lossen. Door ook het meteen het stabiliteitsprobleem op te lossen, kan in één keer een eindoplossing worden ontworpen en goed ingepast in het landschap. Ook is de uitvoering hierdoor efficiënter. De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 12-3. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en Figuur 12-2 tot en met figuur 12-7.

Tabel 12-3: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

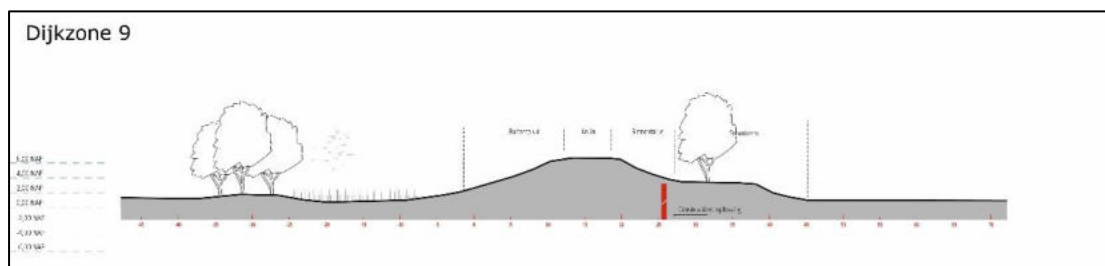
Alternatief	Kansrijk Alternatief 9.2	Kansrijk Alternatief 9.3
Faalmechanismes	STBI / STPH 	STBI / STPH 
Toegepaste bouwstenen	M4 (dv 50/51) + P3 + M3 (dv 49)	M1 (dv 50/51) + P5 + M3 (dv 49)
Omschrijving alternatief	Dit alternatief omvat een constructieve oplossing in dijkvak 50+51 en een piping/heavescherm in dijkvak 49+50+51. Daarnaast wordt er in dv 49 een taludverflauwing toegepast.	Dit alternatief omvat een stabiliteitsberm in dijkvak 50+51 en een verticale waterdoorlatende pipingvoorziening in dijkvak 49+50+51. Daarnaast wordt er in dv 49 een taludverflauwing toegepast.
Bijzonderheden en aandachtspunten	De bestaande panden aan de westkant van het traject zullen bij het plaatsen van de constructie behouden blijven. Dit is een nader uit te werken maatwerklocatie.	De verticale waterdoorlatende pipingvoorziening kan ook gemakkelijk later worden toegevoegd. Bestaande panden aan de westkant blijven behouden. Het uitgangspunt in het alternatief is dat er lokaal er een constructie wordt geplaatst. Dit is een nader uit te werken maatwerklocatie. De binnenberm is op sommige plaatsen zo hoog dat dit instabiliteit veroorzaakt. Daarom zal deze worden verlaagd.



Figuur 12-2: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 9.2.



Figuur 12-3: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 2 (dv 49).



Figuur 12-4: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 2 (dv 50 + 51).



12.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 12-4). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. Uit de afweging blijkt dat kansrijk alternatief 9.2 op basis van de huidige kennis het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is. Dit is een gecombineerde constructie voor stabiliteit en piping in dijkvak 50 en 51. In dijkvak 49 wordt in beide alternatieven een verticale (waterdoorlatende) pipingvoorziening en een verflauwing van het binnentalud toegepast. De reden om voor alternatief 9.2 te kiezen is dat er op basis van de huidige inzichten hele diepe pipingconstructies moeten worden toegepast. Deze zijn zo zwaar dat ze ook meteen het stabiliteitsprobleem oplossen. Daarom heeft alternatief 9.2 een hoger veiligheidsrendement dan alternatief 9.3. Het is echter nog onzeker of piping via de diepe grondlagen wel een veiligheidsprobleem oplevert. Als we in de planuitwerkingsfase kunnen aantonen dat dit niet zo is, dan heeft alternatief 9.3 met een binnenberm en een verticale pipingconstructie opeens een duidelijk hoger veiligheidsrendement. Daarom geven we in het VKA een zoekgebied voor een binnenberm aan. Dit gebied wordt alleen gebruikt als kan worden aangetoond dat hiermee het veiligheidsrendement hiermee significant toeneemt.

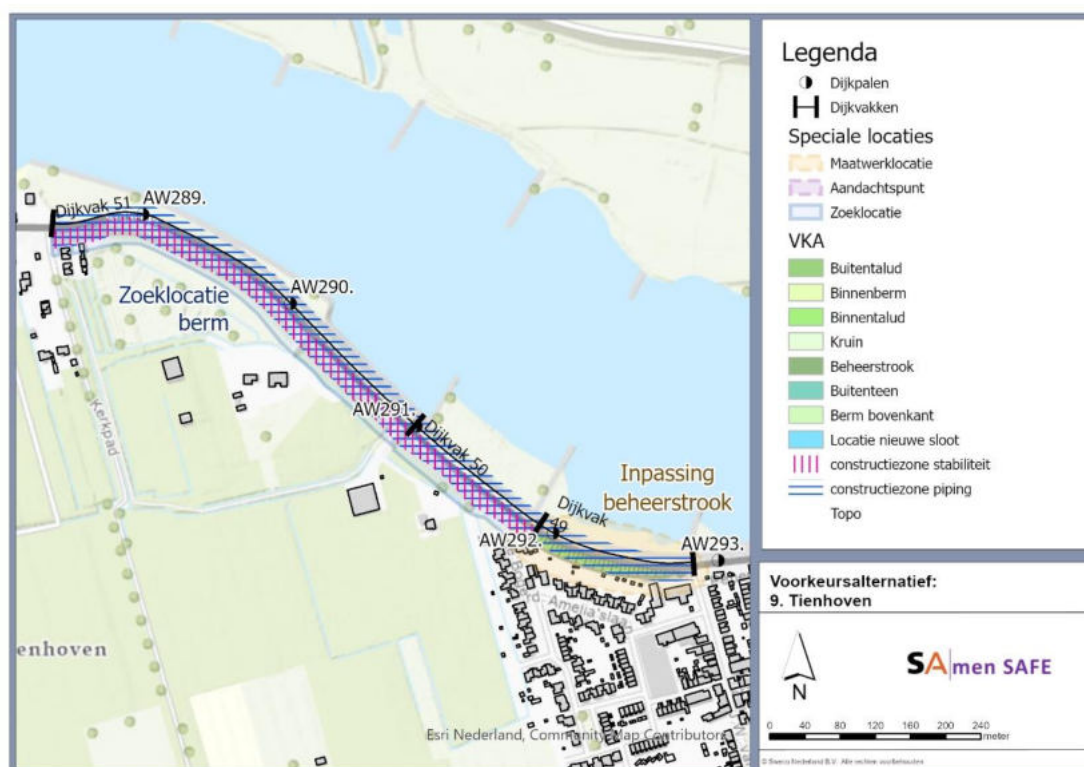
Tabel 12-4: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 9.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden (	Impact op techniek overig
9.2 (VKA)	+	< 10% afwijking van gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Waterkwantiteit Waterkwaliteit Geluid en trillingen bij aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Bereikbaarheid tijdens aanleg	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid
9.3	+	< 10% afwijking van gemiddelde	< 10% afwijking van gemiddelde	<i>Negatief:</i> Effect op NNN-gebieden Bodem: grondbalans Geluid, trillingen en luchtkwaliteit bij aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Cultuurhistorie en archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Landbouw Bereikbaarheid tijdens aanleg Kabels & leidingen	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid

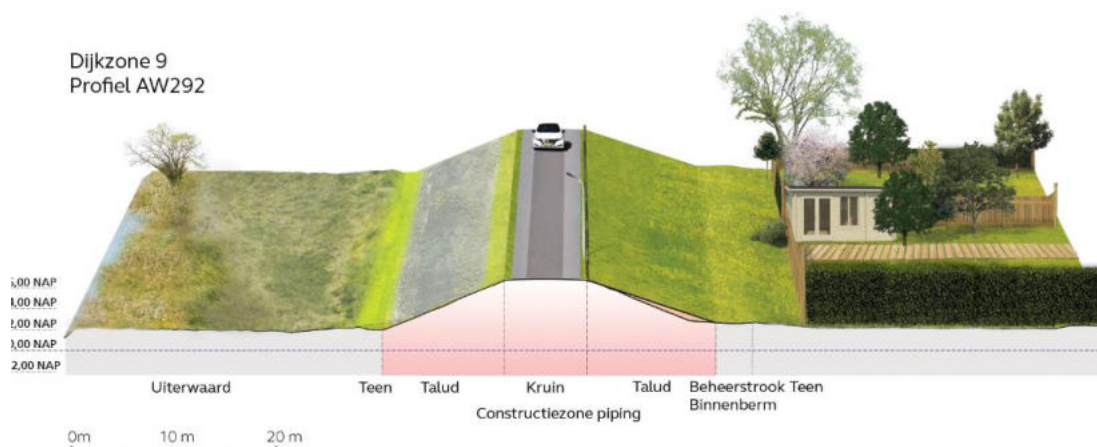
12.6 Voorkeursalternatief

Voor dijkzone 9 Tienhoven is het voorkeursalternatief een gecombineerde constructie voor stabiliteit en piping in dijkvak 50 en 51 (van dijkpaal AW292 tot halverwege tussen AW289 en AW288). In dijkvak 49 (van dijkpaal AW292 tot net voor AW293) wordt een verticale (waterdoorlatende) pipingvoorziening en een verflauwing van het binnentalud toegepast.

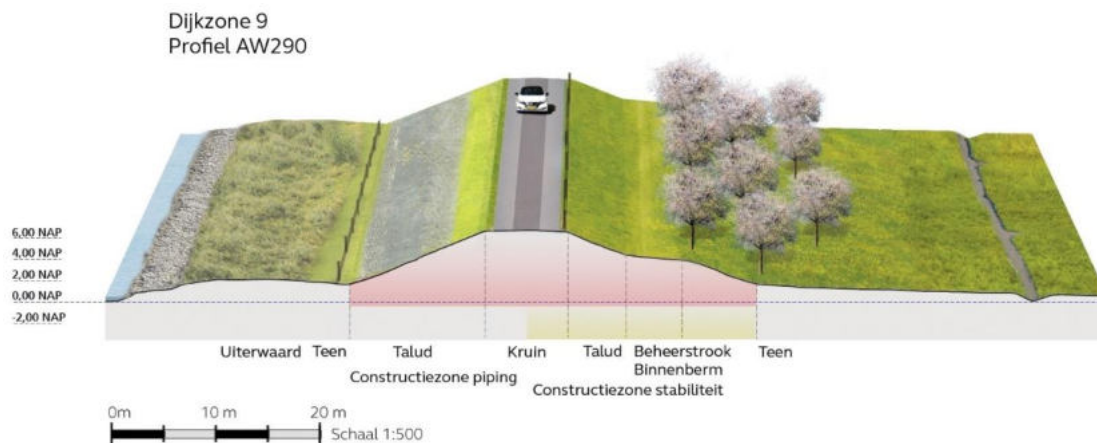
In onderstaande figuren is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



Figuur 12-8: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 9.



Figuur 12-9: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Tienhoven t.p.v. AW292 (dijkvak 49).



Figuur 12-10: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Tienhoven t.p.v. AW290 (dijkvak 50-51).

12.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

Onder de eigenaren van de percelen van dijkvak 49 was weinig draagvlak voor de taludverflauwing zoals die in het kansrijke alternatief was geschetst. De taludverflauwing ging namelijk ten koste van het onderhoudspad langs de binnenteen van de dijk. De bewoners gebruiken dit pad ook om hun tuin te kunnen bereiken. In het voorkeursalternatief blijft een smallere beheerstrook beschikbaar. Het ontwerp van taludverflauwing en beheerstrook wordt in de planuitwerkingsfase verder ingepast. Daarbij worden de panden die aan de oostkant van dijkvak 49 liggen en direct grenzen aan de teen van de dijk behouden (J.W. van Puttestraat 87 en Amelia's Laan 2B).

Ook aan de westkant van het traject (dijkvak 51) liggen een aantal panden langs de Lekdijk en het Kerkpad. De huizen zullen behouden blijven bij het plaatsen van de gecombineerde constructie. Dit is een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp van de constructies. Bij het ontwerpen van de constructie worden de fruitbomen op de berm en andere bomen langs de berm zo veel mogelijk behouden. Als dit niet lukt, worden ze gecompenseerd.

In deze dijkzone kan het veiligheidsrendement mogelijk worden geoptimaliseerd. Daarvoor gaan we in de planuitwerkingsfase onderzoeken of het pipingprobleem ook met kortere constructies kan worden opgelost. Mocht dit het geval zijn, dan kan versterking met een binnenberm en een verticale pipingconstructie een significant hoger veiligheidsrendement hebben. Dit alternatief zou wel een groter ruimtebeslag hebben. Het zoekgebied daarvoor is ingetekend in de kaart. Als we de dijk met een binnenberm gaan versterken, dan passen we deze nauwkeurig in en houden we rekening met de effecten die in MER-deel 1 zijn geconstateerd.

Tot slot vormt archeologie in deze dijkzone een aandachtspunt vanwege de aanwezige archeologische vindplaatsen (AMK-terrein, middeleeuws Kasteel Herlaer). Hier is tijdig archeologisch onderzoek nodig.

12.6.2 Meekoppelkans

Mogelijke meekoppelkansen in deze dijkzone zijn een wandelpad buitendijks tussen Ameide en Tienhoven en het verbeteren van de voetgangerstrappen op verschillende locaties (1e en 2e laan Herlaer buitendijks, Ameliaaan buitendijks, trap buitendijks bij J.W. van Puttenstraat). In de planuitwerkingsfase zullen deze meekoppelkansen verder worden uitgewerkt.

13 Dijkzone 10 – Langerak

13.1 Gebiedsbeschrijving

Deze dijk kenmerkt zich door het agrarische gebruik en de woonfunctie. De dijk bij Langerak is een schaaldijk; een plek waar de rivier tegen de dijk aan schaart. Er is dus weinig voorland, maar er zijn wel lange zichten over de Lek. Het buitentalud is bekleed met zetsteen, maar door de begroeiing heeft de dijk nog steeds een groene uitstraling. Binnendijs staan monumentale woningen tegen de dijk aan. De verkaveling staat schuin op de dijk, waardoor de opgangen ook in een kenmerkende bocht naar de kruin lopen. Een enkel gebouw staat zelfs aan de kruin van de dijk. Tussen de huizen door is er zicht op het open veenweidegebied. Het wegprofiel op de kruin van de dijk is heringericht met brede grijze fietsstroken en veilige kruisingen. Het dijkprofiel bij Langerak is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een dijk met een hoge, korte steunberm die recentelijk is heringericht met hoogstam fruitbomen. Figuur 13-1 geeft een overzicht van Dijkzone 10.



Figuur 13-1: Overzicht van Dijkzone 10 Langerak. De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.

13.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

13.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone is er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Op basis van gedetailleerde berekeningen bij het dimensioneren van de kansrijke alternatieven is er ook een pipingopgave geconstateerd, die in dijkvak 58 zelfs prioritair is. Tot slot blijken in deze dijkzone op lange termijn lokale hoogtetekorten te ontstaan (niet prioritair).

13.2.2 Bouwstenen

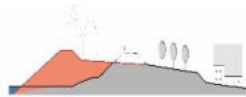
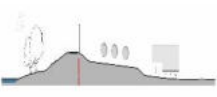
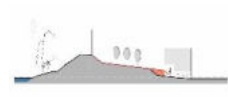
In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a.

13.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn.

Voor Dijkzone 10 Langerak zijn vier mogelijke alternatieven opgesteld (zie Tabel 13-1). Ze zijn alle vier integraal, omdat ze het stabiliteitsprobleem oplossen. De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Voor deze dijkzone zijn de toegepaste bouwstenen weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

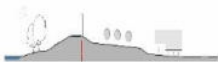
Tabel 13-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 10.

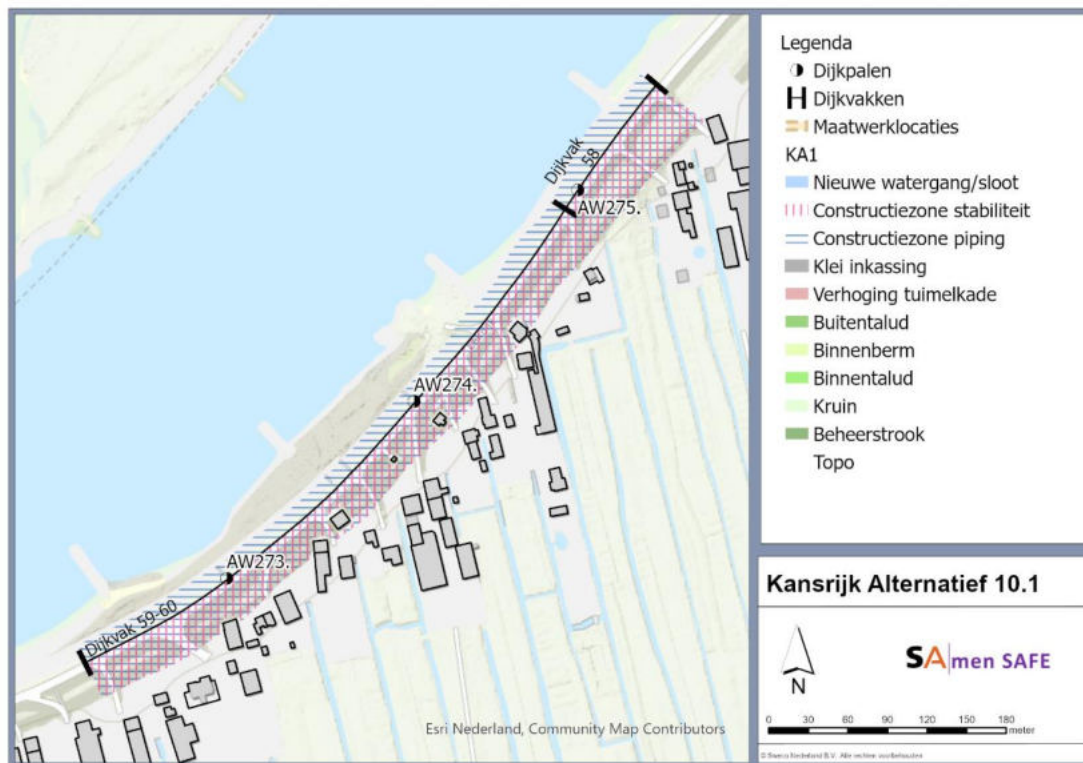
Alternatief	Mogelijk Alternatief 10.1	Mogelijk Alternatief 10.2	Mogelijk Alternatief 10.3	Mogelijk Alternatief 10.4
Faalmechanismes	STBI 	STBI 	STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M2 + H1c/M8	M6	P4 / M5 + H1c/M8	M1
Onderbouwing en voorwaarden	Valt af: Buitenwaarts versterken kan niet omdat de rivier dan wordt geraakt. De rivier wordt opgevuld met dit alternatief. Dit vergt extra grondverzet en stevige bescherming van het buitentalud. Er is veel compensatie nodig is en er zijn lokaal geen mogelijkheden voor compensatie.	Kansrijk. De versterking moet waarschijnlijk plaatsvinden in de kruin in verband met bebouwing aan de binnenzijde van de dijk. Dit kan een constructieve oplossing (M4) zijn, indien nodig uitgevoerd in combinatie met een buitenwaartse verhoging om de opgave voor STBI verzadigd op te lossen. Het alternatief is een zelfstandig kerende constructie in de kruin.	Kansrijk. Bij dit alternatief moet rekening gehouden worden met het vinden van een mogelijkheid tot rivierkundige compensatie. Er zijn weinig mogelijkheden voor compensatie. Omdat meteen de vaargeul wordt raakt kunnen morfologische processen veranderen. Daarnaast moet worden onderzocht of een drainageconstructie mogelijk is in het waterwingebied Oase.	Valt af: een binnenwaartse versterking is niet mogelijk in verband met woningen (lintbebouwing) en monumenten.
Belangrijkste effecten	Omdat de vaargeul wordt geraakt kunnen morfologische processen veranderen. Dit vergt veel onderzoek en grootschalige compenserende maatregelen.			

13.4 Kansrijke alternatieven

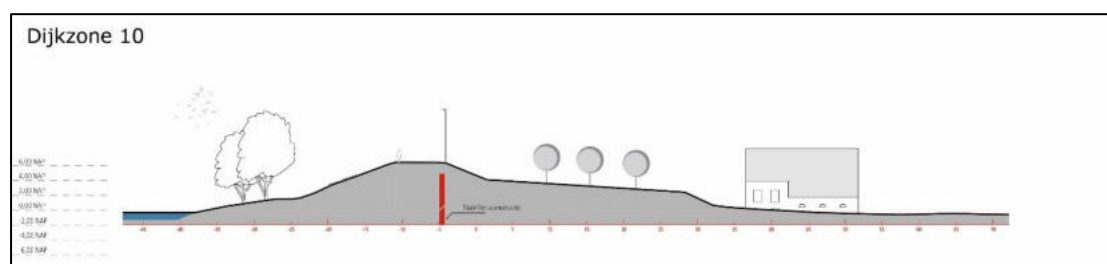
In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). Op basis van nadere berekeningen en nadere inpassing tijdens de ontwerpessie voor dijkzone 10 is gebleken dat een buitenwaartse asverschuiving in combinatie met een drainageconstructie afvalt als alternatief. Het toepassen van een drainageconstructie blijkt hier weinig veiligheidswinst op te leveren. Daardoor is alsnog een grote buitenwaartse asverschuiving van 20-25 meter nodig. Daarmee wordt het zomerbed van de rivier geraakt en dit is niet acceptabel. Er blijft daarmee maar 1 kansrijke alternatief over. Op basis van gedetailleerde berekeningen is bepaald dat er ook een prioritaire pipingopgave is. De stabiliteitsconstructie moet dus zodanig worden vormgegeven dat ook het pipingprobleem wordt opgelost. Het kansrijke alternatief is weergegeven in Tabel 13-2 en Figuur 13-2 en Figuur 13-3.

Tabel 13-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

Alternatief	Kansrijk Alternatief 10.1
Faalmechanismes	STBI / STPH 
Toegepaste bouwstenen	M4/M6 + P3
Omschrijving alternatief	Dit alternatief is een combinatie van een constructieve oplossing en een piping/heavescherm.
Bijzonderheden en aandachtspunten	Mogelijk is in verband met stabiliteit in de verzadigde situatie een zelfstandig kerende constructie nodig is. De bestaande panden aan de binnenzijde van de dijk zullen bij het plaatsen van de constructie behouden blijven.



Figuur 13-2: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 10.1.



13.5 Afweging Zeef 2

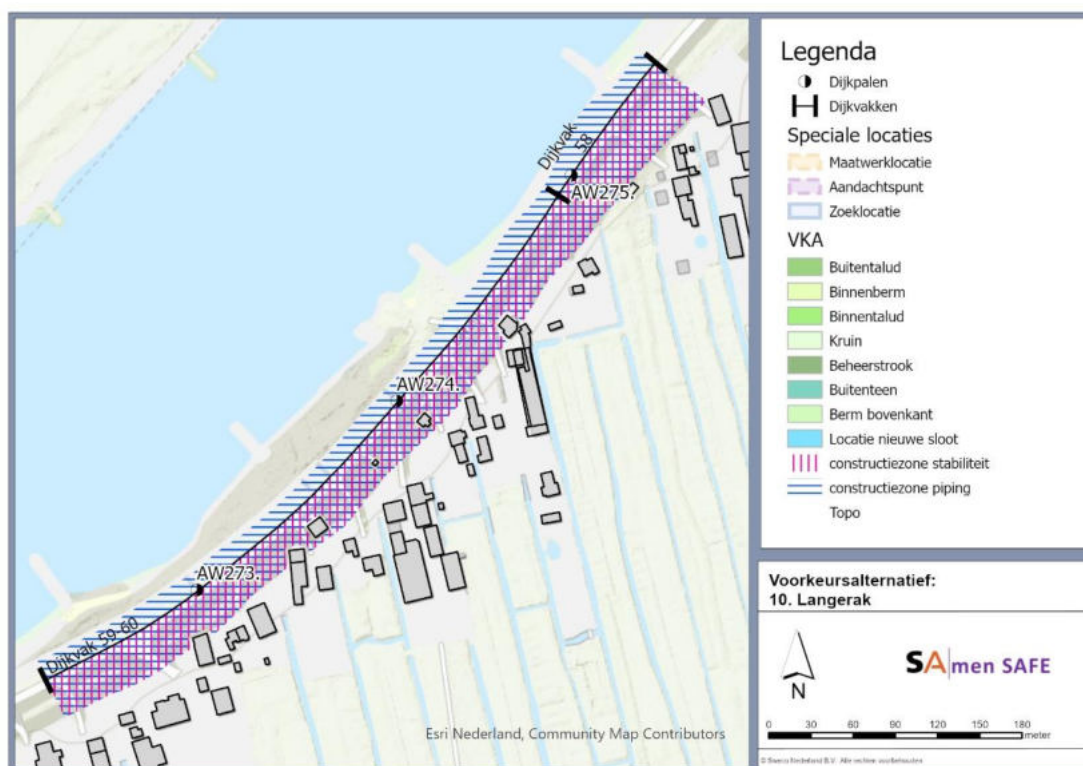
In dijkzone 10 is er maar 1 kansrijk alternatief overgebleven. Dit is dan ook geselecteerd als het voorkeursalternatief (VKA). Vanuit de effectbeoordeling blijkt wel dat sterk negatieve effecten op flora en fauna (bij kappen van bomen), op grondwater en op luchtkwaliteit kunnen optreden. Deze moeten zo veel mogelijk worden beperkt, bijvoorbeeld door het type constructie en de locatie daarvan zorgvuldig te kiezen. Waar behoud niet mogelijk is, is het uitgangspunt dat bomen gecompenseerd worden.

13.6 Voorkeursalternatief

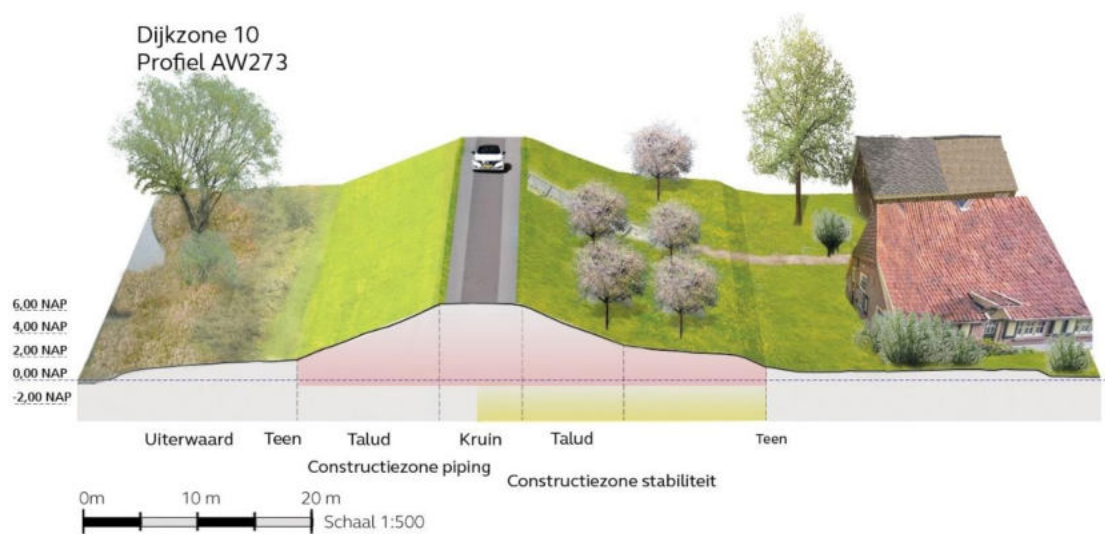
Het voorkeursalternatief is een combinatie van een stabiliteitsscherm en een piping/heavescherm. Deze constructie loopt van tussen dijkpaal AW276 en AW275 naar tussen dijkpaal AW273 en AW272.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) en piping (STPH). Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden en dat het piping probleem moet worden opgelost.

In Figuur 13-4 en Figuur 13-5 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.



Figuur 13-4: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief bij dijkzone 10.



Figuur 13-5: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Langerak t.p.v. AW273.

13.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

In dit traject is er een restopgave voor hoogte. Dit betekent dat deze vóór 2050 nog een keer verhoogd moet worden. De dijk ligt hier echter ingeklemd tussen belangrijke waarden aan de binnenzijde en buitenzijde van de dijk. Om 'geen spijt' ingrepen te voorkomen, gaan we in de planuitwerkingsfase expliciet uitzoeken of het totaal van versterkingsmaatregelen, in de komende partiële dijkversterkingsronde en de volgende integrale dijkversterkingsronde die voor 2050 zal plaatsvinden, samen goed ingepast kunnen worden. Daarvoor gaan we de hoogteopgave nader bepalen en nader onderzoeken hoe de dijkversterkingsmaatregelen hier rekening mee kunnen houden. Mogelijkheden hiervoor zijn het direct verhogen van de constructie (inclusief gronddekking) of het realiseren van een uitbreidbare constructie die later op een later moment verhoogd kan worden. Om deze varianten onderling goed te kunnen vergelijken, werken we zowel de maatregelen uit die vóór 2027 worden getroffen als aanvullende maatregelen die vóór 2050 moeten worden getroffen. Op basis van (milieu)effecten en kosten hiervan, en in overleg met de betrokken gemeenten en provincies, maken we vervolgens een expliciete afweging welke variant de voorkeur heeft.

In dit traject liggen veel panden langs de dijk (Lekdijk 26 tot Ledijk 8). Deze zullen behouden blijven bij het plaatsen van de constructie. Bewoners hebben wel zorgen voor schade door het plaatsen van een constructie. Dit is daarom een belangrijk aandachtspunt in het ontwerp van de constructie, maar ook in de wijze van aanleg. Schade door trillingen en vervormingen moeten tot het minimum beperkt blijven. Speciale aandacht gaat daarbij uit naar behoud van de rijksmonumenten aan de Lekdijk 17 (transformatorhuisje) en 19 (dijkmagazijn).

Ook staan er in de aangegeven constructiezone verschillende bomen. Bij het kappen daarvan treden mogelijk sterk negatieve effecten op flora en fauna op. In de bomen zitten mogelijk jaarrond beschermde nesten en de bomen kunnen van belang zijn voor vleermuizen. In de planuitwerkingsfase wordt verder onderzoek gedaan naar de aanwezig flora en fauna. Bij het ontwerp van de constructies wordt daar rekening mee gehouden.

Daarnaast heeft de provincie Zuid-Holland in deze dijkzone een nieuw type grondwaterbeschermingsgebied genaamd Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) aangewezen. Deze gebieden zijn bestemd voor de toekomstige drinkwatervoorziening. Drinkwaterbedrijf Oasen is op zoek naar een nieuwe oevergrondwaterwinning om aan de toekomstige drinkwatervraag te kunnen

voldoen. Een locatie voor een nieuwe oevergrondwaterwinning wordt gezocht in een van de ASV gebieden van de Krimpenerwaard of Alblasserwaard of in de uiterwaarden.

Tot slot kan het plaatsen van de constructie effecten hebben op grondwaterstromen, wat lokaal kan leiden tot verdroging of vernatting. Deze geohydrologische effecten en impact op het landgebruik worden in de planuitwerkingsfase verder onderzocht. Zo nodig worden maatregelen getroffen om negatieve effecten te beperken of compenseren.

14 Dijkzone 11 – Veer Bergstoep – Streefkerk

14.1 Gebiedsbeschrijving

14.1.1 Veer Bergstoep

De dijk kenmerkt zich door het agrarische gebruik en de woonfunctie. Het wegprofiel is recent aangepast met brede grijze fietsstroken op het wegdek. Ter hoogte van molen 'De Liefde' speelt recreatie en cultuurhistorie een grotere rol. De molen is kenmerkend door zijn plaatsing op de kruin van de dijk. Naast de hoge dijkweg ligt op delen een lage tuimelkade waarover de rivier nog zichtbaar is. Op de dijken grazen schapen en is een wandelroute.

De dijk bij Veer Bergstoep en Streefkerk is een schaaldijk. Er is voorland met ruige beplanting en vooral bij de buitenbochten zijn er zichten over de Lek. Rivierkunde speelt in deze dijkzone dan ook een grote rol. Het buitentalud is bekleed met zetsteen, maar door de begroeiing heeft de dijk nog steeds een groene uitstraling. Binnendijs staan er monumentale woningen dicht op de dijk. Een enkel gebouw staat aan de kruin van de dijk. Veel voortuinen rijken tot aan de dijkweg, met de kenmerkende trappen naar de voordeur. Ook lopen er schapen op het binnentalud van de dijk en staan er enkele monumentale bomen. Tussen de huizen door zijn er zichten naar het open veenweidegebied. Het wegprofiel op de kruin van de dijk is heringericht met brede grijze fietsstroken en veilige kruisingen. Het dijkprofiel bij Streefkerk is kenmerkend voor deze landschappelijke zone. Het is een dijk met een lage brede tuimelkade naast de hoge dijkweg. Figuur 14-1 en Tabel 14-1 geven een overzicht van Dijkzone 11.

In deze dijkzone ligt een waterleiding van drinkwaterbedrijf Oasen (ter hoogte van dijkpaal AW217) en een waterleiding bij dijkpaal AW212 van Dunea (Figuur 14-3). Daarnaast bevinden zich in deze dijkzone stukken private grond en speelt er parkeerproblematiek rondom de veerpont bij Veerstoep. Dit probleem speelt vooral in de zomermaanden (o.a. door mensen die op het strandje recreëren). De weg van oost naar west en de dijk worden vol geparkeerd. Deze situatie zorgt er voor dat mensen die de dijk op rijden vanaf de pont moeilijk kunnen zien of er ander verkeer aankomt. De weg naar pont voldoet niet als al deze functies bij elkaar komen. In dit gebied zijn er verschillende wegbeheerders: Gemeente Molenlanden, Waterschap Rivierenland, RWS en Provincie Zuid-Holland. Daarnaast zal de veerhaven aan de overzijde 30 meter in westelijke richting worden verschoven. Als door de oplossing voor het waterveiligheidsprobleem de weg nog steiler wordt dan deze nu al is zal hier weerstand ontstaan. Een mogelijke optie is om dit gedeelte van dijkzone 11 als kleine gebiedsinrichting aan te pakken.

De parkeerplaats en de weg bij het pontje zijn op dit moment niet groot genoeg, omdat er in zomermaanden veel wordt gerecreërd. Het ontwerp van de dijkversterking heeft nu echter een relatief klein ruimtebeslag, waardoor de weg niet of nauwelijks steiler wordt en het verkeersprobleem niet verergerd wordt. Daarom kiezen we ervoor om het creëren van een parkeervoorziening/weginrichting op de nieuwe kruin mee te nemen als meekoppelkans. De wegbeheerders moeten hierin een trekkende rol spelen. Aan de overkant van de Lek wordt natuur omgebouwd naar een overnachtingshaven. Deze natuur is door Rijkswaterstaat gecompenseerd buitendijs stroomafwaarts. Door het veranderen van de natuur naar een overnachtingshaven verplaatst de stoep aan de overkant 30 meter naar het westen en gaat verder de rivier in.

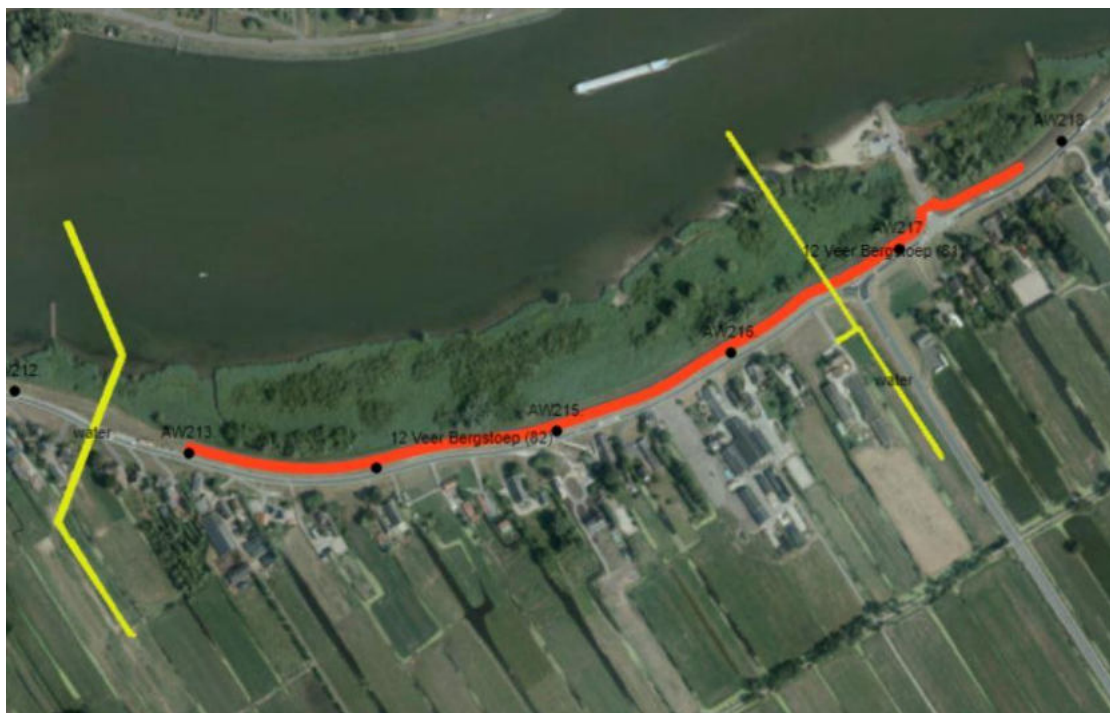
Bij buitenwaartse asverschuivingen en andere maatregelen in de uiterwaarden in deze dijkzone moet rekening worden gehouden met de belangen van grondeigenaar en beheerder Staatsbosbeheer.



Figuur 14-1: Overzicht Dijkzone 11 Veer Bergstoep (dijkvak 81-82). De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.



Figuur 14-2: Overzicht Dijkzone 11 Streefkerk (dijkvak 85-86). De groene lijn geeft aan welk gedeelte van de dijk nu niet versterkt hoeft te worden (geen prioritaire opgave). De rode lijn duidt de prioritaire opgave aan.



Figuur 14-3: Waterleidingen van Dunea (links) Oasen (rechts).

14.2 Veiligheidsopgave en bouwstenen

14.2.1 Veiligheidsopgave

In deze dijkzone is er een prioritaire opgave voor het faalmechanisme macrostabiliteit binnenwaarts. Op basis van gedetailleerde berekeningen is berekend dat in dijkvak 85 alleen een stabiliteitsprobleem optreedt in de verzadigde situatie. Dit is geen prioritair probleem, maar het is wel met een eenvoudige, goedkope maatregel op te lossen, waardoor het veiligheidsrendement hoog is. Ook zijn er raakvlakken in de overgang naar dijkvak 86 en is de maatregelen belangrijk om de totale waterveiligheid in het normtraject naar 1:1.000 te krijgen. Daarom is dit dijkvak in de scope gebleven. Verder is in alle dijkvakken een niet-prioritaire hoogteopgave.

14.2.2 Bouwstenen

In Bijlage 1 Overzicht bouwstenen staan in tabellen alle verzamelde bouwstenen beschreven voor Zeef 1a.

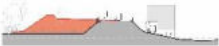
14.3 Mogelijke alternatieven en afweging Zeef 1b

Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Voor Dijkzone 11 Veer Bergstoep – Streefkerk zijn vier mogelijke alternatieven opgesteld (Tabel 14-1:). Voor alle dijkzones zijn de effecten en kosten van de mogelijke alternatieven bepaald. Op basis hiervan en de uitgangspunten beschreven in hoofdstuk 3 is een onderbouwde afweging gemaakt welke alternatieven kansrijk zijn. Voor deze dijkzone zijn er een aantal aandachtspunten vastgesteld waar rekening mee is gehouden tijdens de afweging van de mogelijke alternatieven naar kansrijke alternatieven:

- Het oostelijk gedeelte van deze dijkzone (dijkvak 81 en 82) is een eenheid. Hier is het goed mogelijk om naar buiten toe te versterken door het voorland en de meekoppelkansen bij Veerstoep (parkeren) te benutten.
- Het begin en eind van het westelijk gedeelte (dijkvak 85 en 86) zijn schaaldijken, daar kan niet naar buiten worden versterkt. Ook zijn in dit gedeelte van de dijkzone geen meekoppelkansen aan de butenzijde.

