



HOOGHEEMRAADSCHAP  
**DE STICHTSE  
RIJNLANDEN**

## Nota Kansrijke Oplossingen dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer

**STERKE  
LEKDIJK**

Irenesluis - Culemborgse Veer

# Colofon

---

Titel: Nota Kansrijke Oplossingen

Kenmerk:

Versie: Definitief iReport

Datum: 13 september 2022

Projectnaam: Dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer

Projectnummer: 120612

Opgesteld door: Q. van Agten, M. Logtenberg, T. van den Berg, F. Maters, F. Dam, G. Schouten

Gecontroleerd door: RHDHV, FUGRO en HDSR

Vrijgegeven door: M. Eversdijk

Gemaakt door:



Laan 1914 no 35  
3818 EX Amersfoort  
T. +31(0)88 348 20 00  
[www.royalhaskoningdhv.com](http://www.royalhaskoningdhv.com)



Blaeuilaan 60A  
3528 AD Utrecht  
T. +31 (0)30 602 81 75  
[www.fugro.com](http://www.fugro.com)

In opdracht van:



Poldermolen 2  
3994 DD Houten  
T. +31(0)30 634 57 00  
[www.hdsr.nl](http://www.hdsr.nl)

# Inhoudsopgave

<b>Colofon</b>	<b>2</b>
<b>1. Het project</b>	<b>4</b>
1.1 Dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer	5
1.2 De dijkversterking in fasen	7
1.3 Wat staat er in deze Nota Kansrijke Oplossingen?	8
1.4 Gebruik van het iReport	9
<b>2. Proces: aanpak naar kansrijke oplossingen</b>	<b>10</b>
<b>3. Omgevingsproces</b>	<b>12</b>
3.1 Terugblik op participatieproces naar kansrijke oplossingen	12
3.2 Spelregels meekoppelkansen	14
3.3 Synergiekrediet	14
<b>4. Ontwerpopgave</b>	<b>15</b>
4.1 Aanscherping waterveiligheidsopgave	15
4.2 Beheeropgave	18
4.3 Inpassingsopgave	22
4.4 Gebiedsopgave	23
<b>5. Van mogelijke naar kansrijke oplossingen</b>	<b>26</b>
5.1 Samenvatting beoordeling mogelijke oplossingen	26
5.2 Conclusie afweging van de mogelijke oplossingen naar kansrijke oplossing	30
<b>6. Kansrijke oplossingen</b>	<b>31</b>
6.1 Kansrijke oplossing 1: Constructie	31
6.2 Kansrijke oplossing 2: Grondoplossing binnenwaarts (pipingberm)	34
6.3 Kansrijke oplossing 3: Grondoplossing buitenwaarts (grondverbetering)	35
6.4 Overzicht oplossingen per locatie	37
6.5 Conclusie	51
<b>7. Reflectie projectdoelstellingen en doorkijk naar Voorkeursalternatief</b>	<b>53</b>
7.1 Reflectie projectdoelstellingen NK0	53
7.2 Vervolg proces	56
<b>Definitielijst</b>	<b>57</b>

# 1. Het project

---

De dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer is een deelproject van het [Programma Sterke Lekdijk](#). Het project bevindt zich halverwege de verkenningsfase. De eerste stap binnen de verkenning, het inventariseren van uitgangspunten van het deelproject, is vastgelegd in de [Nota van Uitgangspunten](#). Hierin staat de aanleiding voor het project beschreven, wat de huidige situatie is, de opgaven en ambities en welke uitgangspunten gehanteerd worden om tot het dijkontwerp te komen. De tweede stap is het inventariseren van bouwstenen, samenstellen en beoordelen van mogelijke oplossingen en vervolgens het selecteren van kansrijke oplossingen voor de dijkversterking. De resultaten van deze 2 stappen zijn in 2 documenten vastgelegd namelijk de [Nota Mogelijke Oplossingen](#) (separaat document) en in dit document de Nota Kansrijke Oplossingen. Het advies is om eerst de [Nota Mogelijke Oplossingen](#) te lezen en daarna de Nota Kansrijke Oplossingen.



## 1.1 Dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer

De noordelijke Lekdijk beschermt een groot deel van Midden- en West-Nederland tegen overstroming. De dijk voldoet niet aan de waterveiligheidsnormen en daarom versterkt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden de dijk tussen Amerongen en Schoonhoven over een totale lengte van 55 kilometer (zie Figuur 1-1). Zo is de dijk ook in de toekomst voldoende veilig en voldoet hij aan de normen die sinds 2017 gelden. De versterking van de Lekdijk is onderdeel van het [Hoogwaterbeschermingsprogramma](#) (HWBP). Hierbij werken de waterschappen samen met het Rijk om dijken - en dus Nederland - veilig te houden. De dijkversterking tussen Amerongen en Schoonhoven heeft een te grote omvang om in één keer te realiseren. Hiervoor is het [Programma Sterke Lekdijk](#) in zes deeltrajecten opgesplitst, waarvan de dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer er één is.



Figuur 1-1 Programma Sterke Lekdijk, met daarin de zes deeltrajecten aangegeven met elk een andere kleur. In het groen is het deeltraject Irenesluis - Culemborgse Veer aangegeven.

Het dijktraject van het deelproject Irenesluis - Culemborgse Veer is 9,9 kilometer lang en loopt van de westzijde van de Irenesluis bij Wijk bij Duurstede (dijkpaal 106) tot aan de Veerweg bij het Culemborgse Veer (dijkpaal 203), zie dikke oranje lijn in onderstaande Figuur (1-2).



1. Zicht op Culemborgse Veer
2. Dijkpaal bij de Heul
3. Recreatieterrein Heulse Waard
4. Westkant Schalkwijker Buitenwaard
5. Grens Houten - Wijk bij Duurstede
6. Dijkmagazijn de Doornboom
7. Beusichemse Veer
8. Moerbergse Waard
9. Wiel de Noord
10. Steenfabriek Bosscherwaarden
11. Irenesluis

Figuur 1-2 Ligging dijktraject van deelproject Irenesluis – Culemborgse Veer.

De projectdoelstellingen van de verkenningsfase dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer zijn afgeleid van de doelstellingen van het [Programma Sterke Lekdijk](#) (uit het [Programmaplan Sterke Lekdijk \(2020\)](#)). De projectdoelstellingen zijn:

- 1) voldoet aan de veiligheidsdoelen en eisen vanuit beheer;
- 2) levert een Voorkeursalternatief binnen gestelde planning en budget op, dat:
- 3) via een open transparante werkwijze tot stand komt met oog voor de omgeving;
- 4) invulling geeft aan het verbeteren van de leefomgeving;
- 5) rekening houdt met potentiële innovaties en duurzaamheid;
- 6) optimaal inspeelt op de planuitwerkings- en realisatiefase door de innovatiepartners vroegtijdig te betrekken.

## 1.2 De dijkversterking in fasen

De dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer is opgedeeld in drie afzonderlijke fasen: de verkenningsfase, planuitwerkingsfase en realisatiefase. Doel van de verkenningsfase is om een ontwerp op hoofdlijnen voor de dijkversterking vast te stellen, het Voorkeursalternatief, wat met oog voor de omgeving tot stand is gekomen en bestuurlijk goedgekeurd is. Na de verkenningsfase wordt het Voorkeursalternatief in de planuitwerkingsfase uitgewerkt tot het detailniveau dat nodig is voor formele besluitvorming en de vergunningen. Na de wettelijke procedure kan realisatie van de dijkversterking beginnen.

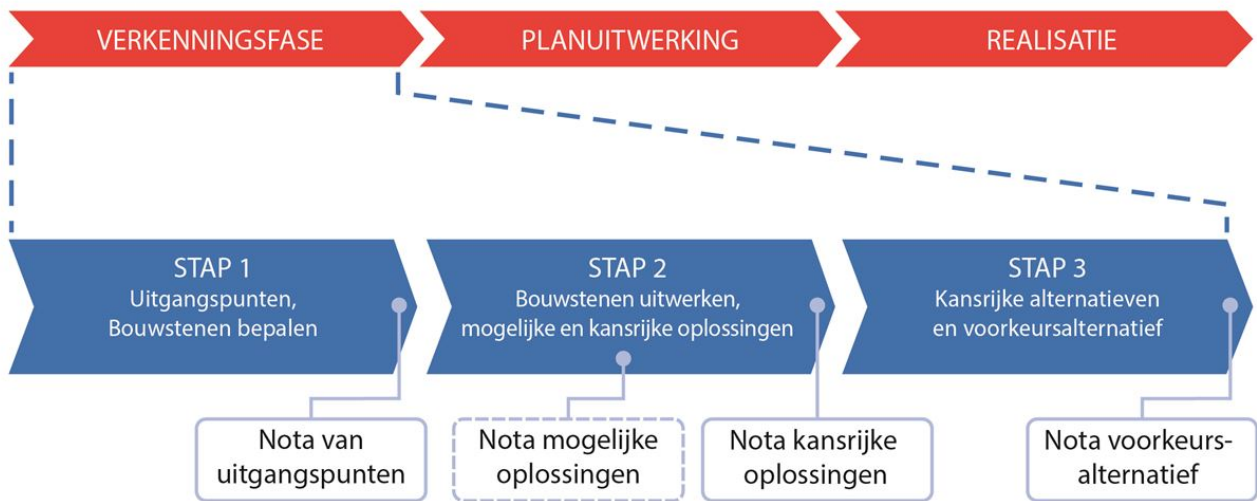
In onderstaande Figuur (1-3) is de planning van de dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer op hoofdlijnen (de jaartallen en doorlooptijden zijn indicatief) weergegeven.



Figuur 1-3 Planning dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer (op hoofdlijnen)

De dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer bevindt zich momenteel in de verkenningsfase. De verkenningsfase bestaat uit drie stappen (zie Figuur 1-4):

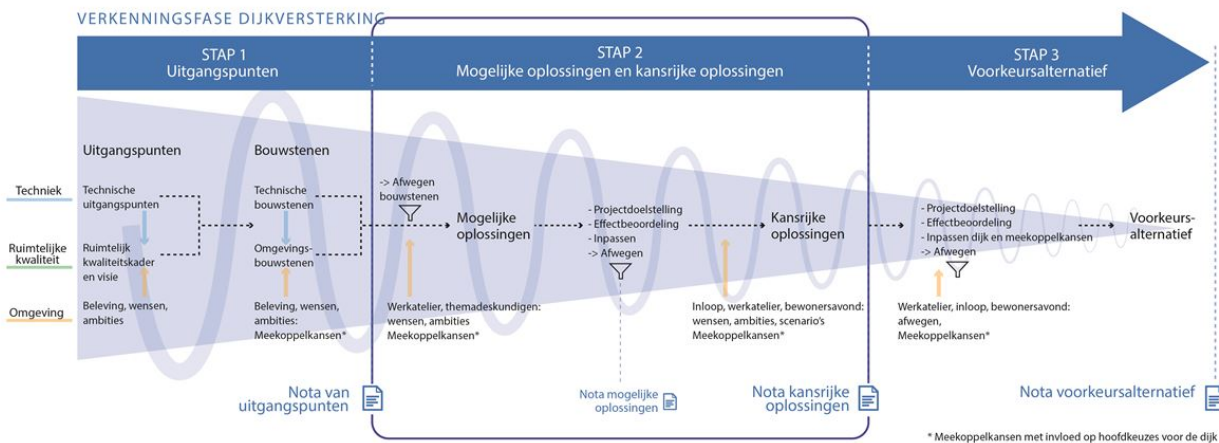
- Stap 1: Inventariseren van uitgangspunten en bepalen van bouwstenen;
- Stap 2: Uitwerken en afwegen bouwstenen, opstellen van mogelijke oplossingen en selectie van kansrijke oplossingen;
- Stap 3: Afweging en samenstellen van een Voorkeursalternatief voor het nemen van een voorkeursbeslissing.



Figuur 1-4 Stappen verkenningfase dijkversterking Irenesluis-Culemborgse Veer

## 1.3 Wat staat er in deze Nota Kansrijke Oplossingen?

In het ontwerpproces van de dijkversterking wordt van ‘grof naar fijn’ gewerkt (zie Figuur 1-5). Het Voorkeursalternatief komt voort uit een proces waarin alle mogelijke bouwstenen en oplossingen voor het versterken van de dijk worden afgewogen. In dit proces wordt steeds bepaald welke bouwstenen of oplossingen verder onderzocht worden en welke afvallen. In deze Nota Kansrijke Oplossingen en de [Nota Mogelijke Oplossingen](#) is het proces en de resultaat van stap 2 vastgelegd. Het doel van de tweede stap van de verkenningfase is het in beeld brengen van mogelijke oplossingsrichtingen voor de dijkversterking en het daaruit selecteren van kansrijke oplossingen. In de Nota Mogelijke Oplossingen is de start van stap 2 vastgelegd, namelijk het samenstellen van de mogelijke oplossingen op basis van bouwstenen en de effectbeoordeling van deze mogelijke oplossingen. In deze Nota Kansrijke Oplossingen zijn de kansrijke oplossingen vastgelegd.



Figuur 1-5 Schematische weergave van het ontwerpproces

Hoofdstuk 2 geeft een omschrijving van de aanpak en het proces dat is doorlopen om tot de kansrijke oplossingen te komen. Hoofdstuk 3 beschrijft de wensen en meekoppelkansen uit de omgeving en de visie op ruimtelijke kwaliteit. Gedurende het hele dijkversterkingsproject zijn omwonenden, gebiedspartners en andere belanghebbenden (actief) betrokken bij het proces.

Om de projectdoelstellingen van dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer te behalen is het belangrijk om een duidelijke ontwerpogave te definiëren. De ontwerpogave die uit deze doelstellingen volgt is beschreven in Hoofdstuk 4 en bestaat uit een waterveiligheidsopgave, beheeropgave, gebiedsopgave en inpassingsopgave.



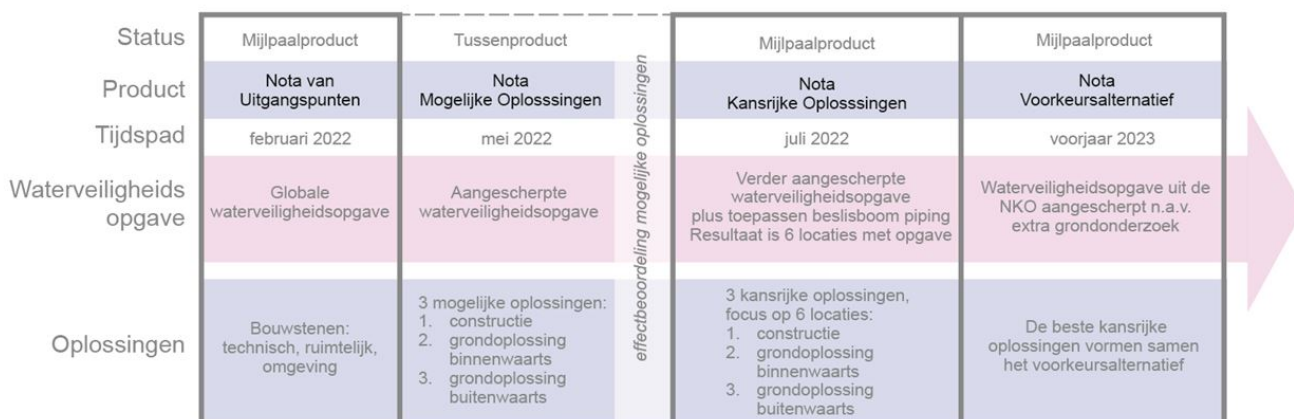
---

Hoofdstuk 5 is een samenvatting van de beoordeling van de mogelijke oplossingen en bijbehorende conclusie, wat de opmaat is om tot de kansrijke oplossingen te komen. De kansrijke oplossingen zijn verder uitgewerkt en toegelicht in Hoofdstuk 6. Tot slot geeft Hoofdstuk 7 een reflectie op de projectdoelstellingen in relatie tot de kansrijke oplossingen en een doorkijk naar het vervolg proces.

## 1.4 Gebruik van het iReport

Deze Nota Kansrijke Oplossingen is ook beschikbaar als [digitale versie](#) (iReport) waarin informatie in meer detail kan worden bekeken door het inzoomen op kaarten, klikken op interactieve afbeeldingen en bekijken van een video.

## 2. Proces: aanpak naar kansrijke oplossingen



Figuur 2-1 Processchema van de aanpak van bouwstenen naar kansrijke oplossingen

Na vaststelling van de Nota van Uitgangspunten zijn een aantal stappen gevolgd om tot kansrijke oplossingen te komen (zie Figuur 2-1). De kansrijke oplossingen komen voort uit de mogelijke oplossingen die op hun beurt bestaan uit een combinatie van technische bouwstenen en omgevingsbouwstenen. De eerste stap was het verzamelen en afwegen van de bouwstenen. Op basis van deze bouwstenen zijn de mogelijke oplossingsrichtingen voor de waterveiligheidsopgave voor het traject Irenesluis – Culemborgse Veer samengesteld. Daarbij is ook bepaald welke technische bouwstenen op bepaalde deelgebieden afvallen doordat effecten hier onacceptabel zijn. Daarnaast is gekeken welke omgevingsbouwstenen bijdragen aan ruimtelijke kwaliteitsverbetering van de dijk en nabije omgeving.

Vervolgens zijn in een ontwerpessie de relevante bouwstenen geselecteerd, waarmee vervolgens de conceptversie van de mogelijke oplossingen is opgesteld. Deze conceptversie bestond uit drie thematisch verschillende mogelijke oplossingen: er was een variant ‘huidige situatie behouden’, een variant ‘recreatieve ontwikkeling’ en een variant ‘natuurontwikkeling’.

Mede naar aanleiding van een gesprek met het Omgevingskwaliteitsteam (OKT) is besloten om mogelijke oplossingen met verschillende technische ingrepen samen te stellen, om zo duidelijk onderscheid te kunnen maken. Bovendien is de verschillende thematiek van de concept mogelijke oplossingen zoals ‘recreatieve ontwikkeling’ en ‘natuurontwikkeling’ veelal onder te brengen in de meekoppelkansen en raakvlakprojecten. In dezelfde periode was er een optimalisatie van de waterveiligheidsopgave wat resulteerde in een verdere specificering van de mogelijke oplossingen.

Bovenstaande heeft geleid tot de drie mogelijke oplossingen:

1. Constructie;
2. Grondoplossing binnenwaarts (pipingberm);
3. Grondoplossing buitenwaarts (buitendijkse grondverbetering, klei-inkassing).

Om de impact op het gebied per mogelijke oplossing te begrijpen, zijn de effecten van verschillende criteria beoordeeld. Deze stap heet de effectbeoordeling van mogelijke oplossingen (zie [paragraaf 5.1](#) en voor meer detail de [Nota Mogelijke Oplossingen](#)) en maakt duidelijk welke mogelijke oplossingen kansrijk en realistisch zijn. Na aanscherping van de waterveiligheidsopgave (zie [paragraaf 4.1](#)) blijkt deze opgave hoofdzakelijk te bestaan uit een pipingopgave op zes locaties plus één lokale stabiliteitsopgave binnenwaarts.

---

Op basis van de effectbeoordeling is er geen mogelijke oplossing in zijn geheel afgeschreven. Daarom zijn de drie mogelijke oplossingen als drie kansrijke oplossingen overgenomen, maar alleen voor de zes locaties waar nog een waterveiligheidsopgave is. Deze kansrijke oplossingen zijn in [hoofdstuk 6](#) per locatie overzichtelijk gepresenteerd. In het Voorkeursalternatief zal per locatie een definitieve keuze gemaakt worden tussen een constructie, grondoplossing binnenwaarts, grondoplossing buitenwaarts of een combinatie van de laatste twee. Deze zes uitgewerkte locaties tezamen vormen uiteindelijk het Voorkeursalternatief.

## 3. Omgevingsproces

---

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden vindt het belangrijk dat naast samenwerkingspartners ook omwonenden en andere belanghebbenden actief en op de juiste manier betrokken worden bij het project, hun mening kunnen geven en dat ook duidelijk is wat met deze input is gebeurd. Steeds wanneer het project een nieuwe fase ingaat, vraagt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden aan omwonenden hoe zij betrokken willen worden en wanneer nodig past het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden de werkwijze aan. Deze werkwijze is ook afhankelijk van de omvang van de versterkingsopgave. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden geeft omwonenden en belanghebbenden de ruimte om mee te denken gedurende de gehele looptijd van het project. De manier waarop deze wensen, ambities en ideeën ingebracht kunnen worden is ook in de [Nota van Uitgangspunten](#) beschreven.

De mogelijkheden daartoe zullen passend zijn bij de fase waarin het project zich bevindt en zijn tijdens de realisatie anders dan tijdens de verkenningsfase. Zo kunnen omwonenden en belanghebbenden tijdens de verkenningsfase bijvoorbeeld oplossingen aandragen voor de dijk en gaat het later in het proces bijvoorbeeld over de inrichting op de dijk. Er wordt op de participatie geconcentreerd op de momenten dat echte keuzes voorliggen en inbreng van belanghebbenden het verschil kan maken.

### 3.1 Terugblik op participatieproces naar kansrijke oplossingen

In het proces om te komen tot kansrijke oplossingen is de brede omgeving betrokken. Dit zijn zowel omwonenden langs de dijk als ook belangenorganisaties en terreinbeherende instanties. Doel hiervan is, naast het informeren en meedenken over het te doorlopen proces, om wensen, ideeën en meekoppelkansen te inventariseren.

Het participatietraject is in september 2021 gestart met het rondbrengen van de eerste nieuwsbrief in het gebied. Tijdens deze rondgang zijn de eerste contacten met omwonenden gelegd en heeft het projectteam zich voorgesteld. Er is sindsdien tweemaal een nieuwsbrief uitgebracht (februari en juli 2022) waarbij de omgeving op de hoogte werd gesteld van de voortgang van het project. Daarnaast verscheen tegelijkertijd met de [Nota van Uitgangspunten](#) de memo [Kennisgeving voornemen en participatie](#).



Figuur 2-2 Bewonersavond waarin de waterveiligheidsopgave en het te doorlopen proces werden toegelicht.