De grote afbeeldingen van de alternatieven vindt u aan het einde van deze paragraaf. De bouwstenen die zijn gebruikt in de verschillende alternatieven voor deze dijkzone zijn weergegeven in Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone.

Tabel 14-1: Overzicht van de mogelijke alternatieven voor dijkzone 11.

Alternatief	Mogelijk Alternatief 11.1	Mogelijk Alternatief 11.2	Mogelijk Alternatief 11.3	Mogelijk Alternatief 11.4
Faalmechanismes	STBI 	STBI 	STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M2 + H1c/M8/H3	M6	M1	M5/P4 + M8/H1c/H3
Onderbouwing en voorwaarden	Kansrijk. Bij dit alternatief is lokaal maatwerk nodig. Bijvoorbeeld een constructieve oplossing of bij AW210 een verbreding van de dijk naar binnen toe. De tuimelkade (H3) kan eventueel worden toegepast in combinatie met een vrijliggend fiets/voetpad.	Kansrijk. Kostenreductie door niet overal een volledig zelfstandig kerende constructie toe te passen, maar te werken met stabiliteitsscherm (M4) plus eventueel een taludverflauwing.	Valt af: in verband met lintbebouwing en woningen aan de binnenzijde van de dijk en cultuurhistorische monumenten die geraakt zouden worden. Het alternatief kan mogelijk wel een maatwerkoplossing zijn bij AW210 (daar kan wel worden versterkt naar de binnenzijde).	Kansrijk. Bij dit alternatief is lokaal maatwerk nodig. Bijvoorbeeld een constructieve oplossing (M4) of bij AW210 een verbreding naar de binnenzijde van de dijk. Bij schaaldijken moeten de rivierkundige effecten gecompenseerd worden.
Belangrijkste effecten	Bij schaaldijken moeten de rivierkundige effecten gecompenseerd worden. Bij AW217 en AW212 lopen waterleidingen waar rekening mee gehouden dient te worden.	Bij AW217 en AW212 lopen waterleidingen waar rekening mee gehouden dient te worden.	Bij AW217 en AW212 lopen waterleidingen waar rekening mee gehouden dient te worden.	Bij AW217 en AW212 lopen waterleidingen waar rekening mee gehouden dient te worden.

14.4 Kansrijke alternatieven

Dijkzone 11 bestaat uit vier dijkvakken (81, 82, 85 en 86). In een iteratief integraal ontwerpproces zijn de kansrijke alternatieven uitgewerkt en op hoofdlijnen ingepast in de omgeving (zie ook paragraaf 4.4). Daarbij is rekening gehouden met een beperkte opgave in dijkvak 85 (alleen macrostabiliteit binnenwaart verzadigd). Tijdens de ontwerp sessies voor dijkzone 11 is het volgende gebleken:

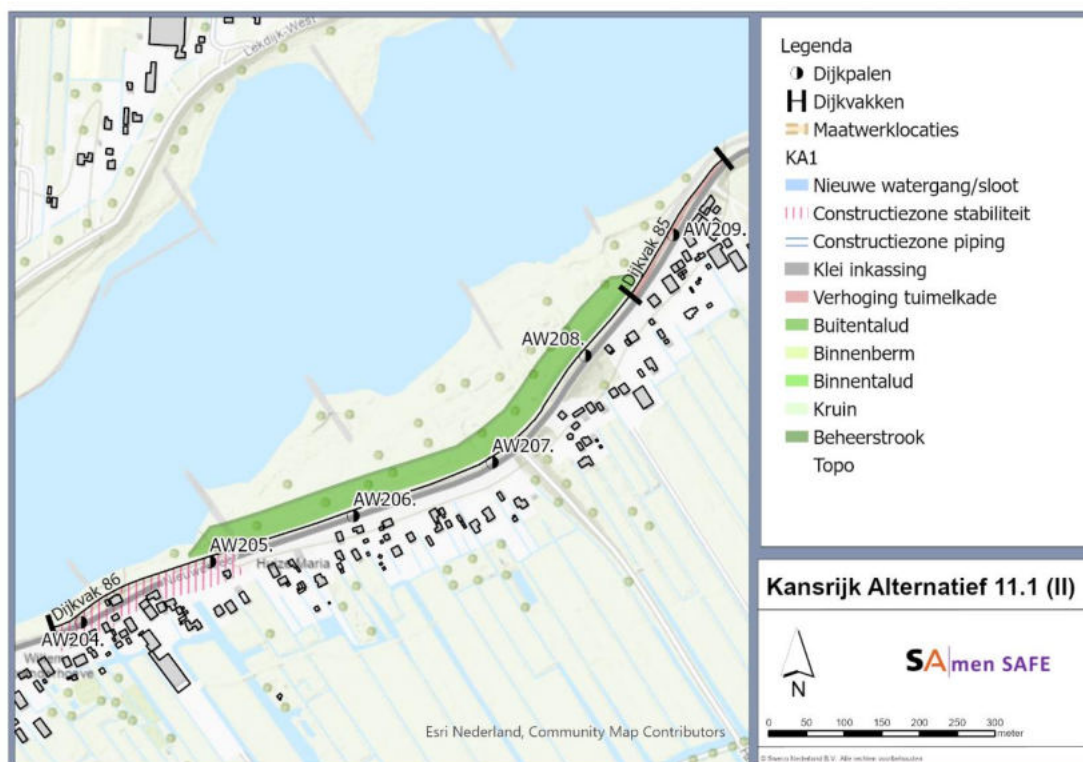
- Mogelijk alternatief 11.4 (kleinere asverschuiving en verhoging in combinatie met een drainageconstructie) valt alsnog af, omdat een drainageconstructie hier bij nader inzien geen haalbare oplossing is in verband met de grote hoeveelheid water die gedraineerd zou moeten worden. Daarbij blijven twee alternatieven met een buitenwaartse asverschuiving (11.1 en 11.3) en één constructief alternatief (11.2) over.
- In dijkvak 81-82 is het mogelijk om het stabiliteitsprobleem op te lossen met een buitenwaartse verbreding van de kruin/tuimelkade. Dit is opgenomen in kansrijk alternatief 11.1. Ook is het mogelijk om een buitenwaartse asverschuiving te realiseren in combinatie met het afgraven van de bestaande dijk. Dit is opgenomen in kansrijk alternatief 11.3. Alternatief 11.3 is ontstaan vanuit de gedachte om de negatieve impact op de ruimtelijke kwaliteit van alternatief 11.1 te verminderen.
- In dijkvak 86 is een kruinverbreding geen effectieve oplossing. Doordat de huidige lokale instabiliteit van het binnentalud blijft bestaan, is dit als gebruikerstoestand niet handhaafbaar. Daarnaast wordt een dusdanig brede kruin uitgerekend (meer dan 25 meter) dat dit vanuit kostenooqpunt, inpasbaarheid en ruimtelijke kwaliteit niet haalbaar is. Daarom is in dijkvak 86 in zowel kansrijk alternatief 11.1 als 11.3 gekozen voor een asverschuiving met afgraving van de huidige dijk.
- In dijkvak 85 is in beide alternatieven het binnenwaarts ophogen van de tuimelkade opgenomen om het stabiliteitsprobleem in de verzadigde situatie op te lossen.
- In het oostelijke deel van dijkvak 86 is een buitenwaartse asverschuiving mogelijk op plekken waar er voldoende voorland is. In het westelijke deel van dijkvak 86 (ten westen van molen “De Liefde” bij AW205) is alleen een constructieve oplossing mogelijk, omdat er geen voorland is en er dus geen ruimte is voor een buitenwaartse asverschuiving.
- Voor dijkversterking Kinderdijk-Schoonhovenseveer (KIS) zijn rondom dijkzone 11 verschillende constructies aangelegd. De geografische scope van SAFE begint waar de constructies eindigen.

De kansrijke alternatieven zijn weergegeven in Tabel 14-2 en Figuur 14-4 tot en met figuur 14-17.

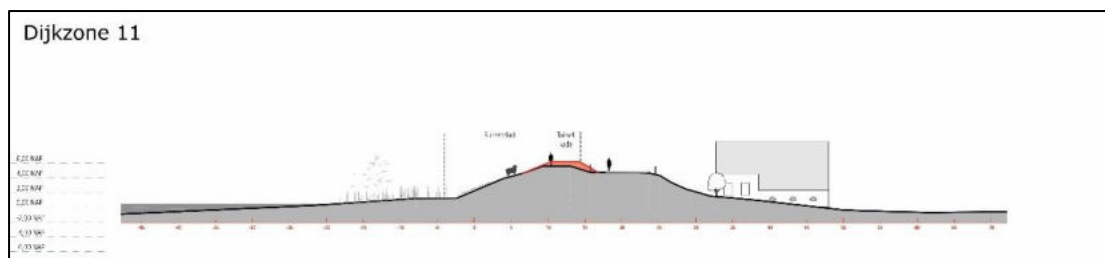
Tabel 14-2: Overzicht van de kansrijke alternatieven.

Alternatief	Kansrijk Alternatief 11.1	Kansrijk Alternatief 11.2	Kansrijk Alternatief 11.3
Faalmechanismes	STBI 	STBI 	STBI 
Toegepaste bouwstenen	M2 + H1c/M8/H3 + M3 (dv 85)	M4/M6 + M3 (dv 85)	M2+H1c, M3 (85), M4 (dv 86)
Omschrijving alternatief	Dijkvak 81+82: In dit alternatief wordt de kruin van de tuimelkade iets verhoogd en naar buiten toe verbreed. Dijkvak 86: Buitenwaartse asverschuiving met kruinverhoging waarbij de huidige dijk deels wordt afgegraven en de weg op de nieuwe kruin komt te liggen Dijkvak 85 In dijkvak 85 wordt alleen de tuimelkade iets opgehoogd.	Dijkvak 81+82 + 86 Hier wordt een stabiliteitsconstructie geplaatst en als het nodig is een zelfstandig kerende constructie (o.a. voor stabiliteitsprobleem in de verzadigde situatie). Dijkvak 85 In dijkvak 85 wordt alleen de tuimelkade iets opgehoogd.	Dijkvak 81+82 + 86 Buitenwaartse asverschuiving met kruinverhoging waarbij de huidige dijk deels wordt afgegraven en de weg op de nieuwe kruin komt te liggen. Dijkvak 85 In dijkvak 85 wordt alleen de tuimelkade iets opgehoogd
Bijzonderheden en aandachtspunten	De geleidelijke aansluiting van de huidige kruin (+ weg) op de nieuwe kruin (+ weg) moet nader vormgegeven worden. De drinkwaterleiding van Oasen (bij de kruising met de N479, zie Figuur 14-3) wordt aangegeven als maatwerklocatie. Het kruispunt bij de veerstoep naar de pont bij dijkpaal AW217 is een maatwerklocatie waar vanuit verkeersveiligheid goed naar moet worden gekeken. Eventueel kunnen op verbrede tuimelkade parkeerplaatsen gerealiseerd worden. Ten westen van de molen bij AW205 is een buitenwaartse asverschuiving niet mogelijk en wordt een stabiliteitsconstructie geplaatst. Bij dit alternatief moet er compensatie plaatsvinden voor NNN gebied. Voor dijkvak 81-82 geldt dat de kruin van de dijk wordt verbreed. Bij hoogwater kan de situatie ontstaan dat de grond aan de binnenzijde van de dijk kan afglijden. Dit brengt de veiligheid van de dijk zelf niet in gevaar, maar kan wel voor schade en overlast zorgen voor aanliggende huizen.	Bestaande panden aan de binnenzijde van de dijk blijven bij het plaatsen van de constructie behouden. De drinkwaterleiding van Oasen (zie Figuur 14-3) wordt aangegeven als maatwerklocatie. Dit dijkvak moet ook op hoogte worden gebracht voor 2050.	De geleidelijke aansluiting van de huidige kruin (+weg) op de nieuwe kruin (+weg) moet nader vormgegeven worden. De drinkwaterleiding van Oasen (bij de kruising met de N479, zie figuur 14-3) wordt aangegeven als maatwerklocatie. Het kruispunt bij de veerstoep naar de pont bij dijkpaal AW217 is een maatwerklocatie waar vanuit verkeersveiligheid goed naar moet worden gekeken. Eventueel kunnen op nieuwe binnenberm parkeerplaatsen gerealiseerd worden. Ten westen van de molen bij AW205 is een buitenwaartse asverschuiving niet mogelijk en wordt een stabiliteitsconstructie geplaatst. Bij dit alternatief moet er compensatie plaatsvinden voor NNN gebied.

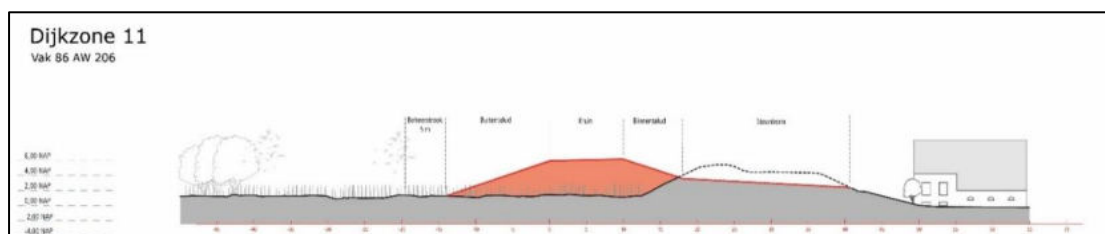




Figuur 14-6: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 1 voor dijkzone 11, dijkvak 85 en 86.



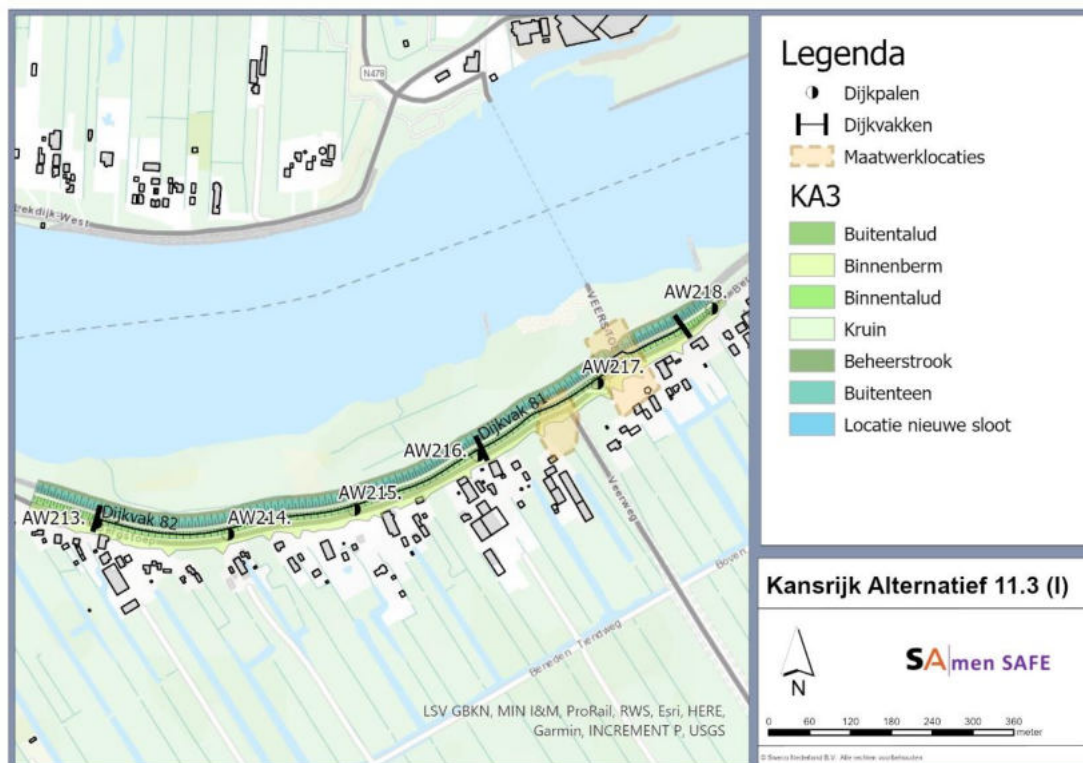
Figuur 14-7: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 11.1, dijkvak 85.



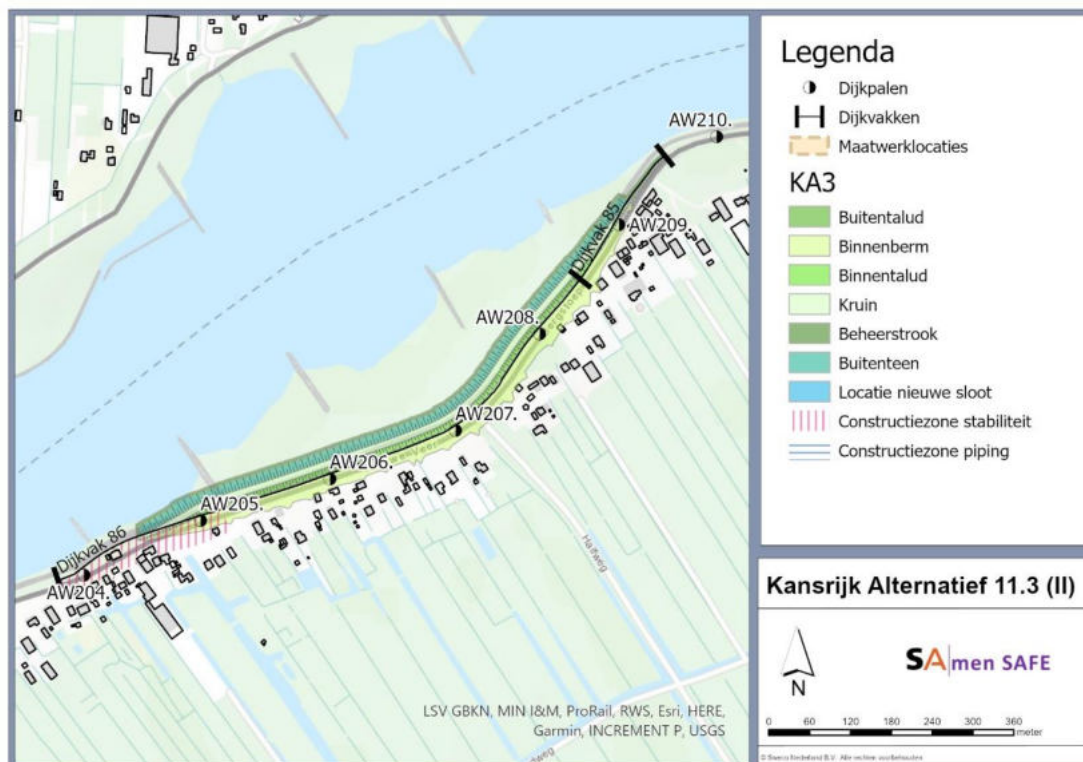
Figuur 14-8: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 11.1, dijkvak 86.







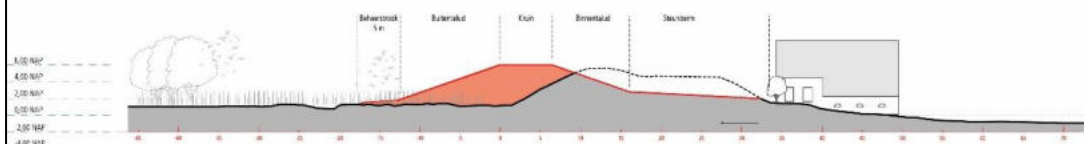
Figuur 14-13: Bovenaanzicht Kansrijk Alternatief 11.3, dijkvak 81 en 82.



Figuur 14-14: Bovenaanzicht van Kansrijk Alternatief 11.3, dijkvak 85 en 86.

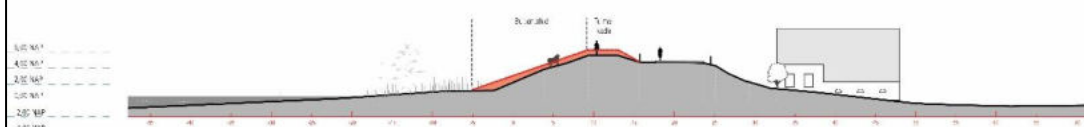
Dijkzone 11

Vak 81,82 AW 214



Figuur 14-15: Dwarsdoorsnede van Kansrijk Alternatief 11.3 voor dijkvak 81 en 82

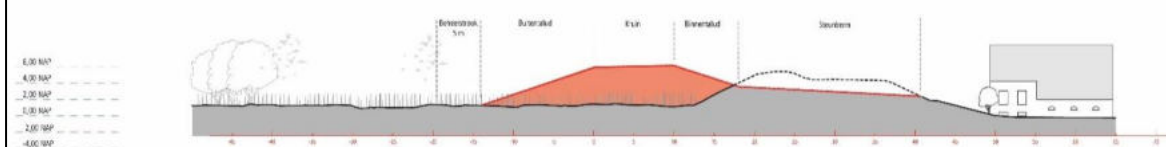
Dijkzone 11



Figuur 14-16: Dwarsdoorsnede Kansrijk Alternatief 11.3 voor dijkvak 85.

Dijkzone 11

Vak 86 AW 206



Figuur 14-17 Dwarsdoorsnede Kansrijk 11.3 voor dijkvak 86

14.5 Afweging Zeef 2

We hebben bepaald in hoeverre elk kansrijk alternatief bijdraagt aan de projectdoelen en belangrijkste randvoorwaarden (zie Tabel 14-3). Hiervoor hebben we informatie gebruikt uit de effectbeoordeling in MER-Fase 1, aanvullingen vanuit omgevingspartijen, gesprekken met direct betrokken bewoners/eigenaren en de kostenraming. De conclusie daarvan is dat geen van de onderzochte kansrijke alternatieven op voorhand aan alle doelen en randvoorwaarden voldoet.

Uit de afweging volgt dat een buitenwaartse versterking de voorkeur heeft boven een constructieve versterking. De voornaamste reden om voor een buitenwaartse versterking te kiezen is dat hier het hoogste veiligheidsrendement mee wordt behaald. De investeringskosten en levensduurkosten van zowel alternatief 11.1 als 11.3 zijn lager dan de kosten van het constructieve alternatief 11.2. Bovendien zijn de kosten van de buitenwaartse grondoplossingen conservatief ingeschat en liggen er kansen voor optimalisatie. Enerzijds omdat wordt uitgegaan van een ruime riviercompensatie met veel grondverzet. Dit kan mogelijk verminderd worden. Anderzijds omdat er kansen liggen om het materiaal uit de bestaande dijk en uit de riviercompensatie te hergebruiken. Ook dit kan leiden tot een significante kostenbesparing en tot een beter sluitende, meer circulaire grondbalans (duurzamere oplossing).

Een andere belangrijke reden om niet te versterken met een constructie is om ruimte te maken voor de dijk (beleid Waterschap Rivierenland). Wanneer een constructie wordt toegepast wordt de hoogteopgave nog niet verholpen en blijft er weinig ruimte over voor een toekomstige verhoging. Vanuit de uitbreidbaarheid heeft het de voorkeur om hier de ruimte voor de dijk te vergroten en daarmee ook in de toekomst meer ruimte te creëren voor een versterking. Daarnaast heeft een constructie in deze dijkzone een negatief effect op landschap en ruimtelijke kwaliteit, omdat dit alternatief kan leiden tot de verwijdering van karakteristieke erfbomen in dijkvakken 81 + 82 en 86.

Een ander nadeel van een constructie is mogelijke schade aan aanliggende panden. Bewoners hebben aangegeven zorgen te hebben over schade door trillingen en vervormingen bij het plaatsen van een constructie. Dit brengt onzekerheid met zich mee ten aanzien van de waarde van huizen en het woongenot. Ook heeft de aanleg een tijdelijk negatief effect op de luchtkwaliteit. Daarnaast heeft het constructieve alternatief relatief veel negatieve effecten op kabels en leidingen (een watertransportleiding met een regionale functie). Tijdens de aanleg van de constructie is er veel grondwerk nodig voor verlegging van de leidingen en ruimte voor leidingen wordt nog verder beperkt.

Bij een buitenwaartse asverschuiving zijn de voornaamste nadelen de afname van natuurwaarden en de effecten op rivierkunde. Doordat de nieuwe dijk op NNN-gebied in de uiterwaarden wordt aangelegd en hier naar verwachting ook rivierverruimende maatregelen moeten worden genomen, is het effect op het NNN-gebied groot. Dit zal gecompenseerd moeten worden. Tevens zijn de effecten op flora en fauna, landschap en bereikbaarheid tijdens de aanleg een belangrijk aandachtspunt.

Als we de buitenwaartse oplossingen met elkaar vergelijken dan heeft kansrijk alternatief 11.3 de voorkeur boven 11.1. Kansrijk alternatief 11.3 is toegevoegd om de sterk negatieve effecten van 11.1 op ruimtelijke kwaliteit zo veel mogelijk te beperken. Sterk negatieve effecten op ruimtelijke kwaliteit treden in alternatief 11.1 op in dijkvak 81-82, waar de huidige tuimelkade aanzienlijk verbreed wordt. Zo ontstaat een zeer brede dijk, die niet past in het omliggende rivierengebied. In 11.3 wordt in dijkvak 81-82 (net als in dijkvak 86) de bestaande dijk afgegraven, zodat een dijk ontstaat met proporties die passen in de omgeving. Ook wordt de weg op de kruin gelegd. De nieuwe binnenberm kan op verschillende manieren worden ingericht. Hoe de inrichting maximaal kan bijdrage aan ruimtelijke kwaliteit wordt samen met de provincie verder verkend. Kansrijk alternatief 11.3 is in verband met het afgraven van de bestaande dijk wel een stuk duurder dan alternatief 11.1. Tegelijkertijd liggen er bij 11.3 meer kansen voor hergebruik van grond, wat kan leiden tot kostenbesparingen en een hogere circulariteit.

Tabel 14-3: Afwegingstabel kansrijke alternatieven dijkzone 11.

Kansrijk alternatief	Veiligheids-winst	Investerings-kosten	Levensduur-kosten	Impact op ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden	Impact op techniek overig
11.1	++	10-30% onder gemiddelde	10-30% onder gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en fauna Effect op NNN-gebieden Landschap / ruimtelijke kwaliteit Bodem: grondbalans Bereikbaarheid aanleg <i>Negatief:</i> Houtopstanden Rivierkunde Invloed op oppervlaktewater Geluid, trillingen en luchtkwaliteit tijdens aanleg Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie Landbouw areaal Kabels en leidingen	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid Uitvoerbaarheid Beheerbaarheid bij hoogwater
11.2	+	10-30% boven gemiddelde	10-30% boven gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Kabels en leidingen (watertransportleiding regionale functie) Bereikbaarheid aanleg Luchtkwaliteit aanleg <i>Negatief:</i> Invloed op grondwaterstanden Geluid en trillingen tijdens aanleg Landschap en ruimtelijke kwaliteit Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie	<i>Sterk negatief:</i> Uitbreidbaarheid <i>Negatief:</i> Uitvoerbaarheid Beheerbaarheid
11.3	++	< 10 % afwijking gemiddelde	< 10 % afwijking gemiddelde	<i>Sterk negatief:</i> Flora en fauna Effect op NNN-gebieden Kabels en leidingen Landbouw areaal Bodem: grondbalans Bereikbaarheid aanleg Geluid, trillingen en luchtkwaliteit tijdens aanleg <i>Negatief:</i> Houtopstanden Rivierkunde Invloed op oppervlaktewater Landschap / ruimtelijke kwaliteit Archeologie Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie	<i>Negatief:</i> Uitbreidbaarheid Uitvoerbaarheid

14.6 Voorkeursalternatief

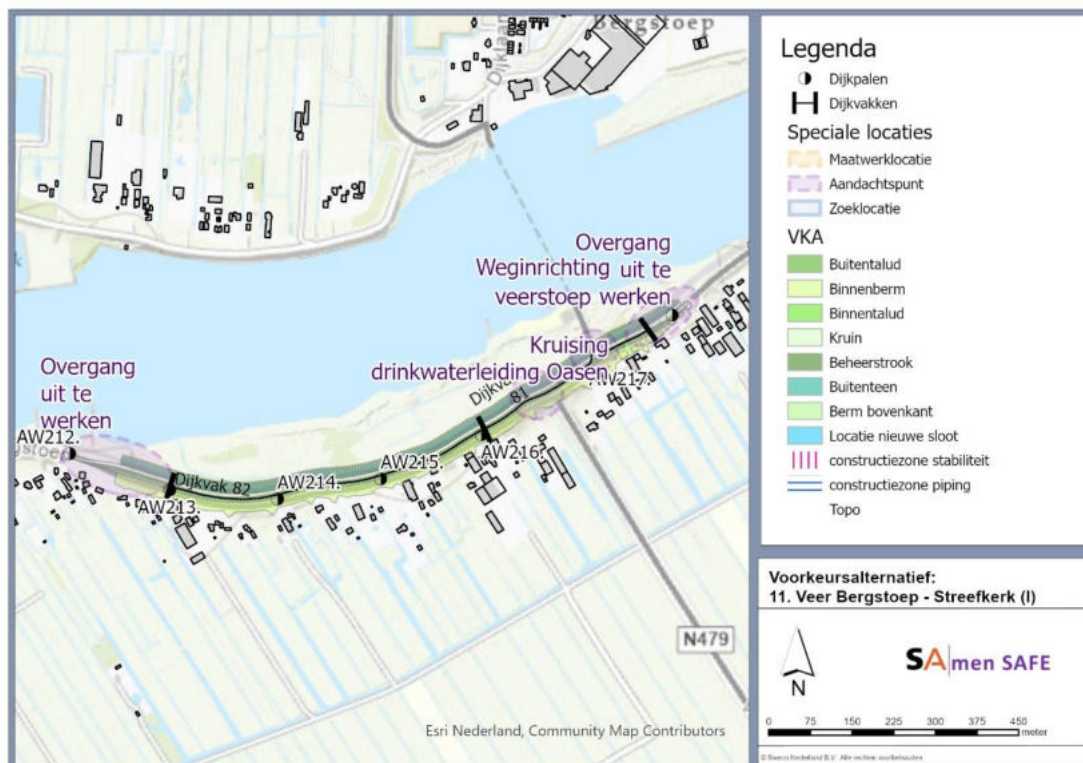
Het voorkeursalternatief (VKA) in deze dijkzone is een buitenwaartse asverschuiving in dijkvak 81, 82 en 86. De huidige binnenberm wordt naar buiten toe verbreed. Daarbij wordt de bestaande dijk (o.a. de kruin) voor een deel afgegraven. De nieuwe kruin komt verder buitenwaarts te liggen. In het ontwerp is er nu van uit gegaan dat de nieuwe hoofdweg op de kruin zal komen te liggen, met onsluiting via op- en afritten naar de langs de dijk gelegen panden. Andere opties voor de inrichting van de wegstructuur (zoals met een ventweg of met een weg op de berm) staan nog open. We gaan de diverse inrichtingsvarianten en hun kosten en effecten van nader onderzoeken in de Planuitwerkingsfase. Ook de overgangen van de nieuwe dijk naar de huidige dijk worden dan nader uitgewerkt.

In dijkvak 85 wordt de tuimelkade naar binnen toe verhoogd (van tussen AW210 en AW209 tot tussen AW209 en AW208, afhankelijk van het ontwerp van de overgang naar de asverschuiving in dijkvak 86). In dijkvak 86 vindt net als in dijkvak 81 en 82 een buitenwaartse asverschuiving plaats. De overgangen van dijkvak 86 naar dijkvak 85 aan de oostkant en de bestaande dijk aan de westkant worden nader uitgewerkt. Ook de inrichting van de nieuwe kruin en berm wordt nader uitgewerkt. Aan de westkant van dijkvak 86 grenst de dijk direct aan de rivier. Er is daardoor geen ruimte voor een asverschuiving. Er wordt een constructieve oplossing toegepast over ca 300 m (van net voor AW205 tot net na AW204).

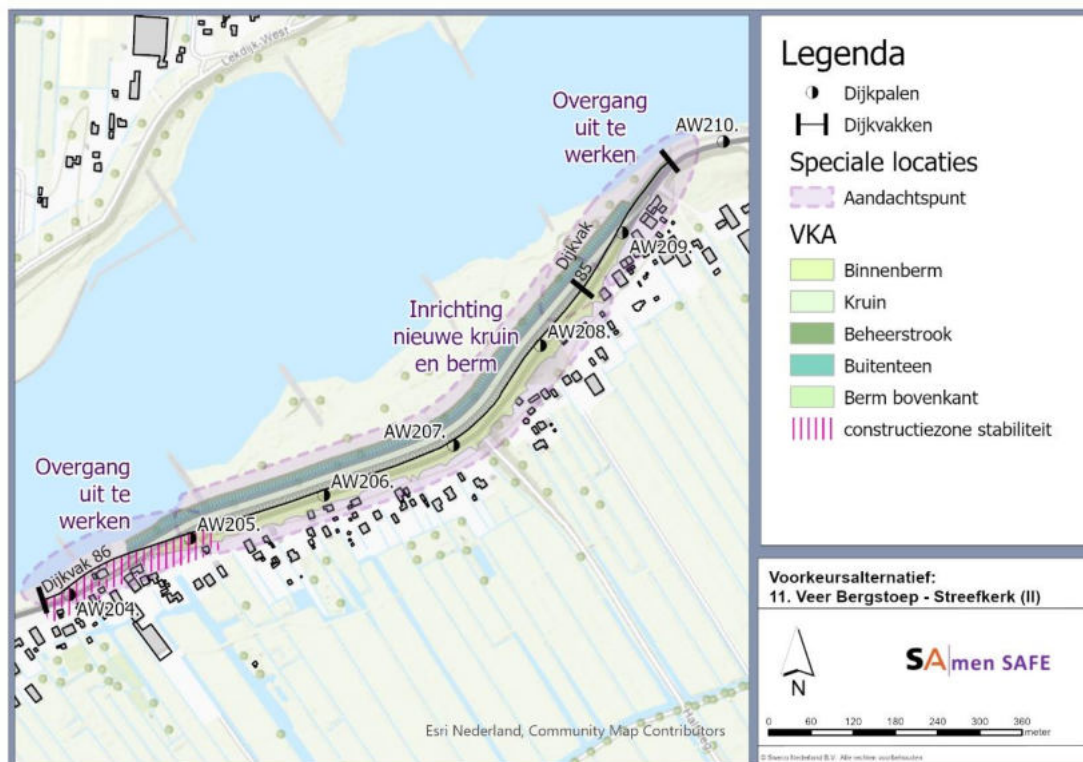
Mocht het onverhoopt niet lukken om een buitenwaartse asverschuiving met een acceptabele ruimtelijke kwaliteit uit te werken, mocht het niet lukken om de benodigde NNN compensatie of rivierkundige compensatie te realiseren, of mocht de benodigde compensatie veel groter blijken te zijn dan verwacht, dan is een constructieve oplossing (alternatief 11.2) de terugvaloptie.

In deze dijkzone is nog een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) bij de constructie aan de westzijde van dijkvak 86 en voor stabiliteit (STBI) bij overslag in dijkvak 85. Dat betekent dat de dijk in een volgende versterkingsronde voor 2050 alsnog opgehoogd moet worden.

In Figuur 14-18 tot en met Figuur 14-22 is het voorkeursalternatief in bovenaanzicht en dwarsdoorsnede indicatief weergegeven. In de planuitwerking wordt het ontwerp verder uitgewerkt.

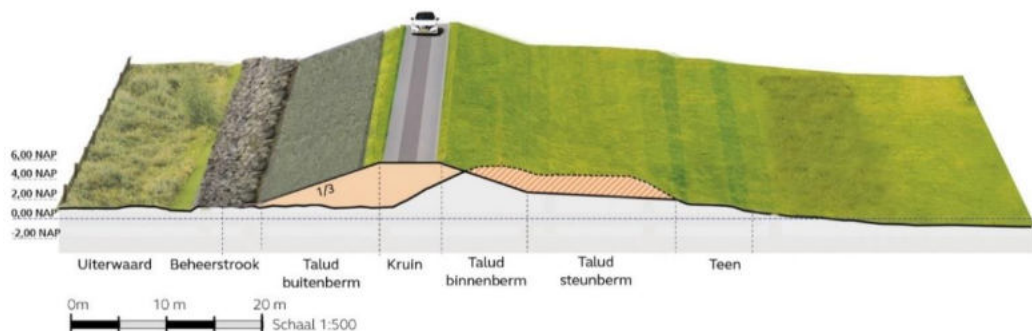


Figuur 14-18: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief voor dijkzone 11, dijkvak 81 en 82.



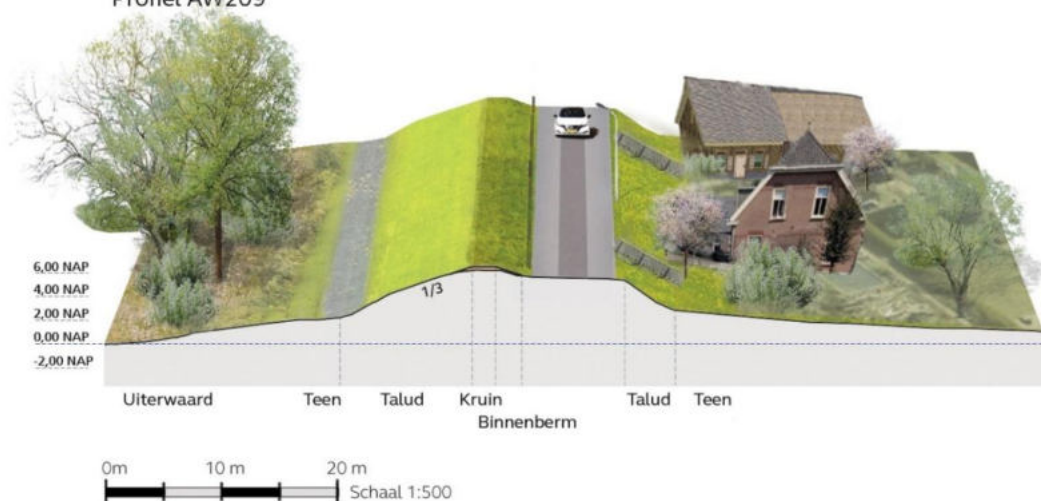
Figuur 14-19: Bovenaanzicht van het voorkeursalternatief voor dijkzone 11, dijkvak 85 en 86.

Dijkzone 11
Profiel AW214



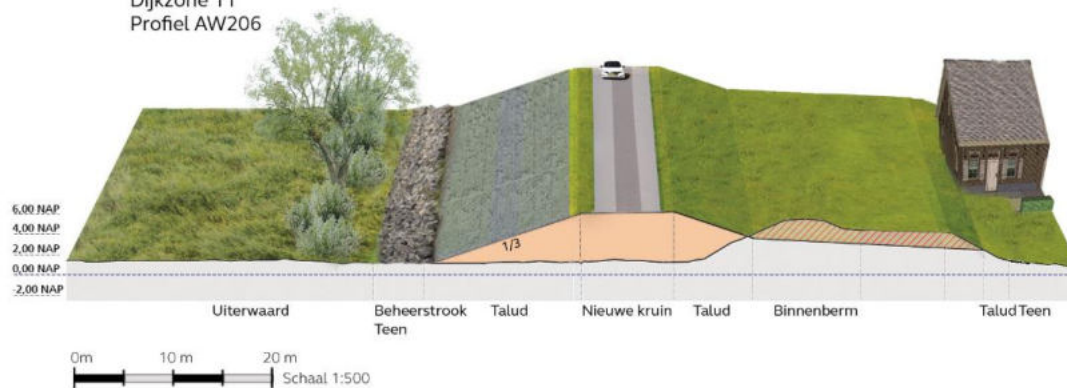
Figuur 14-20 Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Veer Bergstoep – Streefkerk t.p.v. AW214 (dijkvak 81-82).

Dijkzone 11
Profiel AW209



Figuur 14-21: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Veer Bergstoep – Streefkerk t.p.v. AW209 (dijkvak 85).

Dijkzone 11
Profiel AW206



Figuur 14-22: Visualisatie dwarsdoorsnede voorkeursalternatief Veer Bergstoep – Streefkerk t.p.v. AW206 (dijkvak 86).

14.6.1 Aandachtspunten voor de planuitwerkingsfase

De asverschuiving kan negatieve effecten hebben op de ruimtelijk kwaliteit van het landschap. Dit kan komen door aantasting van het buitendijkse landschap, waaronder de landschappelijk waardevolle rietlanden. Ook wordt de vormgeving van de dijk aangepast. De brede binnenberm en nieuwe kruin moeten zorgvuldig worden ingericht. De panden langs de dijk in dijkzone 11 hebben verschillende (dorpel)hoogtes. Het kan dan ook per pand verschillen welke nieuwe bermhoogte bij afgraven van de huidige dijk het beste past. In de planuitwerkingsfase gaan we onderzoeken welke hoogte van de binnenberm het beste aansluit op de verschillende dorpelhoogtes.

Op basis daarvan kijken we hoe we overgangen tussen de verschillende delen van de dijkzone (en tussenliggende en naastgelegen dijktrajecten) het beste kunnen vormgeven. Om daar ruimte aan te bieden zijn ruime overgangszones ingetekend. De overgang van de asverschuiving in dijkvak 86 naar de bestaande dijk aan de oostzijde beslaat een groot deel van dijkvak 85. In de rest van dijkvak 85 vindt in het voorkeursalternatief alleen een ophoging van de tuimelkade plaats (partiële versterking). In de planuitwerkingsfase wordt afgewogen of ook in de rest dijkvak 85 een integrale versterking met een asverschuiving gerealiseerd wordt. Dit kan zowel bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit en toekomstbestendigheid van de dijk (zie verder de alinea over de restopgave).

Met ontwerpend onderzoek werken we vervolgens de inrichting en het gebruik en beheer van de nieuwe binnenberm en kruin uit. We gaan er in het voorkeursalternatief van uit dat de nieuwe hoofdweg op de kruin zal gaan lopen met op- en afritten naar aan de dijk gelegen panden, maar we verkennen ook andere opties voor de ligging van de weg (zoals op de berm of met een ventweg) en ontsluiting van panden. Dit biedt mogelijk kansen om de door bewoners ervaren verkeersoverlast, -onveiligheid en parkeerknelpunten te beperken.

In dijkzone 11 is er een restopgave voor het faalmechanisme hoogte (GEKB) bij de constructie aan de westzijde van dijkvak 86 (bij Molen de Liefde) en voor stabiliteit (STBI) bij overslag in dijkvak 85. Dat betekent dat de dijk op die stukken in een volgende versterkingsronde voor 2050 verder versterkt moet worden. Om 'geen spijt' ingrepen te voorkomen, gaan we in de planuitwerkingsfase expliciet uitzoeken of het totaal van versterkingsmaatregelen, in de komende partiële dijkversterkingsronde en de volgende integrale dijkversterkingsronde die voor 2050 zal plaatsvinden, samen goed ingepast kunnen worden. Daarvoor gaan we de restopgaven nader bepalen en nader onderzoeken hoe de dijkversterkingsmaatregelen hier rekening mee kunnen houden. Zo kan door het direct verhogen van de tuimelkade aan de westkant van dijkvak 86 mogelijk worden volstaan met een lichtere constructie. Om deze varianten onderling goed te kunnen vergelijken, werken we zowel de maatregelen uit die vóór 2027 worden getroffen als aanvullende maatregelen die vóór 2050 moeten worden getroffen. Op basis van (milieu)effecten en kosten hiervan, en in overleg met de betrokken gemeenten en provincies, maken we vervolgens een expliciete afweging welke variant de voorkeur heeft.

Door het kappen van bomen kan de buitenwaartse asverschuiving een negatieve impact hebben op flora en fauna. Dit ontstaat als bomen worden gekapt die belangrijk zijn voor vleermuizen of die plek bieden aan jaarrond beschermde nesten. Ook rietlanden in de uiterwaarden zijn mogelijk belangrijk voor flora en fauna. In de planuitwerkingsfase wordt verder onderzoek gedaan naar de aanwezig flora en fauna. Bij het ontwerp wordt daar rekening mee gehouden. Mochten er toch negatieve effecten optreden, dan moeten deze worden gemitigeerd of gecompenseerd. Ook heeft de buitenwaartse asverschuiving een flink ruimtebeslag op NNN-gebied. Dit moet zoveel mogelijk beperkt worden en er zijn compenserende maatregelen nodig. Om het NNN-gebied dat door de dijkversterking wordt geraakt te compenseren zijn er verschillende mogelijkheden. De provincie Zuid-Holland heeft de voorkeur voor het ontwikkelen van nieuwe buitendijkse NNN-gebieden, het liefst zo dicht mogelijk bij de ingreep en binnen de provinciegrenzen. Als dit niet mogelijk is, heeft de provincie voorkeur voor het opwaarderen van bestaande buitendijkse NNN-gebieden, bijvoorbeeld door het omzetten van een agrarische functie naar dynamisch moeras. Andere compensatiemogelijkheden, die niet de voorkeur hebben van de

provincie Zuid-Holland, zijn binnendijkse compensatie, compensatie in een andere provincie of financiële compensatie.

Er moet mogelijk rivierkundige compensatie plaatsvinden om negatieve effecten van de asverschuiving op hoge waterstanden, het waterbergend vermogen en stroming te compenseren. Daarbij moet gekeken worden naar de morfologische effecten, zoals aanzanding van de vaargeul. In de planuitwerkingsfase worden de rivierkundige effecten en de noodzaak tot rivierkundige compensatie nader onderzocht conform het Rivierkundig Beoordelingskader. In het voorkeursalternatief is er van uit gegaan dat elke aangebrachte m³ grond wordt gecompenseerd met een m³ ontgraving (Waterinfraworks, 2021). Dit is naar verwachting een conservatieve aanname. Het streven is om compenserende maatregelen te treffen in de uiterwaard waar de asverschuiving plaatsvindt. Mogelijk zijn ook andere locaties (stroomafwaarts) geschikt. Dit wordt in de planuitwerkingsfase verder onderzocht en uitgewerkt.

Een lokaal aandachtspunt is de situatie rond de Veerpont bij Bergstoep. De op- en afrit naar de veerstoep moet worden ingepast in het ontwerp met een asverschuiving. Tijdens de planuitwerkingsfase wordt nader onderzocht en uitgewerkt hoe dit kan worden meegenomen in de dijkversterking.

De Oasen waterleiding Bergstoep is middels een gestuurde boring diep in het Pleistoceen aanwezig. De leidingkruising staat als aandachtspunt op de kaart aangegeven. De verwachting is echter dat de buitenwaartse asverschuiving zonder effect op de leiding kan plaatsvinden. De zettingen als gevolg van de ophoging zullen niet optreden tot op het niveau van de leiding.

Tot slot heeft de provincie Zuid-Holland in deze dijkzone een nieuw type grondwaterbeschermingsgebied genaamd Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) aangewezen. Deze gebieden zijn bestemd voor de toekomstige drinkwatervoorziening. Drinkwaterbedrijf Oasen is op zoek naar een nieuwe oevergrondwaterwinning om aan de toekomstige drinkwatervraag te kunnen voldoen. Een locatie voor een nieuwe oevergrondwaterwinning wordt gezocht in een van de ASV gebieden van de Krimpenerwaard of Alblasserwaard of in de uiterwaarden.

14.6.2 Meekoppelkans

Een mogelijke meekoppelkans in deze dijkzone is recreatief wandelen en fietsen over vrijliggende paden langs dijkzone 11. In de planuitwerkingsfase zal deze mogelijke meekoppelkans verder worden uitgewerkt.

15 Overige langsconstructies

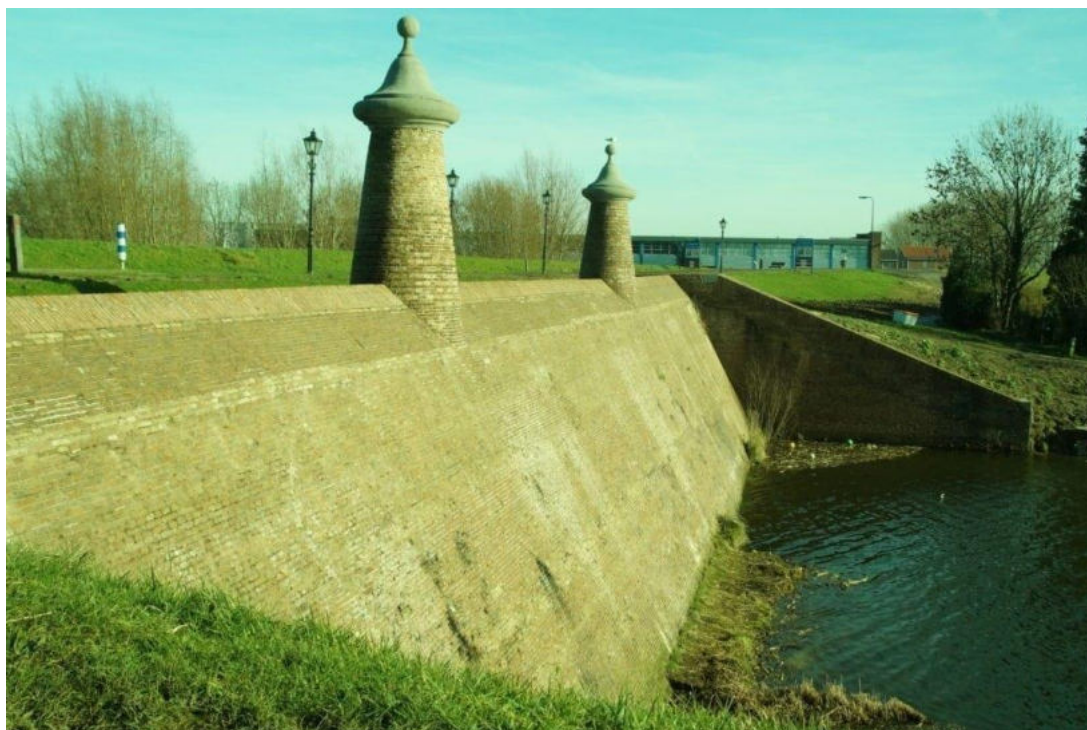
15.1 Inleiding

Binnen de dijkzones van SAFE zijn in de bestaande situatie verschillende constructies aanwezig. Voor alle langsconstructies, dus ook de langconstructies die wel onderdeel uitmaken van een dijkzone, wordt in een latere fase bekeken of ze onderdeel zijn van de scope van de dijkversterking. Vanwege de grote onzekerheid over de sterkte is de beermuur bij Nieuwpoort toegevoegd aan de langsconstructies (Figuur 15-1). In totaal zijn vijf constructies in het traject beschouwd (zie Tabel 15-1):

- De beermuur bij Nieuwpoort;
- L-wand op staal bij Tienhoven;
- Erosieschermen bij Tienhoven;
- L-wand op palen bij Sluis;
- Dijkvernageling bij Vianen.

Tabel 15-1: Overzicht van de dijkvakken in traject 16-3 en 16-4 met stabiliteitsconstructies, welk type het betreft, de lengte van de constructie en locatie van de constructie t.o.v. de dijkpalen.

Dijkvak	Ruimtebeslag	Type	Van	Tot	Lengte [m]
17	gehele dijkvak	Dijkvernageling, binnenzijde	VY056.+26.0	VY054.+176.0	256
45	gehele dijkvak	Damwand en L-wand	VY000.+160.0	VY000.+36.0	124
52	deel dijkvak	L-wand	AW288.+50.0	AW287.+47.0	53
52	deel dijkvak	3 Erosieschermen	AW288.+50.0	AW287.+47.0	97; 8; 33
67	deel dijkvak	Vestingbeer	AW254.+60.0	AW254.+20.0	30



Figuur 15-1: De beermuur bij Nieuwpoort.

15.2 Aanpak

In de veiligheidsanalyse zijn de langsconstructies kwalitatief beschouwd. Hiervoor zijn drie stappen uitgevoerd (Sweco/Arcadis, 2020):

- 1) Inventarisatie van de gegevens die binnen WSRL beschikbaar zijn voor de langsconstructies;
- 2) Analyse van de beschikbare gegevens ten opzichte van de benodigde gegevens voor een beoordeling conform WBI2017;
- 3) Een kwalitatieve beoordeling waarbij er een inschatting is gemaakt of een langsconstructie wel of geen 'zwakke schakel' is in het traject. Daarbij is naar het zichtjaar 2023 gekeken, maar ook een doorkijk gemaakt naar 2073. Een samenvatting van de kwalitatieve beoordeling is gegeven in Tabel 15-2.

Tabel 15-2: Samenvatting van kwalitatieve beoordeling constructies.

Langsconstructie	Kwalitatief oordeel	Nadere toelichting
Beermuur Nieuwpoort (dv 67)	Voldoet	De Beermuur is op restbreedte goedgekeurd. Dit betekent dat de wal zelf niet stabiel is berekend, maar dat bij instorting nog genoeg dijkprofiel aanwezig is om het dijkdeel goed te keuren. Voor STPH (piping) en GEKB (hoogte) is het dijkdeel goedgekeurd.
L-wand Tienhoven (dv 52)	Voldoet	
Erosieschermen Tienhoven (dv 52)	Onvoldoende	Kwalitatief oordeel is onvoldoende ten opzichte van norm, maar op dit moment geen zwakke schakel.
Sluis Zederik (dv 45)	Voldoet	
Dijkvernageling Vianen (dv 17)	Voldoet	

N.B. Een volledige beoordeling van langsconstructies waarbij de daadwerkelijke veiligheid wordt bepaald moet volgens het WBI 2017 gedaan worden met een EEM-model (zie Sweco/Arcadis 2020 voor aanvullend benodigde informatie en onderzoeken).

15.3 Conclusie

De getoetste langsconstructies voldoen op basis van de kwalitatieve beoordeling aan de norm, met uitzondering van de erosieschermen bij Tienhoven. De erosieschermen zijn onvoldoende beoordeeld, wat maakt dat er een opgave is. Op basis van het kwalitatieve oordeel blijkt echter ook dat het geen zwakke schakel is. Er is dus geen prioritaire opgave. Dit betekent dat geen van de beschouwde langsconstructies in de scope van de partiële dijkversterking SAFE wordt opgenomen.

15.3.1 Aanbevelingen

In de kwalitatieve beschouwing is aan de hand van ontwerpberekeningen een inschatting van de bijdrage aan de faalkans (beta) gemaakt. Vanuit het partieel versterken moet een constructie voldoen aan de beta behorende bij de 1:1.000 kans om niet als 'zwakke schakel' te worden benoemd. Gezien de snelheid van ontwikkelingen in de normering en de tijdsdruk op de partiële versterking SAFE, is er voor gekozen om op basis van kwalitatieve beoordeling de scope te bepalen. Geadviseerd wordt om de constructies conform de geldende leidraden nader te beoordelen.

Ook is het cluster van constructies in de buitenstad van Vianen (dijkvak 16) geen onderdeel van de beschouwde constructies. Mede vanwege de verschillende losse constructies is het lastig om de kering te beoordelen. Aanbevolen wordt om hier aanvullend nog een beschouwing uit te voeren (al dan niet kwalitatief).

16 Conclusies en vervolgproces

16.1 Voorkeursalternatief

16.1.1 Versterkingsmaatregelen

In de verkenningfase van dijkversterking SAFE is toegewerkt naar een voorkeursalternatief, binnen een partiële versterking. Dit voorkeursalternatief bevat daarom dijkversterkingsmaatregelen met het grootste veiligheidsrendement: een significante veiligheidswinst tegen lage kosten. Ruimtelijke kwaliteit en bestaande waarden worden met het voorkeursalternatief zo veel mogelijk behouden. Voor de uitwerking van het voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase zijn in verschillende dijkzones aandachtspunten benoemd in relatie tot ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie en ecologie.

De dijkversterkingsmaatregelen vinden plaats verspreid over circa 9,8 km in 10 verschillende dijkzones. Het merendeel van de versterking vindt plaats met grond. Over circa 3,4 km worden binnenbermen gerealiseerd of vergroot of wordt het binnentalud verflauwd. Over circa 0,5 km hiervan wordt de binnenberm gecombineerd met een pipingvoorziening. Over circa 2,9 km vindt een buitenwaartse asverschuiving plaats, waarvan ca 0,7 km in combinatie met een verticale pipingvoorziening. Waar er geen ruimte is voor een grondoplossing, of waar een constructie een hoger veiligheidsrendement heeft, worden constructieve oplossingen toegepast. Constructieve oplossingen voor stabiliteit en piping worden over ca. 3,2 km toegepast. Over ca 0,3 km zijn in verschillende dijkzones maatwerklocaties aangewezen om bestaande panden of waarden te kunnen behouden (zie Tabel 16-1). Hier kunnen grondoplossingen of constructies of combinaties daarvan worden toegepast. In de verkenningfase is voor deze locaties een voorlopige keuze gemaakt, om de effecten en kosten in te kunnen schatten. In de planuitwerkingsfase wordt een definitieve keuze gemaakt, gebaseerd op aanvullend onderzoek en in overleg met betrokken stakeholders.

Tabel 16-1: Toepassing verschillende typen oplossingen in het voorkeursalternatief

Type oplossing		Toegepast in dijkzone	Lengte [km]
Versterking binnenwaarts (binnenberm of taludverflauwing)	zonder verticale pipingvoorziening	1, 2, 4, 6, 7, 8	2,9
	met verticale pipingvoorziening	6, 9	0,5
Versterking buitenwaarts (grond)	zonder verticale pipingvoorziening	8, 11	2,2
	met verticale pipingvoorziening	3	0,7
Stabiliteitsconstructie	zonder verticale pipingvoorziening	2, 3, 11	0,7
	met verticale pipingvoorziening	2, 3, 6, 9, 10	2,1
Alleen piping-voorziening		2	0,4
Overige maatwerklocaties	stabiliteitsconstructie en/of binnenbermen	1, 6, 7	0,3
Totaal			9,8

16.1.2 Nauwkeurigheid voorkeursalternatief

We hebben in de verkenningsfase van grof naar fijn gewerkt. Daarbij is het ontwerp van de dijkversterking steeds nauwkeuriger geworden. We weten nog niet exact hoe groot het ruimtebeslag van de dijkversterking wordt. We verwachten dat het uiteindelijke ruimtebeslag maximaal 1 meter groter tot 5 meter kleiner wordt dan in de VKA-tekeningen. Dit wordt in de planuitwerkingsfase en realisatiefase verder uitgewerkt. Waar nodig worden aanvullende onderzoeken en berekeningen gedaan. Ook wordt het ontwerp verder ingepast in de omgeving. Daarnaast worden mitigerende en compenserende maatregelen en meekoppelkansen uitgewerkt. Deze zijn nog niet opgenomen in de VKA tekeningen.

Op maatwerklocaties is de bandbreedte in het ruimtebeslag groter, omdat hier combinaties van verschillende bouwstenen kunnen worden toegepast. Ook bij de in de kaart aangegeven aandachtspunten kan het ruimtebeslag meer afwijken, bijvoorbeeld omdat bij inpassing van een overgang blijkt dat deze geleidelijker moet plaatsvinden om beter aan te sluiten bij het landschap.

In de volgende dijkzones kan het type oplossing of het ruimtebeslag nog significant veranderen op basis van nader onderzoek in de planuitwerkingsfase. Voor dijkzone 1 wordt onderzocht of de berm breedte geoptimaliseerd kan worden bij dempen van de sloot. Voor dijkzone 2 wordt nader onderzocht welk type bomen kan worden teruggeplaatst op de binnenberm ter hoogte van het Jufferslaantje en welke leeflaag daarvoor nodig is. Een mogelijke terugvaloptie is een constructie. Voor delen van dijkzone 6 en 9 wordt geanalyseerd in hoeverre de pipingopgave zo diep zit dat een gecombineerde constructie daadwerkelijk nodig is. Als dit niet het geval is, wordt een binnenberm met verticale pipingvoorziening overwogen. In dijkzone 8 is de plaatselijke grondoplossing in de bocht aan de buitenzijde van dijkvak 46 qua ruimtelijke kwaliteit onwenselijk en wordt geprobeerd met nader onderzoek de opgave te verkleinen en vervolgens in te passen. Ook hier is een constructie een mogelijke terugvaloptie. Voor dijkzone 11 wordt tot slot nader onderzocht hoe de nieuwe binnenberm wordt vormgegeven (o.a. hoogte), ingericht en hoe de huizen worden ontsloten. Ook kan het type oplossing en ruimtebeslag nog wijzigen in verband met een restopgave (zie volgende paragraaf).

16.1.3 Restopgave

In een aantal dijkzones die binnen SAFE versterkt worden is er nog een restopgave, voor hoogte of lokaal ook voor andere faalmechanismen. Dit betekent dat deze vóór 2050 nog een keer versterkt moeten worden. In de verkenningsfase is de uitbreidbaarheid (voor 2050 en daarna) meegenomen in de afweging tussen de alternatieven. Ook is er bij binnenbermen een extra brede binnenberm opgenomen die anticipeert op een latere verhoging. Om 'geen spijt' ingrepen te voorkomen, gaan we in de planuitwerkingsfase expliciet uitzoeken of het totaal van versterkingsmaatregelen, in de komende partiële dijkversterkingsronde en de volgende integrale dijkversterkingsronde die voor 2050 zal plaatsvinden, samen goed ingepast kunnen worden. Daarvoor gaan we de restopgave nader bepalen en nader onderzoeken hoe de dijkversterkingsmaatregelen hier rekening mee kunnen houden.

We geven hier invulling aan door in alle dijkzones met een restopgave een aanvullende variantenstudie uit te voeren, waarin zowel partiële varianten (met restopgave) als integrale varianten (die de restopgave direct oplossen) worden uitgewerkt. Voor dijkzone 2, 4 en 7 wordt nader onderzocht in hoeverre de nu in het voorkeursalternatief gehanteerde extra brede berm ten behoeve van een latere verhoging daadwerkelijk wenselijk, vergunbaar en financieerbaar is. Andere mogelijkheden zijn een ruimtereservering of directe kruinverhoging in deze versterkingsronde. Ook in andere dijkzones met een restopgave (deel van 3, 8, 10 en deel van 11) wordt nader bekeken of het wenselijk en haalbaar is om meteen een integrale oplossing toe te passen.

Om de partiële en integrale varianten onderling goed te kunnen vergelijken, werken we zowel de maatregelen uit die vóór 2027 worden getroffen als aanvullende maatregelen die vóór 2050 moeten worden getroffen. Op basis van (milieu)effecten en kosten hiervan, en in overleg met de betrokken

gemeenten en provincies, maken we vervolgens een expliciete afweging welke variant in welke dijkzone de voorkeur heeft.

16.1.4 Compenserende en mitigerende maatregelen.

Omdat de dijkversterking ruimtebeslag heeft op Natuur Netwerk Nederland (NNN) en Kader Richtlijn Water (KRW) ecotopen, moeten compenserende of mitigerende maatregelen worden getroffen. Een indicatie van het ruimtebeslag en de compensatieopgave op basis het voorkeursalternatief is voor NNN weergegeven in Tabel 16-2. Bij de het bepalen van de verwachte compensatieopgave is uitgegaan van een ruimtebeslag inclusief de hele constructiezone en beheerstrook. De compensatieopgave inclusief kwaliteitstoeslag is dan ca 1,6 ha in de provincie Utrecht en ca 4,7 ha in de provincie Zuid-Holland. Voor KRW geldt dat in totaal ca 5,8 ha van ecotoop R8 (zoete getijdewateren op zand of klei) wordt geraakt, waarvan ca 4,3 ha overlapt met NNN. Door rivierkundige compensatiemaatregelen in de uiterwaarden (zie hieronder) kan de hoeveelheid te compenseren NNN gebied en KRW ecotopen nog toenemen. Ook is er in deze getallen geen rekening gehouden met een toeslag voor eventuele kwalitatieve verstoring door het verplaatsen van de weg op de kruin richting NNN gebied of het kappen van afschermende bomen. De gevolgen van deze twee punten voor de compensatieopgave worden nader onderzocht in de planuitwerkingsfase.

Tabel 16-2: Samenvatting ruimtebeslag en compensatieopgave NNN-concept.

Provincie	Natuurbeheertype	Ruimtebeslag VKA met beheerstroken zonder constructiezones [ha]	Ruimtebeslag VKA met constructiezones [ha]	Compensatie-opgave inclusief kwaliteitstoeslag [ha]
Utrecht	N10.02 Vochtig hooiland	0,2	0,2	0,4
	N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland	0,1	0,3	0,5
	N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos	0,4	0,4	0,75
	Totaal Utrecht	0,8	0,9	1,6
Zuid-Holland	N05.04 Dynamisch moeras	2,2	2,2	2,9
	N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland	0,5	0,5	0,7
	N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos	0,7	0,7	1,1
	N14.03 Haagbeuken- en essenbos	0,03	0,03	0,1
	Totaal Zuid-Holland	3,4	3,4	4,7

In dijkzone 3, 8 en 11 vindt in het voorkeursalternatief een buitenwaartse asverschuiving plaats. Dit kan leiden tot opstuwing van de rivierwaterstand, verkleinen van het waterbergend vermogen, effecten op stroming en morfologische effecten zoals aanzanding van de vaargeul. Er wordt een volume van in totaal circa 180.000 m³ aangebracht in het huidige rivierbed. De rivierkundige effecten zullen in de planuitwerking verder worden onderzocht conform het Rivierkundig Beoordelingskader en er zal zo nodig een compensatieplan worden opgesteld. Dat gebeurt in overleg met Rijkswaterstaat. In het voorkeursalternatief is er van uit gegaan dat elke aangebrachte m³ grond wordt gecompenseerd met een m³ ontgraving (Waterinfraworks, 2021). Dit is naar verwachting een conservatieve aanname. De voorkeur gaat uit naar compenserende maatregelen in de naast de asverschuiving gelegen uiterwaard. N.B. Ook effecten van de compenserende maatregelen moeten nauwkeurig en in samenhang met de effecten van de dijkversterking in beeld gebracht worden.

16.1.5 Ruimte voor kansen en ambities

Het voorkeursalternatief biedt ruimte voor het realiseren van meekoppelkansen (zie paragraaf 16.3.5). Ook biedt het ruimte voor het realiseren van de ambities op gebied van duurzaamheid (zie paragraaf 3.4.1) en innovatie (zie paragraaf 3.4.2). Deze aspecten gaan vanaf de planuitwerkingsfase een steeds grotere rol spelen.

16.2 Vaststellen voorkeursalternatief en MER-Fase 1

Omdat op voorhand al duidelijk was dat de dijkversterking SAFE belangrijke nadelige milieugevolgen kan hebben, is aan het begin van de verkenningsfase de m.e.r.-procedure gestart. De te doorlopen procedure is in overleg met de Provincie Zuid Holland en de Provincie Utrecht bepaald en vastgelegd in de Notitie reikwijdte en detailniveau (Arcadis/Sweco, 2021a). Het uiteindelijke MER is gekoppeld aan het Projectbesluit van de provincies Utrecht en Zuid-Holland in het kader van de Omgevingswet, die naar verwachting op 1 juli 2022 van kracht wordt¹⁰. In de verkenningsfase is Fase 1 van het MER opgesteld (Arcadis/Sweco, 2021b). Het is gericht op het in beeld brengen van de onderscheidende effecten tussen de kansrijke alternatieven. Dit is hoofdzakelijk kwalitatief gedaan. De effectbeoordeling vormde input voor de keuze van het voorkeursalternatief. Het MER-Deel 1 is een informele stap in de m.e.r.-procedure. Hier is geen formeel inspraakmoment aan gekoppeld.

De concept nota Voorkeursalternatief (VKA) en het concept MER-Deel 1 zijn in de tweede helft van 2021 voorgelegd aan en besproken met de ambtelijke en bestuurlijke partners. Begin 2022 organiseert het waterschap een inspraakperiode voor deze documenten. Na de inspraakperiode stelt het waterschap, samen met alle betrokken overheden, een reactienota op en past zo nodig de concept nota VKA en de concept MER-Deel 1 hierop aan. De aangepaste nota VKA en de aangepaste MER-Deel 1 worden naar verwachting medio 2022 vastgesteld door het dagelijks bestuur van het waterschap.

16.3 Doorkijk naar de planuitwerking

Het voorkeursalternatief vormt het vertrekpunt voor de planuitwerkingsfase. Daarin werken we het voorkeursalternatief verder uit tot een gedetailleerd projectbesluit. Geheel volgens de Omgevingswet met milieueffectrapportage, bijbehorende vergunningen en planologische wijzigingen. In deze fase zou ook een aannemer betrokken kunnen worden en starten de voorbereidingen voor de daaropvolgende realisatiefase.

16.3.1 Ontwerp en inpassing

In de planuitwerkingsfase werken we onderstaande ontwerpogaven van het voorkeursalternatief in meer detail uit. Ondersteund door diverse technische en conditionerende onderzoeken en in overleg met partijen in de omgeving.

- Nadere detaillering van het grondonderzoek, de berekeningen en het ontwerp van het voorkeursalternatief.
- Uitwerking van de aangegeven speciale locaties: maatwerklocaties, aandachtspunten en zoeklocaties (zie ook 16.1.2). De maatwerklocaties en zoeklocaties vragen soms om een nadere variantenstudie. Bij de maatwerklocaties worden relevante stakeholders zoals percee-eigenaren of nutsbedrijven betrokken. De aandachtspunten vragen om een zorgvuldige (ruimtelijke) inpassing van het ontwerp van de dijk. Dit gaat bijvoorbeeld om overgangen binnen de dijkzones en in de aansluiting op aangrenzende dijktrajecten of om behoud van ruimtelijke kwaliteit, cultuurhistorie en ecologie. Daarbij worden relevante partijen zoals gemeenten, provincies en terreinbeheerders betrokken.

¹⁰ Uitstel van de invoering van de Omgevingswet zou ertoe kunnen leiden dat we in de besluitvorming nog te maken hebben met de Waterwet. In dat geval stellen we een Projectplan Waterwet op.

- Uitwerking van varianten voor dijkzones met een restopgave (zie 16.1.3).
- Uitwerking van de stabiliteitsconstructies en pipingoplossingen binnen de aangegeven constructiezones. Dit doen we door de locatie, het type constructie en de manier van aanbrengen aan te passen aan lokale omstandigheden. Een belangrijk aandachtspunt daarbij is het zo veel mogelijk voorkomen van schade aan panden bij het aanbrengen van constructies. Bij de detaillering van het ontwerp en het bepalen van de uitvoeringsmethode wordt de uitvoeringskennis van aannemers betrokken.
- Uitwerking en inpassing van beheerstroken en gedempte watergangen, in overleg met de beheerder.
- Nadere uitwerking te verleggen kabels en leidingen.
- Zoveel mogelijk beperken van negatieve effecten van het voorkeursalternatief die uit MER-deel 1 blijken. Inclusief uitwerking compenserende en mitigerende maatregelen, waaronder voor ecologie en rivierkunde.
- Onderzoek of er een herplantplicht is voor bomen in het algemeen en fruitbomen op de berm in het bijzonder. Meenemen herplant bomen in het landschappelijk ontwerp.
- Verder onderzoeken (raakvlakken met) meekoppelkansen (zie 16.3.5)

16.3.2 Planprocedure

In de planuitwerkingsfase wordt het voorkeursalternatief verder uitgewerkt tot een detailniveau dat nodig is voor het projectbesluit Omgevingswet. Bij het projectbesluit leggen we gecoördineerd eventuele wijzigingen van ruimtelijke plannen vast. Daarvoor vullen we het Milieueffectrapport (MER) Deel 1 aan tot een volledig project-MER dat geschikt is voor de vergunningaanvragen. In het MER-fase 2 worden de effecten van het voorkeursalternatief niet alleen kwalitatief maar ook meer kwantitatief in beeld gebracht. Dit zorgt voor een herleidbare en goed onderbouwde afweging.

Naast het projectbesluit (of als onderdeel daarvan) worden ook andere besluiten genomen voor de realisatie van de dijkversterking. Dit zijn mogelijk (Sweco/Arcadis, 2021c):

- het opnemen van het projectbesluit in het Omgevingsplan of herzien van het Omgevingsplan (voorheen Bestemmingsplannen)
- een Omgevingsvergunning – Flora- en fauna-activiteiten (bevoegd gezag Provincie Utrecht en/of Provincie Zuid-Holland)
- een Omgevingsvergunning – Natura 2000-activiteiten (bevoegd gezag Provincie Utrecht en/of Provincie Zuid-Holland)
- een Omgevingsvergunning – ontgrondingsactiviteiten (bevoegd gezag Provincie Utrecht en/of Provincie Zuid-Holland en/of Rijkswaterstaat).

Deze vergunningen liggen tegelijkertijd met het projectbesluit en het MER ter inzage. Het MER wordt ook ter toetsing aangeboden aan de Commissie voor de MER. Afhankelijk van de uitwerking van het VKA kunnen de aan te vragen vergunningen nog wijzigen.

16.3.3 Grondverwerving

In de huidige vorm heeft het voorkeursalternatief een ruimtebeslag van circa 7,8 ha op percelen die niet in eigendom zijn van Waterschap Rivierenland. Hiervan komt circa 3,8 ha in aanmerking voor aankoop en circa 4,1 ha voor het vestigen van zakelijk recht (zie ook paragraaf 3.3.3). Deze voorlopige getallen houden nog geen rekening met de verlegging van kabels en leidingen, tijdelijke werkstroken en maatwerklocaties. Ook is er nog geen rekening gehouden met verwerving van panden die vanwege eventuele schade, overlast en onzekerheid vrijwillig door de eigenaar te koop worden aangeboden. Waterschap Rivierenland staat open voor gesprek hierover.

Op basis van het ruimtebeslag van het voorkeursalternatief wordt een concept grondverwervingsplan opgesteld. Op basis daarvan starten de gesprekken met de eigenaren. Het definitieve

grondverwervingsplan wordt aan het eind van de planuitwerkingsfase samen met het projectbesluit door het dagelijks bestuur van het waterschap vastgesteld.

16.3.4 Participatie en samenwerking met de omgeving

Ook in de planuitwerkingsfase is samenwerking met de omgeving essentieel. Op belangrijke momenten vragen we bewoners en andere belanghebbenden om hun belangen en wensen kenbaar te maken. De samenwerking met onder andere de Provincie Utrecht, Provincie Zuid-Holland, Gemeente Vijfheerenlanden, Gemeente Molenlanden, Rijkswaterstaat, de RCE en terreinbeherende organisaties zetten we voort. In de planuitwerkingsfase vullen we de lijst met klantwensen en meekoppelkansen verder aan. Met alle betrokken bewoners/eigenaren worden keukentafelgesprekken gevoerd. Het waterschap besluit in overleg met de partners of we de wensen in het ontwerp kunnen honoreren en/of in de realisatie kunnen meenemen. Soms kunnen wensen ook niet worden ingevuld, bijvoorbeeld vanwege strijdige belangen of gebrek aan financiële middelen. In overleg met de indieners bekijken we of er alternatieven mogelijk zijn.

16.3.5 Meekoppelkansen

In de planuitwerkingsfase worden kansrijke meekoppelkansen (zie ook paragraaf 3.4.3) samen met de initiatiefnemers verder onderzocht. De lijst met kansen wordt gedurende het proces regelmatig bijgewerkt op basis van actuele inzichten. Op moment van schrijven zijn dit de bekende kansrijke meekoppelkansen:

- Recreatief wandelen en fietsen (vrijliggende paden)
- Wandelpaden in de uiterwaarden
- Wandelpad buitendijks tussen Ameide en Tienhoven + voetgangerstrappen
- Recreatiepunten (picknickbanken, uitzichtpunten)
- Recreative rustpunten
- Cultuurhistorische objecten van de waterlinies beleefbaar maken (bijvoorbeeld groepsschuilplaats bij fort Everdingen)
- Natuurvriendelijke oevers uiterwaarden (KRW)
- Aanleggen van natuurvriendelijke oeeververbindingen
- Aanbrengen voorzieningen verkeersveiligheid Kortenhoevensedijk
- Optimaliseren verkeerssituatie fietsluis Middelwaard thv camping/haven
- Voetgangerstrap richting (mogelijk) toekomstig wandelpad buitendijks tussen Sluis en Ameide
- Zonnepanelen op dijk
- Aanpassen weginrichting en uniforme uitstraling van de weg (i.o.m. wegbeheerder): bijvoorbeeld zelfde weginrichting kiezen bij Lexmond, Vianen en Fort Everdingen als voor het gedeelte Streefkerk-Lexmond (lichte fietsstroken met donkere asfaltbaan en snelheidsremmers)
- Verbetering doorgaande fietsroutes en uniforme uitstraling van de weg.
- Betere ontsluitingen en parkeerruimte bij strandjes en meer aandacht voor zwemwater
- Natuurvriendelijke oevers Koekoeksche waard, Kersbergserak, Middelwaard (oost). Deze uiterwaarden liggen verspreid langs de dijk. Ze liggen langs dijkzone 3, 4, 6 en 7.
- Verbeteren voetgangers trappen (locaties: 1e en 2e laan Herlaer buitendijks, Amelia'slaan buitendijks, trap buitendijks bij J.W. van Puttenstraat)
- Onderzoeken van de verbreding van de stadsgracht bij Hof van Brederode in de planuitwerkingsfase.

16.3.6 Onderzoeken mogelijke vervormingen grond en veranderingen in grondwater

Bij het aanbrengen van een constructie kunnen trillingen en vervormingen van grondlichamen optreden. Dit risico is extra groot bij een slappe ondergrond, zoals veen. Ook kunnen

grondwaterstanden en stromingen worden beïnvloed. Bijvoorbeeld door het blokkeren van grondwaterstromen met een damwand, of door het doorboren van een ondoorlatende laag. De kans op het doorboren van een ondoorlatende laag is het grootst bij 'niet-grondverdringende' constructies waarbij de bestaande grond wordt afgegraven. Een ander risico dat rondom harde constructies in een slappe ondergrond door vervorming van de bodem na verloop van tijd kieren ontstaan, waar water doorheen kan komen. Ook bij (te snel) aanbrengen van grond op een slappe ondergrond kunnen vervormingen optreden.

Om overlast en schade als gevolg hiervan zo veel mogelijk te voorkomen onderzoekt het waterschap:

- de kwetsbaarheid van panden door uitgebreide funderingsanalyse;
- de mogelijkheden om kwetsbare panden te beschermen. Om dit extra goed te kunnen doen wordt al in het ontwerpproces in de planuitwerkingsfase de uitvoeringskennis van een aannemer betrokken;
- de mogelijke vervormingen en belastingen op panden tijdens uitvoering van de werkzaamheden en daarna door uitgebreide zettingsanalyse en geohydrologisch onderzoek naar grondwaterstanden en -stromingen. Deze effecten en de mogelijke maatregelen om deze te beperken zullen in de Milieueffectrapportage fase 2 worden opgenomen en verwerkt in het ontwerp;
- daadwerkelijke effecten van de dijkversterking door tijdige en intensieve monitoring van vervormingen en schade aan panden op basis van onafhankelijke expertise. De monitoring begint ruim voor de versterkingsmaatregelen om een goed beeld te krijgen van de referentiesituatie (nulmeting) en wordt uitgevoerd door een onafhankelijke partij. Als tijdens de uitvoering onacceptabele vervorming of schade wordt gemeten, wordt de uitvoering bijgestuurd.

Waterschap Rivierenland gaat op basis van de eerste onderzoeken en analyses in de planuitwerkingsfase in gesprek met de eigenaren van kwetsbare panden met een groot risico op schade. Daarbij kan ook de mogelijkheid worden verkend om panden aan te kopen / te verplaatsen. Het waterschap zal ook tijdens de uitvoering zichtbaar zijn en betrokken bij de onafhankelijke afhandeling van eventuele schade ten gevolge van de dijkversterking.

16.3.7 Marktbenadering en voorbereiding realisatie

Voor de realisatie wordt een aannemer (opdrachtnemer realisatie) geselecteerd. Deze vervult vanaf een nader te bepalen moment in de planuitwerkingsfase een belangrijke rol. Hiermee betrekken we kennis en ervaring uit de markt om tot een uitvoerbaar en haalbaar plan te komen. De aannemer speelt een rol in het ontwerpen en/of uitvoeren van constructies, voorbereiden van de uitvoeringslogistiek, zorgen voor een circulaire grondbalans, beperken van verkeershinder, overlast door geluid en trillingen, beperken van (CO₂eq) emissies en luchtvervuiling, etc. Ook heeft de aannemer een belangrijke rol in het voorkomen en monitoren van eventuele schade aan panden, die bijvoorbeeld bij het aanbrengen van constructies zou kunnen ontstaan.