Vanaf het derde kwartaal van 2021 zijn ook de zogenaamde keukentafelgesprekken gestart. Hierbij is aan alle direct aanwonenden van de dijk uitleg gegeven over de waterveiligheidsopgave ter plekke en is een doorkijk van het proces gegeven. Ook zijn belangengroepen geconsulteerd, bijvoorbeeld op het gebied van recreatie, verkeer en natuur.

In maart 2022 is een eerste bewonersavond georganiseerd. Hierbij is een presentatie gegeven over de waterveiligheidsopgave en het te doorlopen proces. Daarnaast was er gelegenheid om kaartmateriaal te bekijken en in gesprek te gaan met vertegenwoordigers van het project. Belangstellenden konden kenbaar maken wat zij belangrijke aspecten en aandachtspunten vinden rond de dijk. Zo zijn zorgen geuit over de verkeersveiligheid op de dijk en de overlast van gemotoriseerd recreatieverkeer. Belangstellenden spraken ook over de plannen voor meer natuurontwikkeling in de uiterwaarden, een bloemrijk dijktafgebied aan de buitenzijde van de dijk en de mogelijkheden om meer recreatieve voorzieningen aan te brengen.

In juni 2022 is de bewonerswerkgroep opgestart. Dit is een groep van betrokken omwonenden die hun gebiedskennis inbrengen. Ook fungeren zij als klankbord voor de opgestelde plannen. Binnen deze groep wordt het draagvlak voor het ontwerp afgetast. De werkgroep geeft een advies over deze Nota Kansrijke Oplossingen aan bestuurders. De bestuurders betrekken het advies bij hun besluitvorming. De aandachtsvelden van de werkgroep betreffen de onderstaande thema's:

- Verkeerssituatie: verbeteren weginrichting, veiligheid voor niet-gemotoriseerd verkeer en overlast;
- Ecologische verbetering: ontwikkeling bloemrijke dijken/natuurlijke dijkzone;
- Recreatieve ontwikkeling: toevoegen rustpunten en wandelpaden;
- Grondverwerving en grondgebruik.

## 3.2 Spelregels meekoppelkansen

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden nodigt betrokkenen (omwonenden, geïnteresseerden en samenwerkingspartners) graag uit om te onderzoeken of ideeën, ambities of projecten te koppelen zijn aan de dijkversterking. Mogelijk kunnen deze meteen meegenomen worden met de dijkversterking. Alle ideeën en ambities zijn in principe welkom. De geïnventariseerde meekoppelkansen zijn opgenomen in [paragraaf 4.4](#). Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden hanteert een aantal spelregels voordat deze kunnen worden meegenomen.

### Spelregels meekoppelkansen

Meekoppelkansen moeten aan de volgende eisen voldoen voordat zij kunnen worden meegenomen:

- De meekoppelkans mag geen negatief effect hebben op de waterveiligheid;
- De meekoppelkans moet op tijd uitvoerbaar zijn, dat wil zeggen: mee kunnen gaan in het tijdspad van de dijkversterking;
- De meekoppelkans moet vergunbaar zijn;
- De meekoppelkans dient voldoende draagvlak in de omgeving te hebben;
- Er dient voldoende zicht te zijn op financiering;
- Er zijn geen grote risico's verbonden aan het uitvoeren van de meekoppelkans.

## 3.3 Synergiekrediet

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft als ambitie om gelijktijdig met de dijkversterking, maatschappelijke meerwaarde te creëren. Voor meekoppelkansen op het gebied van ecologie/biodiversiteit, cultuurhistorie, recreatie en beleving heeft het Algemeen Bestuur een zogenaamd synergiekrediet vastgesteld. Vanuit dat krediet is onder voorwaarden (co)financiering mogelijk voor meekoppelkansen met de genoemde thema's. Voor het traject Irenesluis – Culemborgse Veer zijn de volgende onderdelen genoemd die mogelijk in aanmerking komen voor (co)financiering met het synergiekrediet:

- Vergroten van zichtbaarheid dijkdoorbraaklocaties;
- Watererfgoed herstellen of renoveren;
- Buitendijkse natuurontwikkeling in combinatie met dijkversterkingsmaatregelen;
- Herstellen en uitbreiden van historische kleiputten;
- Faciliteren van rustpunten met inrichtingselementen, zoals trappen, hekjes, banken;
- Bijdrage aan wandel-/struinpaden.

## 4. Ontwerpopgave

De ontwerpopgave bestaat uit onderstaande opgaves en zijn in de volgende paragrafen verder uitgewerkt:

1. [Waterveiligheidsopgave](#); wat is er nodig om aan de wettelijke waterveiligheid te doen?
2. [Beheeropgave](#); de beheeropgave komt voort uit het Groot Onderhouds Programma Primaire waterkeringen (GOP PWK). De beheeropgave bestaat vooral uit opgaves die er zijn om de dijk goed te kunnen beheren;
3. [Inpassingsopgave](#); hierbij gaat het om het inpassen van bestaande functies en waarden vanuit ruimtelijke kwaliteit bij het realiseren van de waterveiligheidsopgave, de beheeropgave en gebiedsopgave;
4. [Gebiedsopgave](#); hierbij gaat het om meekoppelkansen uit het gebied.

### 4.1 Aanscherping waterveiligheidsopgave

Bij het beoordelen van dijken en het ontwerpen van dijken die versterkt moeten worden, wordt in beeld gebracht hoe groot de kans is dat een dijk bezwijkt. Hiervoor wordt het [wettelijk beoordelingsinstrumentarium](#) gebruikt. Voor het normtraject 44-1, waar de dijk tussen Irenesluis en het Culemborgse Veer deel van uit maakt, is in de Waterwet de maximale toelaatbare overstromingskans vastgesteld op 1/10.000 per jaar (zie [Nota van Uitgangspunten](#), paragraaf 3.1).

Op basis van steeds meer beschikbare informatie wordt tijdens de verkenningsfase van 'grof naar fijn' toegewerkt, naar een steeds betrouwbaarder oordeel over de noodzakelijke versterkingsmaatregelen om de dijk weer te laten voldoen aan de norm.

#### 4.1.1 Doorgevoerde optimalisaties

Het werken van 'grof naar fijn' bestaat uit het doorvoeren van optimalisaties in de berekeningen van de waterveiligheidsopgave voor de faalmechanismen die nog niet voldeden in de fase van Nota van Uitgangspunten. De waterveiligheidsopgave is in de periode februari – juli 2022 aangescherpt. In Tabel 4-1 zijn de optimalisaties weergegeven die per faalmechanisme zijn uitgevoerd. Deze optimalisaties zijn vastgelegd in de volgende documenten:

1. [Technische Uitgangspuntennotitie dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer](#);
2. [Veiligheidsanalyse dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer](#);
3. [Constructieve beoordeling inlaat Wijk bij Duurstede - dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer](#).

Tabel 4-1 Uitgevoerde optimalisaties waterveiligheidsopgave per faalmechanisme

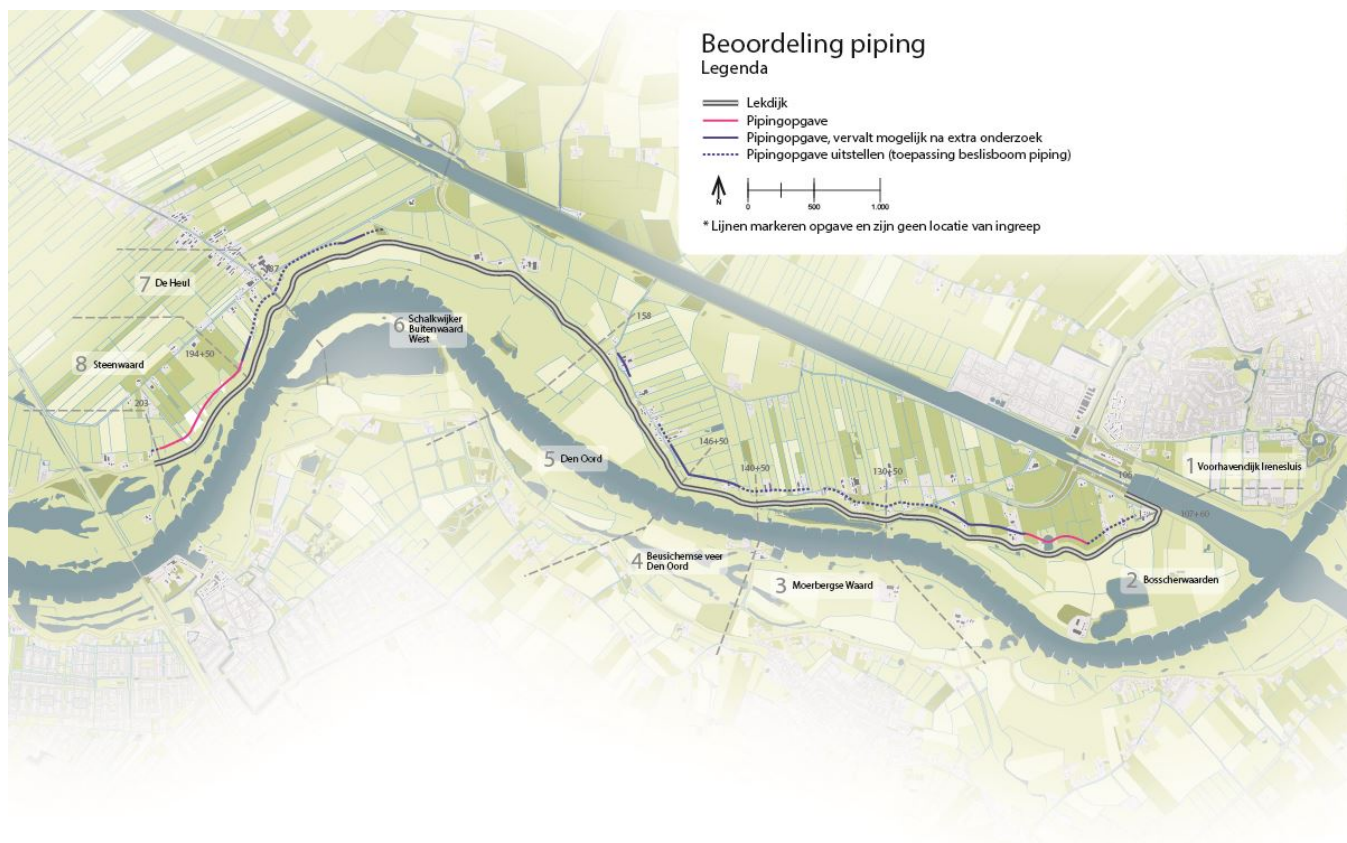
Faalmechanisme	Uitgevoerde optimalisaties
Piping (STPH)	Gevoeligheidsanalyse doorlatendheden
	Toepassen beslisboom piping hypothese 1 (zie paragraaf <a href="#">4.1.2</a> )
	Check beschikbaar voorland onderzoek
Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	Toevoegen cohesie toplaat
	Verhogen pre-overburden pressure (POP) waarden
Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	Verbeteren schematisatie
	Val na hoogwater aangepast van 4 meter naar 3 meter
	Faalpadanalyse
Grasbekleding Erosie Buitentalud (GEBU)	Gedetailleerde toets
	Faalpadanalyse
Grasbekleding Afschuiven Binnentalud (GABI)	Werkwijze Memo aanpak GABI Sterke Lekdijk toegepast
Kunstwerk (inlaat bij de Irenesluis)	Uitvoeren veiligheidsanalyse kunstwerk: binnen het dijkversterkingstraject ligt één kunstwerk, namelijk het inlaatwerk in de Voorhavendijk Irenesluis West ter hoogte van dijkpaal 107.

## 4.1.2 Toepassen beslisboom piping

Uit beoordeling van de waterveiligheidsopgave is gebleken dat een groot deel van het traject, ongeveer 6 kilometer, niet voldoet aan de wettelijk vastgestelde norm voor het faalmechanisme piping. De wettelijke beoordeling van piping gebeurt op basis van een set landelijk geldende rekenregels. Technische experts en keringbeheerders hebben, op basis van lokale kennis over de ondergrond, gereede twijfel bij de uitkomsten en stellen dat voor een aanzienlijk deel van het traject het fysisch onwaarschijnlijk is dat dit mechanisme hier daadwerkelijk optreedt. Dit wordt gedaan op basis van 2 hypothesen: het is zeer onwaarschijnlijk dat piping op die locaties daadwerkelijk kan optreden door de aanwezigheid van een voldoende dikke deklaag binnendijks (hypothese 1) of door de aanwezigheid van een aaneengesloten deklaag van voldoende waterremmend materiaal in het voorland (hypothese 2). Het gaat hierbij om een vrijwel aaneengesloten traject van 3,5 kilometer (gestippelde blauwe lijn in Figuur 4-1) waar hypothese 1 op toegepast kan worden. Voor dit traject is door het Algemeen Bestuur van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden besloten de versterking, op basis van de Beslisboom Piping ([zie ook AB besluit](#)), uit te stellen. Hiermee wordt voorkomen dat nu ingrijpende maatregelen genomen worden die later helemaal niet nodig blijken te zijn. Voor het toepassen van hypothese 2 is extra onderzoek nodig dat beschikbaar komt tijdens het opstellen van het Voorkeursalternatief, dus mogelijk vindt er nog meer uitstel plaats tijdens het uitwerken van het Voorkeursalternatief.

Toepassing van de Beslisboom Piping betekent uitstel van de versterking. Bij de volgende wettelijke beoordelingsronde, in 2035, wordt opnieuw bezien of de kering voldoet aan de norm. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de inzichten die nu en in de komende jaren worden opgedaan. Geadviseerd wordt om in ieder geval tot 2035 extra monitoring te doen, waarvoor een monitoringsplan wordt opgesteld tijdens het opstellen van het Voorkeursalternatief. Hierbij kan gedacht worden aan continue peilbuismetingen die het grondwatergedrag over langere tijd monitoren. Dit helpt inzicht te verkrijgen in het grondwatergedrag en daarmee een betrouwbaardere inschatting te krijgen van het risico op falen. Tijdens hoogwatersituaties, wanneer de calamiteitenorganisatie is opgeschaald en er inspecties op de kering plaatsvinden, kan voor de betreffende locaties extra inspectie-inspanning bijdragen aan het beheersen van het beperkte risico. Als in 2035 blijkt dat de kering toch niet voldoet aan de norm moet alsnog een versterking plaatsvinden om voor 2050 te voldoen aan de wettelijke normering.

Het toepassen van de Beslisboom Piping en daarmee uitstel van realisatie van benodigde dijkversterkingsmaatregelen, draagt bij aan de duurzaamheidsdoelstellingen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, doordat de omvang van werkzaamheden en de daaruit volgende emissies kleiner worden.

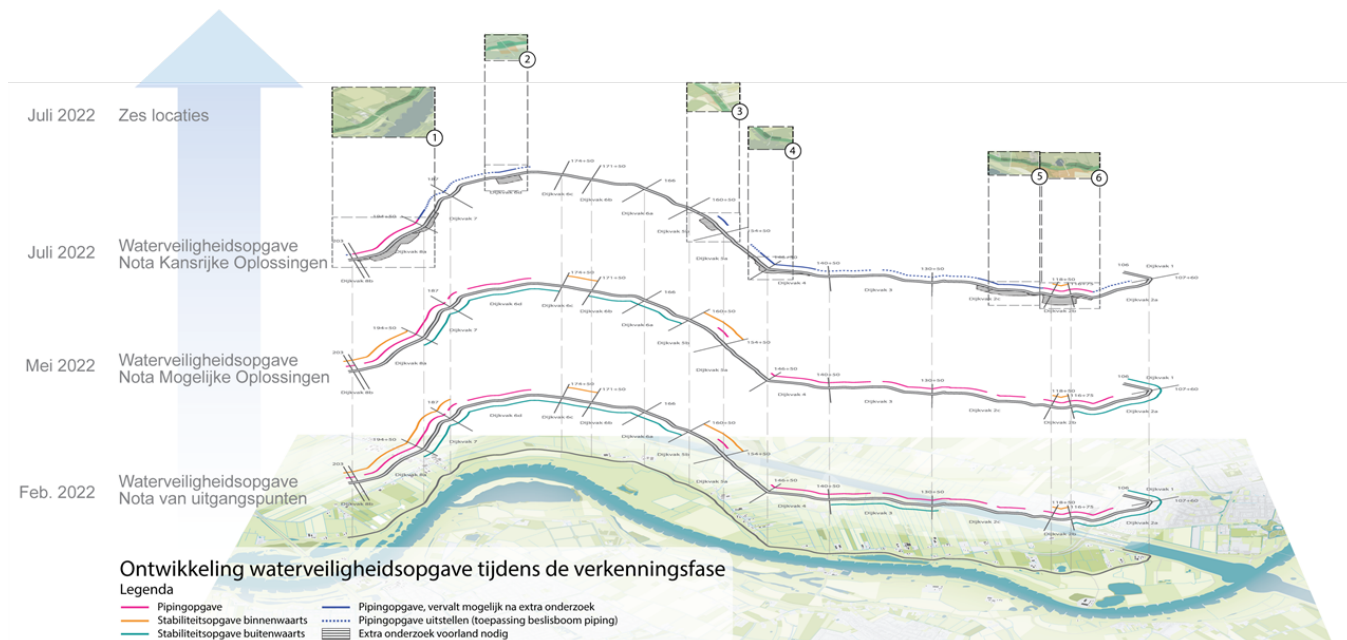


Figuur 4-1 Beoordeling piping incl. locaties waar de Beslisboom Piping wordt toegepast



## 4.1.3 Resultaten aanscherping waterveiligheidsopgave

In de [Nota van Uitgangspunten](#) (paragraaf 3.1.3) was de conclusie op basis van de veiligheidsanalyse van dat moment, dat de dijk op geen enkel dwarsprofiel per dijkpaal voldoet aan de waterveiligheidsnormen voor alle faalmechanismen. In Figuur 4-2 is de ontwikkeling van de waterveiligheidsopgave weergegeven.

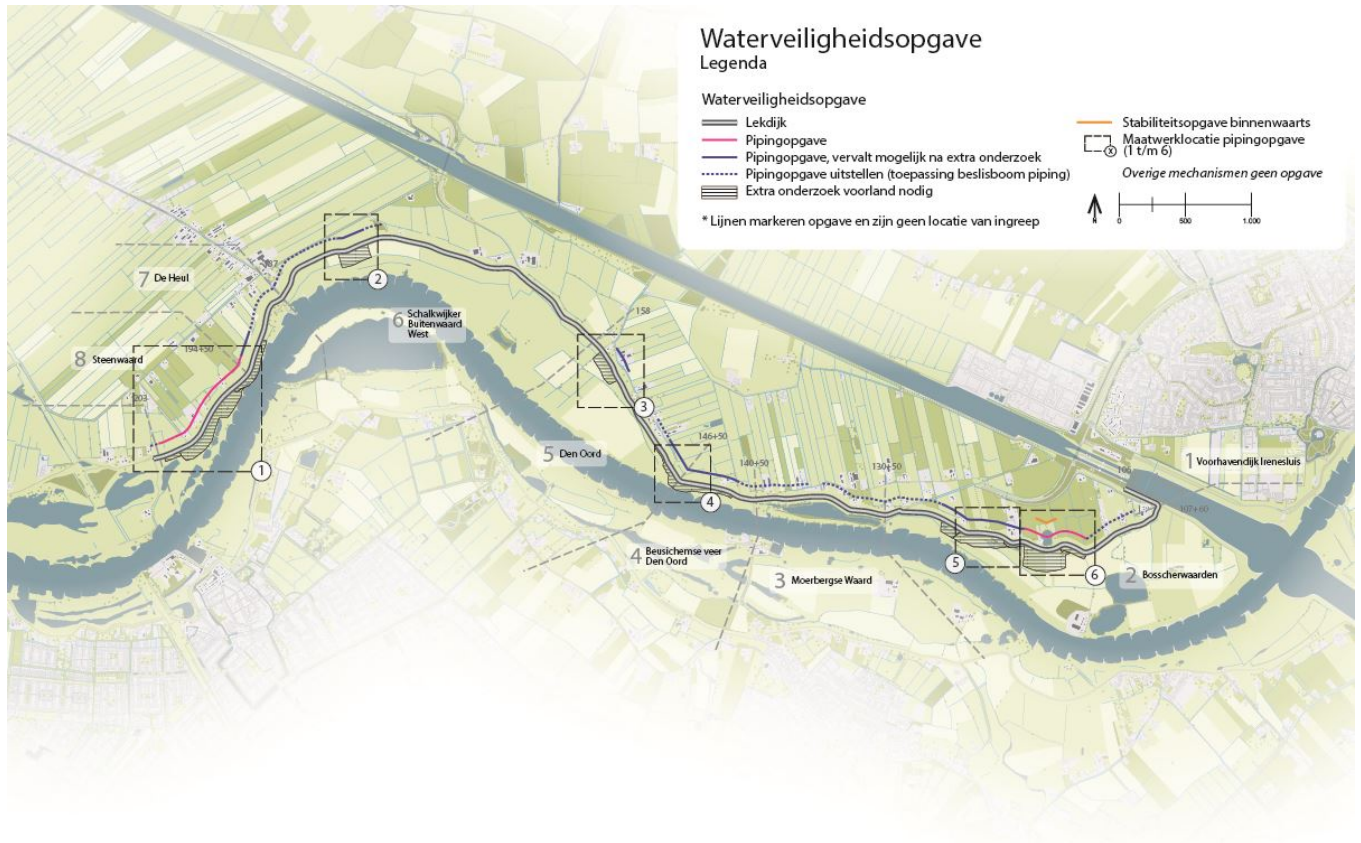


Figuur 4-2 Ontwikkeling van de waterveiligheidsopgave door de verschillende producten van de verkenningfase

Na het doorvoeren van de genoemde optimalisaties in [paragraaf 4.1.1](#), inclusief het toepassen van de Beslisboom Piping is de ontwerpogave voor dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer aangescherpt. Het resultaat (per 8 juli 2022) is weergegeven in Tabel 4-2 en Figuur 4-3. Ten opzichte van de waterveiligheidsopgave uit de [Nota van Uitgangspunten](#) en de huidige waterveiligheidsopgave is te zien dat de waterveiligheidsopgave door de optimalisatieberekeningen verkleind is. Voor piping is er een totale waterveiligheidsopgave van ongeveer zes kilometer. Voor ongeveer 3,5 kilometer wordt de waterveiligheidsopgave uitgesteld door het toepassen van de Beslisboom Piping (zie ook [paragraaf 4.1.2](#)) en valt daarmee niet meer onder de ontwerpogave. Hiermee blijft er nog een ontwerpogave van ongeveer 3,3 kilometer over, waarvan voor 0,9 kilometer de opgave vaststaat en voor ongeveer 2,4 kilometer geldt dat aanvullend onderzoek gedaan wordt tijdens het opstellen van het Voorkeursalternatief, dit ter verificatie van de berekeningen en voor het kunnen toepassen van hypothese 2 van de Beslisboom Piping. De faalmechanismen macrostabiliteit binnen- en buitenwaarts zijn bijna geheel weggefallen, alleen bij het wiel (dijkpaal 116) blijft nog een opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts over. Ook is de dijk veilig voor de faalmechanismen grasbekleding erosie buitentalud (GEBU) en grasbekleding afschuiven binnentalud (GABI).

Tabel 4-2 Resultaten aangescherpte waterveiligheidsopgave dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer.

Faalmechanisme	Opgave
Piping	Zes locaties (zie kaart)
	3,5 kilometers opgave is uitgesteld (zie <a href="#">4.1.2</a> )
Macrostabiliteit binnenwaarts	Opgave bij het wiel dijkpaal 117-118
Macrostabiliteit buitenwaarts	Voldoet
Grasbekleding Erosie Buitentalud	Voldoet
Grasbekleding Afschuiven Binnentalud	Voldoet
Kunstwerk	Voldoet
Niet waterkerende objecten (NWO)	Nader te beoordelen



Figuur 4-3 Waterveiligheidsopgave dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer (juli 2022)

De veiligheidsanalyse is nog niet geheel afgerond. Tijdens het opstellen van het Voorkeursalternatief wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd en de veiligheidsopgave verder geoptimaliseerd, indien de resultaten uit het aanvullend onderzoek daar aanleiding toe geven. In Tabel 4-3 zijn de optimalisatie mogelijkheden weergegeven die verder worden onderzocht per faalmechanisme in de fase Voorkeursalternatief.

Tabel 4-3 Optimalisatie mogelijkheden die verder worden onderzocht per faalmechanisme in de fase Voorkeursalternatief

Object reference not set to an instance of an object. - 627708fc-37ee-433f-91a0-2c1823b338ff

## 4.2 Beheeropgave

Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden wil gelijktijdig met de versterking van de Lekkijk (voor het oplossen van de waterveiligheidsopgave), de onderhouds- en beheertoestand van de Lekkijk verbeteren (de beheeropgave). Hiervoor is het Groot Onderhouds Programma Primaire waterkeringen (GOP PWK) opgesteld. De beheeropgave komt dus voort uit het Groot Onderhouds Programma Primaire waterkeringen. Belangrijk uitgangspunt is dat de waterveiligheidsopgave voorop staat. Dat wil zeggen dat voor locaties met een waterveiligheidsopgave, de waterveiligheidsopgave opgelost wordt, waarin de beheeropgave wordt meegenomen.

De beheeropgave vastgesteld in het [Groot Onderhoudsplan Primaire Waterkeringen 2023-2029 \(DM1867854, 6 juli 2022\)](#) is onderverdeeld in:

1. Opgave die vallen onder de aanleg voorzieningen ten behoeve van toekomstig beheer en onderhoud. Voor de deze opgave geldt dat de beheeropgave alleen wordt uitgevoerd als het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden de gronden die hiervoor nodig zijn, in eigendom heeft en/of verwerft op minnelijke basis.

2. Opgave die vallen onder het uitvoeren van groot onderhoud.  
Voor de deze opgave geldt dat de beheeropgave sowieso wordt uitgevoerd.

Het onderscheidt tussen de twee bovengenoemde beheeropgaves is op de volgende pagina's weergegeven:

## Opgaven die vallen onder de aanleg voorzieningen ten behoeve van toekomstig beheer en onderhoud.

- **Taludverflauwing:** Taludverflauwingen zijn nodig om te voldoen aan de volgende eisen:
  - Het binnentalud moet erosiebestendig zijn bij het gehanteerde overslagdebiet conform de [Strategische Nota van Uitgangspunten](#);
  - Het talud moet onderhoudbaar zijn met nu beschikbaar materieel. Te steile taluds zijn onvoldoende toegankelijk voor het huidige onderhoudsmaterieel. Ook neemt de kans op rijshades toe bij te steile taluds.

Een veilige dijk vereist een hoogwaardige grasbekleding. De ontwikkeling en het behoud van de benodigde kwaliteit wordt geborgd door de aanleg van goed beheerbare en onderhoudbare dijktaaluds.

Een principe profiel van taludverflauwing is weergegeven in onderstaand figuur.

### Beheeropgave taludverflauwing

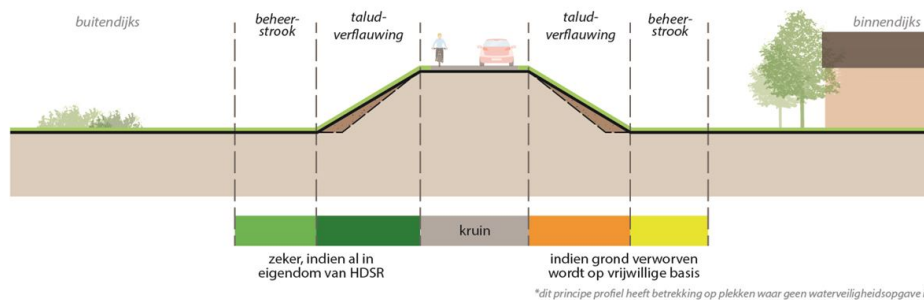
#### Legenda

Taludverflauwing	Beheerstrook (5m breed)
Zeker, indien al in eigendom van HDSR	Zeker, indien al in eigendom van HDSR
Indien grond verworven wordt op vrijwillige basis	Indien grond verworven wordt op vrijwillige basis

Definitie taludverflauwing: Het verflauwen van het talud om de beheerbaarheid te verbeteren



meest voorkomend profiel



\*dit principe profiel heeft betrekking op plekken waar geen waterveiligheidsopgave is

Figuur 4-4 Principe profiel talud verflauwing

- **Beheerstrook:** In combinatie met het verflauwen van de dijktaaluds, is er ook een beheerstrook gewenst. Het betreft een onderhoudsstrook met een breedte van 5 meter onder aan de beide zijden van de dijk. De argumenten hiervoor komen overeen met het verflauwen van de taluds: de realisatie van een beheerbare, onderhoudbare voor de toekomst.  
De aanleg van een beheerstrook biedt kansen voor recreatie en belevingswaarden. De ruimte die onder aan de dijk gecreëerd wordt geeft de mogelijkheid om bijvoorbeeld een struinpad aan te leggen. Gemeenten hebben te kennen gegeven dit als koppelkans te zien. Met de aanleg van een beheerstrook kan deze kans mogelijk worden gefaciliteerd. Deze koppelkans geldt specifiek voor de beheerstrook aan het buitentalud van de dijk.

- **Op- en afritten aanpassen:** Langs de Lekdijk liggen op veel plaatsen op- en afritten (verder benoemd als opritten) die in de loop van eeuwen zijn aangelegd. De functie van opritten is om de aan de dijk grenzende percelen te ontsluiten. De versterking van de dijk geeft aanleiding om diverse werkzaamheden aan opritten uit te voeren. De argumentatie daarvoor is meerledig, afhankelijk van het type aanpassing. De volgende type aanpassingen worden er gezien:
  - **Bestaande opritten voorzien van werkoprit:** om de beheerstrook toegankelijk te maken;
  - **Aanleg nieuwe opritten:** Om onderhoud en inspectie vanaf de beheerstrook uit te kunnen voeren is het noodzakelijk om een minimale afstand te hanteren waarbinnen de beheerstrook ontsloten wordt vanaf de weg op de dijk;
  - **Aanleg/aanpassing verharding:** De verharding van bestaande opritten vereist periodiek onderhoud. Wanneer de verharding van een oprit in slechte staat verkeert wordt deze vervangen. Sommige opritten aan de buitendijkse zijde zijn in de huidige situatie onverhard. Dat is ongewenst. Immers, bij hoge waterstanden ontstaat uitspoeling. Bij verregaande erosie wordt de dijk hierdoor bedreigd. Om die reden worden onverharde opritten voorzien van een verharding;
  - **Verwijderen opritten:** Enkele opritten langs de dijk zijn niet meer in gebruik en zullen ook in de toekomst geen functie meer vervullen. Deze opritten worden verwijderd.

- **Biodiversiteitsopgave:** (ook wel opgave bloemrijke dijk genoemd) is gericht op biodiversiteitsversterking van de dijk en bescherming van de biodiversiteit bij de uitvoer van werkzaamheden voor de andere opgaves. Biodiversiteit is ingevuld als:
  - Hoge soortenrijkdom;
  - Ecologische verbinding;
  - Aansluiting omringende gebieden

De wens is in ieder geval buitendijks bloemrijk grasland aan te brengen.

## Opgaven die vallen onder het uitvoeren van groot onderhoud.

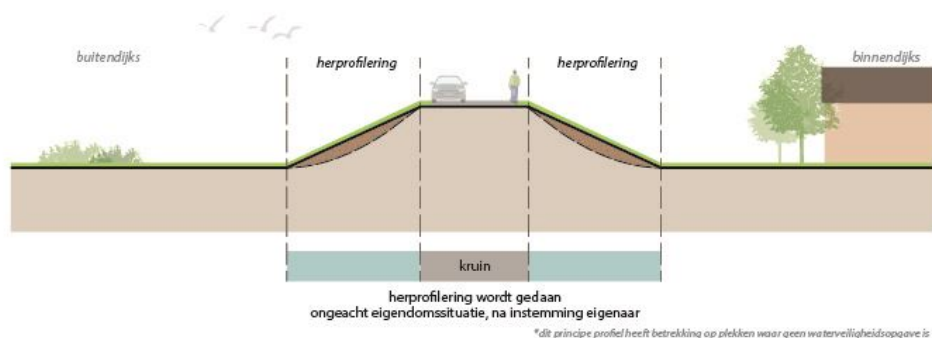
- **Herprofilen van taluds:** De dijk is doorlopend onderhevig aan zettingen en bodemdaling. Deze vervormingen verlopen niet gelijkmatig over de breedte en lengte van de dijk. Dit leidt ertoe dat de dijk taluds door de tijd heen een hol of bol verloop ontwikkelen. Hierdoor worden de taluds minder goed onderhoudbaar en neemt de kans op beschadigingen toe. Taluds met een hol of bol verloop worden teruggebracht naar de oorspronkelijk aangelegde taludhelling. Het herprofilen van taluds behoort tot het groot onderhoud. De uitvoering hiervan is een wettelijke taak van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Een principeprofiel is in onderstaand figuur weergegeven.

### Beheeropgave herprofilering

#### Legenda

- Herprofilering
- Herprofilering wordt gedaan ongeacht eigendomsituatie

Definitie herprofilering: Het terugbrengen van het talud in de oorspronkelijke staat



Figuur 4-5 Principe profiel: herprofilen van talud

- **Steenzettingen vernieuwen, verwijderen of afdekken:** In voorgaande dijkversterkingen zijn op diverse locaties langs de dijk steenzettingen aangebracht. Het doel hiervan was om afkalving van het voorland langs de dijk te voorkomen. Met name golven die veroorzaakt worden door scheepvaart op de rivier veroorzaken afkalving. Daarnaast heeft in het verleden veel beweiding met groot vee plaatsgevonden aan de dijk. Aanwezigheid van groot vee zoals koeien en paarden veroorzaakt al snel beschadigingen. Door steenzetting aan te brengen werd dit voorkomen. Steenzettingen hadden een indirecte functie om de dijk in stand te houden. Inmiddels zijn de inzichten wat betreft steenzettingen veranderd. Beweiding met groot vee wordt niet meer toegestaan op en rond de dijk. Ook vanuit het ontwerpinstrumentarium is de nadruk verschoven van harde bekledingen naar de toepassing van een goed beschermende grasbekleding. Veel steenzettingen die in het verleden zijn aangelegd zijn hierdoor overbodig geworden. Uitzondering daarop zijn de steenzettingen die aan de schaar dijken en de voorhavendijken liggen. Deze delen van de dijk grenzen direct aan de oever van de rivier en zijn afhankelijk van de bescherming van steenzetting tegen afkalving. Met bovenstaande als uitgangspunt wordt onderhoud gepleegd aan de functionele steenzettingen en worden functioneloze steenzettingen verwijderd.

- **Herstel beschadigingen:** Op enkele locaties langs de dijk bevinden zich beschadigingen. Het betreft schades die veroorzaakt zijn door (mede-)gebruiksfuncties zoals het houden van vee of de uitvoering van dagelijks onderhoud. Te denken valt aan schapenpaadjes, koeienterrassen, dierlijke graverij en rijshades. Herstel van dergelijke schades valt niet altijd onder het groot onderhoud. Het betreft ook reparaties die onder het dagelijks onderhoud uitgevoerd moeten worden door de gerechtigden van het betreffende perceel. Dat betekent dat daar waar het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden het eigendom heeft, het herstel door de eigen beheerorganisatie wordt uitgevoerd. Daar waar derden het eigendom of formeel gebruik van het perceel hebben, dragen zij de verantwoordelijkheid voor het herstel van schades.

Daarnaast zijn door de beheerder onderstaande punten buiten het Groot Onderhouds Programma Primaire waterkeringen meegegeven als beheeropgave.

- Het is een wens om **Puin in bermen** van de weg op te ruimen / saneren;
- Een **juridisch schone dijk voor niet-waterkerende objecten**. Dit houdt in dat de niet-waterkerende objecten worden getoetst. Als deze veilig kunnen blijven staan door bijvoorbeeld een mitigerende maatregel en niet het beheer en onderhoud belemmert, dan kan het niet-waterkerende object worden vergund. Als dit niet het geval is, dient deze te worden verwijderd.

Naast het Groot Onderhouds Programma Primaire waterkeringen zijn door het assetteam waterkeringen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, beheereisen vastgelegd in de Basisspecificatie Primaire Waterkeringen van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Om het beheer van de dijk efficiënt, duurzaam en veilig te kunnen uitvoeren, moet het ontwerp voldoen aan deze beheereisen.

De beheeropgave wordt in het Voorkeursalternatief en later in de planuitwerking samen met de beheerder in meer detail uitgewerkt en ontworpen. Hierbij wordt zoveel mogelijk naar synergie gezocht met landschap, recreatie en ecologie, volgens de inpassingsopgave (zie [paragraaf 4.3](#)).

## 4.3 Inpassingsopgave

Het niveau van ruimtelijke kwaliteit in het projectgebied dient na uitvoering van de dijkversterkingsmaatregel minimaal gelijk te blijven aan de oorspronkelijke situatie. Daarom wordt voor het ontwerp van de dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer breder gekeken dan alleen naar de technische uitgangspunten ten behoeve van het oplossen van de waterveiligheidsopgave. De inpassingsopgave beschrijft de in te passen bestaande functies en waarden bij het realiseren van de waterveiligheidsopgave. De huidige ruimtelijke kwaliteit van de dijk en haar omgeving staat beschreven in het [Ruimtelijk Kwaliteitskader Dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer](#). Daarin is het karakter van het gebied vertaald naar een ruimtelijke visie die gebaseerd is op de zeven visiepunten die in het [Kwaliteitskader](#) voor de gehele Sterke Lekdijk zijn benoemd:

1. Ontwikkel de dijk als een leesbare en krachtige verdediging tegen het water;
2. Maak de geschiedenis van de dijk zichtbaar;
3. Geef vorm aan het landschap vanuit historische inspiratie;
4. Maak de dijk een beleving voor alle gebruikers, versterk de dijk als recreatieve as;
5. Gebruik de dijk als ecologische verbinding;
6. Maak een zichtbare relatie tussen de dijk en kruisende structuren;
7. Behoud woningen en beplantingsstructuren.

In de uitwerking voor de dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer zijn de punten 2 en 3 samengevoegd. Deze twee punten zijn namelijk verbonden met elkaar, omdat de dijk en zijn omgeving onderdeel zijn van hetzelfde landschap en landschapshistorie. Daarnaast moet de afwerking van de dijk uiteraard voldoen aan de eisen die gesteld worden aan de functie als waterkering en tegelijk ook aan het ontwikkelen van soortenrijke kruiden- en grasvegetaties. Dit om de basis voor een ecologische verbindingzone te optimaliseren. Bovenstaande visiepunten zullen gedurende het gehele ontwerpproces worden gebruikt om te zorgen dat het ontwerp goed in te passen is en past bij de gebiedsopgave. De visiepunten zijn in het [Ruimtelijk Kwaliteitskader Dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer](#) verder uitgewerkt in richtlijnen en ontwerpprincipes. De richtlijnen en ontwerpprincipes doen uitspraken op vier schaalniveaus:

- Landschap (de dijk in zijn geheel);
- Dijkprofiel (vorm van de dijk);
- Materialisatie (materiaal en bekleding van de dijk);
- Elementen (objecten of plekken op de dijk).

In de verkenningsfase van de dijkversterking zijn met name de schaalniveaus 'landschap' en 'dijkprofiel' van belang, omdat deze gaan over de vormgeving, ligging en continuïteit van de dijk. Dit zijn bij de totstandkoming van een Voorkeursalternatief de belangrijke hoofdkeuzes. De schaalniveaus 'materialisatie' en 'elementen' zijn met name van belang in de planuitwerkingsfase (na de verkenningsfase), omdat in deze fase meer gedetailleerd aan het dijkontwerp wordt gewerkt.

## 4.4 Gebiedsopgave

In het gebied speelt een aantal ontwikkelingen. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden vindt het belangrijk om de dijkversterking goed af te stemmen met andere ontwikkelingen, om slimme combinaties te zoeken, overlast te voorkomen en de samenhang in het gebied te bewaken. Daarom werkt Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden nauw samen met andere overheden in een ambtelijke werkgroep bestaande uit de gemeenten Houten en Wijk bij Duurstede, de provincie Utrecht, Staatsbosbeheer en Rijkswaterstaat.

### Reeds geïnventariseerde meekoppelkansen en raakvlakprojecten

In deze fase van het project zijn met de ambtelijke werkgroep diverse meekoppelkansen en raakvlakprojecten in beeld gebracht in het [Ruimtelijk Kwaliteitskader Dijkversterking Prinses Irenesluis - Culemborgse Veer](#) en tevens beschreven in de [Nota Meekoppelkansen](#). Deze nota geeft een overzicht van alle meekoppelkansen en daarmee invulling aan de Werkwijze en Kader Meekoppelkansen dat bij Sterke Lekdijk wordt gehanteerd en waaraan samenwerkpartners (gemeenten en provincie) zich hebben geconformeerd. Deze nota geeft uiteindelijk een verantwoording voor de wijze waarop meekoppelkansen in de verkenningsfase zijn opgenomen en vormt een bijlage bij de samenwerkafspraken voor de planuitwerking (Samenwerkingsovereenkomst (SOK) planuitwerkingsfase).

De thema's zijn verkeer, recreatie, ecologie en cultuurhistorie. De opgaven ten aanzien van de thema's verkeer en recreatie zijn in lijn met de visie [Mobiliteit en recreatie Sterke Lekdijk](#) en het [Beeldkwaliteitsplan Sterke Lekdijk](#). In onderstaande Tabel 4-4 worden alle thema's toegelicht en in Figuur 4-5 zijn deze afgebeeld.

**Tabel 4-4 Meekoppelkansen en de kansrijkheid ervan.**

Meekoppelkans	Toelichting meekoppelkans	Is de meekoppelkans kansrijk?
Weginrichting en recreatieve rustpunten	Betreft het realiseren van een eenduidige weginrichting langs de gehele Sterke Lekdijk en de aanleg van diverse recreatieve rustpunten langs het dijktraject conform het Beeldkwaliteitsplan. Voor de recreatieve rustpunten zijn circa vijf locaties in beeld. Dit betreft vier kleine rustpunten en een groter rustpunt bij De Heul. Het bepalen van het type en de locatie wordt in overleg met partners in het project gedaan en dienen samenhang te hebben met de binnendijkse en buitendijkse routestructuur, waarbij een goede zonering nodig is om ecologische en recreatieve belangen zo goed mogelijk met elkaar te verenigen. Dit geldt ook voor het kunnen waarborgen van het toekomstige beheer en onderhoud. Zie figuur 3-4 voor de locaties van de rustpunten.	<b>Ja</b> Voor de wegrichting en rustpunten zijn de uitgangspunten uit de Visie Mobiliteit en Recreatie gebruikt, de uitwerkingen in het Beeldkwaliteitsplan. Deze zijn ontwikkeld door de gemeente Houten, Wijk bij Duurstede, Provincie Utrecht en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Belangrijke aandachtspunten voor Irenesluis – Culemborgse Veer zijn de financiering in relatie tot de scope van de dijkversterking en draagvlak voor de voorgestelde inrichting.
Ecologische ontwikkeling dijkzone	Betreft verbeteringen van Natuurnetwerk Nederland (NNN) in de directe zone langs de dijk zoals bijvoorbeeld herstellen of terugbrengen van kleiputten en geschikt maken voor glanshaverhooiland.	<b>Nog niet bekend</b> Provincie Utrecht en Green Rivers Open Wonders (GROW) (opdrachtgeversRijkswaterstaat (RWS) / Staatsbosbeheer (SBB)) voeren nog onderzoek uit. Resultaten zijn in het najaar van 2022 beschikbaar.
Synergiekansen Schalkwijker Buitenwaard	Het project Schalkwijker Buitenwaard wordt door K3 Delta zelfstandig ontwikkeld, los van de dijkversterking. Daarnaast kunnen mogelijk vrijkomende delfstoffen worden benut voor de dijkversterking	<b>Nog niet bekend</b> Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, K3 Delta en Staatsbosbeheer zijn hierover in gesprek. In het najaar 2022 volgt een nadere invulling.
Wandelstructuur	Er zijn verschillende kansen om de wandelstructuur te verbeteren en een continue wandeling van west naar oost door de uiterwaarden mogelijk te maken. Daarbij kan ook gebruik worden gemaakt van de buitenbeheerstrook. Dit speelt onder andere in de Schalkwijker Buitenwaard. Hierover zijn afspraken gemaakt met Staatsbosbeheer, K3Delta en de Gemeente Houten.	<b>Ja</b> Er is een brede wens zowel bij organisaties als bewoners, kosten lijken beperkt.
Watererfgoed langs de dijk	Langs de dijk zijn verschillende waardevolle plekken (peilschaalhuizen, historische dijkpalen). Er ligt een kans deze te versterken/restaureren of beter beleefbaar te maken.	<b>Ja</b> Financiering is o.a. mogelijk vanuit het Synergiekrediet van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.
Cluster Heulse Waard	Punt waar het lint van Schalkwijk en de dijk bij elkaar komen bij de Heulse Waard is een historisch punt met dijkpaal, dijkmagazijn (nu museum) en peilschaalhuis. In combinatie met recreatieterrein Heulse Waard een interessant punt wat opgewaardeerd kan worden.	<b>Ja</b> Er ligt een grote relatie met de inrichting van de rustpunten
Verbetering knelpunten verkeer	Naast het realiseren van een andere weginrichting kunnen enkele specifieke knelpunten zoals de kruising bij Schalkwijk en de opstelplaats Beusichemse Veer worden verbeterd	<b>Ja</b> In de verkenning worden taludverflauwing en beheerstroken concreet uitgewerkt. De overige onderdelen worden in de Planuitwerkingsfase verder uitgewerkt.