Bronnen

Arcadis/Sweco (2020a). Addendum Ruimtelijke Kwaliteit SAFE. Verkenning dijkversterking SAFE. Versie: Versie D1.0, 17-12-2020. In opdracht van WSRL.

Arcadis/Sweco (2020b). Notitie duurzaamheid (Omgevingswijzer- en Ambitiwebessies). Verkenning dijkversterking SAFE. Versie D1.0, 8-10-2020. In opdracht van WSRL.

Arcadis/Sweco (2021a). Notitie Reikwijdte en Detailniveau Verkenning Dijkversterking SAFE, Versie D1.1, 03-02-2021. In opdracht van WSRL.

Arcadis/Sweco (2021b). Milieueffectrapportage Fase 1, Deel A, Verkenning Dijkversterking SAFE, Versie D1.2, 02-05-2022. In opdracht van WSRL.

Arcadis/Sweco (2021c). Milieueffectrapportage Fase 1, Deel B, Verkenning Dijkversterking SAFE, Versie D1.2, 02-05-2022. In opdracht van WSRL.

Arcadis/Sweco (2021d). Beoordeling en ontwerp STBI. Verkenning dijkversterking SAFE. Versie D1.0, 21-06-2021. In opdracht van WSRL.

College van Rijksadviseurs (Cra 2020). Hoogwaterbeschermingsprogramma: van 'sober en doelmatig' naar 'slim en doelmatig'. Juli 2020.

Defacto (geen datum). Gebiedsopgave Sluis – Ameide. Inspiratiedocument voor het verbinden van ruimtelijke en waterveiligheidsopgaven, Deelrapportage MIRT onderzoek Alblasserwaard Vijfheerenlanden

Deltares (2018). Fenomenologische beschrijving Faalmechanismen WBI, Definitief

HWBP (2021). Dijken voor beginners.

Sweco/Arcadis (2020). Veiligheidsanalyse langsconstructies, WBI-beoordeling dijkvernageling Vianen, sluis Zederik, constructies Tienhoven, Beermuur Nieuwpoort, Dijkversterking SAFE, Versie D2.0, 7-12-2020. In opdracht van WSRL.

Sweco/Arcadis (2021a). Innovatiescan. Verkenning Dijkversterking SAFE. Versie D1.0, 19-01-2021. In opdracht van WSRL.

Sweco/Arcadis 2021c/ Vergunningenscan. Verkenning dijkversterking SAFE. Versie D1.0, 28-10-2021. In opdracht van WSRL.

Sweco/Arcadis (2021d). Beschouwing STPH. Verkenning dijkversterking SAFE. Versie D3.0, 10-06-2021. In opdracht van WSRL.

Sweco/Arcadis (2021e). Dimensionering alternatieven ontwerp piping. Verkenning dijkversterking SAFE. Versie D1.0, 10-06-2021. In opdracht van WSRL.

Sweco/Arcadis (2021f). Nadere beschouwing leidingkruisingen. Verkenning Dijkversterking SAFE. Versie: Definitief, 01-07-2021. In opdracht van WSRL.

Waterinfraworks (2021). Buitenwaarts versterken – een beredenering van effect op rivierwaterstanden en compensatie voor dijkversterking SAFE. Versie Definitief 1.0, 29-01-2021

Waterschap Rivierenland [WSRL] (2019a). Ontwerputgangspunten Primaire Waterkeringen 2019, Definitief V.06.

Waterschap Rivierenland [WSRL] (2019b). Nota Eigendommenbeleid.

Waterschap Rivierenland (2021a), Notitie Vaststellen kleinere scope versterkingsopgave. Versie: definitief, 05-04-2021

Waterschap Rivierenland [WSRL] (2021b). Notitie meekoppelkansen Verkenning SAFE. Versie: concept 18 juni 2021

Wing (2020a). Inventarisatie ruimtelijke plannen, beleid en visies. Versie: Definitief, 2020

Wing (2020b). Visie Ruimtelijke kwaliteit Zuidelijke Lekdijk Versie: Definitief, 2020

Verklarende woordenlijst

Definitie	Betekenis
Alternatief	Een andere manier dan de voorgenomen activiteit om (in aanvaardbare mate) tegemoet te komen aan de doelstelling(en). De Wet milieubeheer schrijft voor, dat in een MER alleen alternatieven moeten worden beschouwd, die redelijkerwijs in de besluitvorming een rol kunnen spelen.
Archeologie	Wetenschap van oude historie op grond van bodemvondsten en opgravingen.
Archeologische verwachtingswaarde	Waarde van een terrein bepaald door een aantal criteria: kwaliteit en conservering van de archeologische resten en sporen in de bodem, de zeldzaamheid, de zichtbaarheid en de waarde die het terrein heeft voor het wetenschappelijk belang.
Beheerstrook	Strook langs de dijk die doelmatige inspectie, beheer en onderhoud van de waterkering met passende materieel mogelijk maakt.
Bereikbaarheid	De mate waarin een locatie binnen acceptabele tijd te bereiken is.
Bestemmingsplan	Gemeentelijk plan waarin het gebruik en de bebouwingsmogelijkheden van gronden en de aanleg van allerlei andere werken en werkzaamheden wordt geregeld.
Bevoegd gezag	Overheidsorgaan dat bevoegd is een besluit te nemen over de voorgenomen activiteit van de initiatiefnemer, en de m.e.r.-procedure organiseert.
Binnenberm	Een extra verbreding aan de binnendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden en/of om zandmeevoerende wellen te voorkomen
Binnendijks	Gebied landwaarts van de waterkering waarvoor een wettelijke veiligheidsnorm is gedefinieerd. De landwaartse grens van de waterkering is de grens met het achterliggende maaiveld.
Binnentalud	Het schuin aflopende deel aan de landzijde van de dijk.
Buitendijks	Gebied rivierwaarts van de waterkering waarvoor geen wettelijke veiligheidsnorm is gedefinieerd.
Buitentalud	Het schuin aflopende deel aan de rivierzijde van de dijk.
Compenserende maatregel	Het vergoeden van schade aan natuur en landschap die is ontstaan door een ingreep. Dit kan zowel financieel als fysiek door het treffen van positieve maatregelen voor natuur en landschap in het gebied rond die ingreep of elders. Compenserende maatregelen worden in laatste instantie worden toegepast. In eerste instantie worden mitigerende maatregelen toegepast om eventuele schade die werkzaamheden veroorzaken zoveel mogelijk tenietdoen. Pas als niet alle schade voorkomen kan worden, worden compenserende maatregelen toegepast.
Constructiezone	Zone waar constructies worden geplaatst in een bepaald alternatief. Constructiezones stabiliteit lopen in de verkenningsfase van SAFE van halverwege de kruin tot aan de binnenteen. Constructiezones piping van de buitenteen tot de binnenteen.
Coupure	Onderbreking in de waterkering voor de doorvoer van een weg of spoorweg die bij hoge waterstanden afsluitbaar is.
Cultuurhistorie	Geschiedenis van de ontwikkelingsgang der beschaving.
Duiker	Kokervormige constructie bedoeld om watergangen te verbinden.
Ecologie	Wetenschap die de relaties tussen organismen en hun omgeving (milieu) bestudeert.
Erosie	Erosie is het proces van slijtage van een vast oppervlak waarbij materiaal wordt verplaatst of geheel verdwijnt, vooral door de werking van wind, stromend water en/of ijs.
Expert Judgement	Een expert maakt op basis van kennis en ervaring opgedaan bij vergelijkbare projecten, een zo objectief mogelijke inschatting van de effecten.
Faalkans	De kans dat de waterkering de vooraf bepaalde ondergrens overschrijdt. Als deze grens wordt overschreden, vergroot dit de kans dat een dijk faalt (en mogelijk doorbreekt bij hoogwater).
Faalmechanisme	Een mechanisme waardoor een waterkering kan bezwijken.
Fauna	De dierenwereld.
Fijnstof	Verzamelnaam voor in de lucht zwevende deeltjes kleiner dan 10 micrometer.
Flora	De plantenwereld.
Grondverwerving	Het proces van verwerving van de voor de dijkversterking benodigde gronden door het waterschap
Grondwater-beschermingsgebied	Gebied dat met het oog op de grondwaterkwaliteit van waterwinning, een bijzondere bescherming bezit.
Hoogte (faalmechanisme GEKB)	Wanneer de hoogte van de dijk ontoereikend is kunnen golven over de dijk heen slaan. Dit kan leiden tot erosie aan de kruin en het binnentalud en zo de integriteit van de dijk aantasten.

Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)	Het Hoogwaterbeschermingsprogramma zorgt ervoor dat de belangrijkste waterkeringen van Nederland goed worden onderhouden. Deze waterkeringen beschermen tegen overstromingen en zijn daarmee belangrijk voor de veiligheid.
Infiltratie	Het binnentreden van oppervlaktewater in het grondwater.
Infrastructuur	Het geheel aan wegen, vaarwegen, spoorlijnen, leidingen, etc. waarlangs iets of iemand wordt verplaatst.
Initiatiefnemer	Een natuurlijk persoon, dan wel privaat- of publiekrechtelijk rechtspersoon (een particulier, bedrijf, instelling of overheidsorgaan) die een bepaalde activiteit wil ondernemen en daarover een besluit vraagt.
Kaderrichtlijn Water (KRW)	Een Europese richtlijn die voorschrijft dat de kwaliteit van Europees grond- en oppervlaktewater aan bepaalde eisen moet voldoen.
Kruin	Het hoogste punt van het dijklichaam.
Kruising	Kruising van infrastructuur waarbij geen uitwisseling van verkeer plaats vindt.
Kwantitatieve beoordeling	Cijfermatige effectbeoordeling op basis van (model)berekeningen.
Landschap	De waarneembare ruimtelijke verschijningsvorm van het aardoppervlak, die wordt bepaald door de onderlinge samenhang en wederzijdse beïnvloeding van de factoren reliëf, bodem, water, klimaat, flora en fauna alsmede door de wisselwerking met de mens.
LCC	Life Cycle Costs; Analyse methode om de kosten gedurende de volledige gebruikperiode van een object te berekenen.
Meekoppelkans	Kansen van bewoners of bedrijven op economisch of ruimtelijk vlak die niet direct bijdragen aan het doel van de dijkversterking: waterveiligheid. Meekoppelkansen zijn kansen die tegelijk met het dijkversterkingsproject uit te gevoerd kunnen worden en een win-winsituatie kunnen bieden.
Milieueffectrapportage (m.e.r.)	De wettelijk geregelde procedure van milieueffectrapportage.
Maaiveld	Het aardoppervlak van het natuurlijk of aangelegde terrein.
Maatwerklocatie	Specifieke locatie waar het type oplossing lokaal afwijkt om bestaande waarden, zoals woningen of monumenten, te behouden.
Macrostabiliteit binnenwaarts (faalmechanisme STBI)	Wanneer door een hoge waterstand de sterkte in de grond wordt aangetast. Hierdoor kan de dijk aan de binnenzijde afglijden (instorten) en het waterkerend vermogen verliezen.
Medegebruik	Gebruik van de waterkering door andere functies naast waterveiligheid, bv recreatief medegebruik
Milieueffectrapport (MER)	Milieueffectrapport. Openbaar document waarin de voorgenomen activiteit en de redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven en de te verwachten gevolgen op het milieu in hun onderlinge samenhang worden beschreven en beoordeeld. Het MER wordt opgesteld ten behoeve van een of meer besluiten die over de betreffende activiteit genomen moeten worden.
Natura 2000	Europees netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie, gebaseerd op de Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn.
Netwerk	Het totaal van wegen en/of verbindingen binnen een bepaald gebied.
Niet gesprongen explosieven (NGE)	In en op de zeebodem liggende niet gesprongen explosieven, overgebleven van de oorlogshandelingen in beide wereldoorlogen en van militaire activiteiten op zee. Voor de installatie van de kabels op zee kunnen niet gesprongen explosieven een gevaar opleveren voor de betrokkenen.
Niet prioritaire opgave	Een minder urgente opgave voor een bepaald faalmechanisme in een dijkvak, en daarom niet nodig om in deze partiële dijkversterking op te lossen om aan de doelstelling van een overstromingskans op normtrajectniveau van maximaal 1:1.000 te voldoen.
Notitie reikwijdte en detailniveau (NRD)	In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) beschrijft het bevoegd gezag de scope van het MER en de aanpak van de milieubeoordeling.
Omgevingsplan	Het omgevingsplan bevat de regels voor de fysieke leefomgeving op gemeentelijk niveau.
Omgevingswet	De Omgevingswet gaat op 1 juli 2022 in werking en staat voor een goede balans tussen het benutten en beschermen van de fysieke leefomgeving. Ook biedt de Omgevingswet gemeenten de mogelijkheid om met overzichtelijkere regels de leefomgeving meer in samenhang in te richten. Het biedt daarnaast meer ruimte voor lokaal maatwerk en leidt tot een betere en snellere besluitvorming.
Overstromingskans	Kans op verlies van waterkerend vermogen van een dijktraject waardoor het door het dijktraject beschermde gebied zodanig overstroomt dat dit leidt tot dodelijke slachtoffers of substantiële economische schade.

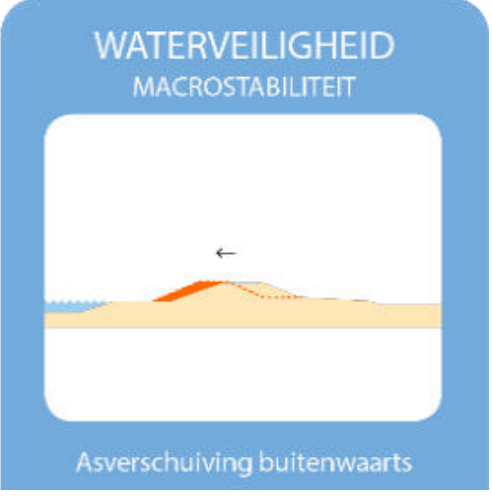
Partiële dijkversterking	Partiële dijkversterking is het versterken van een dijk op één of meerdere faalmechanismen. Hierbij wordt rekening gehouden met de resterende levensduur van de waterkering op de andere faalmechanismen en met nieuwe kennis.
PAS	Programmatische Aanpak Stikstof.
Piping (faalmechanisme STPH)	De stroming van water via een zandlaag onder een dijk door. Het water komt achter de dijk weer omhoog. Hierdoor kan een wel ontstaan. Na verloop van tijd kan het water zand meevoeren en begint er een kanaal (pipe) onder de dijk te ontstaan. Dit leidt tot een proces van terugschrijdende erosie (groeien van de pipes). De dijk verliest hierdoor stabiliteit.
Plangebied	Het gebied waarbinnen de voorgenomen activiteit, of een van de alternatieven, kan worden gerealiseerd. Vergelijk: studiegebied.
Planperiode	Periode (voor dijken meestal 50 jaar) waarvoor de voorziene wijzigingen in omstandigheden worden meegenomen in het ontwerp van een waterkering.
Primaire waterkering	Waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming door buitenwater.
Prioritaire opgave	Een urgente opgave voor een bepaald faalmechanisme in een dijkvak, die opgelost moet worden om aan de doelstelling van een overstromingskans op normtrajectniveau van maximaal 1:1.000 te voldoen. Het oplossen van deze opgave levert naar verwachting een hoog veiligheidsrendement op.
Referentie	Vergelijking(s)maatstaf).
Restopgave	Het resterende deel van het dijktraject wat voor 2050 versterkt moet worden
Ruimtebeslag	De fysieke ruimte die nodig is voor de aanleg en inpassing van een alternatief of variant.
RWS	Rijkswaterstaat.
SSK	Standaardsystematiek kostenraming
Stroomgebiedbeheerplan (SGBP)	Stroomgebiedbeheerplan: Plan waarin per stroomgebied de inspanningen staan van lidstaten om te voldoen aan de KRW.
Stroomgebied (van een rivier)	Een gebied dat het water via een rivier afvoert naar zee of naar een meer.
Talud	De schuin aflopende zijden aan de binnen- en buitenkant van een dijk.
Uiterwaard	Deel van de rivierbedding tussen zomerdijk en winterdijk.
Vegetatie	De ruimtelijke verschijningsvorm van planten in samenhang met de plaatsen waar zij groeien en de rangschikking die zij uit zichzelf hebben ingenomen.
Veiligheidsnorm	Normering gebaseerd op overstromingskansen. In dit geval betreft het een overstromingskans met een ondergrens van 1/100e per jaar.
Veiligheidsrendement	De winst die een versterkingsmaatregel biedt in waterveiligheid ten opzichte van de kosten van de versterkingsmaatregel (relatieve winst).
VKA	Voorkeursalternatief.
Voorland	Ondiepe bodem die voor een dijk ligt.
Waterkering	Een verhoging in het landschap om het achterliggende gebied te beschermen tegen overstroming.
Waterkwaliteit	De chemische en biologische kwaliteit van water.
Waterkwantiteit	De wijze waarop een bepaalde hoeveelheid water door het studiegebied stroomt (waterhuishouding).
Waterveiligheid	Beschermingsniveau tegen (grootschalige) overstromingen vanuit zee, rivieren en meren.
Waterwet	De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Totdat de Omgevingswet in werking treedt blijft de Waterwet van kracht.
Zakelijk recht	Afspraken over gebruik door het waterschap van grond die in eigendom is van derden ten behoeve van de waterveiligheid. Het eigendom van de grond blijft hier bij de huidige eigenaar
Zetting	Oxidatie en klink van de bodem, wat leidt tot bodemdaling.
Zoeklocatie	Plek waar het voorkeursalternatief mogelijk sterk geoptimaliseerd kan worden. Om de haalbaarheid van de optimalisatie te bepalen dient aanvullend onderzoek of analyse plaats te vinden.

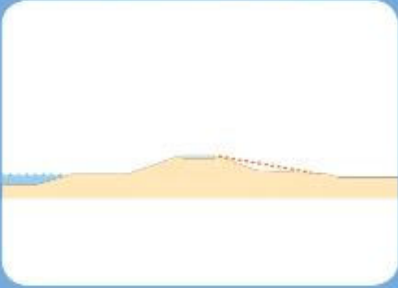
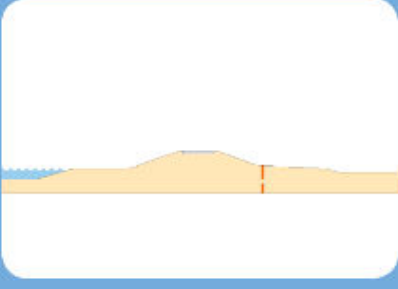
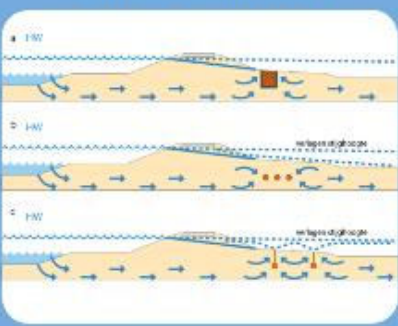
Bijlagen

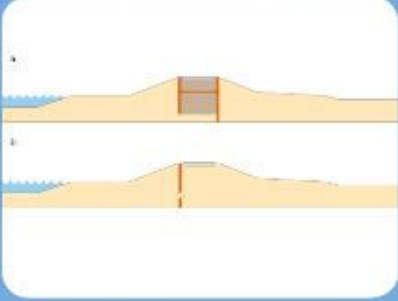
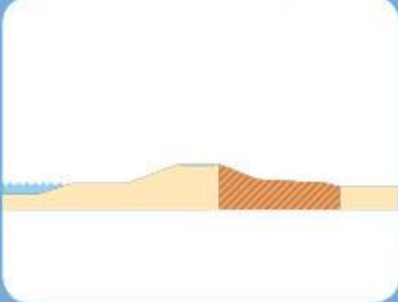
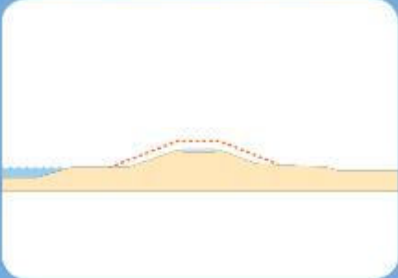
Bijlage 1 Overzicht bouwstenen

Onderstaand een overzicht van de verschillende bouwstenen per faalmechanisme met een toelichting.

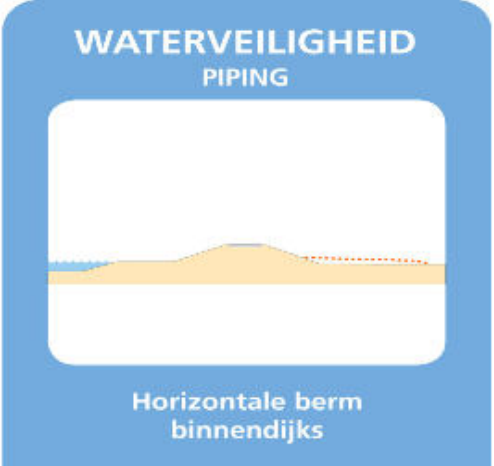
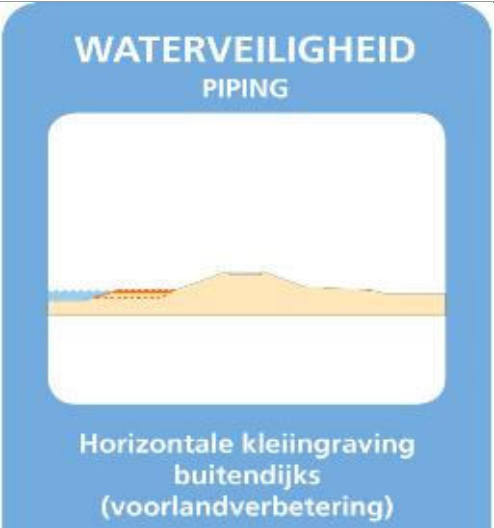
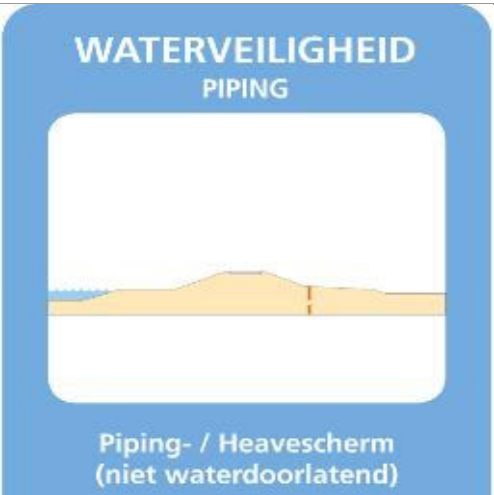
Macrostabieliteit binnenwaarts bouwstenen

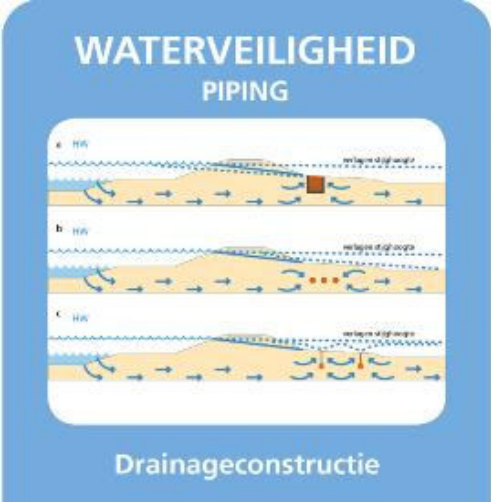
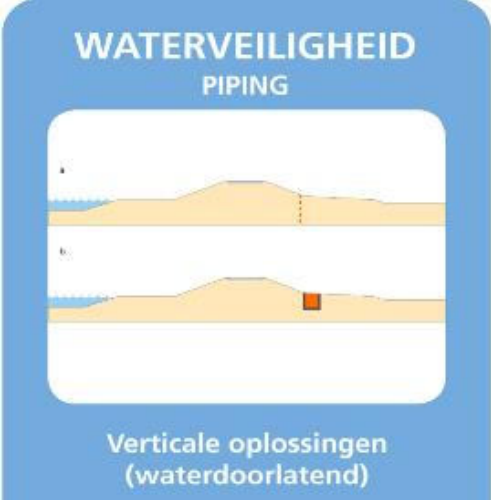
Bouwsteen		Beschrijving
Stabiliteitsberm (M1)		Het doel van een stabiliteitsberm is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Aan de binnenzijde van de dijk wordt grond aangebracht om voldoende tegendruk te bieden tegen de waterdruk aan de buitenzijde van de dijk bij hoogwater. De bredere basis maakt de dijk stabiel. Binnen deze bouwsteen kan ook een aanvullende taludverflauwing (M3) aan de binnenzijde plaatsvinden tegen het faalmechanisme macrostabieliteit binnenwaarts in de verzadigde situatie.
Asverschuiving buitenwaarts (door stabiliteitsberm of bredere dijk) (M2)		Bij de asverschuiving buitenwaarts wordt de dijk vanaf de huidige binnenteen naar buiten toe versterkt. Het doel is (net als bij M1a) het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Vanaf de binnenteen wordt een stabiliteitsberm aangelegd of verlengd, waarbij de kruin van de huidige dijk naar buiten toe verplaatst. Een variant hierop is dat de huidige kruin behouden blijft en buitenwaarts wordt verbreed.

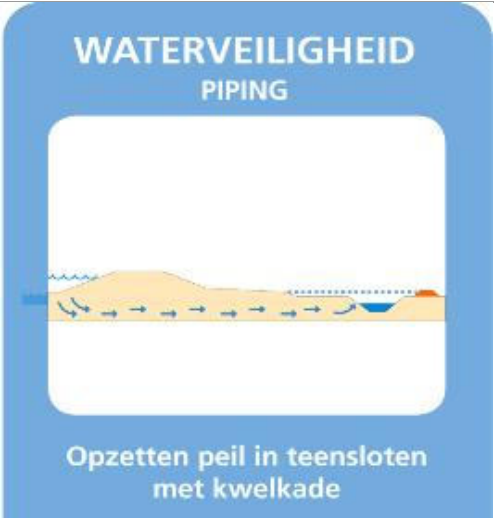
Taludverflauwing binnendijks (M3)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Taludverflauwing binnendijks	Het doel van een taludverflauwing binnendijks is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Door de helling aan de binnenzijde van de dijk te verflauwen wordt de kans op afschuiven verkleind. Verflauwen kan door het aanbrengen van grond aan de binnenzijde van de dijk. M3 wordt alleen als aparte bouwsteen benoemd als M1 niet is geselecteerd.
Constructieve oplossing (M4)	WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)	Het doel van een constructieve oplossing (zoals bijvoorbeeld een stabiliteitsscherm) is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. De stabiliteit van de dijk wordt vergroot met een verticaal scherm. Dit kan bijvoorbeeld een stalen damwand zijn die in de grond wordt geheid of getrild.
Drainageconstructie (M5/P4)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Drainageconstructie	Het doel van een drainageconstructie is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Door water uit het dijklichaam af te voeren wordt het gewicht van het binnentalud verlaagd. Hierdoor wordt de kans op afschuiving kleiner. Water kan worden afgevoerd uit het binnentalud door een goed drainerende grindkoffer in te graven, of door actief water weg te pompen met bronnen of door horizontale drainagebuizen aan te leggen. Deze maatregelen kan ook helpen tegen piping.

Zelfstandig waterkerende constructie (M6)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	Het doel van een zelfstandig waterkerende constructie is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Voorbeelden zijn een betonnen diepwand die wordt aangebracht in een gegraven sleuf of een kistdam die bestaat uit twee aan elkaar verbonden stalen wanden voor extra stabiliteit.
Grondverbetering (M7)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Grondverbetering	Het doel van grondverbetering is het voorkomen van het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Door grond aan de binnenzijde van de dijk (binnenberm) te vervangen door zwaardere grond, wordt meer tegendruk geboden. Dit kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van keileem in de binnenberm van de dijk. Voor- en nadelen Een innovatief alternatief waarbij grond wordt verbeterd zonder het af te graven is het verhogen van de sterkte door versnelde consolidatie met technieken zoals vacuüm consolidatie of voorbelasting. Het nadeel hiervan is dat de eindsterkte/ tijdsduur onzeker is. Grondverbetering is geen opzichzelfstaande bouwsteen die zelfstandig het stabiliteitsprobleem oplost. Het is een optimalisatie die in de planuitwerkings- of realisatiefase kan worden toegepast in aanvulling op andere bouwstenen. In de verkenningsfase hebben we deze bouwsteen niet onderzocht.
Hoogte-bouwstenen om overslag te voorkomen (M8)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Hoogtebouwstenen om significante overslag te voorkomen.	Binnen deze bouwsteen wordt gekozen voor één van de bouwstenen die onder het faalmechanisme hoogte staan beschreven. Het doel van hoogtebouwstenen om overslag te beperken is zowel het voorkomen van overslag over de dijk als het binnenwaarts afschuiven van de dijk. Door overslag van water over de dijk te beperken dringt minder water in het binnentalud. Door verzadiging te voorkomen wordt ook de kans op afschuiving kleiner. Alle hoogtemaatregelen die tot gevolg hebben dat minder water over de dijk slaat, kunnen bijdragen aan het verkleinen van de infiltratie in het binnentalud.

Piping bouwstenen

Bouwsteen		Beschrijving
Horizontale berm binnendijks (P1)		Het doel van een horizontale berm binnendijks is het voorkomen van het ontstaan van kanalen (zogenaamde pipes of wellen) onder de dijk die zand meevoeren. Door binnendijks een brede berm van klei aan te leggen, wordt de weg die het water onder de dijk aflegt (de kwelweg) langer. Hierdoor wordt de weerstand groter en wordt het meevoeren van zand voorkomen.
Horizontale klei-ingraving buitendijks (voorlandverbetering) (P2)		Het doel van een horizontale klei-ingraving buitendijks (ook wel voorlandverbetering genoemd) is het voorkomen van het ontstaan van zandmeevoerende wellen onder de dijk. Door buitendijks klei in te graven in een strook voor de dijk, wordt de weg die het water onder de dijk aflegt langer. Hierdoor wordt de weerstand groter en wordt het meevoeren van zand voorkomen. In plaats van klei kunnen ook bentonietmatten worden ingegraven waarop de oorspronkelijke grond wordt teruggeplaatst.
Piping-/heavescherm (niet waterdoorlatend) (P3)		Het doel van een piping-/heavescherm is het voorkomen van het ontstaan van zandmeevoerende wellen onder de dijk. Met een grond- en waterdicht verticaal scherm wordt de kwelstroom onder de dijk tegengehouden of wordt de kwelweg verlengd. Hierdoor wordt het meevoeren van zand voorkomen. Deze schermen kunnen worden uitgevoerd in cement-bentoniet maar ook in staal of plastic.

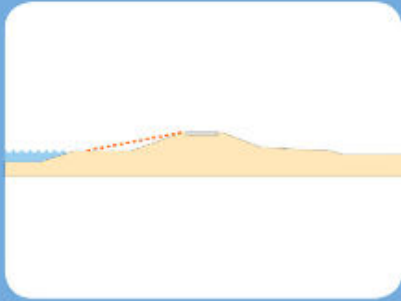
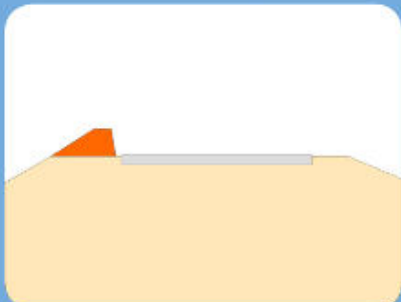
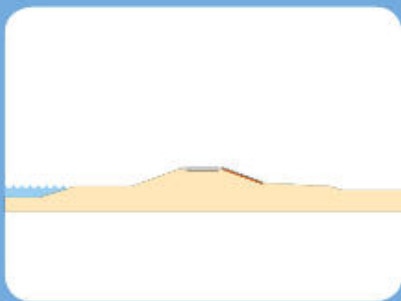
Drainageconstructie (P4/M5)		Het doel van een drainageconstructie is het voorkomen van het ontstaan van zandmeevoerende wellen onder de dijk. Met drainage wordt het drukverschil in de kwelstroom verlaagd. Hierdoor wordt de kans dat zand meevoerende kanalen en wellen ontstaan verkleind.
Verticale waterdoorlatende oplossingen (P5)		Het doel van verticale waterdoorlatende oplossingen (zoals een verticaal zanddicht geotextiel (VZG) of een grofzand barrière (GZB)) is het voorkomen van het ontstaan van zandmeevoerende wellen onder de dijk. Met de oplossingen wordt het zand uit de kwelstroom weggevangen terwijl de kwelstroom zelf wel doorloopt. Bij een VZG vangt een geotextiel het zand af en bij een GZB houdt een sleuf van grof zand het transport van fijner zand tegen. N.B. indien voor dit alternatief wordt gekozen zullen in een vervolgfase de voor- en nadelen per type oplossing nader worden beschouwd om zo tot de meest geschikte oplossing te komen.
Opzetten peil in teensloten (P6a)		Indien piping plaatsvindt als gevolg van een teensloot kan er tegendruk worden gecreëerd door het waterpeil in de teensloot onder maatgevende condities te verhogen (opzetten). Peilopzet van de teensloot is geen opzichzelfstaande bouwsteen die zelfstandig het piping probleem in de dijkzones van SAFE kan oplossen. Daarom valt deze bouwsteen af voor alle dijkzones.

Opzetten peil teensloten met kwelkade (P6b)		Net als bij oplossing P7a wordt het water aan de binnenzijde van de dijk opgezet. Het verschil is dat aan de landzijde een kwelkade wordt aangelegd waardoor het waterniveau in een strook van enkele tientallen meters vanaf de teen van de dijk extra kan worden verhoogd. Kwelkades vormen geen robuuste oplossing voor de waterveiligheid, vereisen een grote beheerinspanning en leiden daarmee tot hogere levensduurkosten. Daarom valt deze bouwsteen voor alle dijkzones af.
--	---	--

Hoogte (GEKB) bouwstenen

Over het hele traject is er in dit project nergens een geprioriteerde hoogte opgave. Op sommige plekken is er op termijn wel een beperkte opgave. Daarnaast kunnen hoogte bouwstenen gebruikt worden om de stabiliteitsopgave te beperken. Daarom worden deze bouwstenen hieronder verder uitgewerkt.

Bouwsteen		Beschrijving
Kruinverhoging (H1a, b en c)		Het doel van een kruinverhoging is het voorkomen van overloop en overslag van water over de dijk. Door het ophogen van de dijk slaat er minder water over de dijk heen. Als de dijk wordt opgehoogd met grond, wordt de dijk ook breder wordt om voldoende stabiel te blijven. Kruinverhoging kan op verschillende manieren. Bij een kruinverhoging binnenwaarts geeft dit ruimtebeslag aan de beschermde landzijde. Bij een vierkante versterking wordt het extra ruimtebeslag verdeeld over de landzijde en de rivierzijde. Bij een buitenwaartse versterking neemt het ruimtebeslag aan de rivierzijde toe.
Golfremmende maatregelen - verruwing (H2a)		Het doel van golfremmende maatregelen is om overloop en overslag van water over de dijk te verminderen. Door maatregelen aan de buitenzijde van de dijk te treffen worden golven afgeremd. Als golven minder hoog zijn hoeft de dijk minder te worden verhoogd. Golfremmende maatregelen lossen niet zelfstandig het hoogteprobleem op. Daarom zijn ze niet als bouwsteen gehanteerd in de verkenningfase. Deze bouwsteen kan mogelijk wel worden toegepast als optimalisatie in de planuitwerkingsfase als er een kleine hoogteopgave is of als hiermee kosten bespaard of overlast verminderd kan worden.

Golfremmende maatregelen - taludverflauwing (H2b)	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Golfremmende maatregelen Taludverflauwing	Het doel van golfremmende maatregelen is om overloop en overslag van water over de dijk te verminderen. Door het talud aan de buitenzijde van de dijk te verflauwen worden golven afgeremd. Als golven minder hoog zijn hoeft de dijk minder te worden verhoogd. Golfremmende maatregelen lossen niet zelfstandig het hoogteprobleem op. Daarom zijn ze niet als bouwsteen gehanteerd in de verkenningfase. Deze bouwsteen kan mogelijk wel worden toegepast als optimalisatie in de planuitwerkingsfase als er een kleine hoogteopgave is of als hiermee kosten bespaard of overlast verminderd kan worden.
Tuimelkade (H3)	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Tuimelkade	Het doel van een tuimelkade is om overloop en overslag van water over de dijk te voorkomen. Een tuimelkade is een verhoging boven op een deel van de kruin van de dijk om overslag te voorkomen. Deze wordt meestal aan de buitenzijde op de kruin aangelegd.
Erosiebestendig maken van de kruin en het binnentalud (H4)	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Erosiebestendig maken van de kruin en het binnentalud	Het doel van het erosiebestendig maken van de kruin en het binnentalud van de dijk is om de dijk bestand te maken tegen overslag. Door aanpassing van de dijkbekleding wordt voorkomen dat overslag van water over de dijk schade aan de dijk toebrengt. Deze maatregel kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd met stevigere graszoden of verharding. Deze bouwsteen lost niet zelfstandig het hoogteprobleem op. Daarom is hij niet als bouwsteen gehanteerd in de verkenningfase. Deze bouwsteen kan mogelijk wel worden toegepast als optimalisatie in de planuitwerkingsfase als er een kleine hoogteopgave is of als hiermee kosten bespaard of overlast verminderd kan worden.

Beheer grasbekleding kruin en binnentalud verbeteren (H5)		Het doel van het verbeteren van het beheer van de grasbekleding is het voorkomen van erosie van de kruin en het binnentalud. Dit kan door frequenter schadeherstel, met name bij overgangen tussen de grasbekleding en bijvoorbeeld verharde dijktrappen (of het aantal overgangen verminderen). Daarnaast kan de beheerbaarheid worden vergroot door een flauwer talud en realiseren van een doorlopende beheerstrook. Deze bouwsteen lost niet zelfstandig het hoogteprobleem op. Daarom is hij niet als bouwsteen gehanteerd in de verkenningfase. Deze bouwsteen kan mogelijk wel worden toegepast als optimalisatie in de planuitwerkingsfase als er een kleine hoogteopgave is of als hiermee kosten bespaard of overlast verminderd kan worden.
(flexibele) Keermuur (H6)		Het doel van een keermuur is het voorkomen van overloop en overslag van water over de dijk. Dit wordt gerealiseerd door het verhogen van de dijk met een permanente muur. Deze bouwsteen is niet toegepast in de dijkzones van SAFE. De bouwsteen is mogelijk relevant bij een prioritaire hoogteopgave in combinatie met ruimtegebrek in verstedelijkt gebied. Dit speelt niet in SAFE. Een flexibele waterkering is vanuit waterveiligheid en beheer ongewenst.

Overige faalmechanismen

Voor de overige faalmechanismen geldt dat deze alleen worden verbeterd als er een opgave is, én er wordt gekozen voor een integrale versterking van het dijkvak, én het type versterking zich leent voor een verbetering van deze faalmechanismen. De opgave is nu toegespitst op de faalmechanismen die het meeste bijdragen aan de waterveiligheid: macrostabiliteit binnenwaarts (STBI), piping (STPH) en hoogte (GEKB). De partiële versterking richt zich op een zo hoog mogelijk veiligheidsrendement door macrostabiliteit en/of piping aan te pakken in de geprioriteerde dijkzones. We presenteren hier geen bouwstenen voor overige faalmechanismen, maar kunnen die eventueel toevoegen als ze relatief makkelijk mee te nemen zijn in integrale ontwerpalternatieven. versterking.