Figuur 4-6 Kaart met meekoppelkansen en raakvlakprojecten.

### Uiterwaardontwikkelingen

In het gebied speelt een aantal zelfstandig lopende gebiedsontwikkelingen in de uiterwaarden (zie Tabel 4-5).

Tabel 4-5 Uiterwaardontwikkelingen (status augustus 2022).

Uiterwaard	Lopende ontwikkeling	Status	Initiatiefnemer
Steenwaard	Verbeteren natuurgebied in relatie tot doelen voor de Kader Richtlijn Water (KRW).	Schetsontwerp gereed. Wordt in combinatie met het project dijkverbetering Culemborgse Veer - Beatrixsluis opgepakt	Rijkswaterstaat / Staatsbosbeheer
Heulsewaard	geen	n.v.t.	n.v.t.
Schalkwijker Buitenwaard	Verbeteren natuurgebied in samenwerking met delfstoffenwinning	Ontwerp vergunningen aangevraagd	Staatsbosbeheer, K3 Delta
Moerbergse Waard	Onderzoek nut en noodzaak eenzijdige aantakking plas i.r.t. KRW doelen	zeer beperkte ingreep zonder inhoudelijke en geografisch duidelijke relatie	Rijkswaterstaat / Staatsbosbeheer
Boscherwaarden	Delfstoffenwinning en natuurontwikkeling	Mer-procedure loopt	Rijndelta Holding bv

Deze ontwikkelingen geven vanwege het vergevorderde stadium van de plannen op die locaties vooralsnog geen aanleiding voor samenwerking. Wel moet blijvende afstemming plaatsvinden en behoort in de realisatie uitwisseling van grondstoffen nog tot de kansen.

# 5. Van mogelijke naar kansrijke oplossingen

---





















Tijdens het ontwerpproces zijn op basis van de projectdoelstelling en vanuit verschillende thema's in het gebied, bouwstenen gecombineerd tot mogelijke oplossingen. Deze mogelijke oplossingen zijn uitgebreid uitgewerkt en vastgesteld in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#). Belangrijk uitgangspunt voor de mogelijke oplossingen is dat bij het opstellen van de mogelijke oplossingen de aangescherpte waterveiligheidsopgave van 17 mei 2022 (zie Hoofdstuk 2 in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#)) is gebruikt. In [paragraaf 4.1.3](#) is de ontwikkeling van de waterveiligheidsopgave in de tijd weergegeven in figuur 4-2. De waterveiligheidsopgave ten tijde van het opstellen van de Nota Mogelijke Oplossingen was een stuk groter dan de aangescherpte waterveiligheidsopgave van 8 juli 2022.

De beheeropgave en meekoppelkansen zijn in deze fase nog niet beoordeeld op effecten.

## 5.1 Samenvatting beoordeling mogelijke oplossingen

Op basis van de aanscherping van de waterveiligheidsopgave (zie [paragraaf 4.1](#)) van de dijk en de afweging van de mogelijke oplossingen met het beoordelingskader (zie [Nota van Uitgangspunten](#)) is bepaald welke gedeelten van de mogelijke oplossingen wel of niet kansrijk zijn. In onderstaande Figuur (5-1) is de effectbeoordeling van de mogelijke oplossingen per beoordelingscriterium gepresenteerd (van links naar rechts: waterveiligheid, riviersysteem, natuur, dijklandschap, cultuurhistorie en archeologie, wonen, bedrijven en landbouw). In de volgende paragrafen (5.1.1 t/m 5.1.6) is de beoordeling in meer detail uitgewerkt. Voor de volledige uitwerking van de resultaten wordt verwezen naar de [Nota Mogelijke Oplossingen](#). De mogelijke oplossingen zien er als volgt uit:

1. Behoud en versterking huidige situatie (constructie): de technische ingrepen vinden uitsluitend plaats door middel van constructies. Constructies zijn technische maatregelen die binnen het huidige dijkprofiel in de grond passen en die niet of vrijwel niet zichtbaar zijn. Daarom heeft deze mogelijke oplossing ruimtelijk minimale verandering als gevolg;
2. Grondoplossing binnenwaarts: deze mogelijke oplossing stelt brede binnendijkse pipingbermen voor en delen met constructies. Dit betekent dat de dijk er met name aan binnenwaartse zijde anders uit gaat zien ten opzichte van de huidige situatie;
3. Grondoplossing buitenwaarts: in deze mogelijke oplossing worden vanuit techniek voornamelijk buitendijkse grondverbetering, in de vorm van klei-inkassing, en binnen- en buitendijkse taludverflauwing voor stabiliteit toegepast. Hoewel deze mogelijke oplossing grondverbetering buitenwaarts heet, wordt toch gekozen om de stabiliteitsopgave binnenwaarts op te lossen met een binnendijkse taludverflauwing. In deze mogelijke oplossing gaat de grondoplossing boven constructie.

	 Waterveiligheid	 Riviersysteem	 Natuur	 Dijklandschap	 Cultuurhistorie en Archeologie	 Wonen, bedrijven en landbouw
<b>MO 1</b> Constructie	Positief effect					
	Geen effect	voldoet				
	Negatief effect					
<b>MO 2</b> Grondoplossing binnenwaarts	Positief effect					
	Geen effect	voldoet				
	Negatief effect					
<b>MO 3</b> Grondoplossing buitenwaarts	Positief effect					
	Geen effect	voldoet				
	Negatief effect					

Figuur 5-1 Samenvatting beoordeling mogelijke oplossing per criterium (van links naar rechts: waterveiligheid, riviersysteem, natuur, dijklandschap, cultuurhistorie en archeologie, wonen, bedrijven en landbouw).

### 5.1.1 Waterveiligheid

Alle mogelijke oplossingen moeten voldoen aan de waterveiligheidsnormen zoals vastgelegd in de Waterwet. Alle drie de mogelijke oplossingen hebben geen effect op het beoordelingscriterium waterveiligheid, omdat deze alle drie voldoen aan de waterveiligheidsnormen.



## 5.1.2 Riviersysteem

Voor het criterium riviersysteem zijn geen van de drie mogelijke oplossingen als positief beoordeeld. Dit komt doordat geen van de mogelijke oplossingen bestaat uit rivierverruimende maatregelen/bouwstenen. Bij mogelijke oplossing 1 'Constructie' vindt de gehele versterking in constructies plaats. Daarom vindt er geen versterking buitendijks plaats en zijn er voor geen enkel deelgebied (zie definitielijst) rivierkundige effecten. Mogelijke oplossing 2 'Grondoplossing binnenwaarts' en mogelijke oplossing 3 'Grondoplossing buitenwaarts' hebben dezelfde score op het criterium riviersysteem, namelijk een 'negatief effect'. In beide oplossingen wordt de buitenwaartse stabiliteitsopgave namelijk buitenwaarts opgelost door een taludverflauwing en/of een stabiliteitsberm. De beperkte buitenwaartse stabiliteitsopgave binnenwaarts oplossen is te complex (door bijvoorbeeld dijkverlegging) en wordt daarmee niet gezien als mogelijke oplossing. De taludverflauwing/stabiliteitsberm buitendijks resulteert in een afname van het doorstroomprofiel van de uiterwaard. Dit leidt mogelijk tot een negatief rivierkundig effect, namelijk waterstandopstuwing. De buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) uit mogelijke oplossing 3 resulteert niet tot een extra negatief rivierkundig effect, zolang het maaiveld niet opgehoogd wordt.



## 5.1.3 Natuur

Binnen het thema natuur zijn enkele onderscheidende aspecten tussen de verschillende mogelijke oplossingen. Deze hebben vooral een relatie met het ruimtebeslag. Grondwatereffecten zijn hierbij niet beschouwd. Mogelijke oplossing 1 'Constructie' kent geen ruimtebeslag en heeft derhalve geen blijvende effecten op het criterium natuur. Mogelijke oplossing 2 'Grondoplossing binnenwaarts' en 3 'Grondoplossing buitenwaarts' kennen elk in meer of mindere mate een ruimtebeslag welke negatief kan uitvallen voor natuur. Mogelijke oplossing 2 kent een beperkt ruimtebeslag op Natuurnetwerk Nederland-gebied (NNN) en bij mogelijke oplossing 3 is dat ruimtebeslag groter. Bovendien wordt hier de bestaande ondergrond verstoord door een buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) wat negatief kan uitwerken voor bestaande natuurwaarden. Anderzijds zou een buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) kansen kunnen bieden voor de realisatie van vernatting ten behoeve van natuurontwikkeling. Ook is bij mogelijke oplossing 3 sprake van ruimtebeslag op ecologisch relevant areaal voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Uiteindelijk maakt dit dat mogelijke oplossing 3 negatief scoort en beide andere oplossingen naar verwachting geen onoverkomelijke effecten hebben.



## 5.1.4 Dijklandschap

In de effectbeoordeling valt op dat voor het beoordelingscriterium dijklandschap geen van de drie mogelijke oplossingen als positief zijn beoordeeld. In de drie technische oplossingen wordt het dijklandschap niet verbeterd op de vier subaspecten zoals benoemd in paragraaf 3.3 [in de Nota Mogelijke Oplossingen](#), te weten:

- Effect op ligging t.o.v. huidig dijktracé;
- Effect op grootschaligheid en continuïteit dijktracé en aangrenzend landschap en ruimtegebruik;
- Effect op herkenbaarheid hoofdvorm van de dijk;
- Effect op continuïteit met aansluitende dijktracés Sterke Lekdijk – voornamelijk de aansluiting op dijkversterking Culemborgse veer – Beatrixsluis.



Bij mogelijke oplossing 1 ‘Constructie’ en 3 ‘Grondoplossing buitenwaarts’ zijn geen effecten op het dijklandschap te verwachten, omdat het dijklandschap bij beide oplossingen minimaal verandert. Bij mogelijke oplossing 1 worden constructies in het huidige dijkprofiel geplaatst en bij mogelijke oplossing 3 vindt buitendijkse grondverbetering plaats. De stabiliteitsopgave wordt nog wel opgelost door taludverflauwing (echter is deze opgave vervallen in de waterveiligheidsopgave die hoort bij de Nota Kansrijke oplossingen). Mogelijke oplossing 2 ‘Grondoplossing binnenwaarts’ levert een discontinu dijklandschap op doordat binnendijkse pipingbermen afgewisseld worden door maatwerk constructies nabij bebouwing. Dit maakt dat mogelijke oplossing 2 als negatief wordt beoordeeld.

## 5.1.5 Cultuurhistorie en archeologie

Binnen het beoordelingscriterium cultuurhistorie en archeologie zijn geen onderscheidende aspecten aangetroffen. Er zijn enkele raakvlakken te noemen zoals de historische dijkpaal nabij de Heulse Waard en een aantal peilschaalhuizen maar deze zijn te klein om als onderscheidend te worden aangemerkt. Daarnaast is sprake van een terrein met hoge archeologische verwachting aan de binnenzijde ten westen van de Heul. Hierdoor is sprake van een potentieel negatief effect.



## 5.1.6 Wonen, bedrijven en landbouw

In de effectbeoordeling scoort mogelijke oplossing 2 ‘Grondoplossing binnenwaarts’ negatief op het beoordelingscriterium wonen, bedrijven en landbouw. In deze oplossing wordt de agrarische bedrijfsvoering geraakt en zijn er negatieve effecten op het woongenot. Mogelijke oplossing 1 ‘Constructie’ en 3 ‘Grondoplossing buitenwaarts’ hebben geen effect op wonen, bedrijven en landbouw. Bij mogelijke oplossing 3 zijn de negatieve effecten beperkt of tijdelijk (wat niet meeweegt), waardoor deze oplossing beoordeeld wordt met geen effect.



## 5.2 Conclusie afweging van de mogelijke oplossingen naar kansrijke oplossing

De waterveiligheidsopgave is tussen het moment van het samenstellen van de mogelijke oplossingen en de kansrijke oplossing verder aangescherpt. Onderstaand uitgewerkte conclusie is gebaseerd op de meest recente waterveiligheidsopgave (8 juli 2022), wat betekent dat er nog een waterveiligheidsopgave is voor stabiliteit binnenwaarts bij het wiel (dijkpaal 117 en 118) en op zes locaties een opgave voor piping (zie [paragraaf 4.1.3](#)). Onderstaande conclusie wijkt daarom iets af van de conclusie effectbeoordeling uit de [Nota Mogelijke Oplossingen](#):

### Stabiliteitsopgave

Voor het oplossen van de stabiliteitsopgave is alleen bij het wiel nog een opgave (dijkvak 2b) voor stabiliteit binnenwaarts. Stabiliteit buitenwaarts voldoet na de aanscherping van de waterveiligheidsopgave overal. Op deze locatie is binnendijks een oplossing in grond onwenselijk, in verband met behoud van het wiel (zie [paragraaf 4.2 Nota Mogelijke Oplossingen](#)). Het wiel is ontstaan bij een dijkdoorbraak in 1747 en is zeer kenmerkend, omdat het een beeld geeft van de ontwikkelingsgeschiedenis van het gebied. Om deze reden is het een waardevol cultuurhistorisch element dat in zijn huidige vorm behouden moet blijven. Daarom wordt voor deze locatie voor de stabiliteitsopgave alleen een constructie als kansrijke oplossing gezien. Voor stabiliteit is hiermee dus geen variatie meer in oplossingen en is er maar één kansrijke oplossing.

### Pipingopgave

Voor het oplossen van de pipingopgave is op verschillende locaties nog wel variatie mogelijk. De keuze bestaat vaak uit een pipingconstructie, pipingberm en/of buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing). Door het toepassen van de Beslisboom Piping ([zie paragraaf 4.1.2](#)) is een deel van de piping opgave uitgesteld, waardoor er voor zes locaties een pipingoplossing ontworpen hoeft te worden. Voor deze locaties wordt nogmaals de afweging gemaakt tussen een constructie, grondoplossing binnenwaarts (pipingberm) en/of grondoplossing buitenwaarts (grondverbetering). Uit de effectbeoordeling mogelijke oplossing worden voor deze locaties de volgende bevindingen meegenomen:

- Grondoplossing binnenwaarts (pipingberm) scoort voor de meeste locaties het meest negatief. Deze negatieve score zit vooral in de deelgebieden 2, 3, 5 en 8 (zie definitielijst voor een kaartje van de deelgebieden). Binnendijks staan namelijk een groot aantal woningen/bedrijven waar een pipingberm niet mogelijk is en dus maatwerk moet worden geleverd rondom deze woningen/bedrijven. Het realiseren van pipingbermen aan de binnenzijde met lengtes van al gauw 100 meter of meer zal door deze maatwerklocaties onderbroken worden. Dit heeft een negatief effect op het dijklandschap omdat de continuïteit van het dijkprofiel wordt aangetast. Tevens is de impact van de binnendijkse pipingbermen op agrarische grond en eigendom, waaronder fruitbomen, groot. Hierdoor wordt een pipingberm voor de deelgebieden 2, 3, 5 en 8 niet direct als kansrijk gezien;
- Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) is in deelgebied 8 technisch niet mogelijk omdat de oplossing voor een groot deel in de rivier loopt. De buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) is voor dit gebied dus niet kansrijk;
- Een constructie wordt voor alle locaties (nog) als kansrijk gezien.

# 6. Kansrijke oplossingen

---

De waterveiligheidsopgave is tijdens de verkenningsfase verder aangescherpt (zie [paragraaf 4.1](#)) ten opzichte van de [Nota van Uitgangspunten](#) en [Nota Mogelijke Oplossingen](#). Op basis van de effectbeoordeling mogelijke oplossingen is er geen mogelijke oplossing in zijn geheel afgevallen. Daarom worden de drie mogelijke oplossingen als kansrijke oplossingen overgenomen, maar alleen voor de zes locaties waar de pipingopgave speelt. De opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts voor dijkvak 2b wordt in elke kansrijke oplossing op dezelfde wijze opgelost, namelijk met een constructie. Een oplossing in grond past hier niet zonder het wiel te dempen, wat onder andere vanuit cultuurhistorisch oogpunt, ongewenst is.

In de volgende drie paragrafen zijn de drie kansrijke oplossingen gepresenteerd:

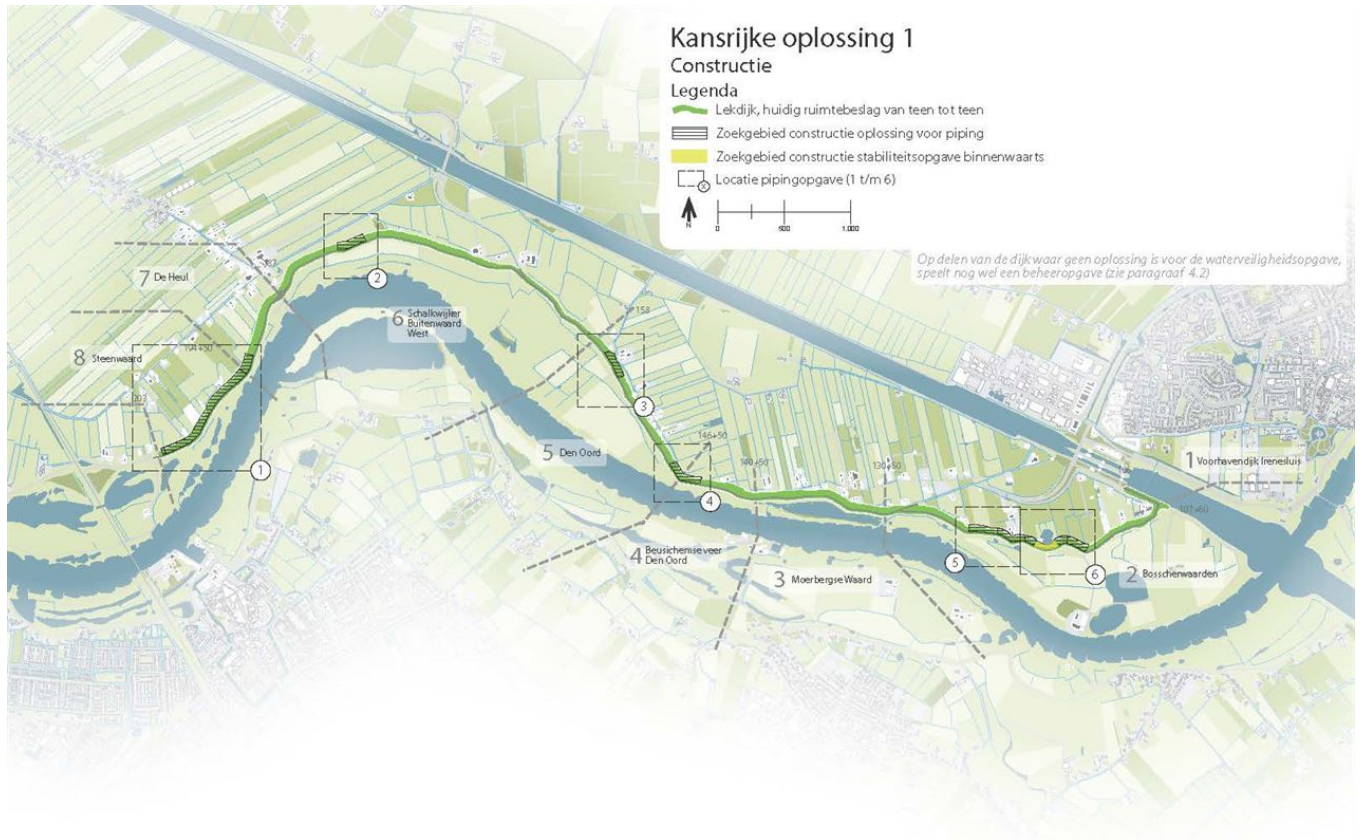
- [Kansrijke oplossing 1: Constructie](#)
- [Kansrijke oplossing 2: Grondoplossing binnenwaarts \(pipingberm\)](#)
- [Kansrijke oplossing 3: Grondoplossing buitenwaarts \(grondverbetering\)](#)

Tot de basis van elke kansrijke oplossing behoort de beheeropgave (zie [paragraaf 4.2](#)) en de eventuele meekoppelkansen (zie [paragraaf 4.4](#)) die meegenomen worden. Eventuele besluiten hierover volgen in de planuitwerkingsfase.

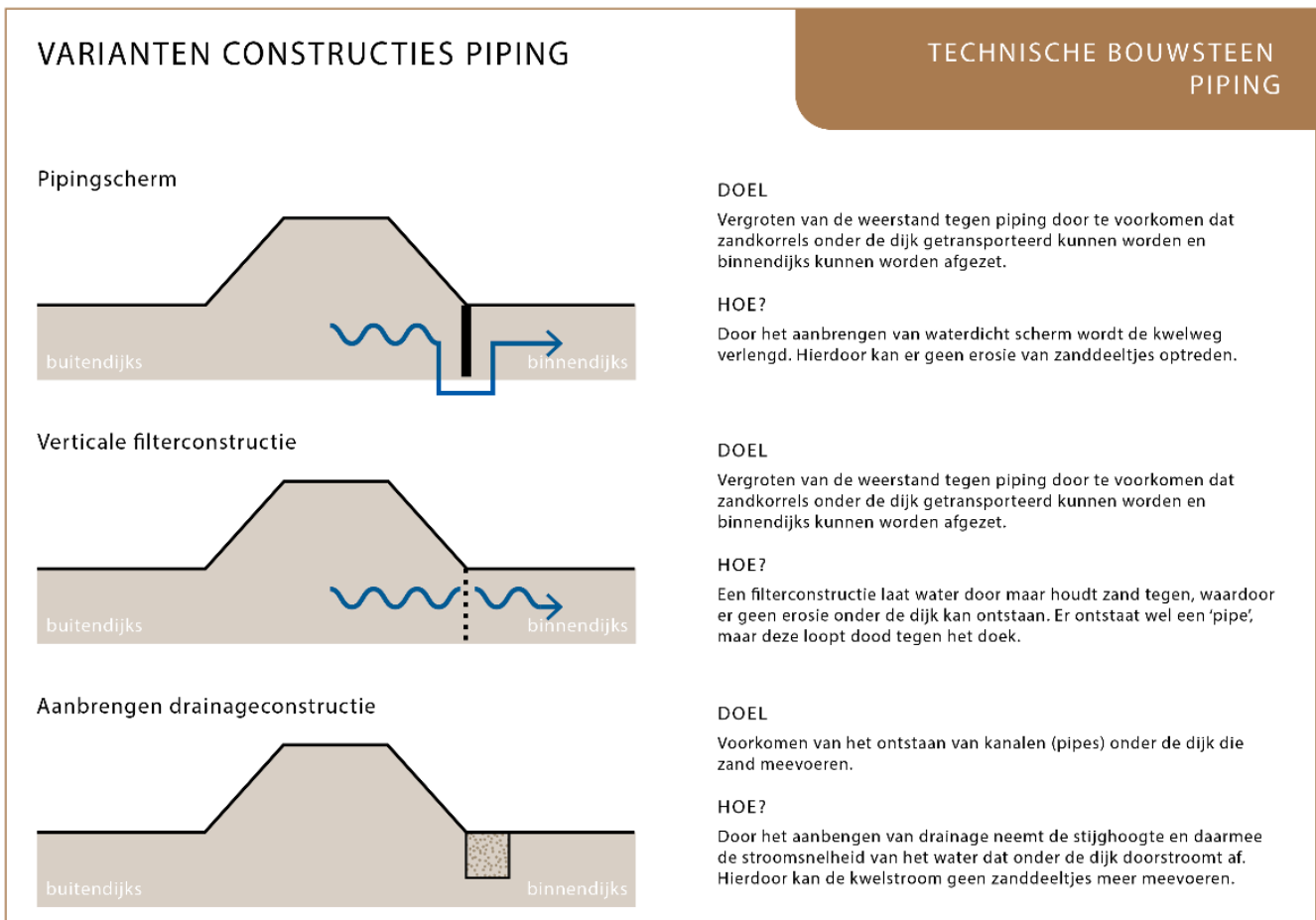
## 6.1 Kansrijke oplossing 1: Constructie

Voor de kansrijke oplossing 1 “Constructie” wordt de pipingopgave opgelost met de technische bouwsteen constructie voor piping. Belangrijk uitgangspunt is dat de beheeropgave (zie [paragraaf 4.2](#)) binnendijks op locaties met een waterveiligheidsopgave, gelijktijdig wordt ingepast in het ontwerp (constructie binnendijks) voor de waterveiligheidsopgave.

In Figuur 6-3 zijn de locaties en zoekgebieden weergegeven. Het zoekgebied voor de constructie ligt tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter. In Figuur 6-4 en 6.5 is deze bouwsteen verder toegelicht. Constructies passen binnen het huidige dijkprofiel in de grond en zijn vrijwel niet zichtbaar. Daarom heeft deze kansrijke oplossing ruimtelijk minimale verandering als gevolg. Deze kansrijke oplossing inclusief het zoekgebied voor de constructie is weergegeven in Figuur 6-2. In [paragraaf 6.4](#) is er in meer detail gekeken naar de locaties en zijn de kansrijke oplossingen naast elkaar gezet.

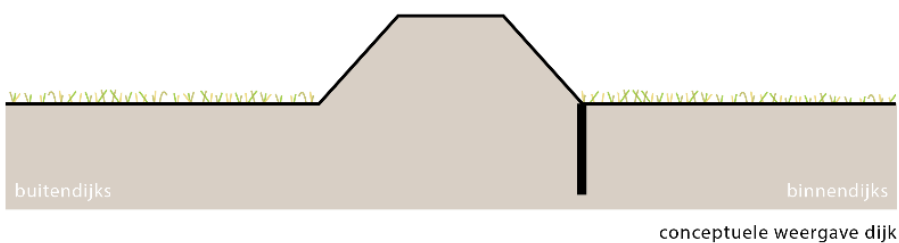


Figuur 6-2 Kansrijke oplossing 1: “Constructie” kaart.



Figuur 6-3 Technische bouwsteen piping: varianten constructies piping



**DOEL**

Voorkomen van het ontstaan van kanalen (pipes) onder de dijk die zand meevoeren.

**HOE?**

Door het aanbrengen van een waterdoorlatend of waterdicht scherm wordt voorkomen dat zand wordt meegevoerd. Met een waterdicht scherm wordt de kwelweglengte verlengd waardoor geen 'pipe' kan ontstaan. Met een waterdoorlatend scherm wordt voorkomen dat een 'pipe' zand kan meevoeren.

Verschillende typen constructies staan op de volgende sheet uitgewerkt.

**VOOR- en NADELEN****Voordelen**

- Verticale maatregelen kosten geen ruimte en zijn in het veld nauwelijks zichtbaar.

**Nadelen**

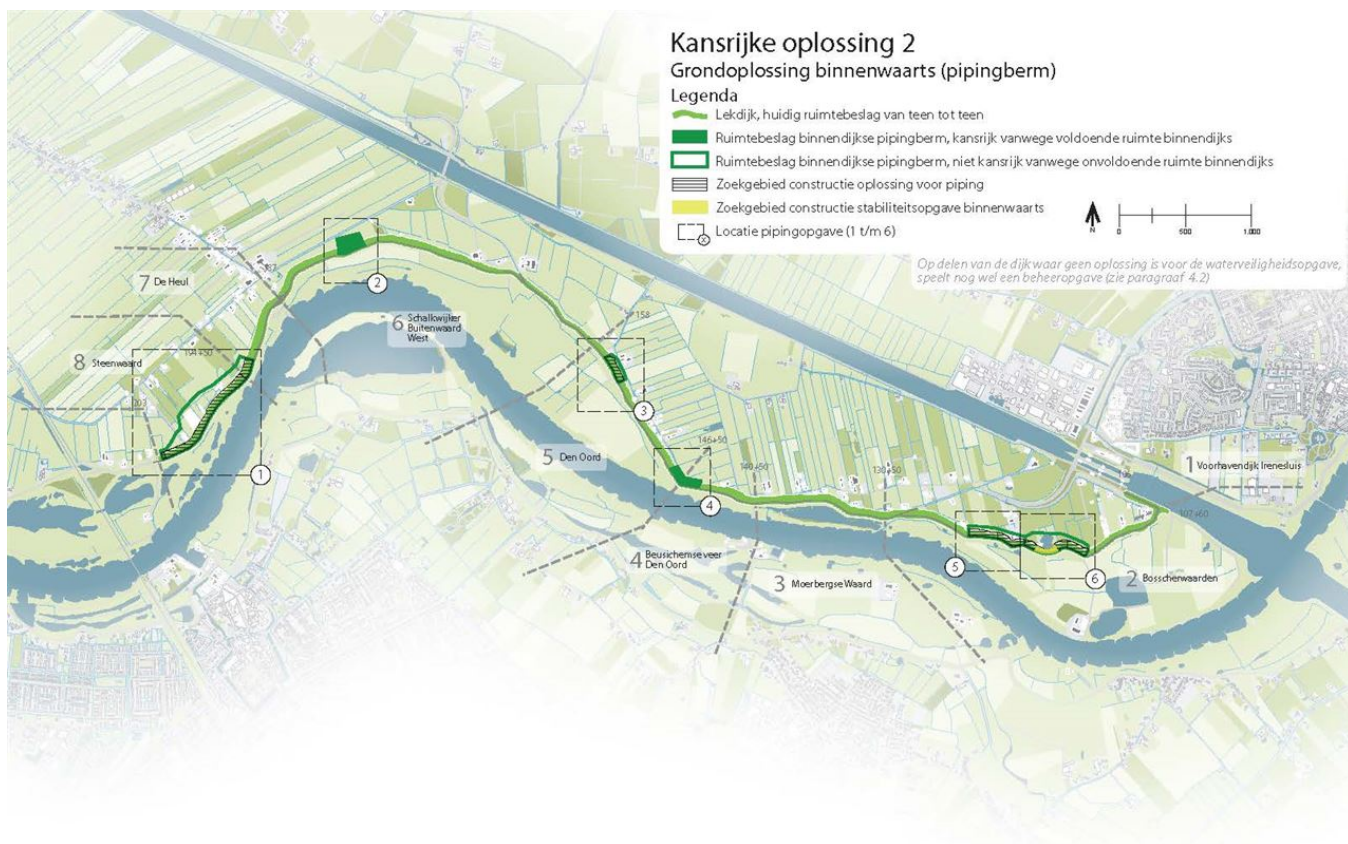
- Maatregel is lastig aan te passen indien later dijkverbetering nodig blijkt.

Figuur 6-4 Technische bouwsteen piping: constructie

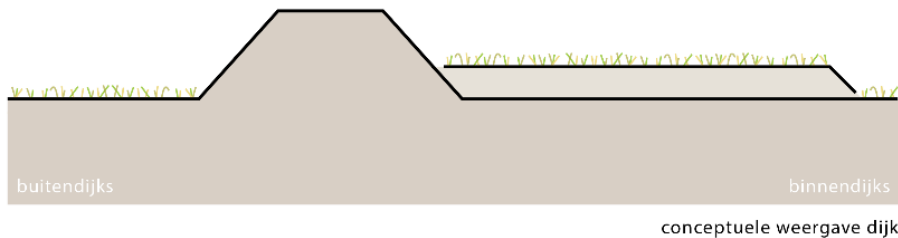
## 6.2 Kansrijke oplossing 2: Grondoplossing binnenwaarts (pipingberm)

Voor de kansrijke oplossing 2 “Grondoplossing binnenwaarts” wordt de piping opgave opgelost met de technische bouwsteen binnendijkse pipingberm. In Figuur 6-6 is deze bouwsteen verder toegelicht. Belangrijk uitgangspunt is dat de binnendijkse beheeropgave (zie [paragraaf 4.2](#)) op locaties met een waterveiligheidsopgave, gelijktijdig wordt ingepast in het ontwerp (pipingberm) voor de waterveiligheidsopgave.

Deze kansrijke oplossing is niet op elke locatie haalbaar, door bijvoorbeeld ruimte conflict met binnendijkse bebouwing. Op deze locaties wordt de opgave opgelost met een constructie. Deze kansrijke oplossing inclusief het ruimtebeslag van de pipingberm en het zoekgebied voor de constructies, is weergegeven in Figuur 6-5. Het ruimtebeslag van de pipingberm is gebaseerd op berekeningen van het kwelweglengte te kort. In [paragraaf 6.4](#) is er in meer detail gekeken naar de locaties en zijn de kansrijke oplossingen naast elkaar gezet. In deze paragraaf is ook onderbouwd waar de kansrijke oplossing niet kansrijk is.



Figuur 6-5 Kansrijke oplossing 2: “Grondoplossing binnenwaarts” kaart



## DOEL

Voorkomen van het ontstaan van kanalen (pipes) onder de dijk die zand meevoeren.

## HOE?

Door binnendijks een brede berm van klei aan te leggen, wordt de weg die het water onder de dijk aflegt langer. Hierdoor wordt de weerstand groter en wordt het meevoeren van zand voorkomen.

## VOOR- en NADELEN

## Voordelen

- Maatregel wordt uitgevoerd met grond en is daarmee duurzaam en makkelijk aanpasbaar;
- Maatregel is goed te combineren met maatregelen tegen het faalmechanisme macrostabiliteit;
- Ophogen van het gebied aan de binnenzijde van de dijk kan leiden tot drogere condities voor bijvoorbeeld landbouw, dit kan positief zijn maar ook beperkingen met zich meebrengen.

## Nadelen

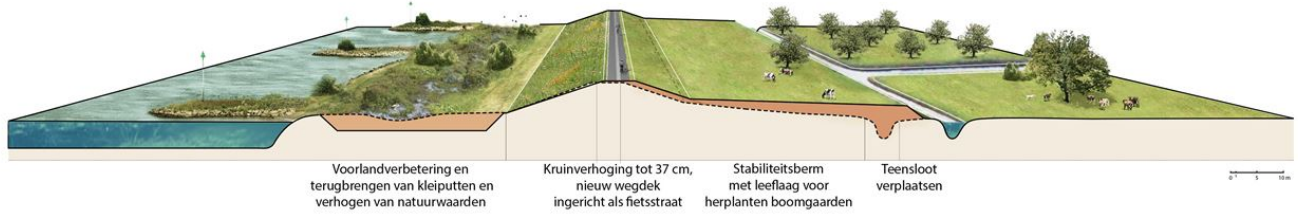
- Soms is een zeer brede binnenberm nodig met grote ruimtelijke impact.

Technische bouwsteen piping: binnendijkse berm

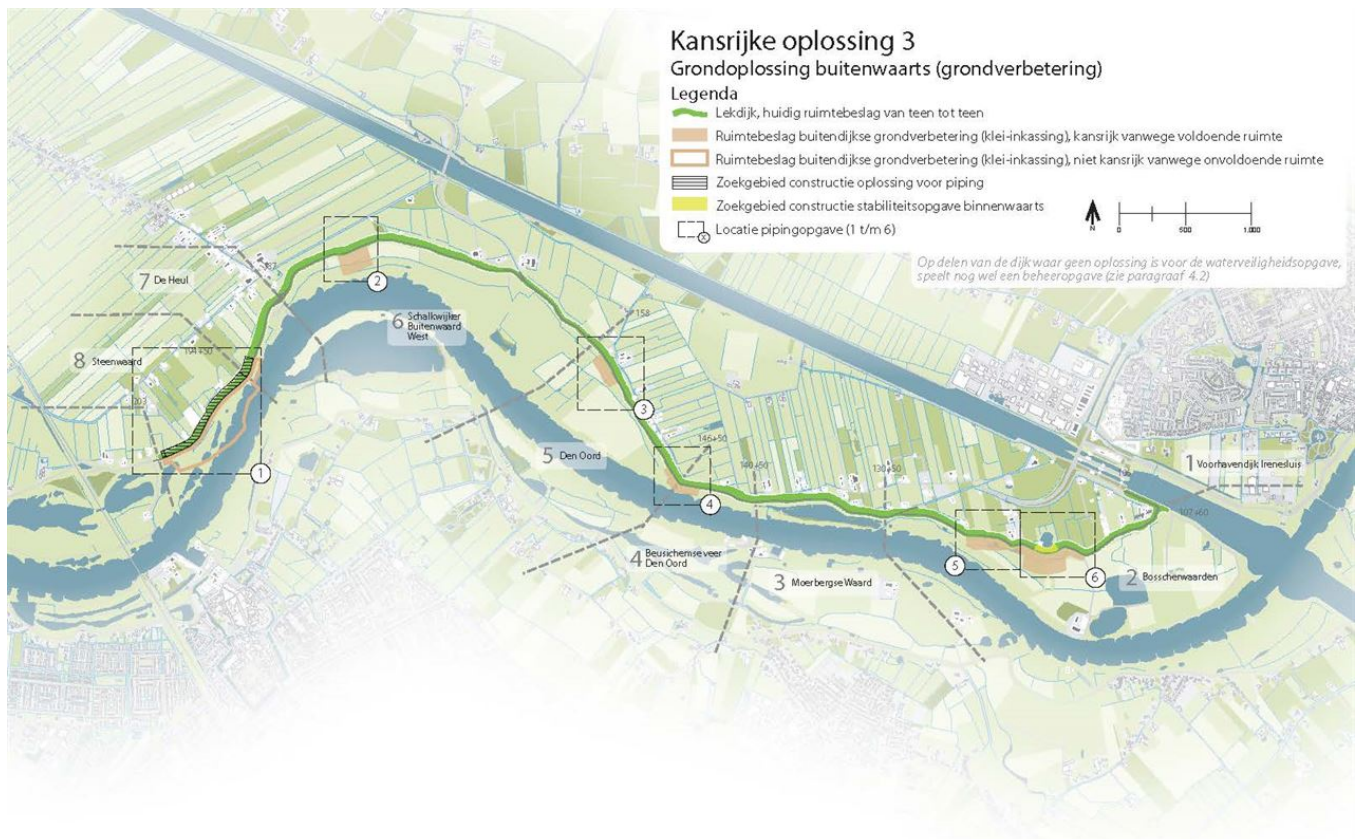
## 6.3 Kansrijke oplossing 3: Grondoplossing buitenwaarts (grondverbetering)

Voor de kansrijke oplossing 3 “Grondoplossing buitenwaarts” wordt de pipingopgave opgelost met de technische bouwsteen buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing). In Figuur 6-9 is deze bouwsteen verder toegelicht. Belangrijk uitgangspunt is dat de buitendijkse beheeropgave (zie [paragraaf 4.2](#)) op locaties met een waterveiligheidsopgave, gelijktijdig wordt ingepast in het ontwerp (grondverbetering) voor de waterveiligheidsopgave.

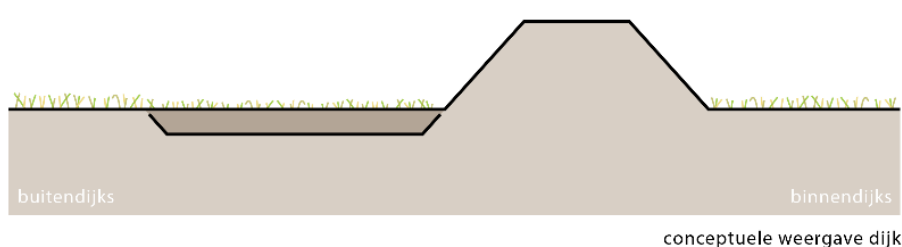
Deze kansrijke oplossing is niet op elke locatie kansrijk, doordat bijvoorbeeld het ruimtebeslag overlapt met de rivier. Op deze locaties wordt de opgave opgelost met een constructie. Deze kansrijke oplossing, inclusief het ruimtebeslag van de grondverbetering en het zoekgebied voor de constructie, is weergegeven in Figuur 6-8. Het ruimtebeslag van de grondverbetering is gebaseerd op berekeningen van het kwelweglengte te kort. Buitendijkse grondverbetering biedt kansen voor het terugbrengen van kleiputten en het hiermee verhogen van natuurwaarden. Dit is een meekoppelkans die uitsluitend geldt voor kansrijke oplossing 3. Dit soort voorlandverbetering is in doorsnede geïllustreerd in Figuur 6-7 (bron: Strootman Landschapsarchitecten). In [paragraaf 6.4](#) is er in meer detail gekeken naar de locaties en zijn de kansrijke oplossingen naast elkaar gezet. In deze paragraaf is ook onderbouwd waar de kansrijke oplossing niet kansrijk is.



Figuur 6-7 Principe doorsnede van buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) waar het terugbrengen van kleiputten lokale natuurwaarden verhoogt. Bron: Strootman Landschapsarchitecten



Figuur 6-8: Kansrijke oplossing 3 "Grondoplossing buitenwaarts (grondverbetering)" kaart



### DOEL

Voorkomen van het ontstaan van kanalen (pipes) onder de dijk die zand meevoeren.

### HOE?

Door buitendijks klei in te kassen in een strook voor de dijk. Hierdoor wordt de weg die het water onder de dijk aflegt langer. Als gevolg hiervan wordt de weerstand groter en wordt het meevoeren van zand voorkomen.

### VOOR- en NADELEN

#### Voordelen

- Maatregel wordt uitgevoerd met grond en is daarmee duurzaam en makkelijk aanpasbaar;
- Klei-inkassing in de uiterwaard kan worden gecombineerd met vernatting en natuurontwikkeling.

#### Nadelen

- Klei-inkassing kan groot effect hebben op bestaande natuur;
- Soms is een zeer brede inkassing nodig met grote ruimtelijke impact.

Figuur 6-9 Technische bouwsteen piping: buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)

## 6.4 Overzicht oplossingen per locatie

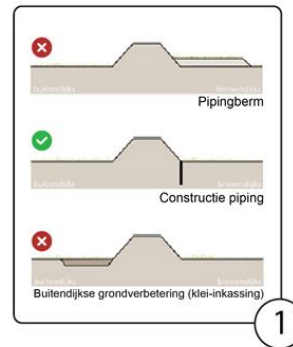
In deze paragraaf is in meer detail gekeken naar de locaties en zijn de kansrijke oplossingen naast elkaar gezet. Tevens is ook onderbouwd waar de kansrijke oplossingen niet kansrijk zijn. In totaal zijn er zes locaties met een waterveiligheidsopgave. Per locatie geeft een beknopte gebiedsomschrijving een indruk van binnen- en buitendijks landgebruik. Vervolgens wordt in kaart een dwarsprofiel toegelicht welke mogelijke oplossingen kansrijk zijn en welke niet. Deze informatie is ook opgenomen in de [bijlage factsheets](#) waarin de kaarten en profielen beter af te lezen zijn.

## 6.4.1 Locatie 1 – deelgebied Steenwaard

### Beknopte gebiedsomschrijving

Buitendijks ligt de Steenwaard; een weidse, natuurlijke uiterwaard met oude poelen en geulen. De Lek ligt hier dichtbij de dijk. Ook liggen er enkele poelen in de uiterwaarden. Binnendijks is agrarisch grondgebruik zoals grasland, akkerland en zijn er een aantal grote boerenerven en een enkele boomgaard. De erfgrenzen liggen vrijwel gelijk aan de binnendijkse teen van de dijk.