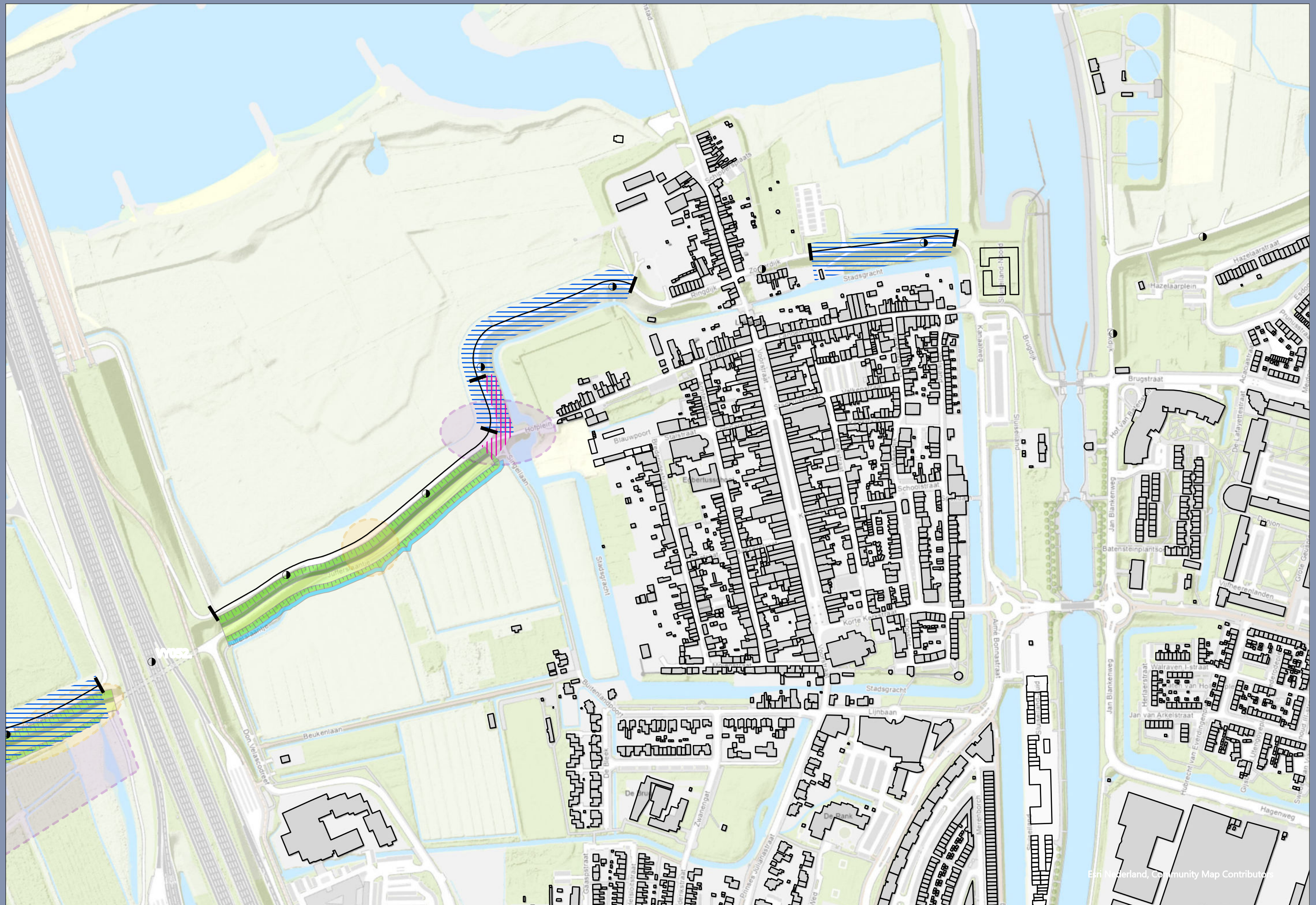
Bijlage 2 Beoordelingskader voor Zeef 1b en 2

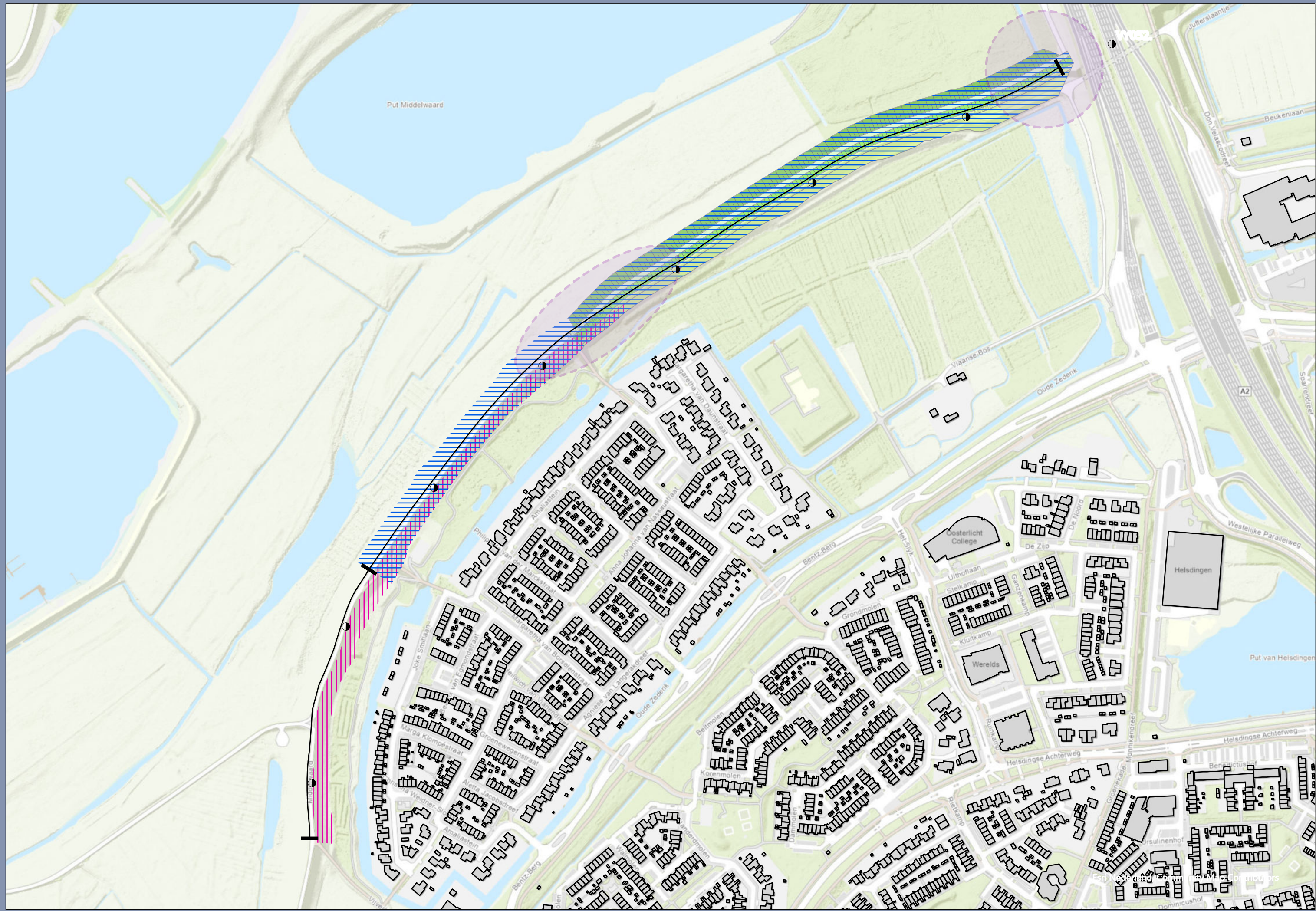
Thema	Aspect	Criteria	Detailniveau wijze van beoordelen Zeef 1b	Detailniveau wijze van beoordelen Zeef 2
Techniek*				
	Waterveiligheidswinst	De toegevoegde veiligheid als gevolg van de versterkingsmaatregel	Kwalitatief	Kwantitatief
	Uitvoerbaarheid	Ervaring met de toegepaste techniek(en), complexiteit (logistiek) van de uitvoering en planning	N.v.t.	Kwalitatief (techniek)
	Beheerbaarheid	Gevolgen voor het beheer en onderhoud (inspanning en frequentie) en het beheer tijdens hoogwater.	Kwalitatief	Kwalitatief van beheerder
	Uitbreidbaarheid	Mate waarin toekomstige versterking voor 2050 mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte (mogelijkheden om uit te breiden vs. algehele vervanging).	Kwalitatief	Kwalitatief
Milieu **				
	Natuur	Effect op N2000-gebieden Effect op NNN-gebieden Effect op overige beschermde gebieden (inclusief KRW, weidevogelgebieden en houtopstanden) Effecten op overige beschermde flora en fauna	Kwalitatief	Kwantitatief (effecten op of wijzigingen in areaal of soorten, waaronder stikstofberekeningen) en kwalitatief (verstoring tijdens uitvoering)
	Rivierkunde	Mate van toe- en afname maatgevende hoogwaterstand in rivier-as en op uiterwaarden Effect op morfologie	Kwalitatief	Kwalitatief en waar nodig kwantitatief (effect op waterstanden op basis van Rivierkundig Beoordelingskader (RBK))
	Waterkwantiteit	Invloed op grondwaterstanden in relatie tot bebouwd en agrarisch gebied (eventueel ook natuur indien gevoelig) Toename/afname van binnendijks waterbezwaar. Invloed op oppervlaktewater	Kwalitatief	Kwalitatief (bij bepalen VKA) en waar nodig kwantitatief
	Waterkwaliteit	Effect op (grond)waterkwaliteit (incl. Drinkwaterwinning) Effect op KRW-doelen (ecologische toestand) Effect op KRW-doelen (chemische toestand)	N.v.t.	Kwalitatief en waar nodig kwantitatief
	Bodem	Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen Mate van vrijkomende grond en mate waarin met gebiedseigen materiaal kan worden gewerkt (grondbalans) Effect op aardkundige waarden (geografische waarden)	N.v.t.	Kwantitatief (verontreinigingen, mate van vrijkomende grond) en kwalitatief
	Tijdelijke effecten tijdens aanleg	Geluid Lucht (fijnstof en stof)	N.v.t.	Kwalitatief en waar nodig kwantitatief

		Trillingen		
Omgeving**				
	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	Effect op ruimtelijk-visuele waarden van het landschap (belevingswaarde, toekomstwaarde, zichtlijnen, open- of beslotenheid, karakteristieke elementen: veenontginning) bebouwingslinten langs de dijk en inpassing in relatie tot andere deeltracés.	Kwalitatief	Kwalitatief
	Cultuurhistorie	Invloed op de aanwezige waarden (gewaardeerde cultuurlandschappen, dijklandschappen, beschermde gebouwen)	Kwalitatief	Kwalitatief
	Archeologie	Effect op archeologische verwachtingswaarde en beschermde waarden	Kwalitatief	Deels kwantitatief (mate waarin gebieden/areaal wordt geraakt)
	Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen) Effect op in bestaande functies van percelen (functionaliteit)	Kwalitatief	Deels kwantitatief (amoveren woningen of bedrijven, aantasting percelen, effect op bedrijfsvoering, areaal), deels kwalitatief
	Landbouw	Verandering areaal Mate van doorsnijding van percelen Effect op agrarische bedrijfsvoering	Kwalitatief	Kwalitatief
	Recreatie en medegebruik	Invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande horeca en verblijfsfuncties	Kwalitatief	Kwalitatief
	Verkeer	Effect op verkeersveiligheid Effect op verkeersafwikkeling Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten	Kwalitatief	Kwalitatief (bij bereikbaarheid aandacht voor tijdelijke effecten gedurende uitvoering)
	Kabels & leidingen	Effect op kabels & leidingen	N.v.t.	Kwalitatief
Kosten*				
	Investeringskosten	Realisatiekosten inclusief vastgoed	Kwantitatief (indicatieve raming)	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering
	Levensduurkosten	Combinatie van investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten en vervangingskosten	N.v.t.	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering

Bijlage 3 Kaarten voorkeursalternatief



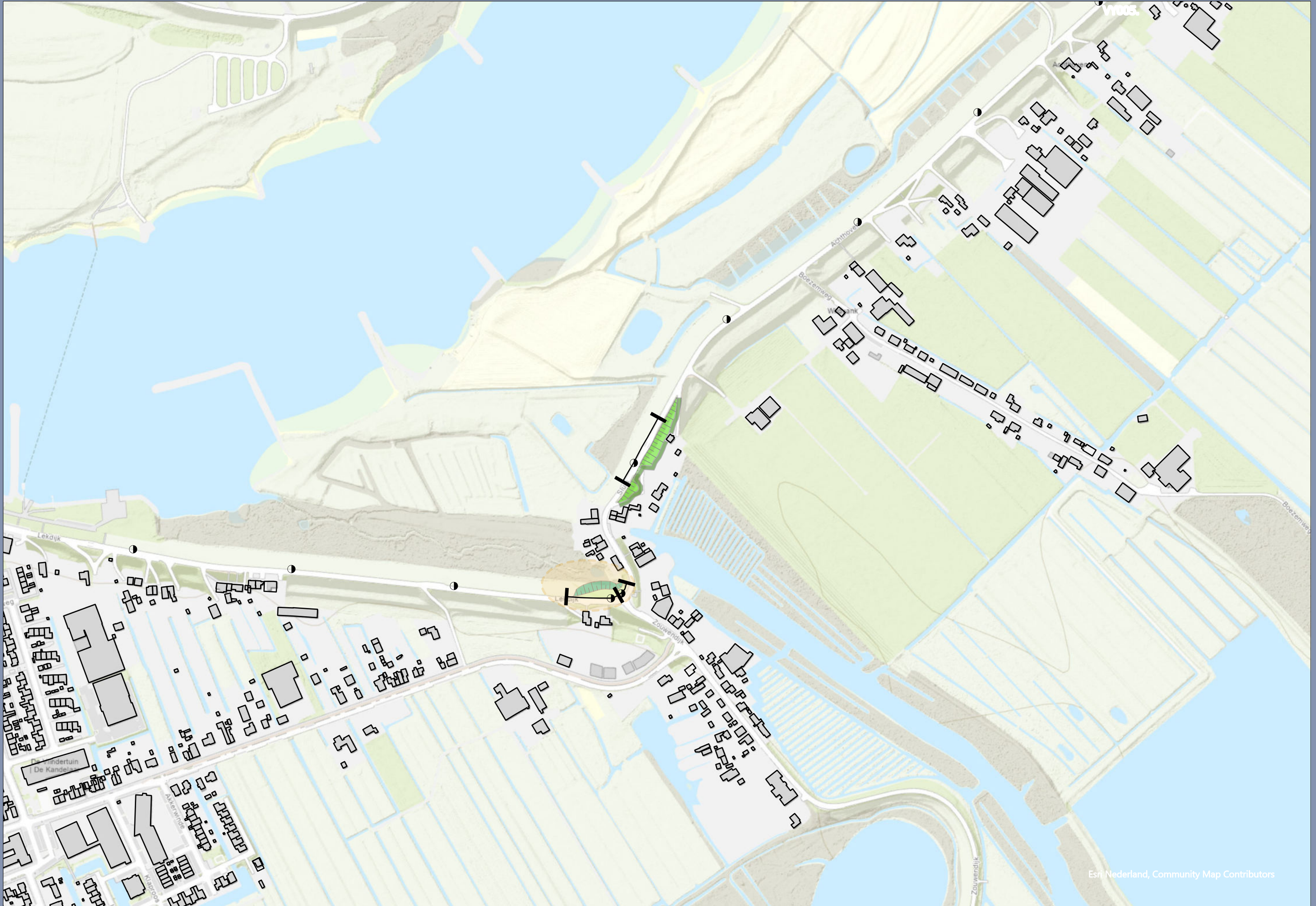


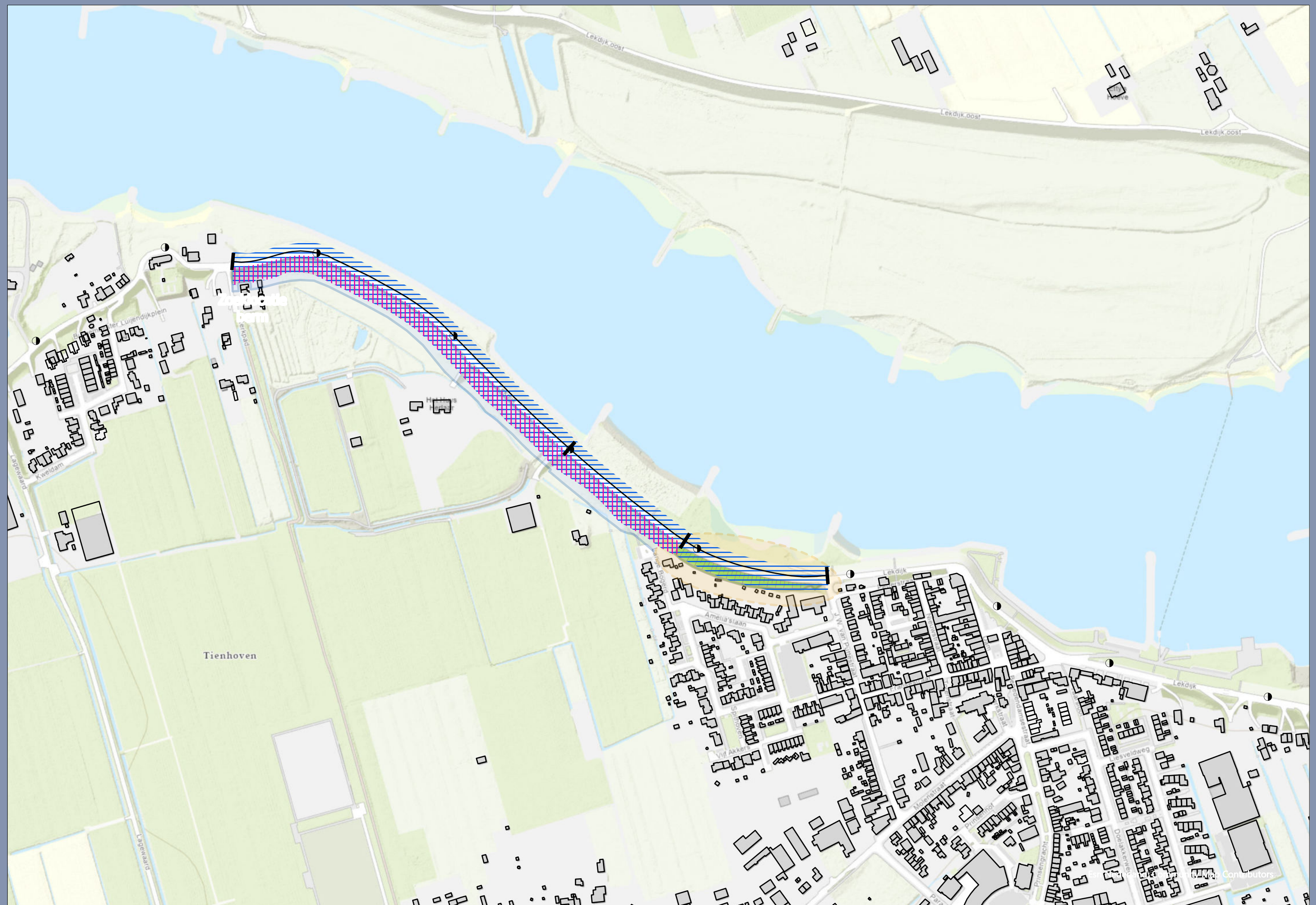


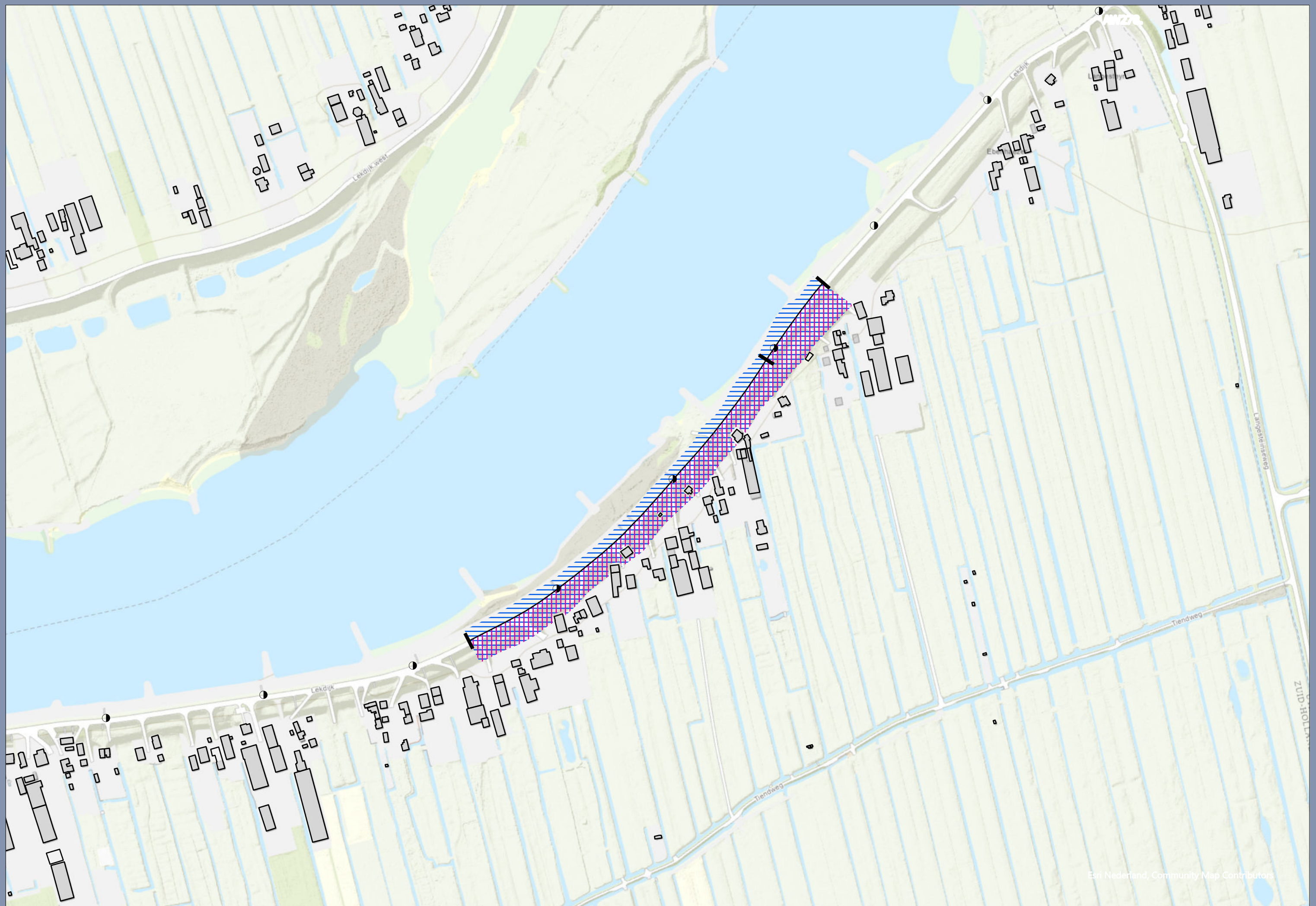


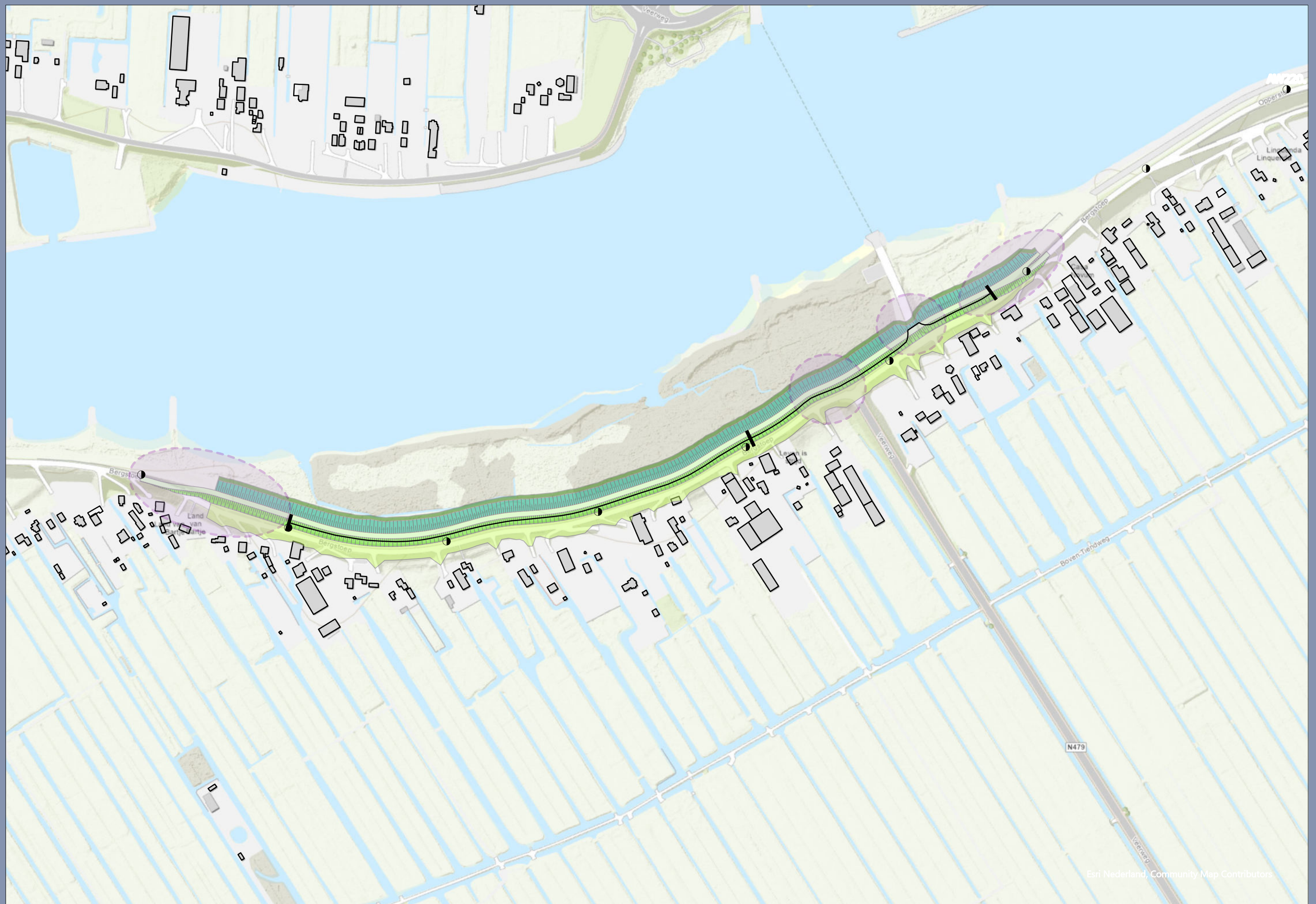


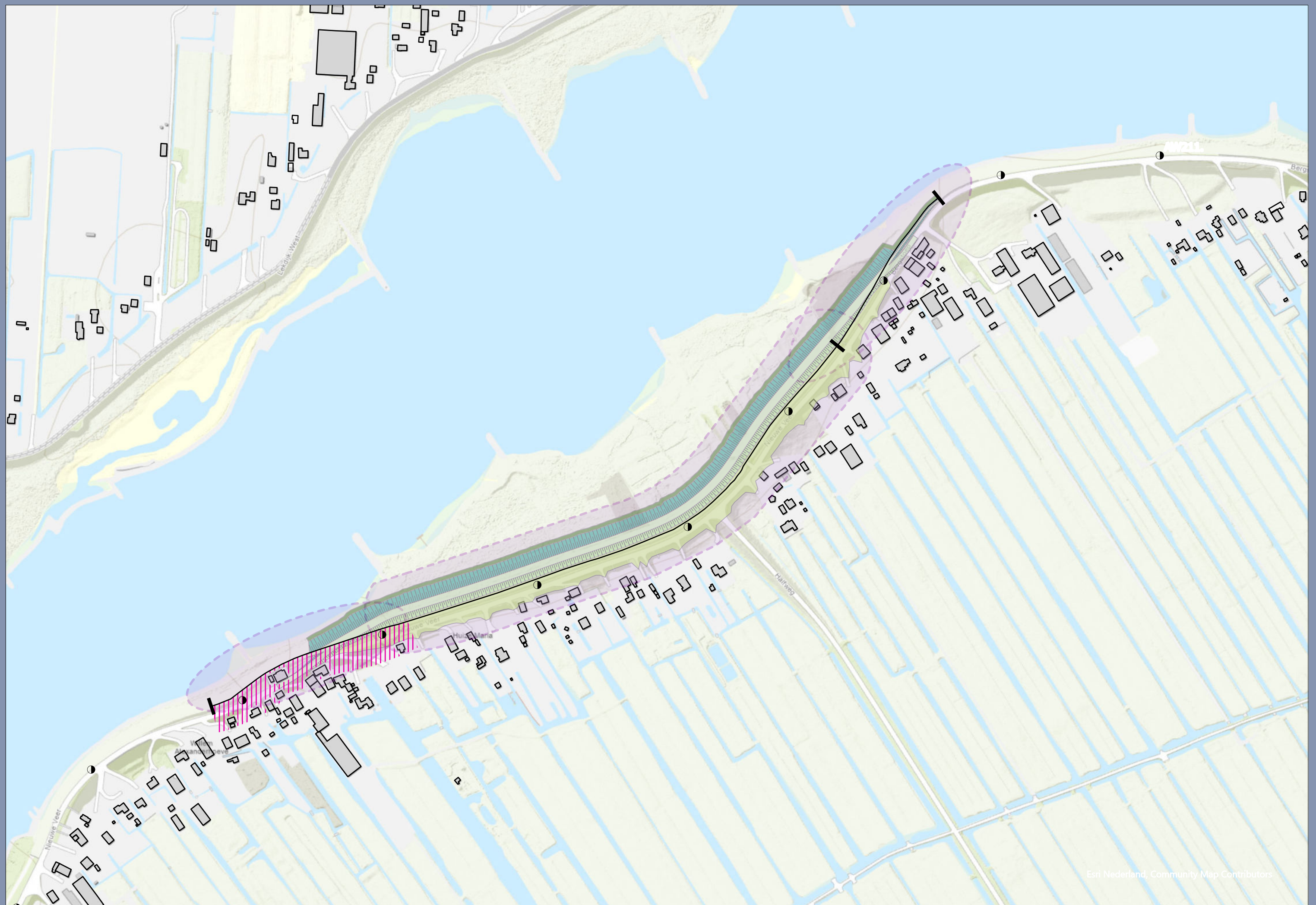






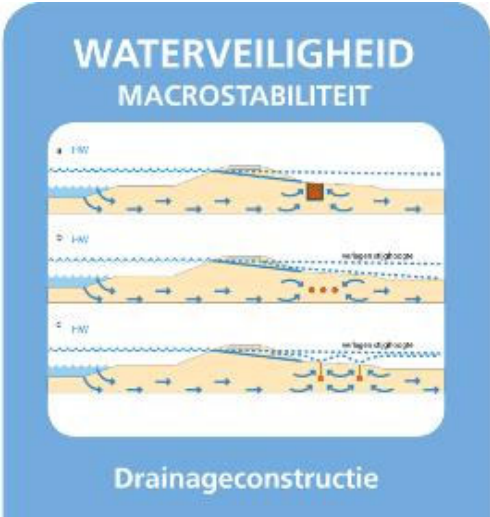






Bijlage 4 Overzicht afgevalen bouwstenen per dijkzone

Dijkzone 1 Fort Everdingen

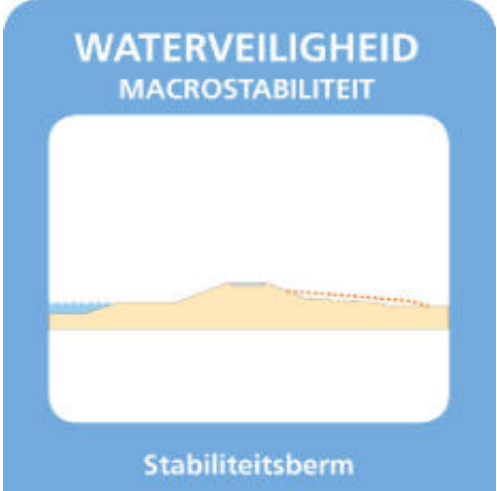
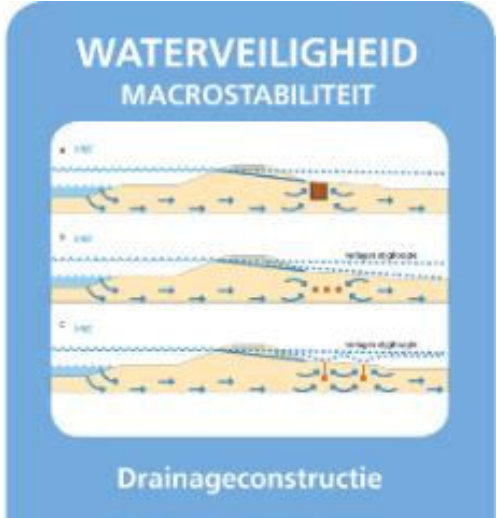
Afgevalen bouwsteen	Argumentatie
Drainageconstructie (M5/P4) 	Dit is geen zelfstandige oplossing voor het stabiliteitsprobleem op deze locatie. Het zal altijd met een grondoplossing moeten plaatsvinden en de ruimtewinst is beperkt. Bij de woningen en batterijopstelplaats is deze bouwsteen moeilijk inpasbaar. Ook is deze bouwsteen relatief duur en ongewenst vanuit beheer, vanwege de grote beheerinspanning.
Zelfstandig waterkerende constructie (M6) 	Deze bouwsteen is in de toekomst moeilijk uit te breiden is en is erg duur.

Hoogte bouwstenen om overslag te beperken (M8)



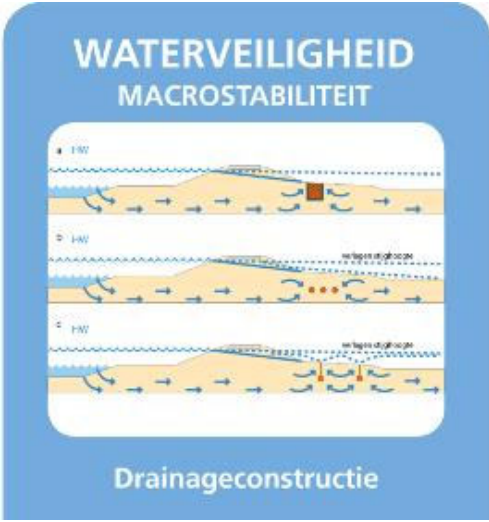
Deze vallen af, want er is al overhoogte en deze bouwsteen lost daarom het probleem niet op.

Dijkzone 2 Vianen-Oost

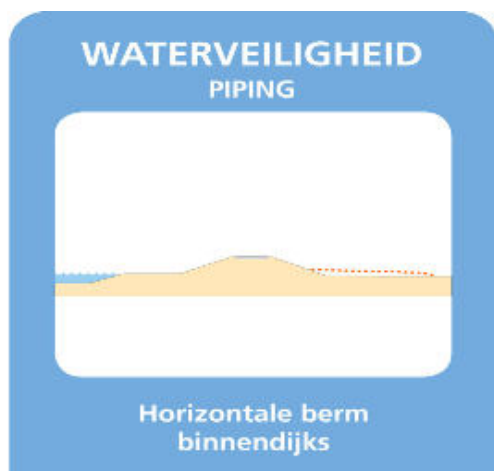
Afgevalen bouwsteen	Argumentatie
Stabiliteitsberm (M1) 	De gracht en sloot moeten vanwege de cultuurhistorische waarde op de huidige locatie worden behouden. Daardoor is het verbreden van de berm niet mogelijk;
Drainageconstructie (M5/P4) 	Als zelfstandige oplossing voor het stabiliteitsprobleem voldoet de drainage niet.

Zelfstandig waterkerende constructie (M6) 	Alleen kansrijk voor kleinschalige toepassing (maatwerk) waar aan beide zijden geen ruimte is.
Horizontale berm binnendijs (P1) 	De gracht en sloot moeten vanwege de cultuurhistorische waarde op de huidige locatie worden behouden. Daardoor is het verbreden van de berm niet mogelijk;

Dijkzone 3 Vianen-West

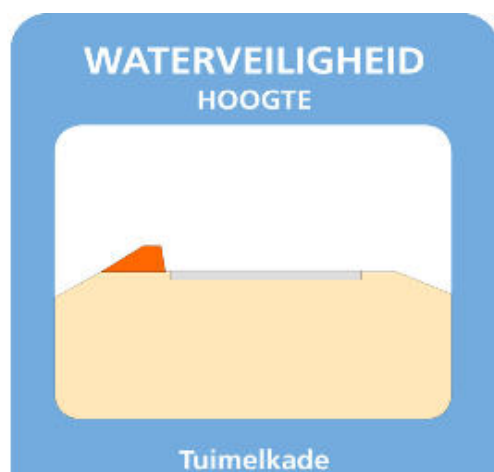
Afgevalen bouwsteen	Argumentatie
Drainageconstructie (M5/P4) 	Deze bouwsteen lost niet zelfstandig het stabiliteitsprobleem op. Wel kan hij het piping probleem oplossen en het stabiliteitsprobleem verminderen. De reden om de bouwsteen af te laten vallen is dat de verwachte impact van een drainage constructie groot is. In de huidige situatie is hier al veel kwel. De drainage moet hier fors ontlasten wil dit effect hebben en gezien de lange strekking zal dit een forse belasting zijn op het watersysteem in het achterland. Vanuit ruimtegebruik is de winst dan ook nihil of negatief ingeschat. Bovendien vergt deze bouwsteen een forse extra beheerinspanning.
Zelfstandig waterkerende constructie (M6) 	Deze bouwsteen valt af omdat hij in de toekomst moeilijk uit te breiden is en erg duur is.

Horizontale berm binnendijks (P1)



Deze bouwsteen valt af omdat uit nadere analyse blijkt dat deze bouwsteen niet realistisch is in verband met de vele bomen die daarvoor zouden moeten worden gekapt.

Tuimelkade (H3/M8)

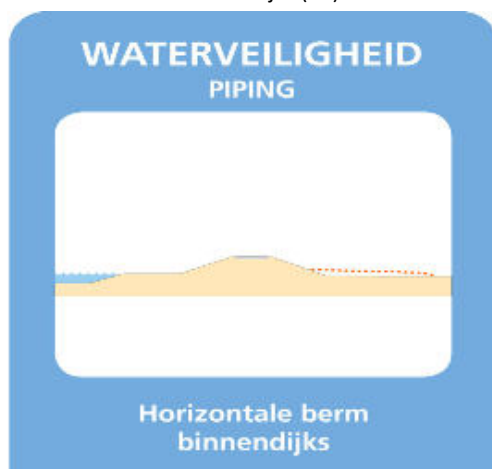


Deze bouwsteen past niet i.v.m ruimtelijke kwaliteit

Dijkzone 4 Helsdingen

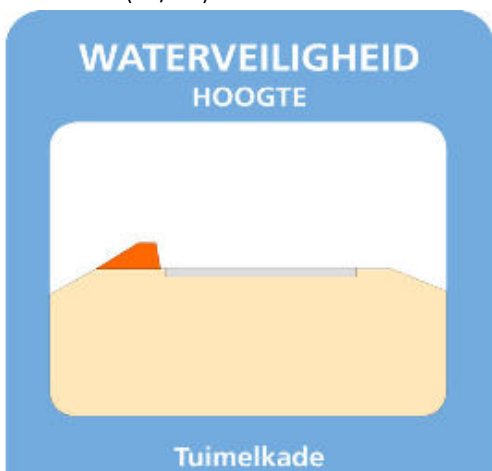
Afgevalen bouwsteen	Argumentatie
Asverschuiving buitenwaarts (M2) 	Deze bouwsteen wordt in deze dijkzone niet kansrijk geacht en is niet nodig omdat er binnendijks voldoende ruimte is.
Zelfstandig waterkerende constructie (M6) 	Deze bouwsteen valt af omdat hij in de toekomst moeilijk uit te breiden is en erg duur is.

Horizontale berm binnendijks (P1)



Deze bouwsteen past niet in deze dijkzone vanwege de grote benodigde omvang van de pipingberm.

Tuimelkade (H3/M8)

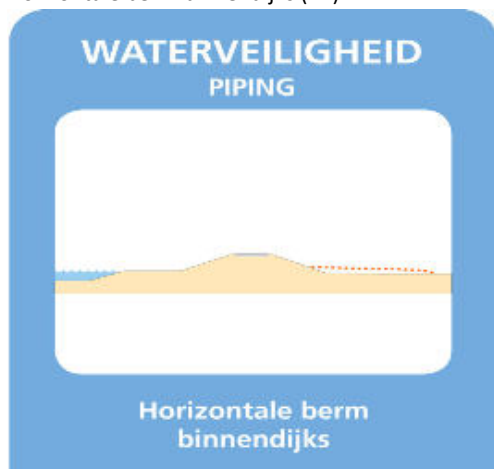


Valt af omdat deze bouwsteen ruimtelijk niet passend is. Buitenwaartse maatregelen zijn niet nodig omdat er binnendijks voldoende ruimte is.

Dijkzone 6 Achthoven-Oost

Afgevalen bouwsteen	Argumentatie
Asverschuiving buitenwaarts (door stabiliteitsberm of bredere dijk) (M2) 	Deze bouwsteen valt af i.v.m. dat het deels een schaaldijk is en een natuurgebied met geulen langs de dijk. Daarnaast spelen hoge kosten een rol bij het afvallen.
Zelfstandig waterkerende constructie (M6) 	Deze bouwsteen valt af i.v.m. kosten.

Horizontale berm binnendijks (P1)

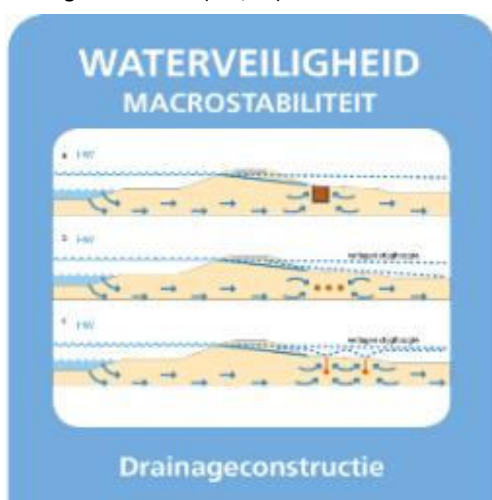


Deze bouwsteen valt af i.v.m. hoge kosten. Hij is alleen kansrijk voor zover hij overlapt met een stabiliteitsberm.

Dijkzone 7 Achthoven-West

Afgevalen bouwsteen

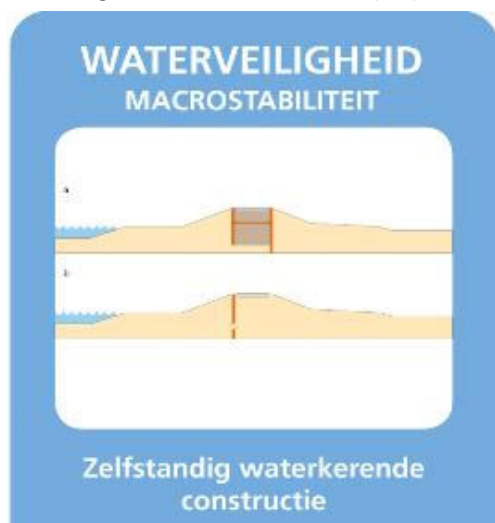
Drainageconstructie (M5/P4)



Argumentatie

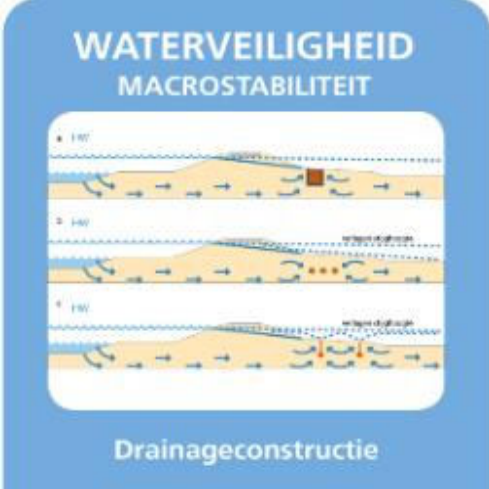
Deze bouwsteen lost het stabliteitsprobleem niet zelfstandig op.

Zelfstandig waterkerende constructie (M6)

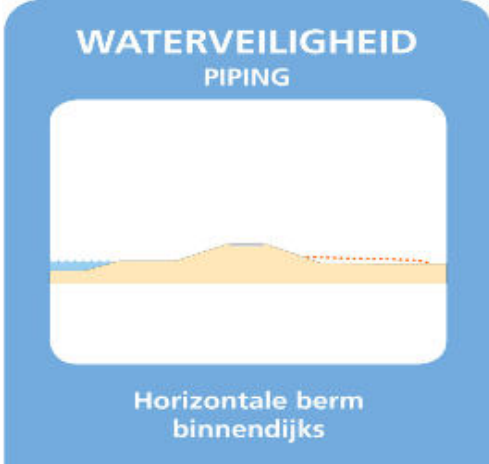


Deze bouwsteen valt af in verband met kosten.

Dijkzone 8 Sluis

Afgevallen bouwsteen	Argumentatie
Drainageconstructie (M5/P4) 	Valt af i.v.m. de beheerbaarheid, robuustheid en uitbreidbaarheid.

Dijkzone 9 Tienhoven

Afgevallen bouwsteen	Argumentatie
Horizontale berm binnendijks (P1) 	Deze bouwsteen valt af omdat er een grote pipingberm nodig zou zijn, die moeilijk is in te passen en erg duur is.

Horizontale klei-ingraving buitendijks (P2)



Deze bouwsteen past fysiek niet, omdat de dijk dicht tegen de rivier aan ligt.

Dijkzone 10 Langerak

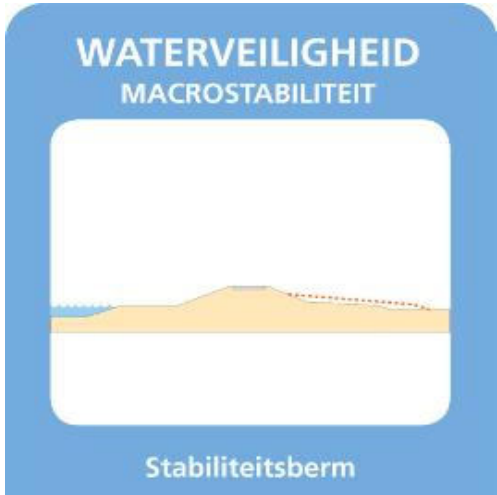
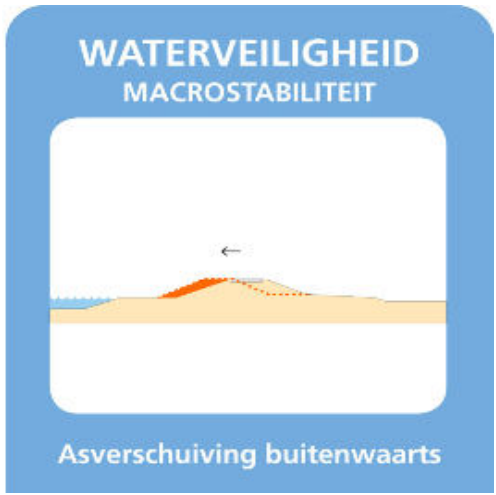
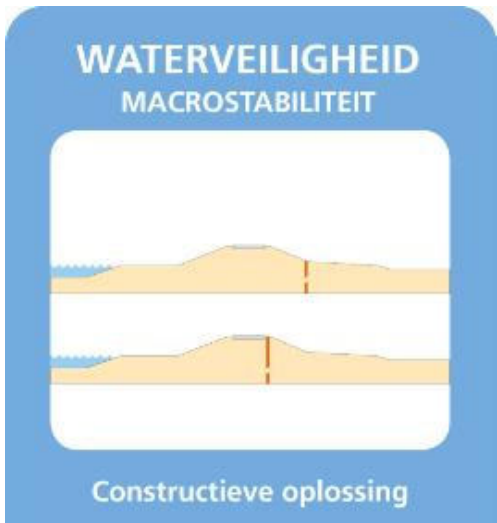
In deze dijkzone zijn er geen afgevalen bouwstenen. Alle bouwstenen die beschikbaar zijn om het faalmechanisme stabiliteit op te lossen worden toegepast in de mogelijke alternatieven.

Dijkzone 11 Veer Bergstoep - Streefkerk

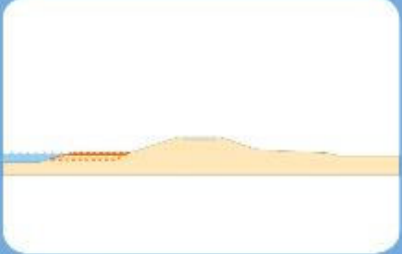
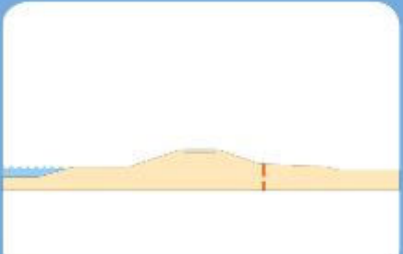
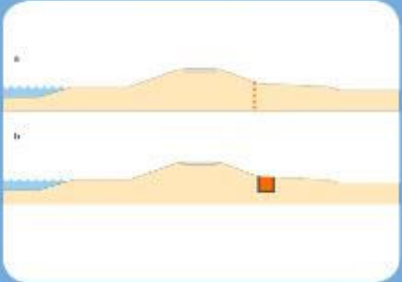
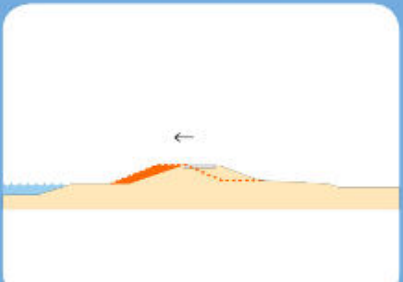
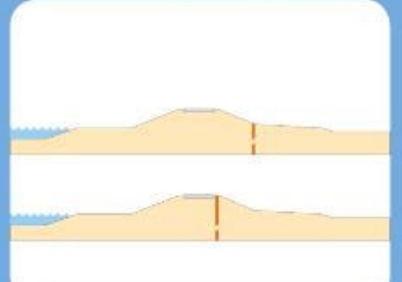
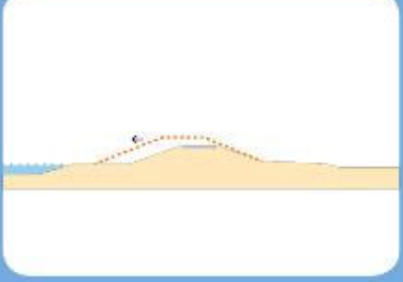
In deze dijkzone zijn er geen afgevalen bouwstenen. Alle bouwstenen die beschikbaar zijn om het faalmechanisme stabiliteit op te lossen worden toegepast in de mogelijke alternatieven.

Bijlage 5 Overzicht toegepaste bouwstenen per dijkzone

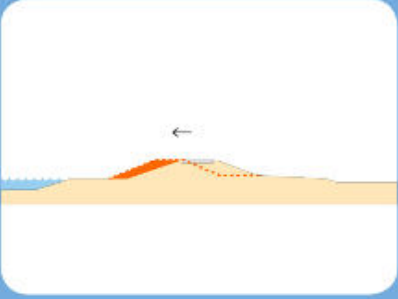
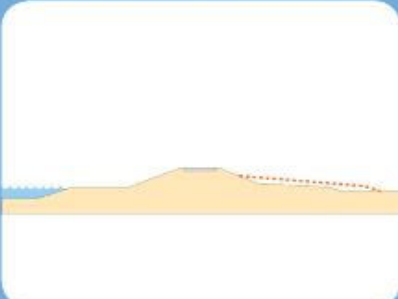
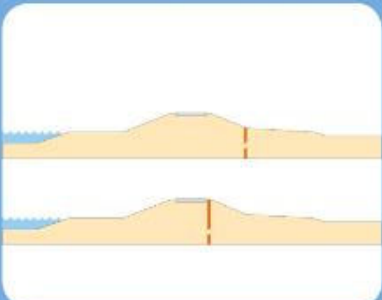
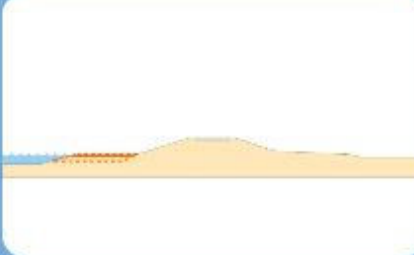
Dijkzone 1 Fort Everdingen

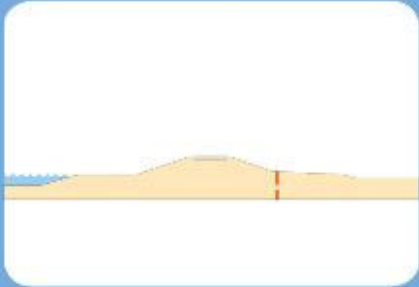
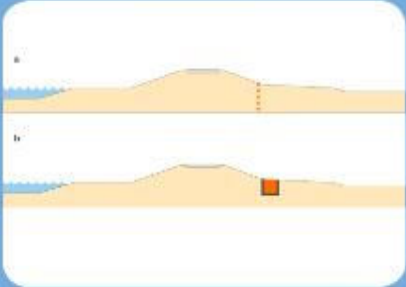
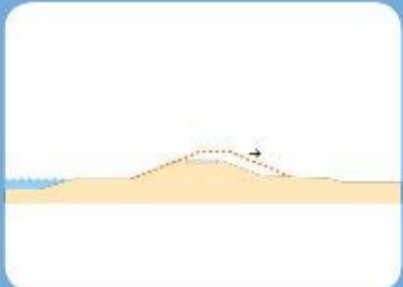
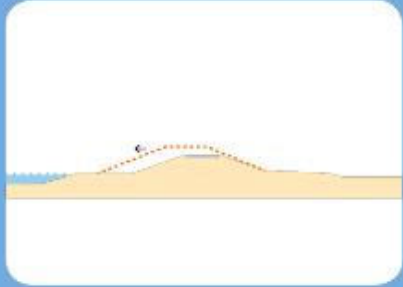
Stabiliteitsberm (M1)	Asverschuiving buitenwaarts (M2)
	
Constructieve oplossing (M4)	
	

Dijkzone 2 Vianen-Oost

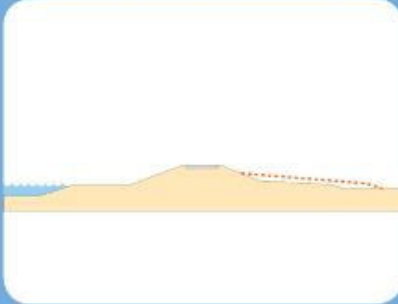
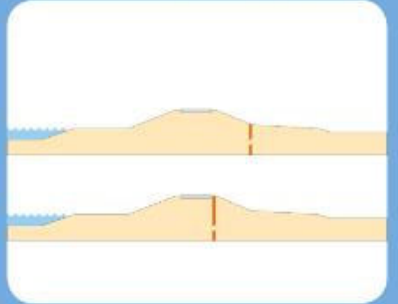
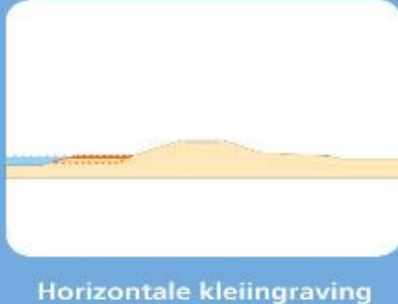
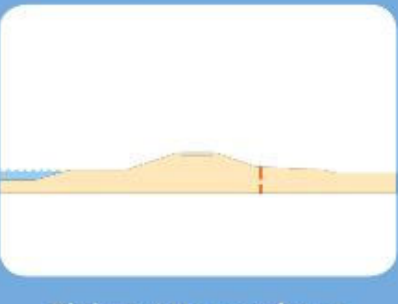
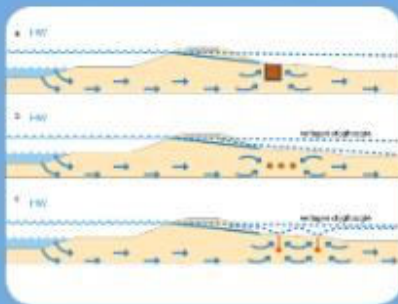
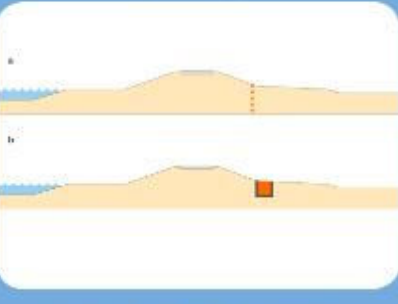
Horizontale kleiingraving buitendijks (P2)	Piping/heavescherm (P3)
WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)	WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)
Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)	Asverschuiving buitenwaarts (M2)
WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Constructieve oplossing (M4)	Kruinverhoging buitenwaarts (H1c/M8)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts

Dijkzone 3 Vianen-West

Buitenwaartse asverschuiving (M2)	Stabiliteitsberm (M1) / Taludverflauwing binnendijks (M3)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm
Constructieve oplossing (M4)	Horizontale klei-ingraving buitendijks (P2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing	WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)

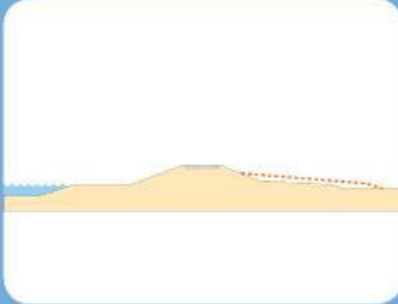
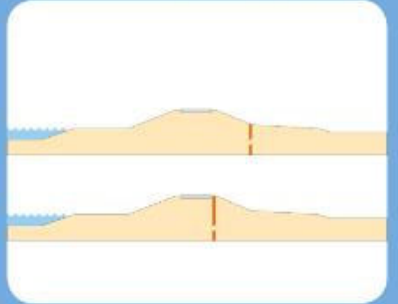
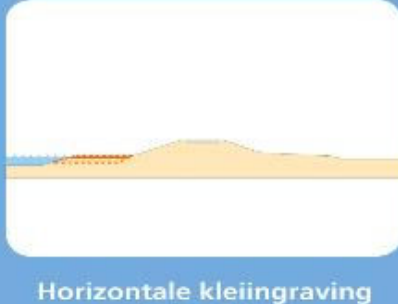
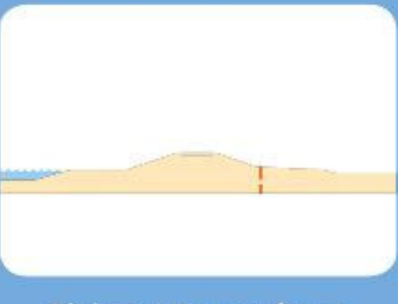
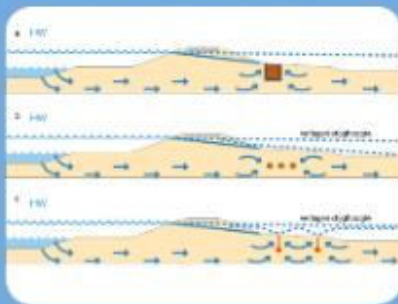
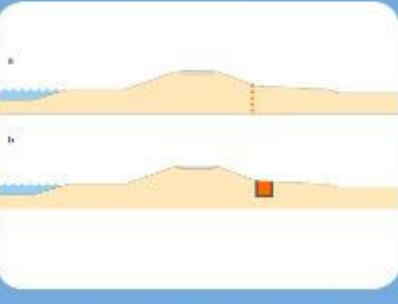
Piping/heavescherm (P3)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)
Kruinverhoging binnenwaarts (H1a/M8)	Stabiliteitsberm (M1) / Taludverflauwing binnendijks (M3)
WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging Binnenwaarts	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts

Dijkzone 4 Helsdingen

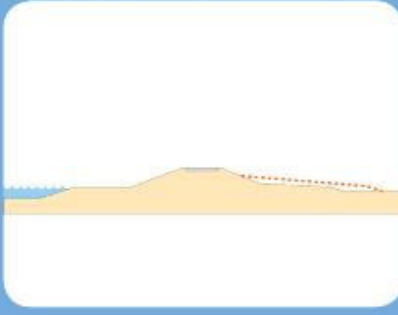
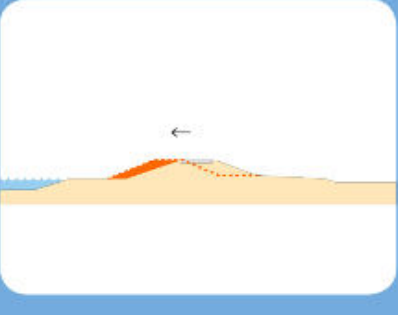
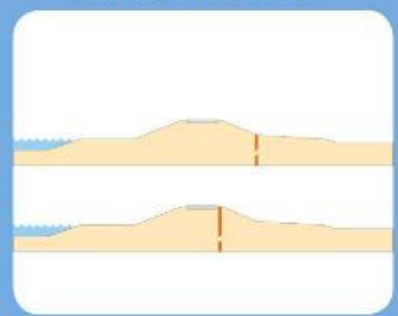
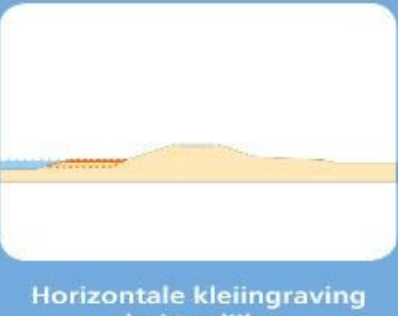
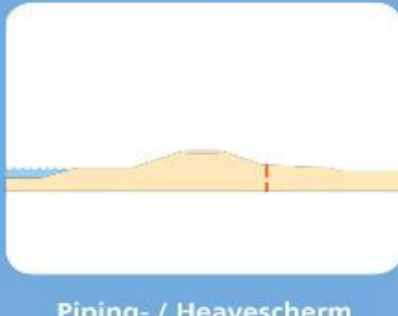
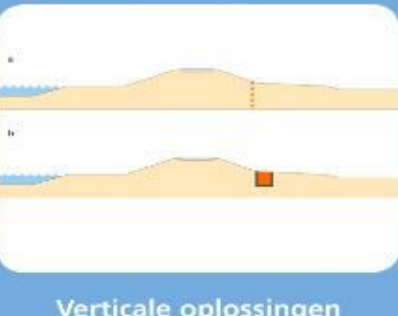
Stabiliteitsberm (M1)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Horizontale kleiingraving buitendijks (P2)	Piping/heavescherm (P3)
WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)	WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)
Drainageconstructie (P4 / M5)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Drainageconstructie	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)

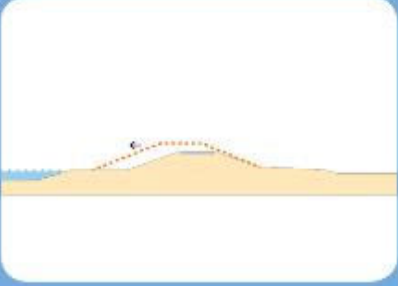
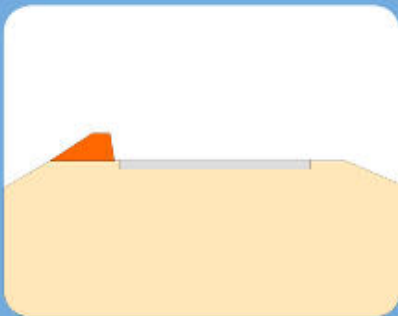
Kruinverhoging binnenwaarts (H1a/M8)	
	

Dijkzone 6 Achthoven-Oost

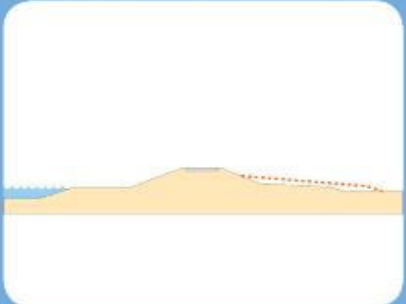
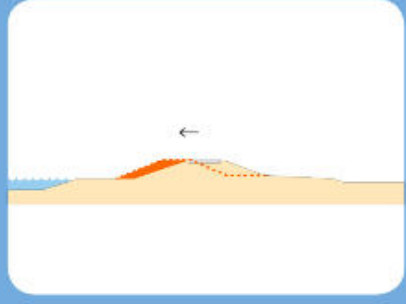
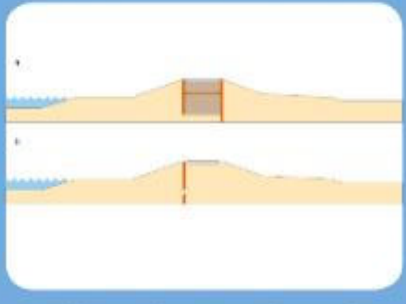
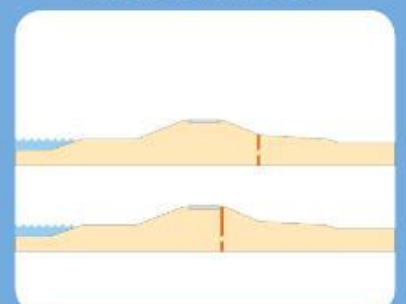
Stabiliteitsberm (M1)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Horizontale kleiingraving buitendijks (P2)	Piping/heavescherm (P3)
WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)	WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)
Drainageconstructie (P4 / M5)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Drainageconstructie	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)

Dijkzone 7 Achthoven-West

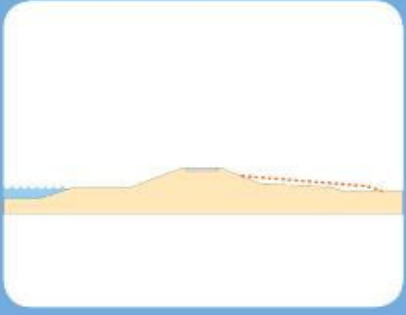
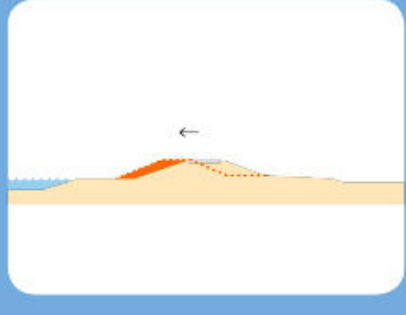
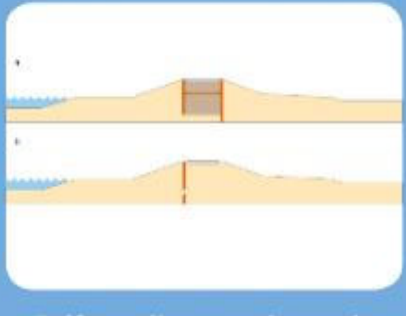
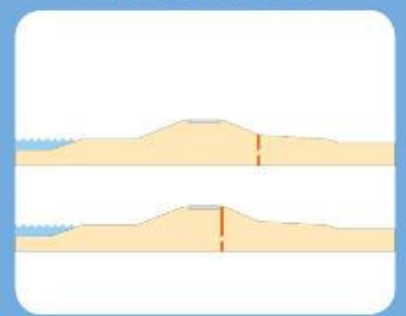
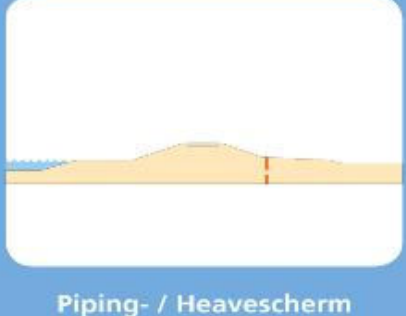
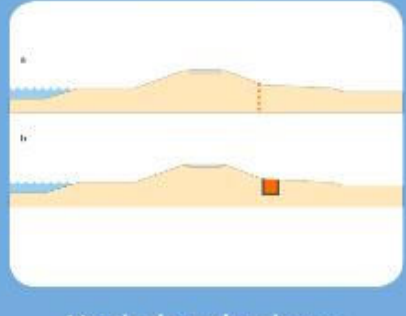
Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm icm buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Constructieve oplossing (M4)	Klei-inkassing buitenwaarts (P2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing	WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)
Piping/heavescherm (P3)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)

Kruinverhoging buitenwaarts (M8/H1c)	Tuimelkade (H3)
WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Tuimelkade

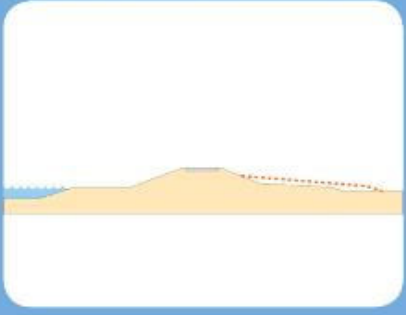
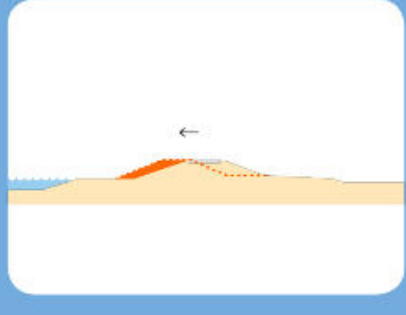
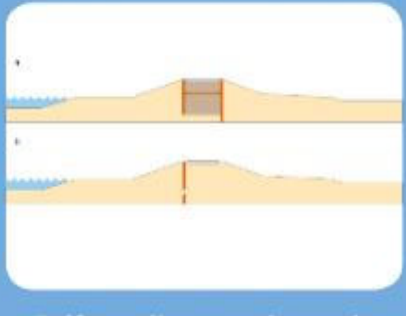
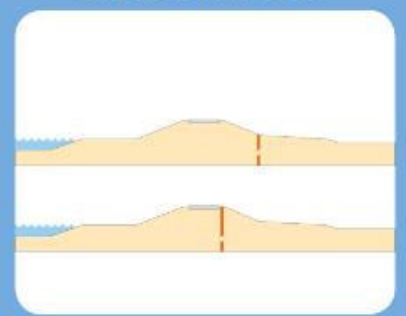
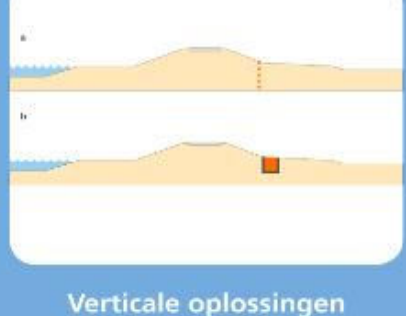
Dijkzone 8 Sluis

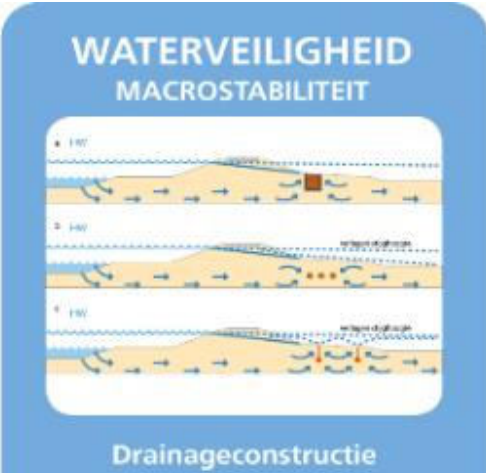
Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm icm buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M6)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Klei-inkassing buitenwaarts (P2)	Kruinverhoging buitenwaarts (M8/H1c)
WATERVEILIGHEID PIPING  Horizontale kleiingraving buitendijks (voorlandverbetering)	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts

Dijkzone 9 Tienhoven (Overzicht van de toegepaste bouwstenen voor dijkzone 9a (dv 49/50))

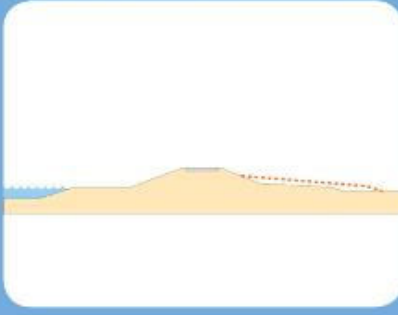
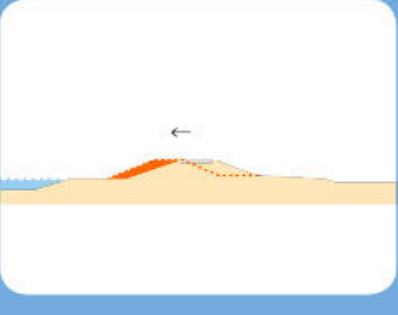
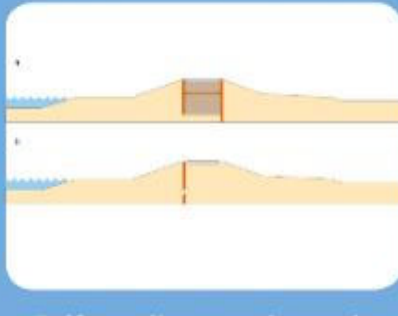
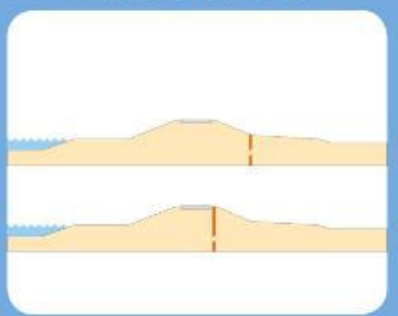
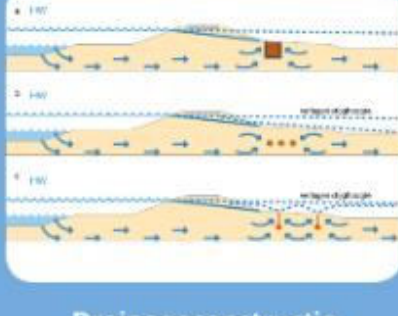
Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm iem buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M6)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Piping/heavescherm (P3)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)

Dijkzone 9 Tienhoven (Overzicht van de toegepaste bouwstenen voor dijkzone 9b (dijkvak 51))

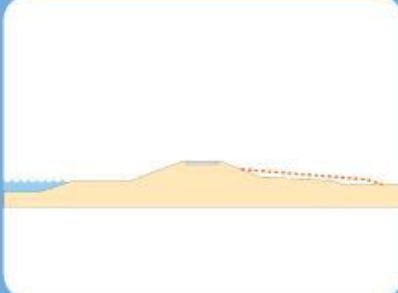
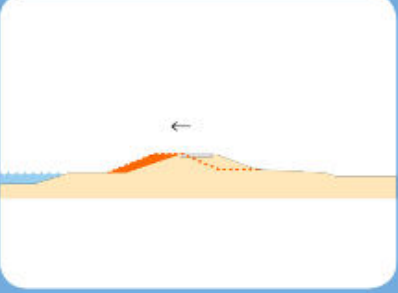
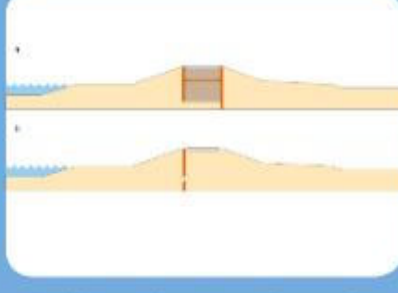
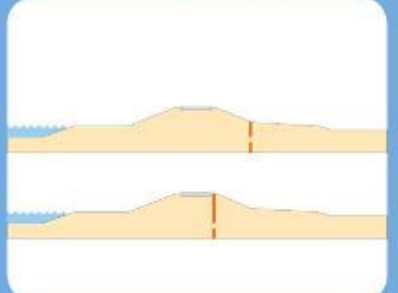
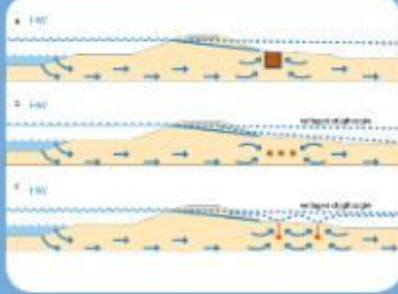
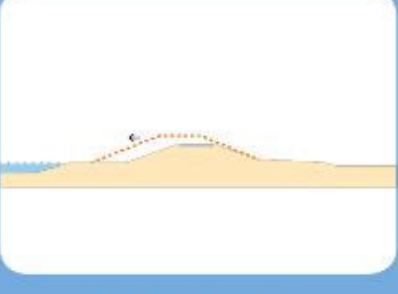
Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm iem buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M6)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Piping/heavescherm (P3)	Verticale waterdoorlatende oplossing (P5)
WATERVEILIGHEID PIPING  Piping- / Heavescherm (niet waterdoorlatend)	WATERVEILIGHEID PIPING  Verticale oplossingen (waterdoorlatend)

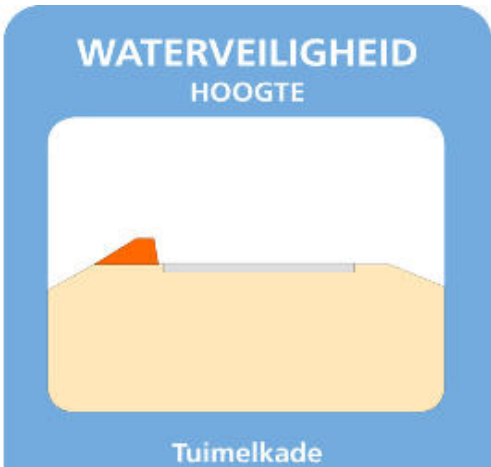
Drainageconstructie (M5/P4)	
	

Dijkzone 10 Langerak

Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm icm buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M6)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Drainageconstructie (M5/P4)	Kruinverhoging buitenwaarts (H1c/M8)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Drainageconstructie	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts

Dijkzone 11 Veer Bergstoep – Streefkerk

Stabiliteitsberm (M1)	Stabiliteitsberm icm buitenwaartse asverschuiving (M2)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Stabiliteitsberm	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Asverschuiving buitenwaarts
Zelfstandig waterkerende constructie in de kruin (M6)	Constructieve oplossing (M4)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Zelfstandig waterkerende constructie	WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Constructieve oplossing
Drainageconstructie (M5/P4)	Kruinverhoging buitenwaarts (H1c/M8)
WATERVEILIGHEID MACROSTABILITEIT  Drainageconstructie	WATERVEILIGHEID HOOGTE  Kruinverhoging buitenwaarts

Tuimelkade (H3)	
 WATERVEILIGHEID HOOGTE Tuimelkade	

Bijlage 6 Notitie uitgangspunten vormgeving alternatieven SAFE

Notitie

Onderwerp: Uitgangspunten vormgeving alternatieven SAFE
Projectnummer: 372970

Datum: 10-09-2021

1 Inleiding / leeswijzer

Deze notitie is bedoeld om de uitgangspunten voor de vormgeving / het principeprofiel van de kansrijke alternatieven en het voorkeursalternatief voor de partiële dijkversterking SAFE te beschrijven en te onderbouwen¹. Het gaat om bepalende uitgangspunten voor het integrale ontwerp van het dijkprofiel in de Verkenningfase. Het is gebaseerd op generieke uitgangspunten van WSRL zoals de Ontwerputgangspunten primaire waterkeringen (WSRL 2019) en de Basisspecificatie dijk (WSRL 2017) specifieke uitgangspunten voor SAFE zoals het Addendum Ruimtelijk Kwaliteit (WSRL 2020a).

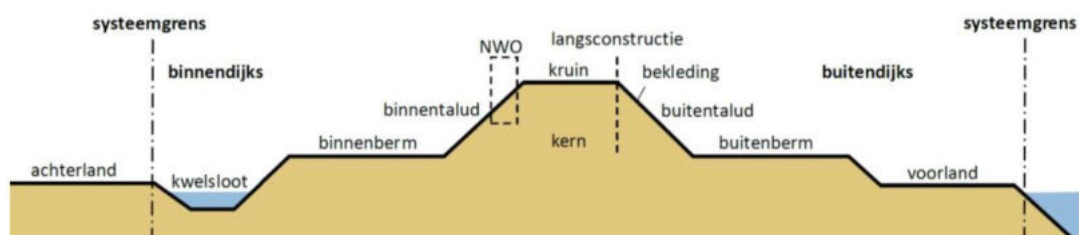
In deze notitie beschrijven we de huidige situatie en opgave, de generieke uitgangspunten voor het principeprofiel van de alternatieven en de specifieke uitgangspunten per type oplossing. We sluiten af met een beschrijving van onzekerheid in het ruimtebeslag.