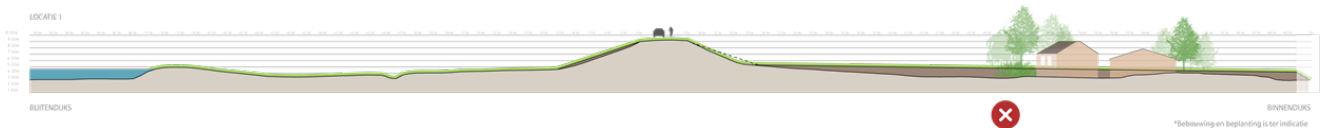
### Onderzochte oplossingen



### Legenda

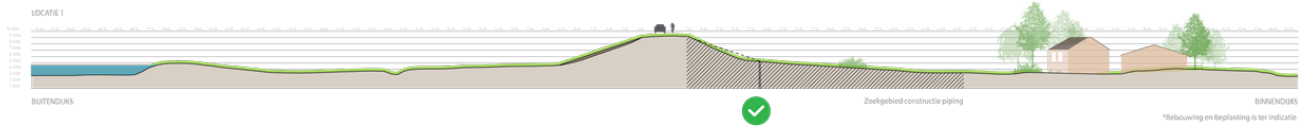
- Dijkpaal
- Lekdijk, huidig ruimtebeslag van teen tot teen
- Doorsnedelij, kijkrichting en dijkpaalnummer
- Zoekgebied constructie oplossing voor piping
- Ruimtebeslag binnendijkse pipingberm. Hier geen kansrijke oplossing.
- Ruimtebeslag buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) Hier geen kansrijke oplossing

### Binnendijkse (piping)berm



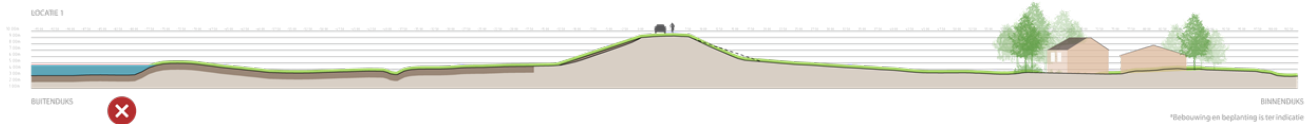
Een binnendijkse pipingberm is niet kansrijk voor locatie 1 vanwege de woningen en agrarische bedrijven binnendijks. De huidige binnendijkse pipingberm dient verlengd te worden met zo'n 170 meter, het volume is dusdanig groot dat dit niet past zonder het slopen of inpassen met constructies van bebouwing. Het realiseren van pipingbermen aan de binnenzijde met ingepaste bebouwing zou onregelmatig ogen en leiden tot ongewenste onderbreking van het dijklandschap. Deze bouwsteen was voor deze locatie al afgevallen na de effectbeoordeling in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#), maar staat hier nog wel genoemd voor het complete overzicht.

## Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 1 is een constructie oplossing kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)



Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) is niet kansrijk voor locatie 1 omdat er dusdanig veel oppervlakte buitendijks nodig is dat het in de rivier en kribben komt te liggen. Oplossingen mogen niet het huidige riviersysteem beïnvloeden en daarom is buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) hier niet realistisch. Deze bouwsteen was voor deze locatie al afgevallen na de effectbeoordeling in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#), maar staat hier nog wel genoemd voor het complete overzicht.

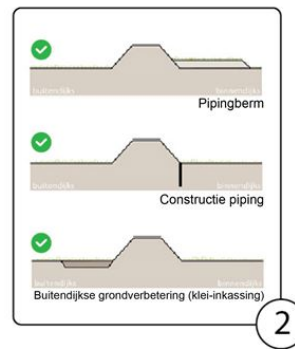
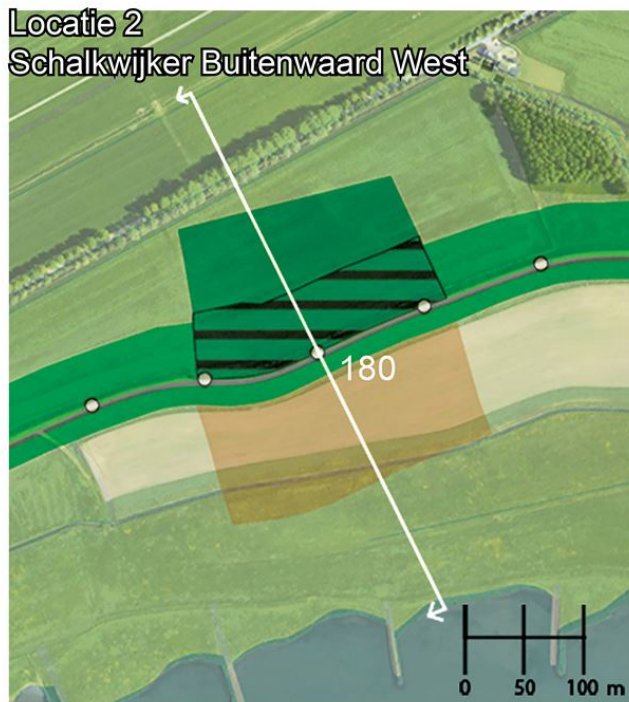


## 6.4.2 Locatie 2 – deelgebied Schalkwijker Buitenwaard West

### Beknopte gebiedsomschrijving

Buitendijks ligt de Schalkwijker Buitenwaard. Op dit punt is de uiterwaard vrij breed. Dit gebied is deels agrarisch in gebruik met een afwisseling van grasland, boomgaarden en houtwallen. Er staat hier geen bebouwing aan de binnendijkse zijde.

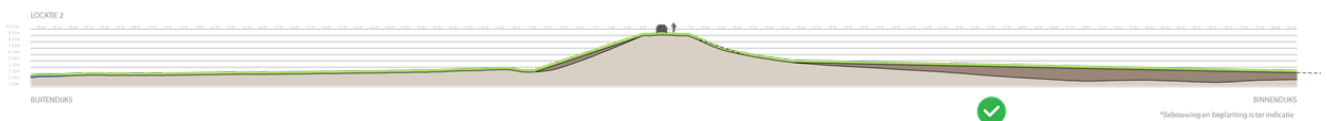
### Onderzochte mogelijke oplossingen



### Legenda

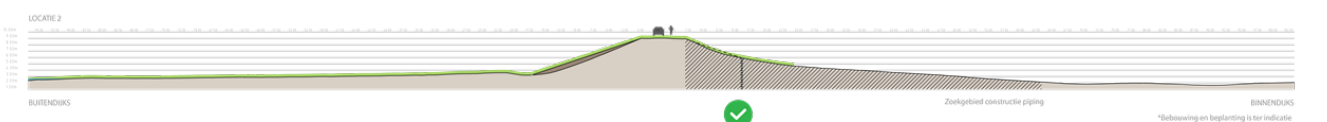
- Dijkpaal
- Lekdijk, huidig ruimtebeslag van teen tot teen
- Doorsnedelij, kijkrichting en dijkpaalnummer
- Ruimtebeslag binnendijkse pipingberm
- Zoekgebied constructie oplossing voor piping
- Ruimtebeslag buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)

### Binnendijkse (piping)berm



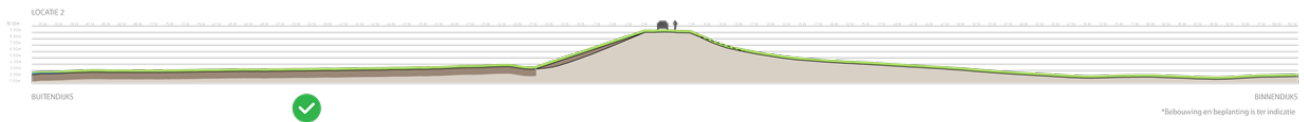
Op locatie 2 is een binnendijkse pipingberm kansrijk. Het tast geen binnendijkse bebouwing aan en er is voldoende ruimte om het geschatte volume van de pipingberm in te passen in het landschap.

### Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 2 is een constructie oplossing kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)



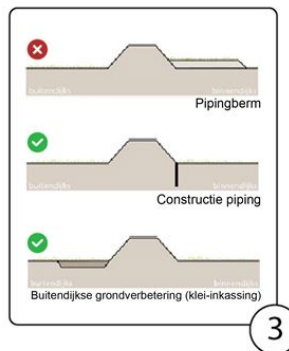
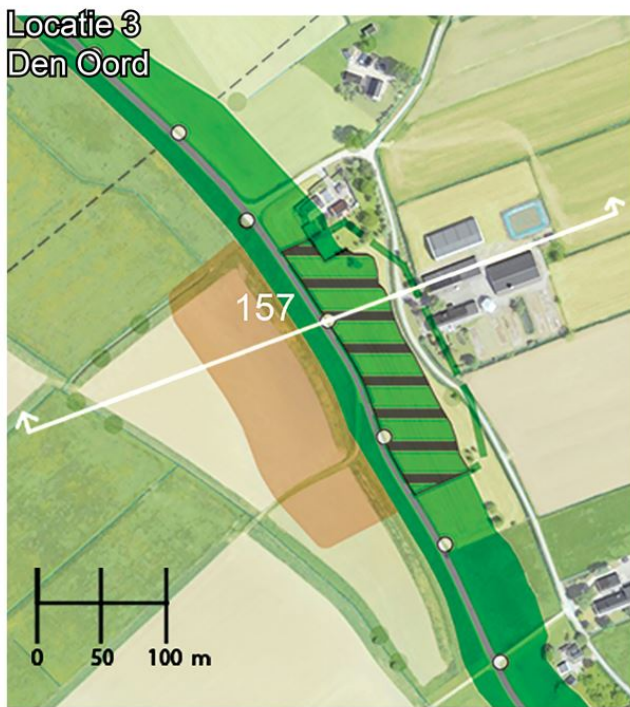
Buitendijkse grondverbetering is kansrijk op locatie 2. De locatie ligt ver genoeg van de rivier en het oppervlakte is goed in te passen in de uiterwaarden. Wel moet worden nagegaan hoe het ruimtebeslag van de beoogde nieuwe geul als onderdeel van de natuurontwikkeling Schalkwijker Buitenwaard, te combineren is met deze buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) (zie de Meekoppelkansen en Raakvlakprojecten kaart in [paragraaf 4.4](#)).

## 6.4.3 Locatie 3 – deelgebied Den Oord

### Beknopte gebiedsomschrijving

Buitendijks bevindt zich de Schalkwijker Buitenwaard. Op dit punt is deze breed en deels in agrarisch gebruik. Binnendijks ligt bebouwing van het dorpje Den Oord, welke is ontsloten via een parallelweg aan de dijk. Er staan woningen, agrarische bedrijven en er is agrarisch landgebruik.

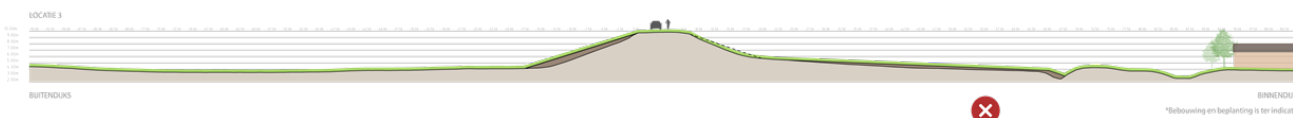
### Onderzochte mogelijke oplossingen



### Legenda

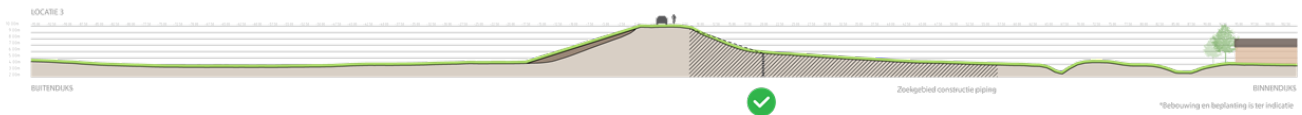
- Dijkpaal
- Lekdijk, huidig ruimtebeslag van teen tot teen
- Doorsnedelij, kijkrichting en dijkpaalnummer
- Zoekgebied constructie oplossing voor piping
- Ruimtebeslag buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)
- Ruimtebeslag binnendijkse pipingberm. Hier geen kansrijke oplossing

### Binnendijkse (piping)berm



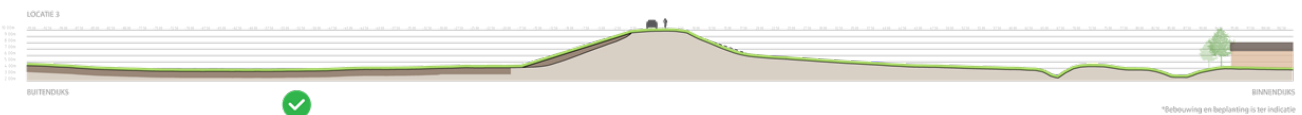
Op locatie 3 is een binnendijkse pipingberm niet kansrijk vanwege de woningen en agrarische bedrijven binnendijks. De pipingberm is dusdanig groot in volume dat het niet past met deze bebouwing. Deze bouwsteen was voor deze locatie al afgevallen na de effectbeoordeling in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#), maar staat hier nog wel genoemd voor het complete overzicht.

## Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 3 is een constructie oplossing kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)



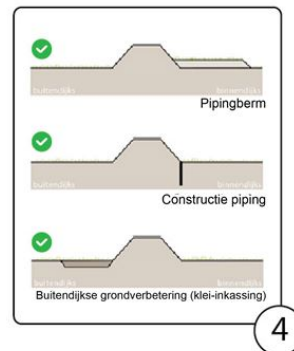
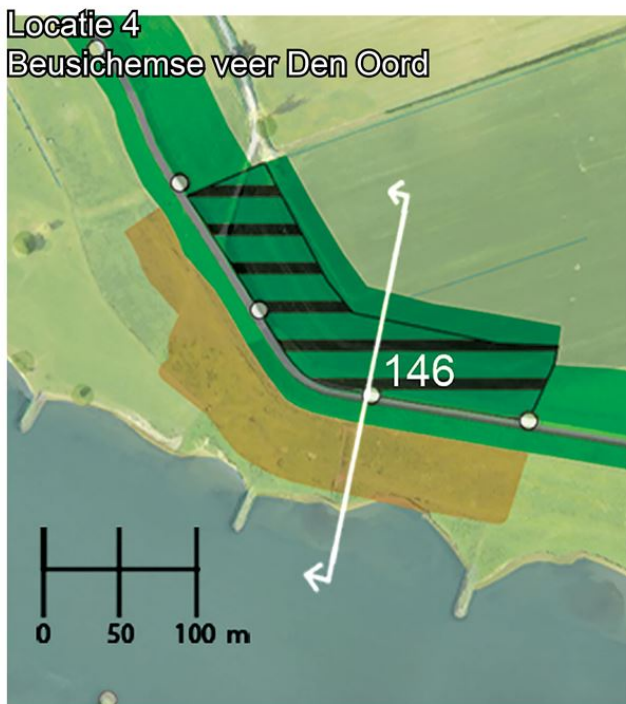
Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) is kansrijk op locatie 3. De locatie ligt ver genoeg van de rivier en het oppervlakte is goed in te passen in de uiterwaarden.

## 6.4.4 Locatie 4 – deelgebied Beusichemse veer Den Oord

### Beknopte gebiedsomschrijving

Op dit deelgebied ligt de dijk bijna direct langs de Lek. Daarom zijn de uiterwaarden op dit punt erg smal. Het gebied is een uitloper van de Schalkwijker Buitenwaard. Binnendijks is het erg weids en staan geen woningen of andere bebouwing. Binnendijks is er agrarisch grondgebruik op de oude oeverwal.

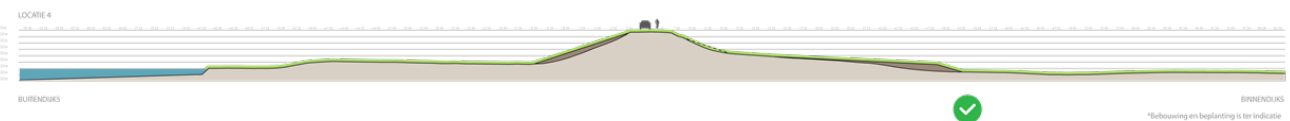
### Onderzochte oplossingen



### Legenda

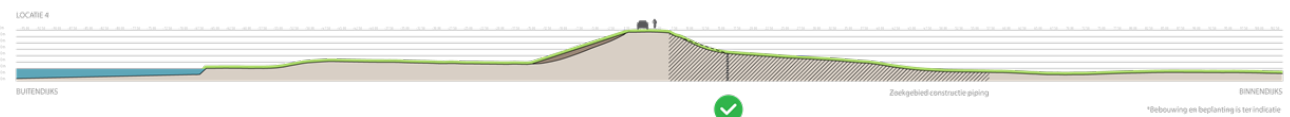
- Dijkpaal
- Lekdijk, huidig ruimtebeslag van teen tot teen
- Doorsnedelij, kijkrichting en dijkpaalnummer
- Ruimtebeslag binnendijkse pipingberm
- Zoekgebied constructie oplossing voor piping
- Ruimtebeslag buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)

### Binnendijkse (piping)berm



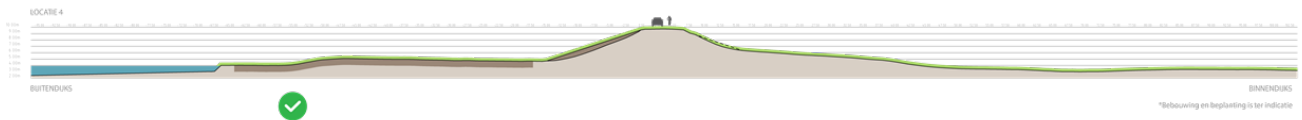
Op locatie 4 is een binnendijkse pipingberm kansrijk. Het tast geen binnendijkse bebouwing aan en er is voldoende ruimte om het geschatte volume van de pipingberm in te passen in het landschap.

### Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 4 is een constructie oplossing kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)



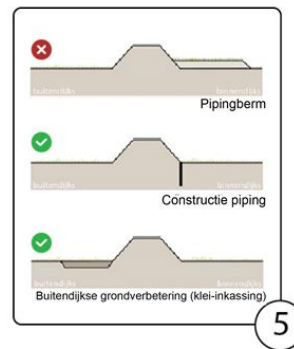
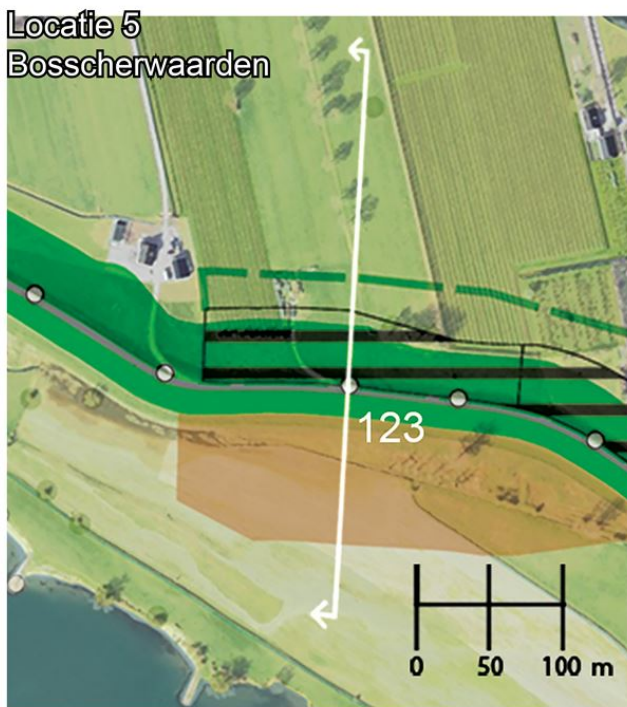
Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) is kansrijk op locatie 4. De locatie ligt net ver genoeg van de rivier en het benodigde oppervlakte is goed in te passen in de uiterwaarden. Aandachtspunt is dat op deze locatie veel afkalving van het kribvak plaatsvindt. Dit zou een kans kunnen zijn om werk met werk te maken, zowel buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) als stabiliteit van het kribvak te verbeteren.

## 6.4.5 Locatie 5 – deelgebied Bosscherwaarden

### Beknopte gebiedsomschrijving

Buitendijks liggen de Bosscherwaarden, brede uiterwaarden met oudhoevig land met de oude steenfabriek als herkenbaar punt in het landschap. Binnendijks is het landschap kleinschalig en besloten vanwege de agrarische bebouwing en boomgaarden.

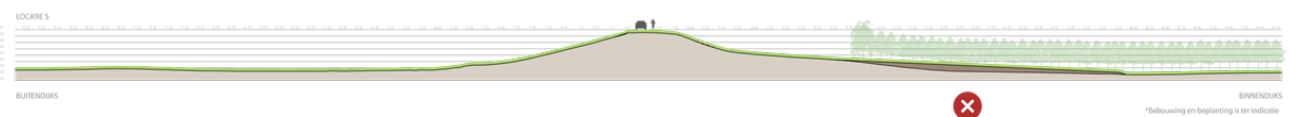
### Onderzochte oplossingen



### Legenda

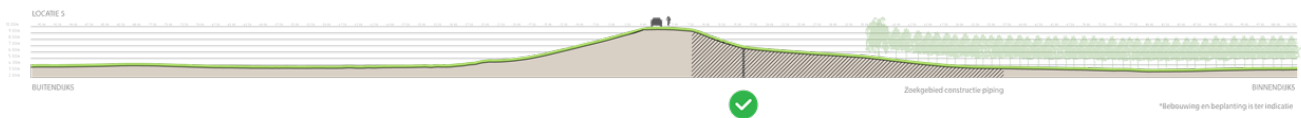
- Dijkpaal
- Lekdijk, huidig ruimtebeslag van teen tot teen
- Doorsnedelij, kijkrichting en dijkpaalnummer
- Zoekgebied constructie oplossing voor piping
- Ruimtebeslag buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)
- Ruimtebeslag binnendijkse pipingberm. Hier geen kansrijke oplossing

### Binnendijkse (piping)berm



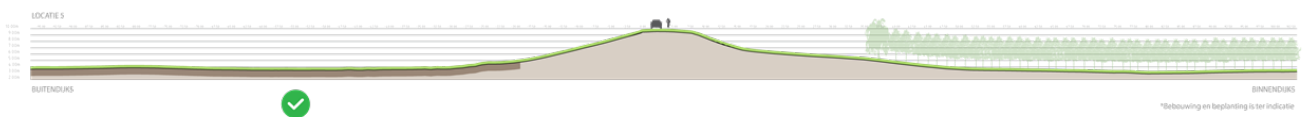
Een binnendijkse pipingberm is niet kansrijk voor locatie 5 vanwege de agrarische bedrijfsvoering zoals boomgaarden binnendijks. De pipingberm is dusdanig groot in volume dat het niet past met dit landgebruik. Daarnaast kan een lokale pipingberm aan de binnenzijde met ingepaste bebouwing onregelmatig ogen en leiden tot ongewenste onderbreking van het dijklandschap. Deze bouwsteen was voor deze locatie al afgevallen na de effectbeoordeling in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#), maar staat hier nog wel genoemd voor het complete overzicht.

## Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 5 is een constructie oplossing kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)



Op locatie 5 is buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) kansrijk, het gaat hier om een buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) van 87m. De locatie ligt ver genoeg van de rivier en het benodigde oppervlakte is goed in te passen in de uiterwaarden. Uit bestaand grondonderzoek blijkt dat hier r relatief veel klei aanwezig is. Met aanvullend onderzoek wordt op dit moment gekeken of dit voldoende is. Indien hier voldoende klei aanwezig is in het voorland vervalt deze locatie bij de verdere aanscherping van de waterveiligheidsopgave tijdens de volgende fase: opstellen van het Voorkeursalternatief.



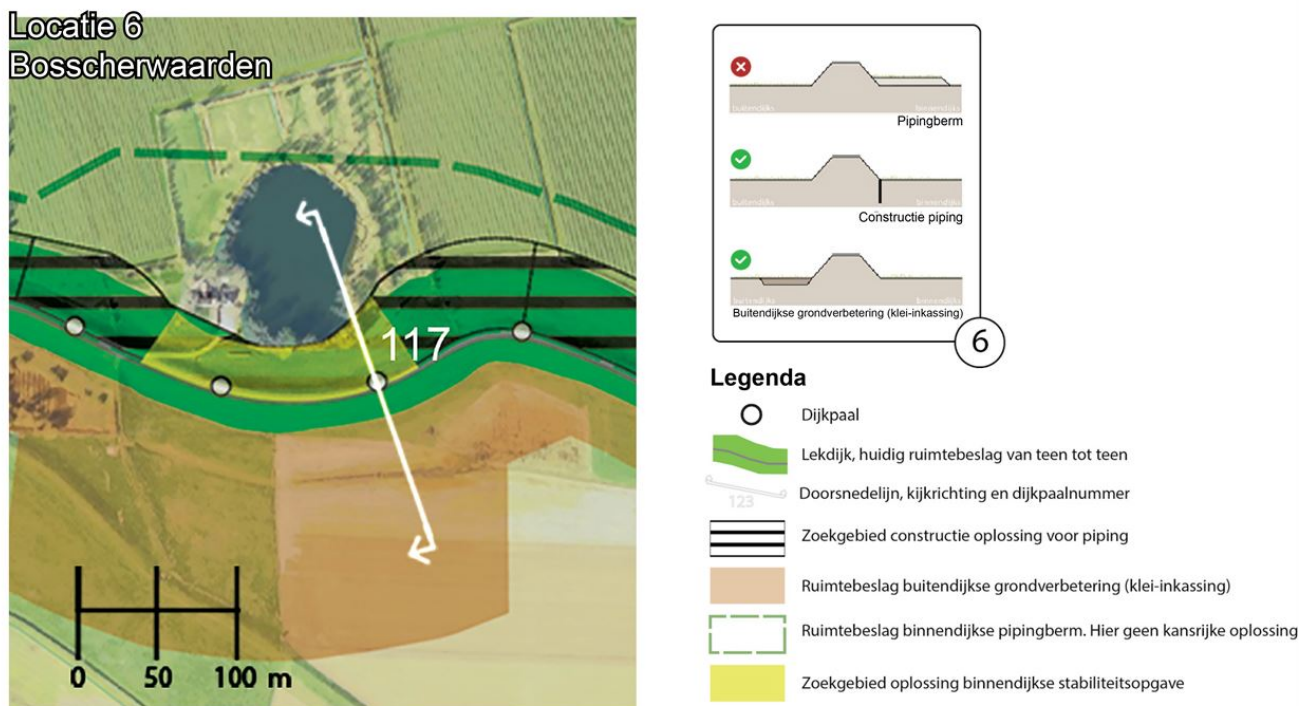
## 6.4.6 Locatie 6 – deelgebied Bosscherwaarden

### Beknopte gebiedsomschrijving

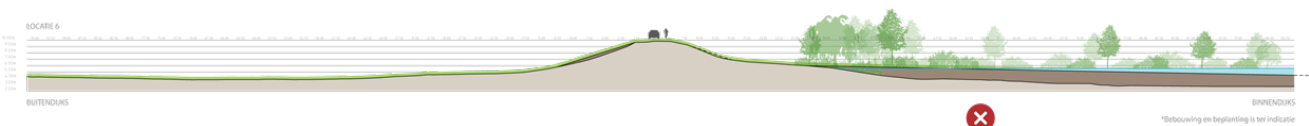
Net zoals bij locatie 5 liggen hier buitendijks de Bosscherwaarden, brede uiterwaarden met oudhoevig land met de oude steenfabriek als landmark. Binnendijks is het landschap kleinschalig en besloten vanwege de agrarische bebouwing en boomgaarden. Hier is ook een wiel als restant van de dijkdoorbraak te vinden.

Deze locatie heeft naast een pipingopgave ook een opgave voor macrostabiliteit binnenwaarts bij het wiel, waarvoor de oplossing al vaststaat, namelijk een constructie, zie [hoofdstuk 5.2](#). Deze constructie kan zo ontworpen worden dat de pipingopgave hier ook mee opgelost wordt.

### Onderzochte oplossingen

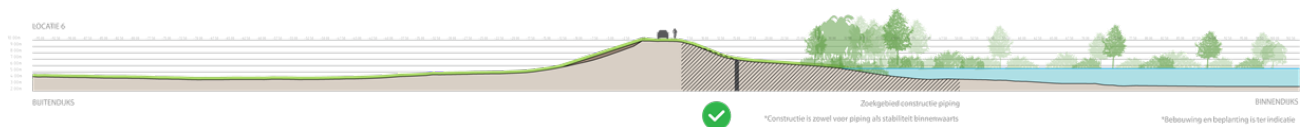


### Binnendijkse (piping)berm



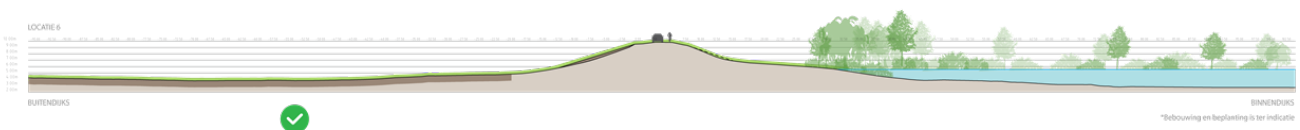
Een binnendijkse pipingberm is niet kansrijk voor locatie 6 vanwege de aanwezigheid van het wiel 'De Noord' aan de binnenzijde. Het wiel is een waardevol cultuurhistorisch landschappelijk element. Het behouden van het wiel gaat niet samen met de pipingberm. Daarnaast is de pipingberm dusdanig groot in volume dat hij voor een deel overlap heeft met aanwezige bebouwing en boomgaarden waardoor de pipingberm hier niet gewenst is. Deze bouwsteen was voor deze locatie al afgevallen na de effectbeoordeling in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#), maar staat hier wel genoemd voor het complete overzicht.

## Verticale pipingmaatregel (constructie)



Voor locatie 6 is een constructie kansrijk omdat deze geen invloed heeft op het ruimtegebruik binnendijks en buitendijks. De stabiliteitsopgave waarvoor een constructie nodig is kan goed gecombineerd worden met een constructie voor piping. De exacte locatie voor de constructie staat nog niet vast, wel is een zoekgebied bepaald voor de constructie, namelijk tussen het hart van de kering en het eind van de huidige binnenberm plus vijf meter.

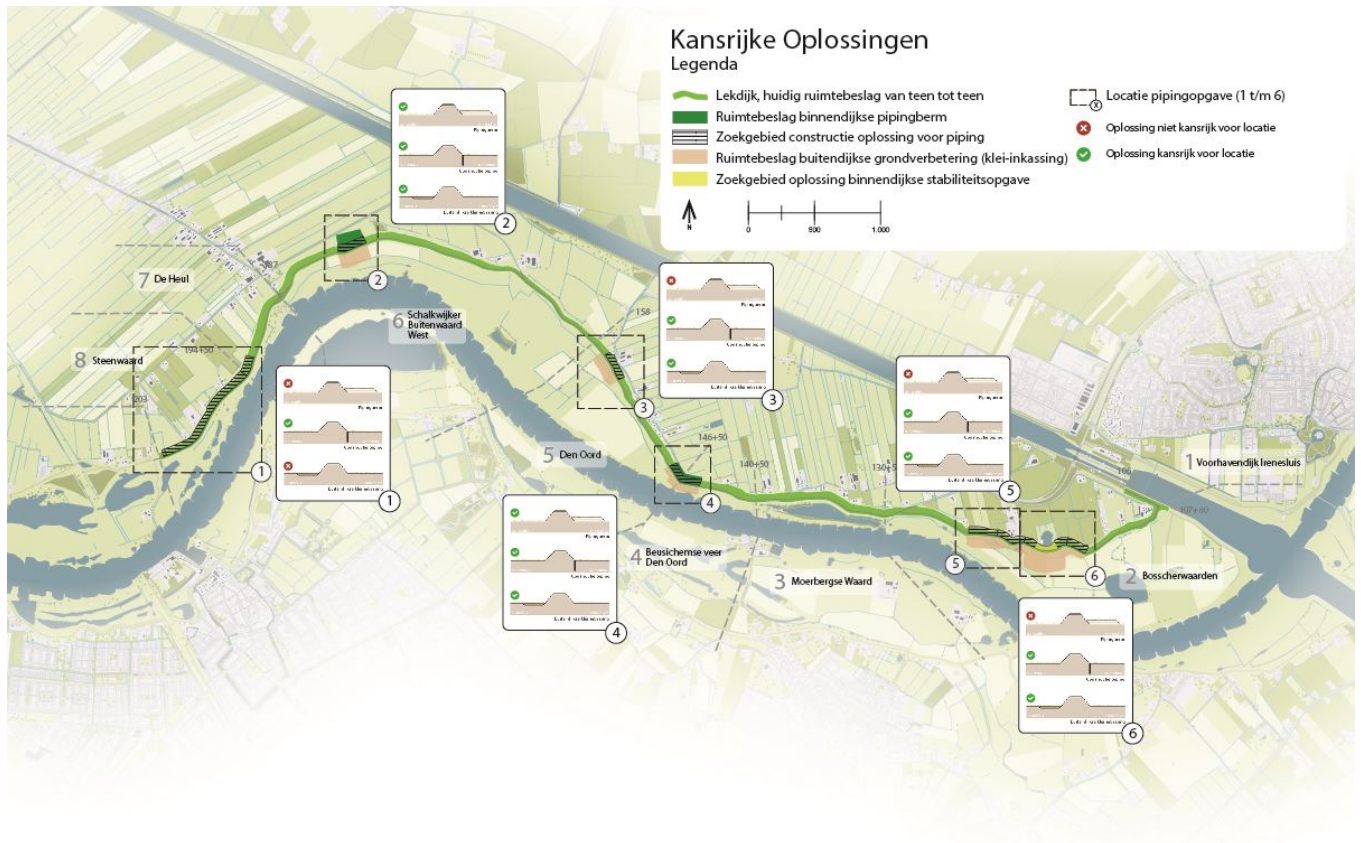
## Buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing)

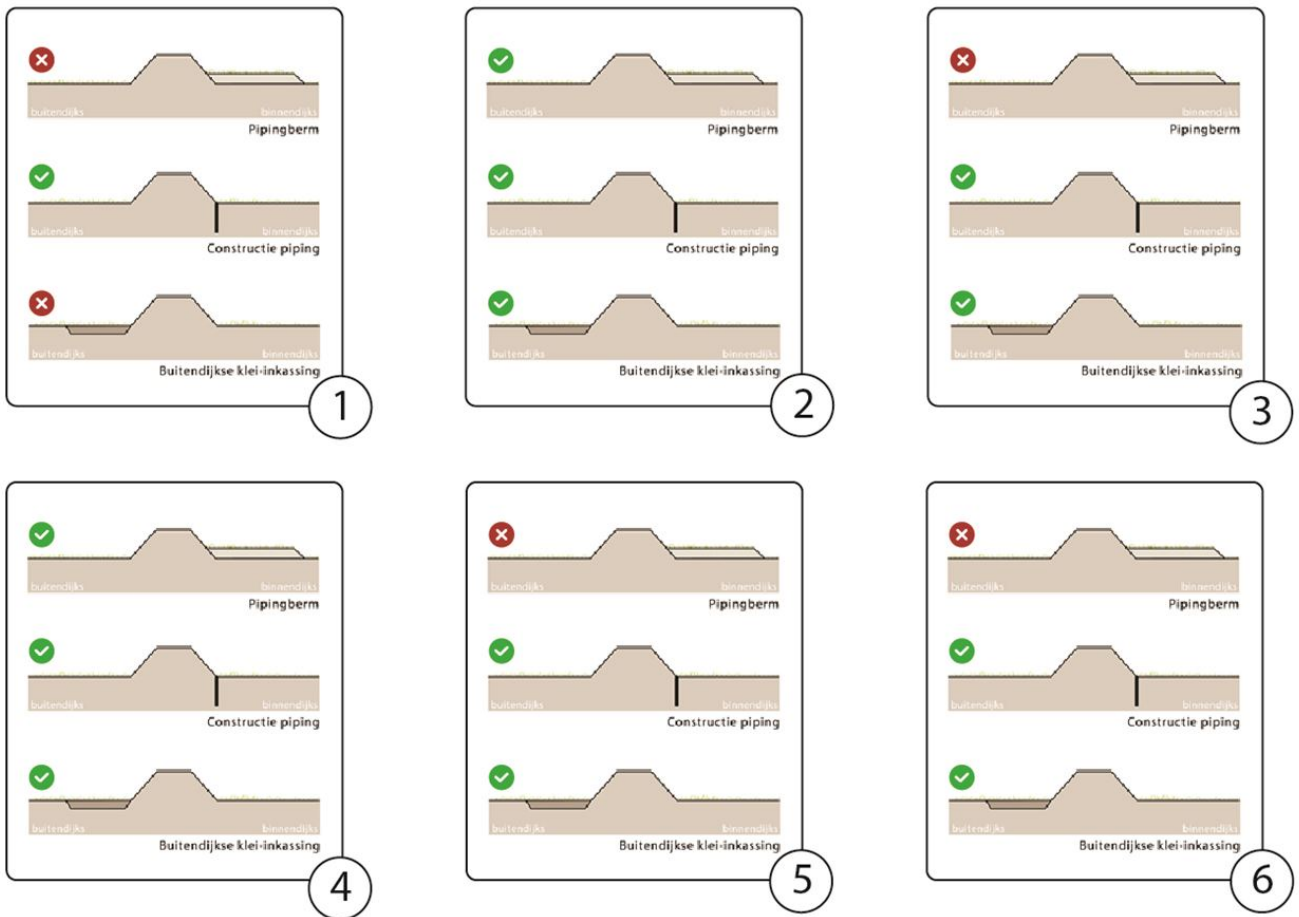


Op locatie 6 is de opgave groot, waardoor buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) nodig is over een grote lengte (+140 meter) in het voorland. Op deze locatie is er buitendijks voldoende ruimte waardoor buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) goed is in te passen in de uiterwaard. Dit maakt kansrijke oplossing 3 kansrijk voor deze locatie.

## 6.5 Conclusie

Per locatie is duidelijk welke oplossingen kansrijk zijn en welke niet. De uitkomsten zijn in Figuur 6-10 en Figuur 6-11 gepresenteerd. Uitkomst is dat veel oplossingen toe te passen zijn maar dat met name de binnendijkse pipingbermen minder kansrijk zijn. Dit komt door ruimtelijke conflicten met het huidige binnendijkse landgebruik. Dit is onderbouwd in de [Nota Mogelijke Oplossingen](#). Een constructie is overal kansrijk en buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing) ook, met uitzondering van locatie 1 waar de Lek te dicht op de dijk ligt en er dus onvoldoende ruimte is voor buitendijkse grondverbetering (klei-inkassing). In het Voorkeursalternatief wordt per locatie de afweging gemaakt welke kansrijke oplossing het meest geschikt is, onder andere door middel van effectbeoordelingen (MER-studie)is. Gezamenlijk vormen deze meest geschikte oplossingen met de basiselementen en meekoppelkansen (inclusief beheeropgave) het Voorkeursalternatief, wat de basis zal vormen voor de planuitwerking.





Figuur 6-11 Overzicht kansrijke oplossingen locaties

# 7. Reflectie projectdoelstellingen en doorkijk naar Voorkeursalternatief

---

In dit hoofdstuk wordt er een reflectie op de projectdoelstellingen gegeven in [paragraaf 7.1](#) en wordt er vooruit gekeken naar het vervolg proces in [paragraaf 7.2](#).

## 7.1 Reflectie projectdoelstellingen NKO

Deze paragraaf beschrijft een reflectie op hoofdlijnen van de drie kansrijke oplossingen op basis van expert-judgement. Dit gebeurt als voorzet voor de afweging en beoordeling van de kansrijke oplossingen in de MER deel 1 (Milieu Effect Rapportage) als basis voor het Voorkeursalternatief. De reflectie vindt plaats aan de hand van de projectdoelstellingen. De project doelstellingen zijn:

- 1) Voldoet aan de veiligheidsdoelen en eisen vanuit beheer;
- 2) Levert een Voorkeursalternatief binnen gestelde planning en budget op dat:
- 3) Via een open transparante werkwijze tot stand komt met oog voor de omgeving;
- 4) Invulling geeft aan het verbeteren van de leefomgeving;
- 5) Rekening houdt met potentiële innovaties en duurzaamheid;
- 6) Optimaal inspeelt op de planuitwerkings- en realisatiefase door de innovatiepartners vroegtijdig te betrekken.

### 7.1.1 Voldoet aan de veiligheidsdoelen en eisen vanuit beheer

Voor deze doelstelling wordt er een reflectie gegeven op het aspect veiligheid en de beheer aspecten: onderhoudbaarheid en controleerbaarheid plus de toetsbaarheid en validatie van de methode.

#### Veiligheid

Het aspect veiligheid is tweeledig: enerzijds wordt bedoeld de veiligheid van de dijken en anderzijds dat de realisatie hiervan op een veilige manier moet gebeuren.

Alle kansrijke oplossingen moeten voldoen aan de waterveiligheidsnormen zoals vastgelegd in de Waterwet. Hier zit dus geen verschil in qua kansrijke oplossing.

Wat betreft veiligheid op het werk is er onderscheid te maken in de wijze van realisatie. De realisatie van een dijkversterking vraagt om de inzet van zwaar materieel bij de verplaatsing van grond en het aanbrengen van de constructies. Bij het inbrengen van stalen damwanden en voor enkele van de innovatieve oplossingen (kansrijke oplossing 1) worden kranen met lange gieken ingezet waaraan zware trilblokken, boren of grondmengers hangen. Daarbij komen grote krachten vrij die door de standzekerheid en sterkte van de kranen in bedwang worden gehouden. Het daadwerkelijk transport van de aan te brengen materialen is daarbij relatief gering.

Vooraf bij de horizontale oplossingen in grond (kansrijke oplossing 2 en 3) vindt er een grote hoeveelheid grondtransport plaats, 'per as' en/ of over het water. Het laden en lossen met behulp van zware grondverzetmachines samen met de verkeersbewegingen van zwaarbeladen dumpers vormt ook een risico.

De aard van de veiligheidsrisico's per kansrijke oplossing verschilt. Ze vragen om een voortdurend veiligheidsbewustzijn bij het maken van keuzes en het uitvoeren van het werk.

Iedere kansrijke oplossing kent zo zijn eigen risico's. Op dit moment is er bekeken vanuit het veiligheidsaspect, geen voorkeur voor één van de kansrijke oplossingen uit te spreken.

## Onderhoudbaarheid en controleerbaarheid

Verticale constructies scoren doorgaans slecht op onderhoudbaarheid (kansrijke oplossing 1). Bij het aanbrengen verdwijnen zij uit zicht om –in de praktijk- nooit weer boven te komen. Dit kan ook worden gezien als een voordeel: naar de meeste ondergrondse oplossingen hoeft nooit meer te worden omgekeken. Nadeel is dat de reststerkte van de maatregelen na verloop van jaren niet in beeld kan worden gebracht zonder kostbaar onderzoek. Versterkingen in grond (kansrijk oplossing 2 en 3) zijn goed onderhoudbaar en controleerbaar voor- en tijdens een hoogwatersituatie.

## Toetsbaarheid en validatie van de methode

Van traditionele oplossingen is goed bekend hoe ze werken en zijn de rekenregels beschikbaar om de dimensionering ervan uit te rekenen. Dit maakt de grondoplossingen in kansrijke oplossing 2 en 3 goed valideerbaar en toetsbaar.

Voor kansrijke oplossing 1 staat nog niet vast of hier voor een constructie of innovatieve oplossingen gekozen wordt. Deze keuze wordt in de planuitwerking gemaakt. Voor innovatieve oplossingen geldt dat er meestal nog nader onderzoek en praktijkproeven nodig zijn om de wijze waarop zij ingrijpen in het faalmechanisme te valideren en te toetsen aan de opgave. Voor de verplichte toetsing op veiligheid zijn dergelijke controles complex en duur. Indien er in kansrijke oplossing 1 gekozen wordt voor een innovatieve oplossing zal dit om een extra inspanning vragen van de innovatiepartner bij ontwerp en aanleg, maar ook van beheer tijdens de levensduur van de oplossing.

## 7.1.2 Levert een voorkeursalternatief binnen gestelde planning en budget

Alle kansrijke oplossingen leveren een Voorkeursalternatief op binnen gestelde planning en budget, dit wordt als een randvoorwaarde voor het project gezien. De kansrijke oplossingen zijn hier dus niet onderscheidend in.