De notitie gaat niet in op de meest gewenste oplossing, maar wel op de vormgeving als voor een bepaalde oplossing voor de dijkversterking wordt gekozen.

De notitie gaat ook niet in op de uitgangspunten in de berekeningen van de veiligheids- en ontwerpogave conform het actuele beoordelings- en ontwerpinstrumentarium en de prioritering daarin t.b.v. de partiële versterking. Die staan in aparte rapporten beschreven. De uitkomsten van de berekeningen zijn input voor het integrale ontwerp.

2 Huidige situatie

Onderstaand plaatje uit de BSD (WSRL 2017) geeft ter referentie de verschillende mogelijke onderdelen van een dijk aan.



¹ In de verkenningfase werken we Ontwerprofielen uit. Dat is het voor de waterveiligheid minimaal nodige profiel. Het Opleverprofiel kan i.v.m. bodemdaling en restzetting tijdelijk hoger uitvallen. Dit wordt in de Planuitwerkingsfase uitgewerkt. Ook inpassing van bv. leeflagen t.b.v. medegebruik van de berm nemen we in de verkenningfase niet op.

Het profiel van de dijk op het huidige traject van SAFE verschilt sterk over de verschillende dijkzones. Op veel plekken is al een binnenberm aanwezig. De hoogte van de binnenberm varieert ongeveer tussen $\frac{1}{3}$ en $\frac{1}{2}$ van de kruinhoogte gezien vanaf maaiveld. Lokaal is de berm hoger, bijvoorbeeld bij dijkvak 50-51 waar de berm op ca $\frac{2}{3}$ van de hoogte van de dijk ligt, mogelijk in verband met de leeflaag voor fruitbomen. De breedte van de berm varieert van enkele tot enkele tientallen meters. Ook de aansluiting op maaiveld varieert. Vaak is het binnenbermtalud (onder de binnenberm) duidelijk zichtbaar, soms loopt de berm bijna onzichtbaar over in het maaiveld.

De hellingen van binnen- en buitentalud variëren op veel plekken tussen de 1:2,5 en 1:3.

De kruin ligt over het algemeen ca 4-6 m boven maaiveld met enkele uitschieters naar boven en naar beneden. De breedte van de kruin is op de meeste plakken ca 6 m, m.u.v. van bijvoorbeeld dijkzone 11 waar een brede kruin met tuimelkade aanwezig is.

De dijk voldoet niet aan de norm. De partiële versterking is gericht op het oplossen van macrostabiliteit binnenwaarts en/of piping. Bij een integrale versterking worden ook aanwezige hoogtetekorten opgelost (of wordt er in het ontwerp geanticipeerd op een latere ophoging).

3 Uitgangspunten principeprofiel kansrijke alternatieven

We hanteren binnen SAFE de volgende generieke uitgangspunten voor de vormgeving van het (principeprofiel) van de kansrijke alternatieven:

- **Kruinbreedte:** de huidige kruinbreedte blijft in principe gehandhaafd. Bij een asverschuiving of kruinverhoging brengen we minimaal de huidige kruinbreedte terug. Dit voldoet aan de eisen vanuit verkeer en techniek en is toekomstbestendig. Bij een asverschuiving kan de bestaande dijk worden afgegraven of de bestaande kruin en/of tuimelkade worden verbreed;
- **Kruinhoogte:** de benodigde kruinhoogte wordt bepaald o.b.v. berekeningen voor GEKB of STBI (verzadigd).
 - We hanteren bij een verhoging een uniforme hoogte per dijkvak.
 - Bij eventuele overhoogte wordt de kruin niet verlaagd, omdat hij in de toekomst mogelijk weer verhoogd moet worden.
 - De hoogteovergangen worden overbrugd onder een helling van 1:80;
- **Tuimelkade.** De minimale breedte van de kruin van een tuimelkade is 1,0 m (vanuit eisen aan beheer). Vanuit ruimtelijke kwaliteit is het gewenst de breedte en hoogte te beperken;
- **Taluds:** Wanneer er aan de binnenzijde van de dijk maatregelen in grond ten behoeve van het vergroten van de stabiliteit van de dijk worden getroffen, wordt het binnentalud (zowel boventalud als binnenbermtalud) van de dijk verflauwd naar minimaal 1:3. Wanneer er aan de buitenzijde van de dijk maatregelen in grond ten behoeve van het vergroten van de stabiliteit van de dijk worden getroffen, wordt het buitentalud van de dijk verflauwd naar 1:3. Reden hiervoor is een veilige en beheerbare, maar ook slanke dijk, en om noodzaak tot steenbekleding zo veel mogelijk te voorkomen (NB. in bepaalde dijkzones zoals dijkzone 11 is steenbekleding op het buitentalud wel nodig):
 - Bij medegebruik kan ervoor gekozen worden om het binnenbermtalud (tussen berm en achterland) (lokaal) op het maaiveld aan te laten sluiten met een

- helling van 1:5 tot 1:10 (dit is een nadere uitwerking die in de planuitwerkingsfase plaatsvindt);
- Bij taludverflauwing van het binnentalud (boventalud boven de binnenberm) vanwege macrostabiliteit binnenwaarts (verzadigd) kan de benodigde helling op basis van stabiliteitsberekeningen variëren tussen de 1:3,0 en 1:3,5.
 - Verschillen in taludhelling worden overbrugd onder een helling van 1:80;
 - **Talud steunberm:** Steunbermen hebben een helling van 1:20 (i.v.m. herkenbare knik, afwatering en gebruik van binnenberm);
 - **Insteekhoogte binnenberm op boventalud:** De binnenberm sluit aan op het binnentalud op minimaal 1/3 en maximaal 2/3 van de hoogte tussen maaiveld en kruin. De insteekhoogte wordt op de stabiliteitsberekening gebaseerd en waar mogelijk geoptimaliseerd op basis van ruimtelijke kwaliteit / inpassing.
 - Waar mogelijk wordt aangesloten de bestaande binnenberm.
 - Bestaande bermen worden niet afgegraven hiertoe.
 - **Insteekhoogte binnenberm op binnenbermtalud:**
 - Nieuwe binnenbermen zijn ca 2 m hoog boven maaiveld bij de aansluiting op het binnenbermtalud (manshoog, i.v.m. zichtbaarheid/beleving bewoners). Bestaande bermen worden alleen afgegraven als daarmee de stabiliteit wordt vergroot (bv dijkvak 50-51).
 - **Leeflaag.** Bij de binnenbermhoogte houden we in de verkenningfase nog geen rekening met de leeflaag die nodig is voor bepaalde types medegebruik (evt getrapt uitgevoerd). Dit wordt in de Planuitwerkingsfase uitgewerkt. Conform de nota medegebruik van bermen (bijlage bij OPW, WSRL 2019) gaan we uit van maximaal 0,5 meter leeflaag, waardoor het effect op waterveiligheid minimaal is.
 - **Bermbreedte binnenberm:** de benodigde breedte wordt bepaald o.b.v. stabiliteitsberekeningen. (Pipingbermen zijn niet toegepast als kansrijke alternatief).
 - Bij een verwachte hoogteopgave (GEKB) binnen 50 jaar na aanleg (voor 2075) wordt de binnenberm bij verbreding in principe extra breed uitgevoerd om ruimte te scheppen voor een toekomstige verhoging. Daarbij is nu uitgegaan van een extra bermbreedte over de hele dijkzone van 6 keer het maximale verwachte hoogtetekort binnen de dijkzone. Doel hiervan is om de verhoging in de volgende, integrale versterkingsronde efficiënt uit te kunnen voeren met minimale impact op en overlast voor de omgeving. De benodigde grondverwerving en inpassing van de berm wordt in één keer meegenomen in partiële versterkingsronde.
 - Waterschap Rivierenland streeft er naar om bij dijkversterkingsproject SAFE zoveel mogelijk **hoofdgebouwen te behouden**. Uitgangspunt is dat geraakte clusters van woningen en gemeentelijke en rijksmonumenten behouden blijven en waar nodig worden ingepast met een constructie. Hoofdgebouwen worden pas aangekocht wanneer er met een integrale business case onderbouwd kan worden dat een constructieve inpassing niet haalbaar is (technisch, financieel of ruimtelijk). Een andere mogelijkheid tot aankoop ontstaat wanneer een hoofdgebouw minnelijk verworven kan worden, waardoor ruimte ontstaat voor de dijkversterking. Ook in dat geval moet de haalbaarheid onderbouwd worden met een integrale business case. In het Voorkeursalternatief zijn vooralsnog alle hoofdgebouwen behouden en/of ingepast. In de planuitwerkingsfase wordt nader onderzoek uitgevoerd en kan dit mogelijk nog veranderen.
 - Behoud van gebouwen kan in het ontwerp van de alternatieven bereikt worden door:

- Lokaal versteilen van binnenbermtalud van 1:3 tot een helling van 1:2, of als dit niet genoeg is 1:1, in combinatie met een constructie (L-wand);
- Of als dat ook niet genoeg is: Inkorten binnenberm door lokaal toepassen van constructieve oplossing (maatwerk).
- Voor **bijgebouwen** (zoals schuren) geldt ook dat ze behouden blijven als ze een monumentale status hebben en/of bij een geraakt cluster van hoofdgebouwen behoren. Voor de overige bijgebouwen geldt dat ze niet ingepast worden, tenzij in een integrale business case de haalbaarheid van de inpassing onderbouwd kan worden. In het voorkeursalternatief is dit vooralsnog niet aangetoond. Ook hiervoor geldt dat nader onderzoek in de planuitwerkingsfase dit mogelijk nog kan veranderen.
- Bij een **asverschuiving buitenwaarts** wordt de bestaande dijk in principe afgegraven voor zover die boven het profiel van de benodigde dijk ligt, tenzij er specifieke redenen (bv dijkveiligheid) zijn om de dijk te laten liggen én het brede profiel dat ontstaat voldoet aan de eisen voor ruimtelijke kwaliteit.
- **Klei-ingravingen buitendijks** zijn zo breed dat ze het kwelweglengtetekort oplossen (vanaf het intredepunt). We gaan uit van een dikte van 2 m, met daarbovenop een zwerflaag van minimaal 0,5 m (om te voorkomen dat de kleilaag erodeert). Deze worden aangebracht in/onder het huidige maaiveld.
- **Overgangen in de binnenberm- en binnenteenlijn** t.g.v. aanleg van stabiliteits- en pipingbermen worden vloeiend uitgevoerd. Voor de alternatieven is in principe een hoek van 1:4 (in bovenaanzicht) gehanteerd. Bij opritten of beperkte ruimte kan hiervan worden afgeweken. Ook kan in de planuitwerkingsfase de hoek (in bovenaanzicht) en/of de helling van het binnenbermtalud in verband met ruimtelijke kwaliteit nog worden aangepast. Bij de inpassing worden de principes uit de kaders voor ruimtelijke kwaliteit gehanteerd.
- **Constructies:** Constructies worden in een constructiezone geplaatst. In de verkenningsfase definiëren we ruime grenzen hiervoor, zodat in de planuitwerkings/realisatiefase voldoende ruimte is voor optimalisatie en innovatie in het type constructie en de locatie daarvan. In de afweging van type constructie en locatie wordt rekening gehouden met o.a. waterveiligheid, kosten en belangen van bewoners. We onderscheiden 2 typen constructiezones op basis van de opgave die opgelost moet worden:
 - Als er een stabiliteitsopgave is die met een constructie wordt opgelost (of een gecombineerde stabiliteits- en pipingopgave), ligt de constructiezone tussen het midden van de kruin en de (huidige of nieuwe) binnenteen (plus evt. beheerstrook langs de teen).
 - Als er alleen een pipingopgave is, ligt de constructiezone tussen de buitenteen (plus beheerstrook) en de (huidige of nieuwe) binnenteen (plus evt. beheerstrook). De reden hiervoor is dat pipingconstructies in sommige gevallen ook aan de buitenzijde kunnen worden geplaatst.
 - Als er zowel een stabiliteitsopgave is die met een constructie wordt opgelost, als een pipingopgave die met een constructie wordt opgelost, wordt in principe uitgegaan van een gecombineerde oplossing. Als dit vanuit techniek of kosten beter is, kunnen ook 2 aparte constructies worden gerealiseerd. Daarom zijn ook de volledige constructiezones ingetekend.
 - Op basis van een beperkt aantal constructieve stabiliteitsberekeningen wordt in de verkenningsfase een inschatting gemaakt in hoeverre stabiliteitsconstructies

wel / niet **verankerd** moeten worden op een bepaalde locatie. De noodzaak hiertoe en het ontwerp van de verankering wordt in de planuitwerkingsfase nader uitgewerkt.

- **Inpassen teensloot.** Als een teensloot door de dijkversterking wordt gedempt dan wordt hij in principe weer teruggebracht aan de binnenzijde van de nieuwe teen. Voor de watergang hanteren we in de verkenningsfase een strook van 5 m vanaf de teen. Als de huidige watergang breder is, hanteren we de huidige breedte. Impact op watersysteem en compenserende maatregelen worden in de planuitwerkingsfase nader uitgewerkt. Dan wordt ook conform legger / keur ontworpen en worden evt meekoppelkansen in het watersysteem beschouwd. Een nieuwe watergang moet minimaal voldoen aan de standaard afmetingen die hiervoor in de legger zijn opgenomen. Dat kan betekenen dat nieuwe watergang breder wordt dan de huidige watergang
- **Beheerstrook:**
 - **Buitenzijde.** Als de dijk aan de buitenzijde wordt versterkt houden we in het ruimtebeslag van de kansrijke alternatieven en het VKA in principe rekening met een beheerstrook van 4 m conform memo beleid beheerstroken (WSRL 2020b). Uitzonderingen treden op als bijvoorbeeld de rivier (schaardijk), overig water of woningen aan de buitenteen liggen. Deze uitzonderingen worden in het VKA of de planuitwerkingsfase ingepast en daar houden we rekening mee in de MER effectbeoordeling. De hoogteligging van de beheerstrook wordt in planuitwerkingsfase nader uitgewerkt. De hoogte is zodanig dat de beheerstrook gedurende het grootste deel van het jaar toegankelijk is voor beheer. De helling van de beheerstrook is 1:20 met een aansluiting naar maaiveld onder een helling van 1:3.
 - **Binnenzijde.** Waar de dijk aan de binnenzijde een veiligheidsopgave kent en met grond wordt versterkt, wordt ook aan de binnenzijde in principe een beheerstrook gerealiseerd. Deze wordt zo mogelijk geprojecteerd op de binnenberm² (direct onder het knikpunt met het boventalud) en heeft dan een breedte van 5m. Als er geen binnenberm is, wordt een beheerstrook van 4 m aan de teen van de dijk gerealiseerd. Uitzonderingen treden op als bijvoorbeeld woningen of watergangen aan de binnenteen liggen. Dan wordt er maatwerk geleverd. De belangen van de eigenaar/bewoner en het waterschap worden tegen elkaar afgewogen. Uitzonderingen worden in het VKA of de planuitwerkingsfase ingepast en daar houden we rekening mee in de MER effectbeoordeling.

4 Onzekerheden in dimensies

We hebben in de verkenningsfase van grof naar fijn gewerkt. Daarbij is het ontwerp van de dijkversterking steeds nauwkeuriger geworden. We weten nog exact niet hoe groot het ruimtebeslag van de dijkversterking wordt. We verwachten dat het uiteindelijke ruimtebeslag maximaal 1 meter groter tot 5 meter kleiner wordt dan in de VKA-tekeningen. Dit wordt in de

² NB. Bij de dijkversterking van KIS is overal een beheerstrook aangelegd aan de teen van de binnenberm, op basis van het toen vigerende beleid. Dat is inmiddels aangepast. Onder andere omdat zo mogelijk een betere mogelijkheid tot medegebruik van de berm ontstaat. Aandachtspunt is om dit in de communicatie naar buiten toe goed uit te leggen.

planuitwerkingsfase en realisatiefase verder uitgewerkt. Waar nodig worden aanvullende onderzoeken en berekeningen gedaan. Ook wordt het ontwerp verder ingepast in de omgeving. De locatie, type en dimensionering van constructies kan in de planuitwerking nog variëren. Daarnaast worden mitigerende en compenserende maatregelen en meekoppelkansen uitgewerkt. Deze zijn nog niet opgenomen in de VKA tekeningen.

Op maatwerklocaties is de bandbreedte in het ruimtebeslag groter, omdat hier combinaties van verschillende bouwstenen kunnen worden toegepast. Ook bij de in de kaart aangegeven aandachtspunten kan het ruimtebeslag meer afwijken, bijvoorbeeld omdat bij inpassing van een overgang blijkt dat deze geleidelijker moet plaatsvinden om beter aan te sluiten bij het landschap. Tot slot zijn er op twee plekken zoekgebieden aangegeven voor het dempen van sloten (dijkzone 1) en het verbreden van een binnenberm (dijkzone 9). Hierdoor kan het ruimtebeslag op die plekken ook sterker afwijken.

5 Bronvermelding

- WSRL 2017, Basisspecificatie Dijk, versie 1.0 dd 10 juli 2017
- WSRL 2019, Ontwerputgangspunten Primaire Waterkeringen 2019, Definitief V.06
- WSRL 2020a, Addendum Ruimtelijke kwaliteit Streefkerk, Ameide, Fort Everdingen, definitief, 17 december 2020
- WSRL 2020b. Memo beleid beheerstroken, Kenmerk: 2020016622/2020016621, Opsteller: Wierdy de Haan en Marike Olieman, Versie: 0.5, Datum: 26 januari 2020

Verantwoording

Titel	Uitgangspunten vormgeving dijk
Projectnummer	372970
Referentienummer	Referentienummer
Revisie	D1.0
Datum	10-9-2021
Auteur	Tom Raadgever
E-mailadres	Tom.raadgever@sweco.nl
Gecontroleerd door	Jos van Zuylen; Robbert Jongerius, Pieter Bode, Gerrit van Zwol
Goedgekeurd door	Nelle van Veen

Bijlage 7 Onderbouwing voorkeursalternatief in relatie tot de kaders voor ruimtelijk kwaliteit

Hieronder volgt een aanvullende onderbouwing van het gekozen voorkeursalternatief voor de dijkvakken van SAFE. Bij deze extra onderbouwing is gelet op de toekomstwaarden van de dijk zoals die is beschreven in het Ruimtelijk Kwaliteitskader Zuidelijke Lekdijken (WING) en het Addendum Ruimtelijke kwaliteit (Arcadis B.V.).

In het Addendum is per gebied aangegeven wat de leidende waarden zijn in het gebied langs de dijk en bij het betreffende dijkvak. Deze waarden geven aan hoe er zoveel mogelijk maatschappelijke meerwaarde kan worden verkregen bij het kiezen van een versterkingsvariant.

Inleiding

Deze memo is een aanvullende onderbouwing vanuit ruimtelijke kwaliteit van de concept voorkeursalternatieven (VKA's) voor de 10 dijkzones van de partiële dijkversterking Streefkerk Ameide Fort Everdingen (SAFE). De behoefte aan een aanvullende onderbouwing komt voort uit de zorg dat Ruimtelijke Kwaliteit in een partiële dijkversterking onvoldoende wordt meegenomen in de afweging om te komen tot het VKA.

Hieronder staat een overzicht van de kenmerken per deelgebied en hoe de gekozen VKA's passen binnen die kenmerken. Hierbij is naast de belevings- en gebruikswaarden ook gekeken naar de toekomstwaarden van de dijk. Het Ruimtelijk Kwaliteitskader Zuidelijke Lekdijken (WING) en het Addendum Ruimtelijke kwaliteit (Arcadis B.V.) dienen als basis voor deze onderbouwing.

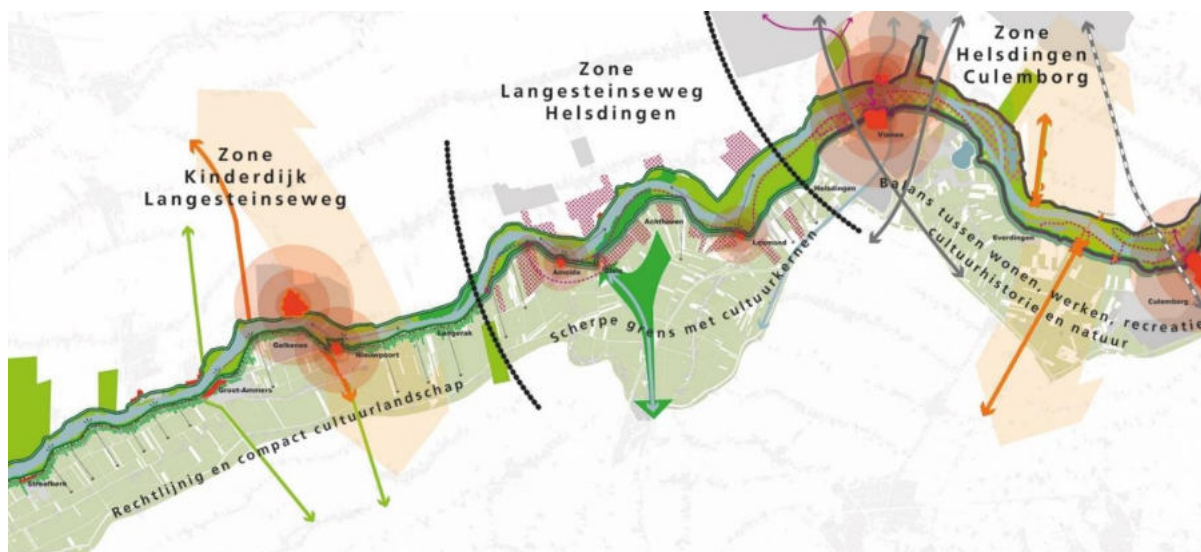
Extra aandacht in deze notitie heeft het VKA van dijkvak 11. De aangrenzende dijkvakken zijn hier in het verleden op verschillende wijzen versterkt, wat heeft geresulteerd in een 'plakbanddijk'. De uitgebreide analyse in deze memo brengt het effect van de drie kansrijke alternatieven op ruimtelijke kwaliteit in beeld, inclusief een concreet overzicht van voor- en nadelen.

Visie op ruimtelijke kwaliteit SAFE

Zonering in landschappelijke eenheden

Centraal in de visie in het Addendum Ruimtelijke Kwaliteit SAFE staat het ervaarbaar maken van de Lekdijk als een samenhangend geheel en het laten aansluiten van het ontwerp en gebruik van de dijk bij de ontstaansgeschiedenis en de specifieke kenmerken van deze plek. De Lek en Lekdijk vormen een grote lineaire openbare en toegankelijke ruimte in Het Groene Hart en de regio Utrecht. Met de verdere verstedelijkings- en de klimaatopgave in beeld wordt de dijkzone een recreatieve ruimte van nog meer mensen. Het gaat erom verleden, heden en toekomst en daarmee de cultuur van vroeger en die van nu en straks zinvol op elkaar te betrekken.

Landschappelijk is dit gebied op te delen in drie landschappelijke eenheden: van Fort Everdingen tot Helsdingen, van Helsdingen tot de Langesteinseweg en van de Langesteinseweg tot Kinderdijk. Die eenheden zijn het vertrekpunt voor de visie. Hieronder zijn voor elk van de eenheden de karakteristiek en de kernkwaliteiten benoemd (waarop ligt de 'focus') en wordt - al naar gelang de cultuurhistorische, natuurlijke, recreatieve en landschappelijke kwaliteiten en bijbehorende kansen- een 'leidende waarde' benoemd.



Visiekaart Zuidelijke Lekdijken – bron: Addendum Ruimtelijke kwaliteit Streefkerk – Ameide – Fort Everdingen 2020

Leidende waarden

In het integrale ontwerp- en zeefproces komt naar voren dat meerdere alternatieven kunnen worden toegepast om de waterveiligheidsopgave op te lossen. Deze alternatieven kunnen qua uitvoering dicht bij elkaar liggen, maar ook enorm verschillen. Sommige scoren goed op natuur en anderen op cultuurhistorie of woon- en werkmilieu. Om hierin een gefundeerde keuze te maken, zijn per landschappelijke eenheid de leidende waarden aangegeven.

Leidende waarden geven aan waar specifiek op een bepaalde plek de nadruk in het ontwerp en de afweging op moet worden gelegd. Deze waarden zijn gebaseerd op de landschappelijke analyse in het addendum Ruimtelijke Kwaliteit SAFE 2020 en de beschreven kwaliteiten in het Ruimtelijk Kwaliteitskader Zuidelijk Lekdijken 2020. De dijkversterkingsmaatregelen (inclusief materiaalgebruik) moeten zo worden ontworpen dat ze de leidende waarde maximaal tot uitdrukking brengen. Bij de beoordeling van ruimtelijke kwaliteit en bij de ruimtelijke inpassing is prioriteit gegeven aan de leidende waarden in een specifiek dijkvak.

Zone Hellsdingen – Culemborg

Motto: Balans tussen wonen, werken, cultuurhistorie en natuur

Ontwerp de Lekdijk als een continue structuur en als 'luwe' tegenhanger van de vele kruisende structuren. De Lekdijk is een landschappelijke drager van een verzameling sterke historische ensembles. In deze landschappelijke eenheid gaat het om de balans en verwevenheid tussen de thema's wonen, werken, recreatie, natuur en cultuurhistorie. Natuur wordt gecombineerd met wandelen, bijzondere cultuurhistorische plekken zijn fijne verblijfsplekken met een bijzondere natuurbeleving voor de recreant. De dijk blijft een fijne landelijke woonomgeving.

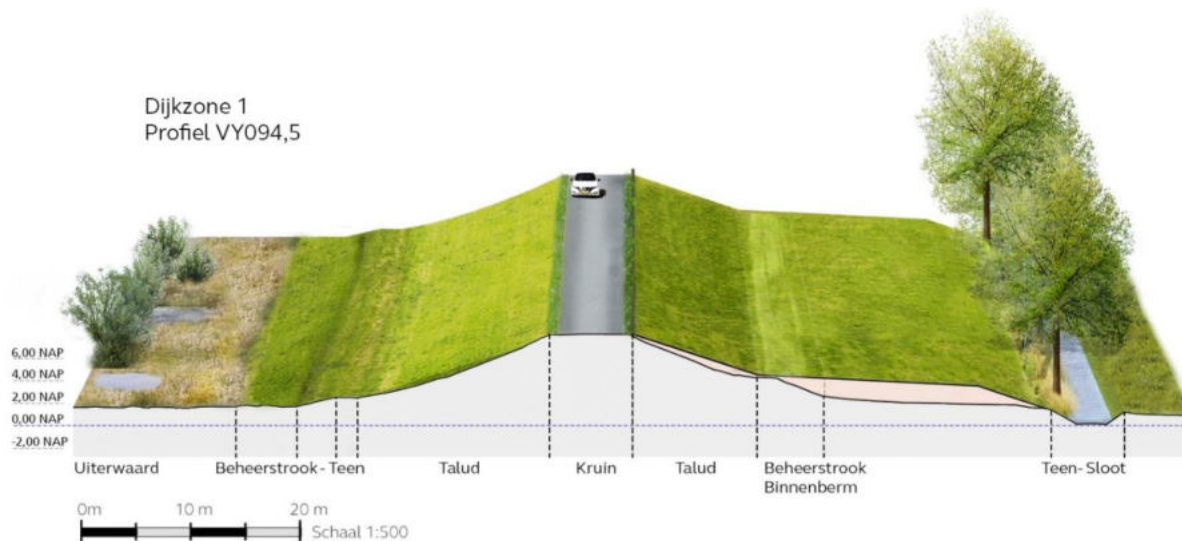
Kenmerkend dijkprofielen: Dijk met steunberm binnendijs en af en toe een compacte vierkante dijk.

Dijkzone 1: Fort Everdingen - Onderbouwing keuze voorkeursalternatief.

Voorkeursalternatief: steunberm

Keuze behoudt de balans op deze locatie. De natuur buitendijks, het verloop van de dijk en het bijzondere woonmilieu binnendijks blijven hier behouden. De steunberm past bij het kenmerkende profiel in deze zone. Binnendijks is er voldoende ruimte om de steunberm te verlengen en de steunberm kan op logische plekken beëindigd worden.

Het alternatief met de asverschuiving leidde tot het deels dempen van de doorbraakkolk, verlies van waardevol natuurareaal en een verschuiving van de dijkas in het verlengde van de entree van Fort Everdingen. De balans tussen natuur, wonen en cultuurhistorie die momenteel aanwezig is, zou in deze alternatief negatief worden beïnvloed.



Impressie VKA dijkzone 1

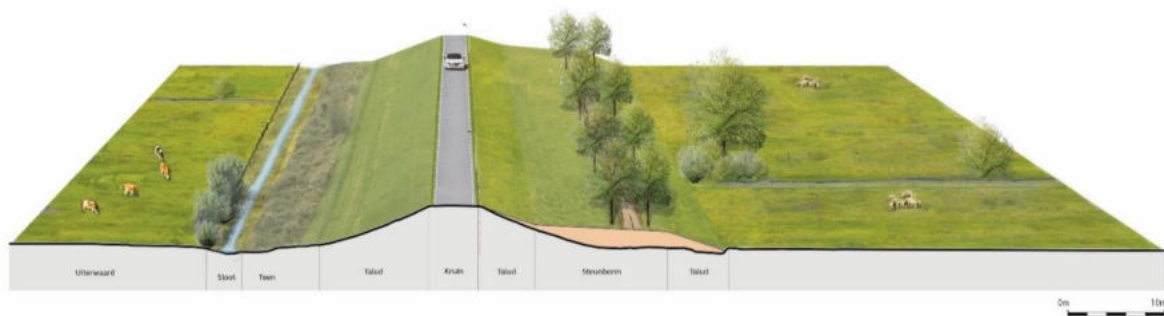
Dijkzone 2: Vianen-Oost

Voorkeursalternatief: constructieve oplossing (oost) en verbrede binnenberm (west)

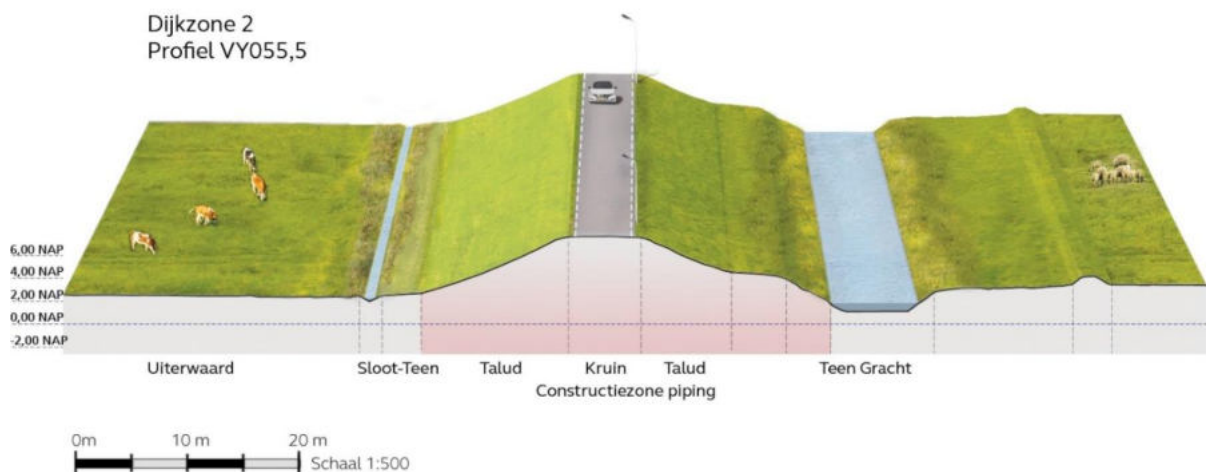
De dijk bij Vianen is onderdeel van de historische stadsgracht en kruist twee middeleeuwse stadsentree's. De dijk is hier onderdeel van het historische ensemble van dijk, stadsgracht, stadsmuur en binnenstad. Aan de voet van de dijk ligt de stadsgracht heel herkenbaar in beeld. Ook ten westen van de binnenstad ligt aan de voet van de dijk een middeleeuws laantje (Jufferslaantje) met monumentale bomen.

Op deze plek ligt het accent vooral op de dijk als onderdeel van een cultuurhistorisch geheel. Deze wordt bepaald door de huidige as van de dijk die in het verlengde van de stadspoort ligt, de stadspoort met monumentale bomen en de aansluiting op de Singellaan en het Jufferslaantje die de stadspoort verbindt met het landgoed Amaliastein. De as van de dijk is hierbij een dominante cultuurhistorische waarde en ook qua belevingswaarde het meest belangrijk.

Het voorkeursalternatief in de oostelijke dijkvakken (binnenberm) zorgt ervoor dat de samenhang van de elementen zoveel mogelijk behouden blijft. De as van de dijk in het verlengde van de stadspoort blijft behouden. Wel raakt de steunberm het Jufferslaantje. Veel bomen aan dit laantje zijn al verdwenen en/of vervangen voor kleine boomsoorten. De versterking met steunberm biedt een kans om dit laantje weer terug te brengen op de steunberm. Dit wordt verder onderzocht in de planuitwerkingsfase.



Impressie VKA dijkzone 2 Vianen-Oost t.p.v. VY054.



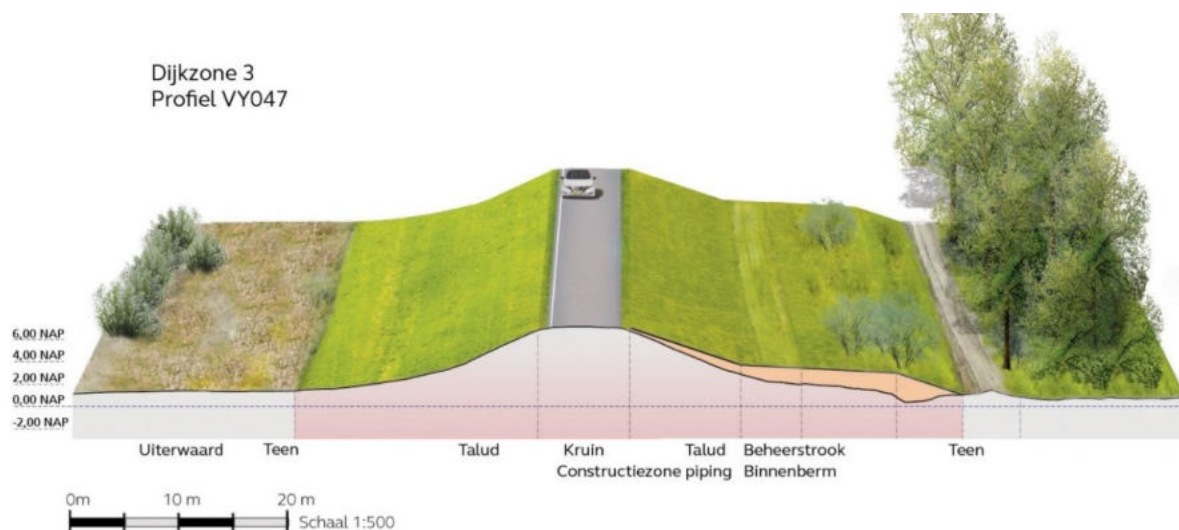
Impressie VKA dijkzone 2 Vianen-Oost t.p.v. VY055,5.

Dijkzone 3: Vianen-West

Voorkeursalternatief: Binnenberm i.c.m. verticale piping voorziening

In Vianen-West is er ook balans tussen wonen, werken, recreatie, natuur en cultuurhistorie. Alle alternatieven hadden een negatieve impact op de ruimtelijk-visuele waarden van het landschap en aantasting van cultuurhistorische waarde bij Amaliastein. Daarbij hadden alle alternatieven ook dezelfde kansen voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. Zo liggen er kansen om op- of langs de dijk wandelpaden te maken die aansluiten op de woonwijk.

Aan de voet van de dijk bij het Viaanse Bos liggen historische structuren van een kwelkade, kwelsloot en grienden. Deze structuren dienen niet aangetast te worden. In het ontwerp is de kwelsloot als grens voor de dijkversterking gemarkeerd. In eerste instantie overlapte de steunberm deze sloot op twee plekken. Deze plekken zijn als maatwerklocaties aangeduid en worden in de planuitwerking nader gedetailleerd.



Impressie VKA dijkzone 3 Vianen-West t.p.v. VY047.

Visie Helsdingen – Langesteinseweg:

Scherpe grens met cultuurnukern.

De dijk is hier een scherpe grens tussen natuurlijke uiterwaarden en het agrarische achterland met rechtlijnige fruitgaarden en graslanden. Dit contrast wordt in het ontwerp versterkt met bloemrijke taluds buitendijks, versterking van de natuurwaarden buitendijks en met functionele steunbermen en taluds binnendijks.

De landelijke dijk wordt afgewisseld door kernn met een rijk historisch verleden zoals Lexmond, Sluis, Ameide en Nieuwpoort. De contrasten tussen stad en land worden in dit gebied verder versterkt. Dit kan door de eenduidige inrichting van de dijkweg met grijze fietsstroken in het landelijke gebied en een afwijkende verharding bij de cultuurnukern. Ook kan het contrast worden vergroot met herkenbaar en eenduidig landelijk meubilair en sobere verlichting in het buitengebied. De cultuurnukern worden ingericht als recreatieve knooppunten met bijbehorende activiteiten en voorzieningen.

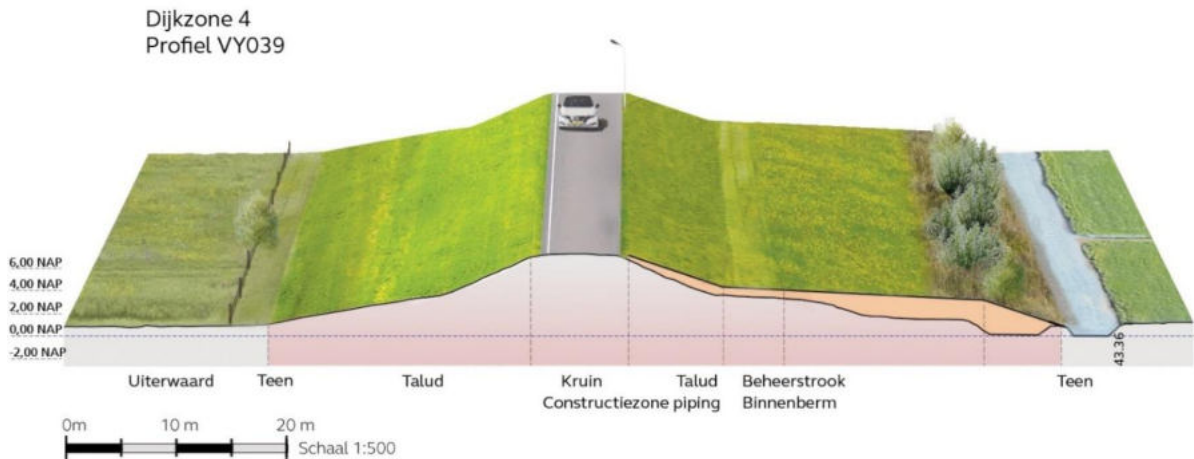
Kenmerkend dijkprofielen: Dijk met steunberm binnendijks en af en toe een compacte vierkante dijk.

Dijkzone 4: Helsdingen

Voorkeursalternatief: Stabiliteitsberm binnenzijde + verticale waterdoorlatende piping-voorziening

De dijk bij Helsdingen is vooral een scherpe grens tussen het agrarisch binnendijks gebied en de 'natuurlijke' uiterwaarden. Aan de voet van de dijk bevindt zich al bijzondere natte natuur door afgetichelde klei. Het contrast tussen natuur buiten en landbouw binnen wordt vergroot met het gekozen voorkeursalternatief. De steunberm biedt ruimte om fruitgaarden op aan te planten of om als hooiland te worden gebruikt.

De steunberm eindigt in het westen logisch op een dijkopgang. Ten oosten moet de steunberm logisch worden ingepast.



Impressie VKA dijkzone 4 Helsdingen t.p.v. VY039.

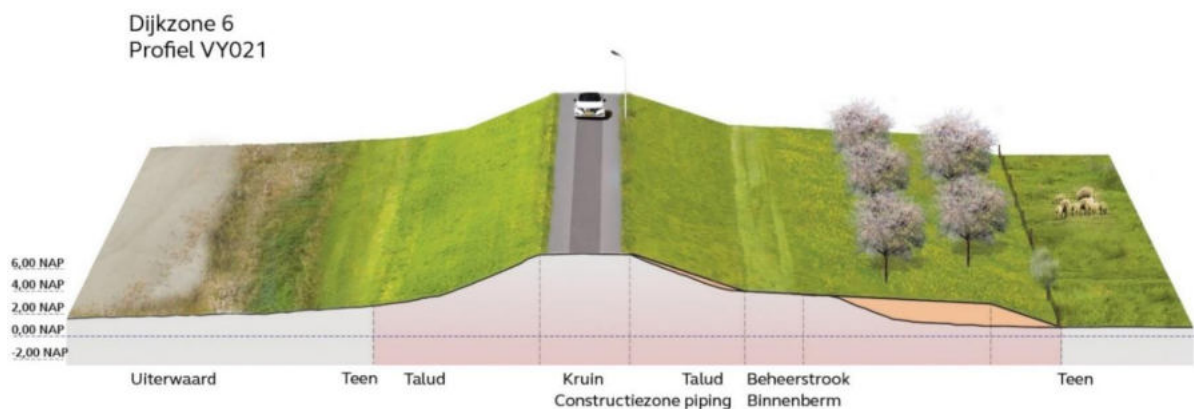
Dijkzone 6: Achthoven-Oost

Voorkeursalternatief: Stabiliteitsberm binnenzijde met verticale waterdoorlatende constructie (zuid-oostzijde) + gecombineerde stabiliteits- en pipingconstructie (noord-westzijde)

De dijk bij Achthoven-Oost vormt ook een scherpe grens tussen bijzondere natuur buitendijks en cultuurland binnendijks. Binnendijks is er ruimte om de steunberm te verlengen. Daarmee ontstaat de mogelijkheid om de kenmerkende fruitgaarden tot aan de dijk door te trekken door fruitbomen op de berm te planten.

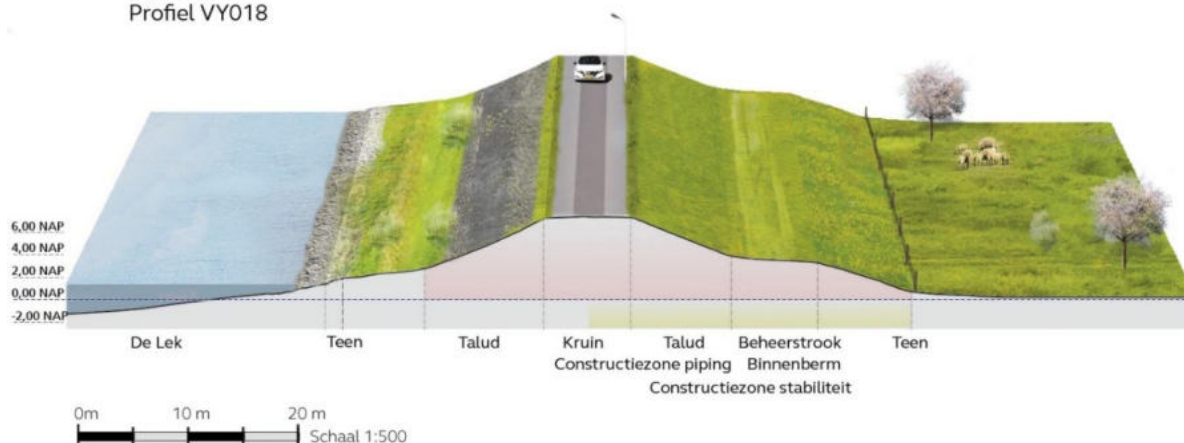
De steunberm verloopt op logische wijze in een dijkopgang ten oosten van het dijkvak. De steunberm krijgt hier ongeveer dezelfde lengte als de steunberm in het aangrenzende dijkvak. Centraal in het gebied versmalt de steunberm om de woningen en het bedrijventerrein te behouden. Hier was geen landschappelijk aanleiding om de steunberm te beëindigen. Daarom is hier gekozen voor het geleidelijk versmallen conform de ruimtelijke kwaliteitseisen uit het kader.

In het noordelijke deel van het dijkvak is gekozen voor een constructieve versterking om de beeldbepalende fruitbomen en monumentale boerderijen hier te behouden.



Impressie VKA dijkzone 6 Achthoven-oost t.p.v. VY021.

Dijkzone 6
Profiel VY018



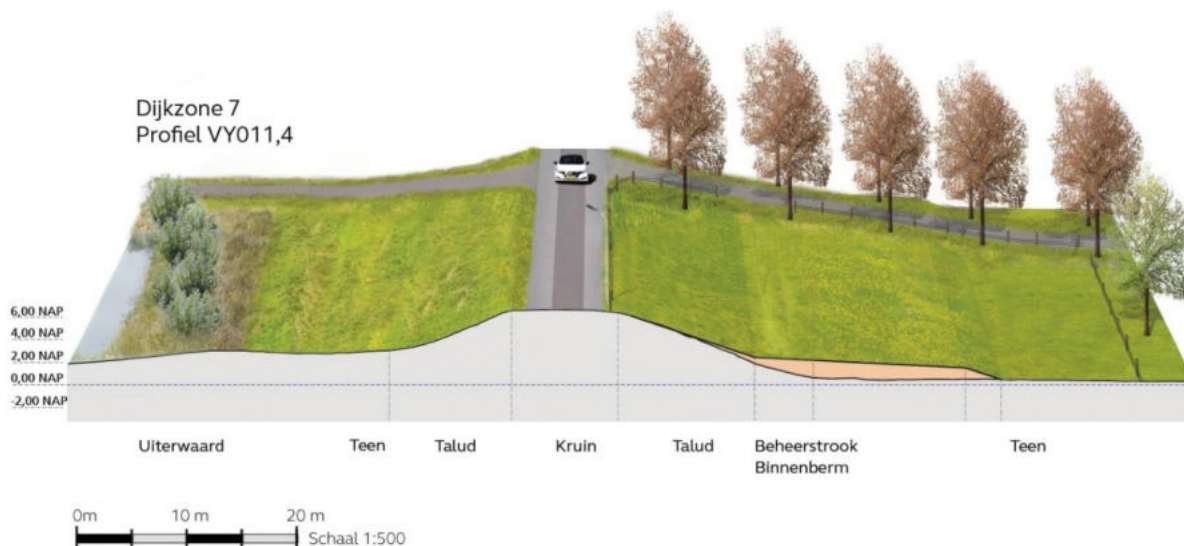
Impressie VKA dijkzone 6 Achthoven-oost t.p.v. VY018.

Dijkzone 7: Achthoven-West

Voorkeursalternatief: Stabiliteitsberm binnenzijde + verticale waterdoorlatende piping-voorziening

De dijk bij Achthoven-Oost vormt ook een scherpe grens tussen bijzondere natuur buitendijks en cultuurland binnendijks. Binnendijks is er ruimte om de steunberm te verlengen. Daarmee ontstaat de mogelijkheid om de kenmerkende fruitgaarden tot aan de dijk door te trekken door fruitbomen op de berm te planten. De scherpe grens tussen natuur en cultuur wordt hiermee visueel versterkt.

De steunberm verloopt op logische wijze in een dijkopgang ten oosten en ten westen van het dijkvak. Aandachtspunt zijn de monumentale boerderijen waar aan weerszijden de steunberm wordt verbreed. Deze zijn als maatwerklocaties aangegeven.

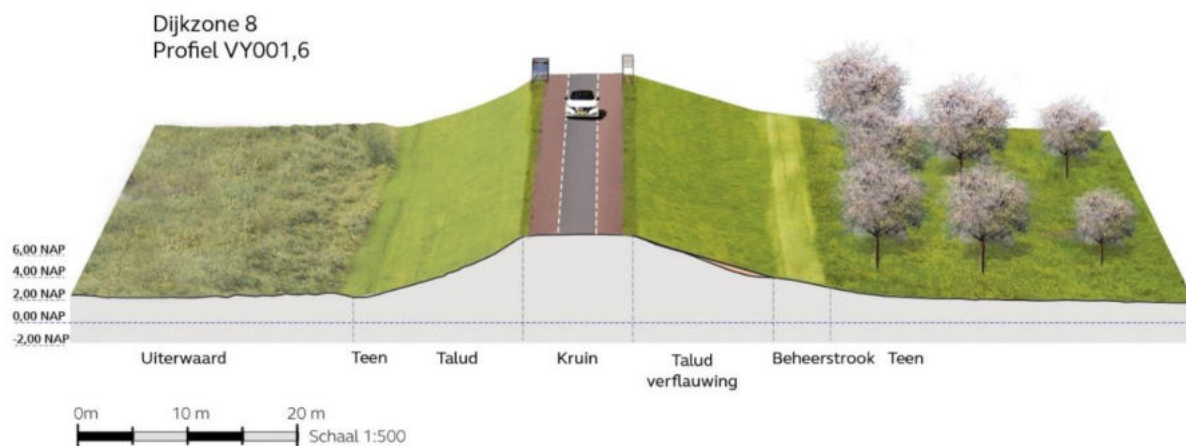


Impressie VKA dijkzone 7 Achthoven-West t.p.v. VY011,4.

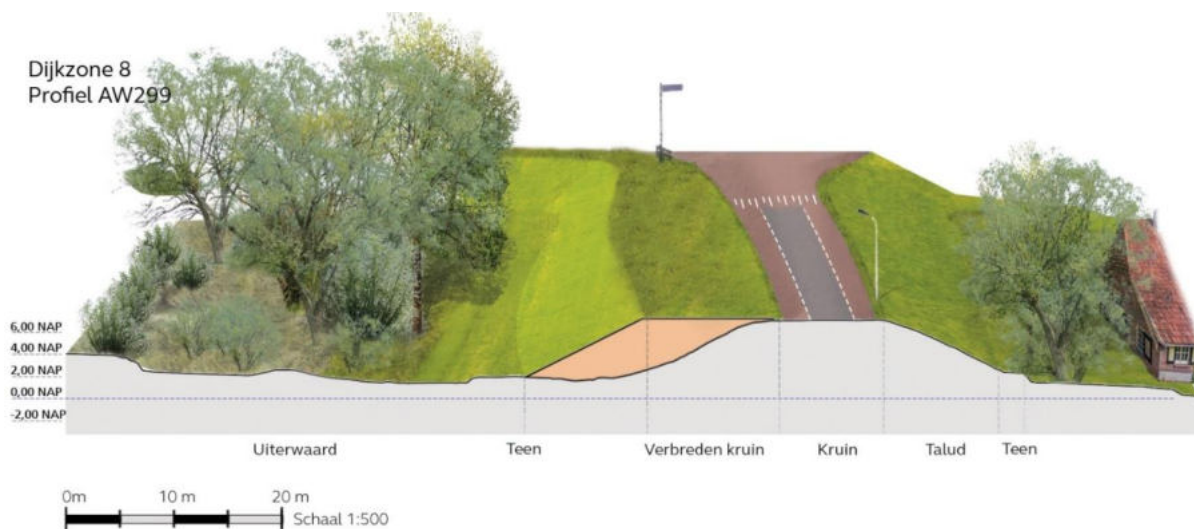
Dijkzone 8: Sluis

Voorkeursalternatief: Asverschuiving buitenwaarts (dijkvak 46) + taludverflauwing binnentalud (dijkvak 44)

Sluis is een van de cultuurnukernen in deze landschappelijk zone. Karakteristiek aan het dorp is de S-bocht, de kruising tussen waterstructuren, monumentale woningen en bijzondere natuur. Vanuit het oogpunt van ruimtelijke kwaliteit is het concept voorkeursalternatief negatief beoordeeld. Het gaat hier alleen over de versterking ter hoogte van AW299. De dijkverbreding zorgt voor een verstoring van de beleving van de zuidelijke entree van het dorp. Ook is er geen directe maatschappelijke meerwaarde in dit alternatief aan te wijzen.



Impressie VKA dijkzone 8 Sluis t.p.v. VY001,6.



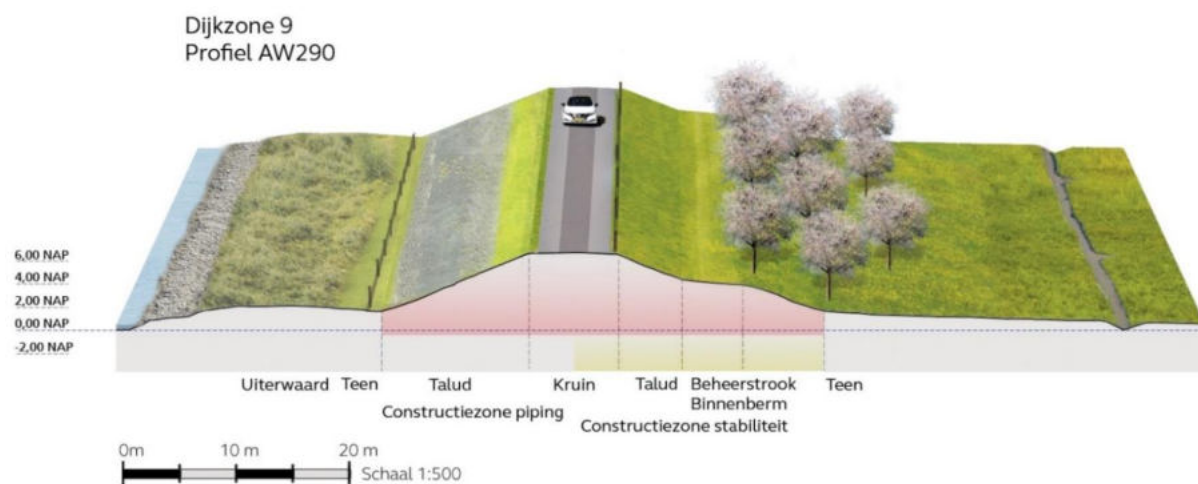
Impressie VKA dijkzone 8 Sluis t.p.v. AW299.

Dijkzone 9: Tienhoven

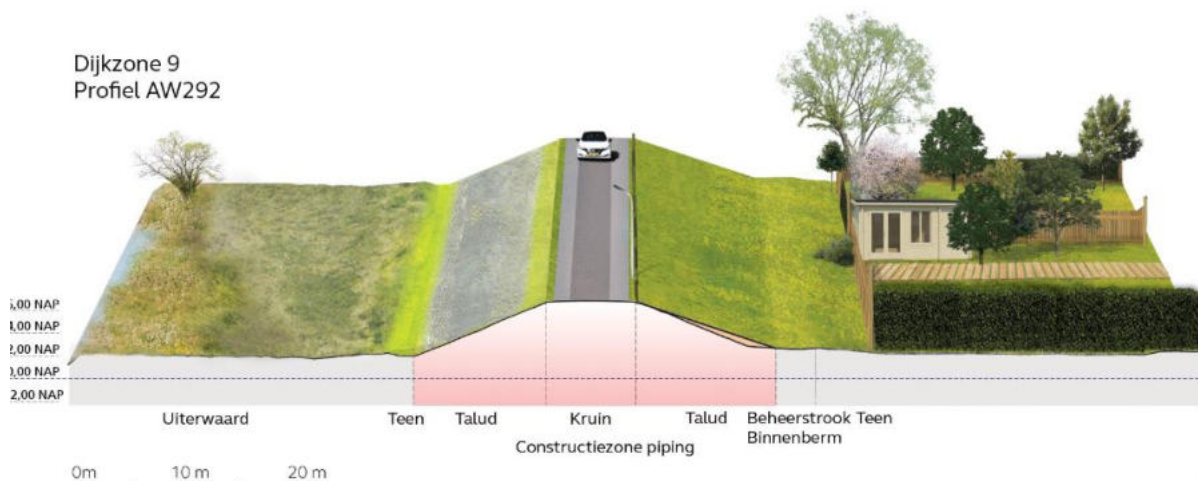
Voorkeursalternatief: Stabiliteitsconstructie + piping /heavescherm + taludverflauwing binnentalud (dv 49)

Tienhoven kan ook gezien worden als een scherpe grens tussen cultuurnukernen Ameide en Tienhoven. Het dijkvak ligt op de grens van een scharende dijk met een smalle strook natuur aan de voet en fruitgaarden met de restanten van een historisch landgoed binnendijs. Op en aan de dijk staan veel monumentale bomen en kenmerkende fruitgaarden. Met de keuze voor dit voorkeursalternatief is de kans dat deze elementen behouden blijven groter dan bij een stabiliteitsberm.

Beide kansrijke alternatieven bieden weinig kansen voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. Om die reden is gekozen voor zoveel mogelijk behoud van de bestaande elementen.



Impressie VKA dijkzone 9 Tienhoven t.p.v. AW290.



Impressie VKA dijkzone 9 Tienhoven t.p.v. AW292.

Visie Langesteinseweg - Streefkerk

Rechthoekig en compact cultuurlandschap.

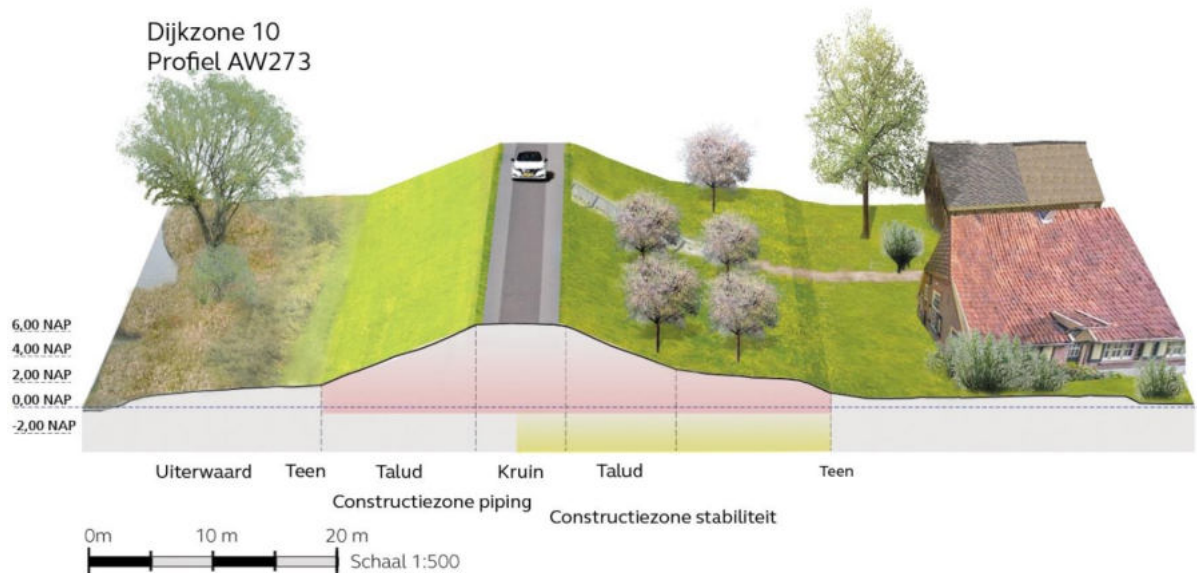
De dijk wordt ontworpen als een zeer compacte scherpe grens tussen de rivier en het binnendijkse veenweidelandschap. De rivier schaaft hier en de oude boerderijen staan tot dicht aan en in de dijk. De compactheid is terug te zien in de vorm van de dijk, met de tuimelkade en smalle hoge steunberm. De besloten ruimte tussen de tuimelkade en de bebouwing op de hoge steunberm met voortuinen tot aan de kruin wordt zoveel mogelijk gehandhaafd. Af en toe is er een doorkijk naar het lege achterland en op de 'kapen' zijn verblijfsplekken met panoramisch uitzicht. De nadruk ligt hier op het nuchtere woon- en werklandschap waar in de weekenden veel wordt gerecreëerd.

Kenmerkend dijkprofielen: Dijk met tuimelkade, dijk met steunberm binnendijks en een compacte vierkante dijk.

Dijkzone 10: Langerak

Voorkeursalternatief: Stabiliteitsconstructie + piping/heavescherm

In Langerak is er weinig ruimte door de schaaftdijk en het dichtbebouwde lint met veel monumentale woningen. Door dit compacte profiel is er weinig ruimte om grondoplossingen toe te passen zonder grote schade aan te richten aan de bestaande waarden. Hierdoor is de constructie als enige kansrijke alternatief overgebleven.



Impressie VKA dijkzone 10 Langerak t.p.v. AW273.

Dijkzone 11: Veer- Bergstoep

Voorkeursalternatief: Buitenwaartse asverschuiving met kruinverhoging en afgraven huidige dijk (dijkvak 81, 82 en 86) + verhoging tuimelkade (dijkvak 85) + stabiliteitsconstructie (klein deel dijkvak 86).

In deze dijkzone is er een duidelijke tegenstrijdigheid tussen de hoge cultuurhistorische waarden (compact profiel met tuimelkade, woningen dicht aan de dijk en schaaftdijk met smalle natuurlijke

uiterwaarden) en de hoge stedelijke en recreatieve druk op de dijk. De dijk wordt gebruikt door de vele bedrijven, recreanten en bewoners.

De dijk tussen Kinderdijk en de veer bij Schoonhoven is op verschillende stukken los van elkaar ontwikkeld. Hier zijn ook vele verschillende oplossingen gehanteerd, waardoor er een 'plakbanddijk' is ontstaan. Om meer eenheid te krijgen in het gebied is onderzocht welke typen versterking er in het verleden op een groter geheel hebben plaatsgevonden.

Bij aangrenzende dijkvakken is in soortgelijke gevallen de keuze gemaakt om een asverplaatsing buitendijks met een brede lage berm toe te passen. Op de kruin is in dat geval de dijkweg teruggebracht en een aparte smallere ontsluitingsweg op de lage steunberm bij de huizen. Bewoners hebben aangegeven dat deze nieuwe situatie tegemoet komt aan de drukte die op de dijk is ontstaan. Echter, uit recent verkeersonderzoek blijken er geen verkeersproblemen zijn in dit deelgebied.

Er zijn drie kansrijke alternatieven uitgewerkt voor dijkzone 11: een constructieve versterking met behoud van bestaande waarden en twee varianten van een buitenwaartse asverschuiving. Die varianten verschillen voor de dijk in dijkvak 81-82. Daar was eerst een alternatief met een verbreding van de tuimelkade uitgewerkt, waardoor de huidige kruin kon blijven bestaan, maar er wel een zeer brede dijk ontstaat die niet past in het rivierenlandschap. Daarom is ook een extra alternatief toegevoegd waarbij (in dijkvak 81-82, net als in dijkvak 86) de bestaande dijk bij de asverschuiving wordt afgegraven. Dit overzicht richt zich op het beleid over de thema's ruimtelijke kwaliteit en verkeer dat betrekking heeft op de dijkversterking in een bredere context. Dit beleid is opgesomd aan het einde van deze paragraaf. Per thema zijn de onderbouwingen en dilemma's opgeschreven ten aanzien van de kansrijke alternatieven.

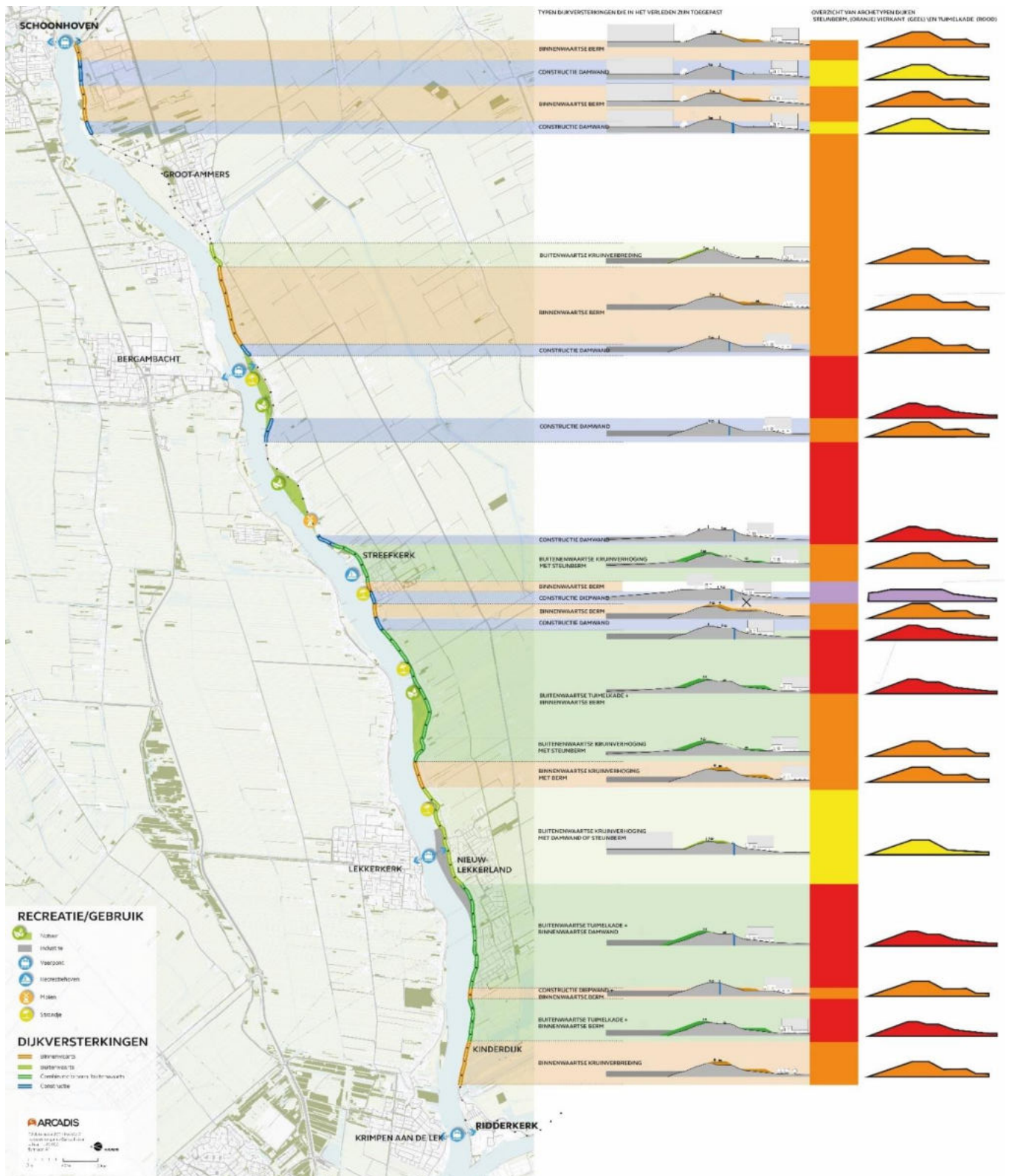
Overzicht dijkversterkingen Schoonhovense Veer – Kinderdijk.

Op verzoek van de Provincie Zuid-Holland is er een analyse gedaan naar de dijkversterkingen die in het verleden hebben plaatsgevonden. Hiermee worden de kansrijke alternatieven in een bredere context geplaatst.

Het overzicht hieronder toont de gekozen versterkingsvarianten (rij met profielen) en op welke tracés ze zijn toegepast. De tweede rij en de streepjescode laten zien welke dijkarchetypen zich nu langs de dijk bevinden.

Hieruit maken we het volgende op voor dijkzone 11:

- Dijkzone 11 ligt op het knikpunt van dijkarchetype 'dijk met steunberm' en 'tuimelkadedijk' waarbij oostelijk vooral de steunberm en westelijk vooral de tuimelkade wordt toegepast;
- Westelijk van dijkzone 11 is in het verleden over het algemeen gekozen voor een buitenwaartse asverplaatsing. Dit heeft geleid tot een mix van archetypen: dijk met steunberm, tuimelkadedijk en vierkante dijk.
- Oostelijk van dijkzone 11 is vooral gekozen voor het aanleggen of verhogen van een steunberm binnendijks of een damwand.
- Damwanden worden uitsluitend op korte dijktracés toegepast, bij wijze van uitzondering;
- Bij het natuurgebied tussen Streefkerk en Nieuw-Lekkerland is een verbreding en verhoging van de tuimelkade toegepast;
- Ter hoogte van de kapen ligt de weg altijd weer op de kruin van de dijk en ontstaat er panoramisch uitzicht.
- Over het algemeen is de dijk door de versterkingen in het verleden al een 'lappendeken' van archetypen geworden.



Alternatief 11.1: Brede dijk – Buitenwaartse verhoging en verbreding tuimelkade in dijkvak 81-82, + verhoging tuimelkade in dijkvak 85 + buitenwaartse asverschuiving met kruinverhoging en deels afgraven huidige dijk (inclusief kruin en weg) bij dijkvak 86.

Bij de keuze voor dit alternatief zullen in de overzichtskaart de dijkvakken van dijkzone 11 paars kleuren. De dijk is in deze vorm niet aanwezig op dit traject door de breedte van de tuimelkade.

Voordelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- Behoud van oude dijklichaam met dijkwoningen, opgangen, erfbepanting etc. bij dijkvak 82
- Er ontstaat ruimte (vernieuwing) om verkeerstromen te scheiden. Dit is niet onwenselijk vanuit het ruimtelijk perspectief Zuid-Holland, maar wel een advies van de Provinciaal Adviseur Ruimtelijke kwaliteit (PARK). In deze variant is de tweewegenstructuur (dubbele rijweg of vrijliggend fiets- en voetpad) niet meegenomen;
- Tuimelkade is een buffer tussen bijzondere natuurwaarden en verkeer;
- Er ontstaat ruimte voor functies op de brede tuimelkade.

Nadelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- Bij een dijkweg op de huidige locatie zal door de verbreding van de tuimelkade de rivier en het rivierenlandschap niet goed beleefbaar zijn.
- Enkele woningen sluiten nu met voordeel aan op hoge dijk, maar die wordt afgegraven. Dit kan gek ogen en vraagt om maatwerkoplossingen (dijkvak 86)
- Negatieve impact op bestaande ruimtelijke kwaliteiten, waaronder een karakteristieke dijkvorm die door dijkversterkingen verdwijnt. Kenmerkende compacte dijkprofiel verdwijnt door verbreding van de tuimelkade in dijkvak 82 en afgraving van de bestaande dijk in dijkvak 86;
- Landschappelijk waardevolle bomen buitendijks worden geraakt.
- Sluit niet aan op het provinciaal beleid: beschermingscategorie 2: ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden zijn mogelijk, maar met inachtneming van het instandhouden van de specifieke waarden en minimale invloed op aangrenzend NNN gebied;
- Opgangen van woningen blijven steil en onoverzichtelijk. Dit is gelijk aan de bestaande situatie.

Alternatief 11.2: Behoud van bestaande kwaliteiten – Gecombineerde stabliteits- en pipingconstructie, + verhoging tuimelkade (dijkvak 85)

Bij de keuze voor dit alternatief zullen in de overzichtskaart de dijkvakken van dijkzone 11 rood blijven. Het behoud van de huidige dijk zorgt voor meer afwisseling in typen dijkprofielen en behoud van bestaande kwaliteiten.

Voordelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- Behoud van bestaande ruimtelijke kwaliteiten, waaronder een karakteristieke dijkvorm die door eerdere dijkversterkingen al langzaam verdwijnt en daarmee unieker wordt.
- Sluit het beste aan bij het provinciaal beleid: beschermingscategorie 2: ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden zijn mogelijk, maar met inachtneming van het in stand houden van de specifieke waarden en minimale invloed op aangrenzend NNN gebied.
- Verkeer is geen opgave, dus hier hoeft geen extra ruimte voor gemaakt te worden. Smalle dijk is recreatief aantrekkelijk.
- Tuimelkade is een mooie buffer tussen bijzondere natuurwaarden en verkeer.

Nadelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- Advies van de Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit (PARK) geeft aan dat Lekdijk als recreatieve ontsluiting dient i.r.t. overige verkeersproblematiek. Scheiding van wandel- en fietsverkeer van gemotoriseerd verkeer lijkt wenselijk. Dit wordt in de planuitwerkingsfase ook verder onderzocht als meekoppelkans. Het constructieve alternatief biedt geen extra ruimte hier voor.
- Mogelijk moeten erfbomen wijken voor plaatsing constructie.
- Er zit geen vernieuwing of ontwikkeling in deze variant.
- Opgangen van woningen blijven steil en onoverzichtelijk. Dit is gelijk aan de bestaande situatie.



Impressie VKA alternatief 2- dijkzone 11

Alternatief 11.3: Ruimte voor ontwikkeling –Asverschuiving buitenwaarts + afgraving van bestaande dijk tot lage steunberm + verhoging tuimelkade (dijkvak 85).

Bij de keuze voor dit alternatief zullen in de overzichtskaart de dijkvakken van dijkzone 11 oranje kleuren. De dijk met lage steunberm wordt daarmee het dominante beeld in langs dit traject.

Voordelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- De dijk met lage steunberm is momenteel over het grootste deel van deze dijk tussen Schoonhovense Veer en Kinderdijk aanwezig. Het geeft meer eenheid aan de totale dijk en vermindert het 'plakbanddijk' effect.
- Er ontstaat ruimte (vernieuwing) om verkeerstromen te scheiden. Dit is niet onwenselijk vanuit het ruimtelijk perspectief Zuid-Holland, maar wel een advies van de Provinciaal Adviseur Ruimtelijke kwaliteit (PARK). In deze variant is de tweewegenstructuur (dubbele rijweg of vrijliggend fiets- en voetpad) niet meegenomen;
- Gevaarlijke steile opgangen van woningen verdwijnen. Aansluiting op de dijkweg wordt in PU-fase nader uitgewerkt.
- De rivieren en het rivierenlandschap wordt goed beleefbaar vanaf de dijkweg op de kruin.

'Nadelen voor ruimtelijke kwaliteit en verkeer:

- Dijkweg en mogelijk apart fietspad (wordt onderzocht als meekoppelkans) op de nieuwe kruin leidt tot meer overlast voor natuur in buitendijks NNN-gebied;
- Negatieve impact op bestaande ruimtelijke kwaliteiten, waaronder een karakteristieke dijkvorm die door dijkversterkingen verdwijnt. Kenmerkende compacte dijkprofiel verdwijnt door afgraving van de bestaande dijk.
- Landschappelijk waardevolle bomen worden geraakt.
- Sluit niet aan op het provinciaal beleid: beschermingscategorie 2: ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden zijn mogelijk, maar met inachtneming van het instandhouden van de specifieke waarden en minimale invloed op aangrenzend NNN-gebied;
- Enkele woningen sluiten nu met voordeel aan op hoge dijk, maar die wordt afgegraven. Dit kan gek ogen en vraagt om maatwerkoplossingen.



Impressie VKA alternatief 11.3- t.h.v. AW206

Relevante beleidsadviezen ruimtelijke kwaliteit als input voor variantenafweging dijkzone 11:

In provinciale verordening van Provincie Zuid-Holland is een beschermingszone werk (beschermingscategorie 1/2/3) opgenomen voor ruimtelijke kwaliteit en natuur.

Beschermingscategorie 1: gebieden met topkwaliteit

Ruimtelijke ontwikkelingen zijn in beginsel alleen mogelijk voor zover ze bijdragen aan het behoud of de ontwikkeling van specifieke waarden

Beschermingscategorie 2: gebieden met bijzondere kwaliteit

Ruimtelijke ontwikkelingen in deze gebieden zijn mogelijk, maar met inachtneming van het instandhouden van de specifieke waarden.

In dijkzone 11 geldt het volgende:

- Natuur: beschermingscategorie 1 door de aanwezigheid van NNN gebied.

- Ruimtelijke kwaliteit: beschermingscategorie 2: nee tenzij, principe

PARK advies: Breder dan de dijken (zes leidende principes)

1. De waterveiligheid van de dijk is uitgangspunt
2. De dijken vormen een landschappelijk raamwerk van betekenis
3. Het raamwerk bestaat uit diverse dijktypen met eigen kwaliteit
4. De dijk is meervoudig en van ons allemaal
5. Ook het detail doet ertoe
6. Vernieuwing met kwaliteit krijgt een kans

In de regionale aandachtgebiedenkaart staat de Lekdijk aangegeven als: Zuidelijke Lekdijk als recreatieve ontsluiting i.r.t. overige verkeersproblematiek.

PARK advies

Maak de zes leidende principes uit het perspectief tot richtpunt in het Omgevingsbeleid, de principes geven een evenwichtige richtlijn voor de omgang met onze dijken bij de noodzakelijke en voortgaande verbouwing:

- Zet de dijken op de Kwaliteitskaart, de kaart vormt een handreiking ‘wat bij elkaar hoort en wat in samenhang beschouwd moet worden’;
- Stel het Ruimtelijk Perspectief Dijken vast als thematisch gebiedsprofiel, het geeft een belangrijke typering en vult aan voor het stedelijk gebied;
- Beschouw de opgave voor de dijken ontwikkelingsgericht, zoek naar vernieuwing maar interpreteer en refereer tegelijk aan bestaande karakteristieken en elementen van de dijk;
- Neem als provincie een actieve rol in het planproces van de dijkverbeteringen, zie de dijkverbetering als een integrale opgave, benader de opgave gebiedsgericht waardoor er een bredere RO opgave aan bod is;
- Verken met betrokken partners de aangegeven aandachtsgebieden, deze gebieden zijn in het Ruimtelijk Perspectief Dijken opgenomen omdat hier belangrijke combinaties van ruimtelijke opgaven spelen.

Relevante beleidsadviezen wegenstructuren als input voor variantenafweging dijkzone 11:

In het Ruimtelijk perspectief Dijken Provincie Zuid-Holland 2018, staat het volgende aangegeven: Een tweewegenstructuur is niet wenselijk vanuit het ruimtelijk perspectief Zuid-Holland. Dit wordt nu gehanteerd als uitgangspunt in het VKA.

(<https://www.pazh.nl/artikel+en+onderzoek/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1458766>)

Onderbouwing: Bij een te hoge verkeersdruk kan tijdelijke toegankelijkheid of eenrichtingsverkeer de gebruiksmogelijkheden vergroten en overlast voorkomen. Voorkom parallelstructuren op de dijk, maar benut in de ruimere omgeving de achterliggende verkeersstructuur om de dijk te ontlasten.

Dilemma's die hierbij ontstaan:

- Er ligt geen heldere verkeersvisie met een oplossing om de dijk te ontlasten.
- Bij een asverplaatsing en afgraving van de steunberm moet er oplossing komen om de woningen te ontsluiten. Voor de continuïteit van het dijkprofiel en de beleving van het rivierenlandschap is het gewenst om een dijkweg op de kruin te leggen. Er is een optie om een reeks van opgangen naar de dijkweg op de kruin te maken of om een parallelle ontsluitingsweg op de steunberm aan te leggen. De laatste is niet wenselijk vanuit provinciaal beleid.
- Een weg op de kruin leidt tot verdere verstoring van het NNN gebied buitendijks.

Conclusies uit 'Verkenning verkeer op de Dijken' (nog geen vastgesteld beleid)

Het verkeer op de dijken is niet onafhankelijk van de wegenstructuur in de rest van het gebied te zien.

- De dijken hebben momenteel een belangrijke functie in het verkeerssysteem van de Alblasserwaard-Vijfheerenlanden: veel modaliteiten op smal profiel
- De plekken waar veel functies samenvallen worden aangemerkt als de knelpunten in het gebied.
- Voor het oplossen van knelpunten op de dijken zijn maatregelen op netwerkniveau van belang.
- Als maatregelen op netwerkniveau uitblijven of niet het gewenste effect hebben, moet voor de inrichting van de dijken keuzes gemaakt worden.
- Onvoldoende inzicht in de verkeersstromen in relatie tot de dijk

Aanbevelingen uit 'Verkenning verkeer op de Dijken' (nog geen vastgesteld beleid)

- Voltooien van de 'binnenring' (bron: Verkenning verkeer van dijk afhalen). Dit geldt alleen voor Alblasserwaard-Vijfheerenlanden
- Keuzes maken om het fietsroutenetwerk te optimaliseren: aanbeveling is om bij elk dijkversterkingsproject buiten de bebouwde kom een vrijliggende fietsverbinding te realiseren. Dit verhoogt de veiligheid op de dijk en kan naast fietsers ook eventueel door voetgangers worden gebruikt als een trottoir ontbreekt. Als een fietspad op de dijk aangelegd wordt, moet deze minimaal 3,50 meter breed worden. Op deze manier kan het fietspad ook als calamiteitenroute gebruikt worden. Een andere optie is om het fietspad buitendijks te laten lopen (zoals in Hardinxveld) waardoor meer ruimte bovenop de dijk ontstaat.