## 7.1.3 Het voorkeursalternatief komt tot stand via een open transparante werkwijze met oog voor de omgeving

### Transparante werkwijze

Deze projectdoelstelling is randvoorwaardelijk voor elke kansrijke oplossing. De open transparante werkwijze wordt gerealiseerd door een goede afweging en onderbouwing van elke oplossing. De omgeving wordt hierbij betrokken door informatieavonden, een bewonerswerkgroep en duidelijke rapportages, zoals: Nota van Uitgangspunten, Nota Mogelijke Oplossingen, Nota Kansrijke Oplossingen en Nota Voorkeursalternatief.

### Omgeving

In gesprekken met de omgeving (bewonerswerkgroep, informatiebijeenkomsten en keukentafelgesprekken) en onze partners zijn wensen voor de dijkversterking verzameld en zijn de oplossingsrichtingen besproken. Het doorlopen proces, inclusief participatie(mogelijkheden) en validatie door stakeholders is beschreven in hoofdstuk 3. De omgevingswensen die zijn geïnventariseerd hebben veelal betrekking op het behouden van huidige gebruiksmogelijkheden (en het eigendom), het verbeteren van de verkeersveiligheid op de dijk en het versterken van natuurwaarden.

Voor de beoordeling van de kansrijke oplossingen is hieronder een reflectie gegeven op het (verwachte) draagvlak van de oplossing:

- Kansrijke oplossing 1 heeft een behoudend karakter en sluit daarom goed aan bij wensen vanuit de omgeving om huidige waarden en gebruik zo min mogelijk te verstoren.
- Kansrijke oplossing 2 heeft door de aanleg van omvangrijke bermen binnendijs de grootste impact op het gebruik, eigendom en beeldkwaliteit. Hier zal het inpassingsvraagstuk het grootst zijn. Essentieel uitgangspunt: er wordt geen bebouwing gesloopt.
- De buitendijkse maatregelen in kansrijke oplossing 3 vinden plaats onder de grond en zijn na realisatie niet meer waarneembaar. Bovendien bieden de werkzaamheden in de uiterwaard goede kansen voor versterking van de natuur- en cultuurwaarden door herstel van de kleiputten. Dit is een meekoppelkans en mogelijke meerwaarde in het gebied.

## 7.1.4 Invulling geeft aan het verbeteren van de leefomgeving

Geen van de kansrijke oplossingen worden als positief beoordeeld als deze worden getoetst aan de principes uit het ruimtelijk kwaliteitskader. Dit omdat het dijklandschap door de technische oplossingen niet per definitie wordt verbeterd. Wel zijn in de meekoppelkansen en raakvlakprojecten algemene verbeteringen voor het dijklandschap beschreven die nagenoeg onafhankelijk zijn van de technische oplossingen. Zo wordt de leefomgeving in de algemene zin verbeterd en heeft de dijkversterking een positief effect, maar is dit niet als zodanig terug te zien in deze beoordeling.

Omdat in kansrijke oplossing 1 de huidige leefomgeving vrijwel niet verandert, vanwege constructies in het huidige dijkprofiel, heeft dit geen effect op de leefomgeving.

Voor kansrijke oplossing 2 heeft de binnendijkse pipingberm een flink ruimtebeslag. Omdat dit grond van derden zou raken, zijn bij de bebouwing in nabijheid van de dijk maatwerk constructies voor piping nodig. Indien dit wordt afgewisseld met binnendijkse pipingbermen kan dit een rommelig en discontinue dijklandschap opleveren en is het effect op de leefomgeving beoordeeld als negatief.

In kansrijke oplossing 3 zal de buitenwaartse grondverbetering in de vorm van klei-inkassing het ruimtelijk beeld verstoren maar heeft op lange termijn geen merkbaar effect op de leefomgeving. Daarom wordt deze oplossing met geen effect beoordeeld.

## 7.1.5 Rekening houdt met potentiële innovaties en duurzaamheid

Voor deze doelstelling wordt er een reflectie gegeven op potentiële innovaties en duurzaamheid. Bij duurzaamheid wordt er gekeken naar de uitbreidbaarheid en circulariteit van de oplossing.

### Potentiële innovaties

De keuze voor een of meerdere specifieke innovaties wordt in de Voorkeursvariantfase naar verwachting niet gemaakt. Dit gebeurt in de planuitwerkingsfase. Kansrijke oplossing 1 (constructie) biedt naar verwachting de meeste potentie voor het toepassen van innovatieve dijkversterkingstechnieken. Dit neemt niet weg dat er voor kansrijke oplossing 2 en 3 mogelijk ook potentiële innovaties zijn.

### Duurzaamheid

Door de aanscherping van de veiligheidsanalyse is de waterveiligheidsopgave gereduceerd. Geen werkzaamheden uitvoeren omdat de dijk veilig is, is het meest duurzaam. In het Voorkeurtsalternatief wordt actief gekeken naar het aspect duurzaamheid. Wel kunnen we al iets zeggen over de volgende aspecten:

- **Uitbreidbaarheid**

Een aspect van duurzaamheid is te kijken naar de uitbreidbaarheid en verwijderbaarheid van oplossingen. Door nieuwe inzichten rond de werking van faalmechanismen, veranderende randvoorwaarden zoals de maatgevende afvoer als gevolg van klimaatverandering of menselijke keuzes kan het voorkomen dat een nieuw dijkversterking in de toekomst nodig is. Harde constructies van staal en beton (kansrijke oplossing 1) zijn nauwelijks uit te breiden zonder kostbare maatregelen. Uitbreidingen in grond (kansrijke oplossingen 2 en 3) daarentegen zijn relatief goedkoop en in omvang flexibel uit te voeren. Voor de innovatieve oplossingen is de uitbreidbaarheid nog niet helemaal duidelijk, maar omdat het om verticale oplossingen gaat zal men bij verdieping of verbreding opnieuw de volle diepte moeten vergraven. Hierdoor scoort kansrijke oplossing 1 negatief op dit aspect. Kansrijke oplossing 2 en 3 zijn in grond en scoren daarom positief op het aspect uitbreidbaarheid.

- **Circulariteit van grond**

Kansrijke oplossingen 2 en 3 bestaan uit grondoplossingen. Voor de duurzaamheid is het van belang om hiervoor grond te gebruiken uit de directe omgeving of het gebruik van gebiedseigen grond. Door het raadplegen van databanken en inventariseren van projecten in de directe omgeving is de circulariteit van deze oplossing te verbeteren.

Voor kansrijke oplossing 2 is de fysische kwaliteit van de benodigde grond lager dan voor de buitendijkse oplossingen in kansrijke oplossing 3, wat de kans op hergebruikte grond groter maakt voor kansrijke oplossing 2.

- **Gebruik van circulaire innovatieve constructies**

Mogelijk zijn er circulaire innovatieve maatregelen die de traditionele constructie in kansrijke oplossingen kunnen vervangen. In de planuitwerkingsfase wordt hier naar gekeken.

## 7.1.6 Optimaal inspeelt op de planuitwerkings- en realisatiefase door de innovatiepartners

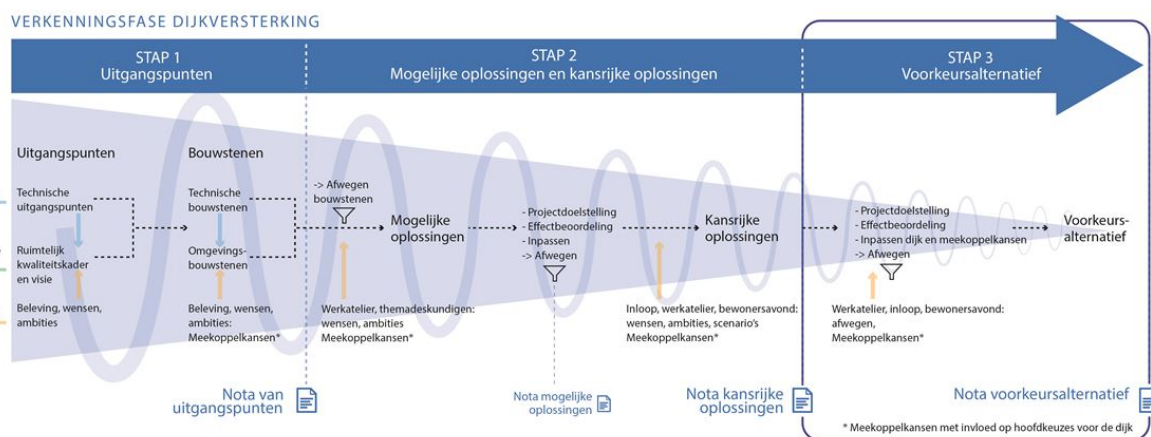
In bovenstaande doelstelling zijn de kansrijke oplossingen niet onderscheidend. Doordat de innovatiepartners bij het VKA betrokken worden, wordt ervan uitgegaan dat elke kansrijke oplossing optimaal zal inspelen op de planuitwerkings- en realisatiefase.

## 7.2 Vervolg proces

De verkenningsfase van de dijkversterking Irenesluis – Culemborgse Veer kent drie stappen. In dit rapport is via mogelijke oplossingen gekomen tot kansrijke oplossingen (stap 2). In de volgende stap (3) van de verkenningsfase worden de kansrijke oplossingen verder uitgewerkt en volgt de afweging naar een Voorkeursalternatief. Deze afweging betreft de keuze voor een oplossing op elk van de zes locaties voor het faalmechanisme piping. Voor deze afweging wordt gebruik gemaakt van het afwegingskader. Ook wordt een 1<sup>e</sup> effectbeoordeling (milieueffectrapport deel 1) uitgevoerd.

De omgeving wordt betrokken bij de stap naar het Voorkeursalternatief. Dit vindt plaats door persoonlijke gesprekken met stakeholders, werkgroep bijeenkomsten en informatiebijeenkomsten. Tot slot vindt een consultatieronde plaats waarbij de mogelijkheid tot inspraak op het Voorkeursalternatief geboden wordt.

Voor een verdere detaillering en aanscherping van de waterveiligheidsopgave zullen in de komende maanden op locaties langs de dijk (geotechnische) nieuwe veldonderzoeken en op basis hiervan extra berekeningen worden uitgevoerd. Dit leidt uiteindelijk tot een definitieve waterveiligheidsopgave met bijbehorend Voorkeursalternatief.



Figuur 7-1: Schematische weergave van het ontwerpproces

De haalbaarheid van wensen en meekoppelkansen wordt in de komende periode ook nader uitgewerkt zodat ze kunnen worden opgenomen in het Voorkeursalternatief. Er worden besluiten genomen of een meekoppelkans mee kan met de dijkversterking of dat de ontwikkeling verder gaat als raakvlakproject. Dit wordt in samenspraak met de samenwerkingspartners gedaan.



# Definitielijst

---

## **Beoordelingsinstrumentarium**

De door de minister gestelde nadere regels over de beoordeling van de algemene waterstaatkundige toestand van de primaire waterkeringen.

## **Beoordelingskader**

Een instrument waarmee aan de hand van verschillende beoordelingscriteria de effecten van de mogelijke oplossingen kwantitatief of kwalitatief worden beoordeeld.

## **Berm**

Een extra verbreding aan de binnendijkse of buitendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden, zandmeevoerende wellen te voorkomen en de golfslag en /of golfoverslag te reduceren.

## **Beslisboom piping**

De beslisboom piping is een tool voor uitstel van de waterveiligheidsopgave voor piping en wordt al toegepast in verschillende andere Sterke Lekdijk trajecten. Op die locaties waar de beslisboom piping toegepast wordt is er twijfel aan de toepasbaarheid van de huidige rekenregels. Het is zeer onwaarschijnlijk dat piping op die locaties daadwerkelijk kan optreden door de aanwezigheid van een voldoende dikke deklaag binnendijks (hypothese 1) of door de aanwezigheid van een aaneengesloten deklaag van voldoende waterremmend materiaal in het voorland (hypothese 2). Op basis van in de toekomst beschikbare nieuwe kennis (beschikbaar bij de volgende beoordelingsronde in 2035) zal waterveiligheidsopgave voor piping naar verwachting vervallen.

## **Bezwijken**

Een specifieke vorm van falen, gebruikt in de wereld van constructies.

## **Binnenkruinlijn**

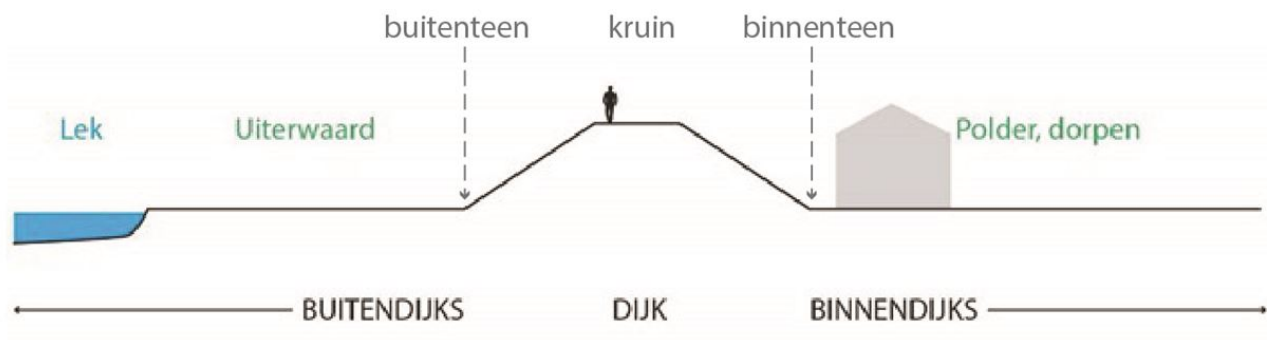
Lijn die de overgang markeert tussen de kruin en het binnentalud.

## **Binnentalud**

Hellend vlak van het dijklichaam aan de binnendijkse zijde van de dijk.

## **Binnenteen**

De onderrand van het dijklichaam aan de landzijde van de dijk (de overgang van dijk naar maaiveld).



Dijkdoorsnede, met locatie Buitenteen, Binnenteen, kruin, binnendijks en buitendijks aangegeven.

### Binnendijks en Buitendijks

Binnendijks is het gebied dat beschermd wordt door de dijk: polders, woningen en dorpen.

Buitendijks liggen de uiterwaard en rivier.

### Bouwsteen

Een bouwsteen is een maatregel dat een specifiek faalmechanisme (zie definitie faalmechanisme) van de dijk oplost of een ambitie nabij de dijk realiseert. Dit kan voor het waterveiligheidsprobleem zijn, maar ook een probleem in de omgeving zoals een verkeersonveilige situatie. Naast technische bouwstenen worden dus ook omgevingsbouwstenen onderscheiden.

### Buitenkruinlijn

Lijn die de overgang markeert tussen de kruin en het buitentalud.

### Buitentalud

Hellend vlak van het dijklichaam aan de kerende zijde.

### Buitenteen

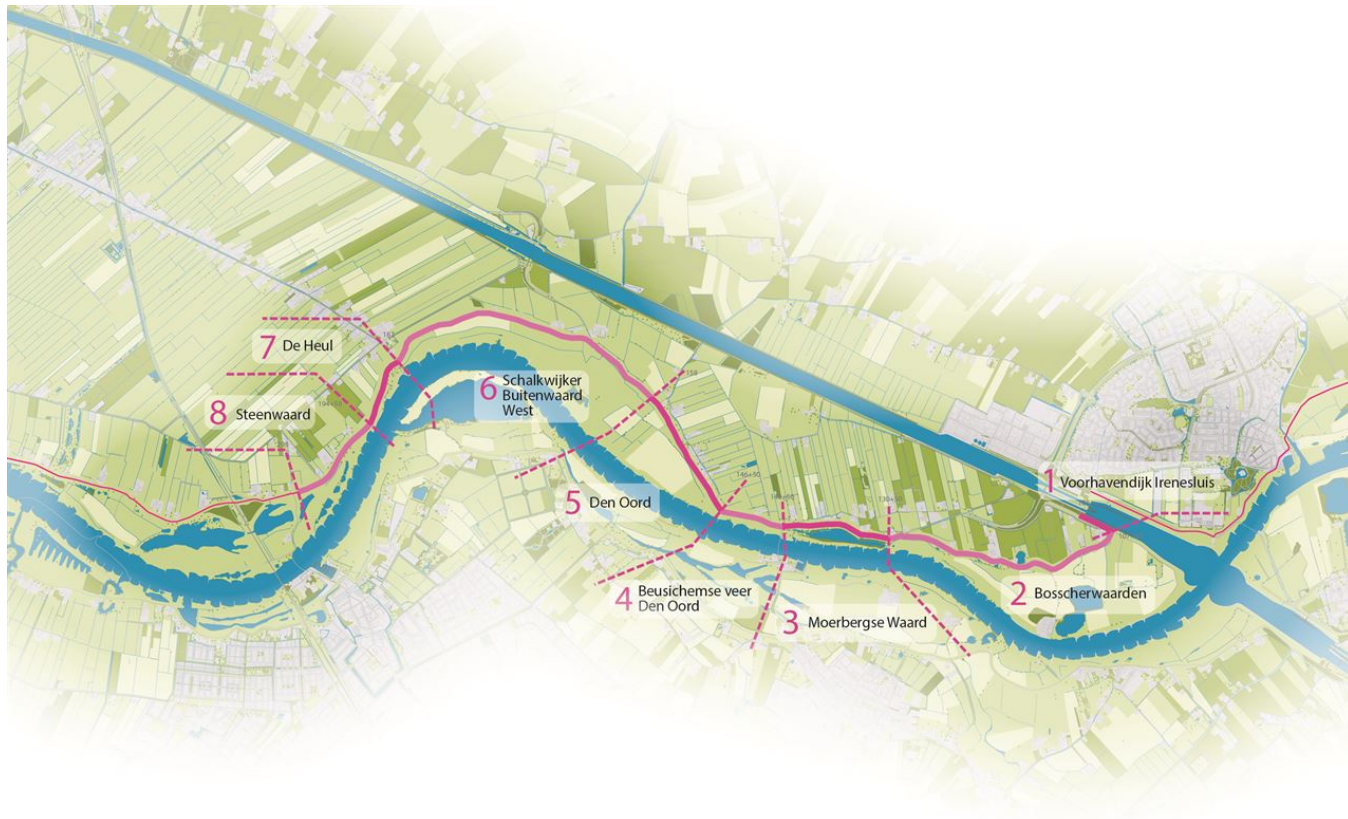
Onderrand van het dijklichaam aan de buitendijkse zijde van de dijk (de overgang van dijk naar maaiveld en/of voorland).

### Deeltraject

Het programma Sterke Lekdijk is opgesplitst in 6 verschillende deeltrajecten voor de dijkversterking. Het project dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer is zo'n deeltraject.

## Deelgebied

Een combinatie van dijkvakken (zie definitie dijkvak) en de ruimtelijke karakteristiek van het gebied. Bij het vaststellen van de deelgebieden spelen bijvoorbeeld thema's als de nabijheid van het water buitendijks en bebouwing een rol. Op deze manier zijn de volgende acht deelgebieden bepaald.



### 8 Deelgebieden dijkversterking Irenesluis - Culemborgse Veer

#### Deklaag

Een slecht doorlatende laag meestal bestaande uit klei aan het maaiveld waarmee de bodem wordt afgedekt.

#### Dijk

Waterkerend grondlichaam.

#### Dijkvak

Voor een efficiënt en werkbaar ontwerpproces zijn dijkvakken gedefinieerd met min of meer gelijke sterkte, eigenschappen en belasting.

#### Erosie

Het proces waarbij grond, gesteente en dergelijke verplaatst worden door c.q. wegspoelen onder invloed van wind, stromend water of bewegende ijsmassa's.

#### Faalmechanisme

Een mechanisme waardoor een kering kan bezwijken.

#### Faalkans

Het product van alle kansen of frequenties voor een faalpad.

### **Faalkansanalyse**

Uitwerking van gebeurtenissen en kansen voor een faaltraject.

### **Faalpad**

Een enkel pad of route door de gebeurtenissenboom. Dit is een scenario.

### **Falen**

Het niet meer kunnen vervullen van de primaire functie. Bij een waterkering gaat het dan om de functie water keren. Er is dan meestal nog geen sprake van een feitelijke overstroming, maar de kans daarop is te groot geworden. De waterkering voldoet niet meer aan de eisen voor de waterkerende functie.

### **Innovatiepartnerschap**

Europese aanbestedingsvorm die Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft gekozen om aannemende partijen aan zich te binden voor de planuitwerking en de realisatie van de dijkversterking. Bij Innovatiepartnerschap koop je iets in dat nog niet kant en klaar verkrijgbaar is op de markt. Er is dus eerst ontwikkeling nodig. In het geval van de Lekdijk gaat het hier bijvoorbeeld om innovatieve dijktechnieken die wel al op pilotschaal zijn ontwikkeld, maar nog niet zijn toegepast op grote schaal. De onderzoeken en ontwikkelingen die hiervoor nodig zijn, worden uitgevoerd samen met innovatiepartners; marktpartijen (aannemers en ingenieurs- en adviesbureaus) die hiervoor zijn geselecteerd via de Europese aanbestedingsvorm Innovatiepartnerschap.

### **Gebeurtenissenboom**

Een schema of boom waarin achtereenvolgende gebeurtenissen visueel zijn weergegeven

### **Gedetailleerde toets**

Een toetsingsniveau in het WBI (grof naar fijn) waarbij een oordeel per vak of traject gegeven kan worden.

### **Hartlijn van de keringen**

Lijn die in het midden van de dijk ligt ook wel de aslijn van de kering.

### **Kaderrichtlijn Water (KRW)**

De Kaderrichtlijn Water is vanaf 2000 van kracht en is een Europese richtlijn met als doel de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. Wateren dienen met deze richtlijn in 2027 een goed leefgebied te vormen voor de planten en dieren die er thuishoren.

### **Klanteisen**

Het product klanteisen bevat een register van opgehaalde klanteisen (eisen, wensen en behoeften) van stakeholders (intern en extern). Dit dynamische product bevat tevens de status (o.a. honoreren/ niet honoreren) per klanteis. De status wordt op logische momenten teruggekoppeld aan de betreffende stakeholder. Alle informatie ten aanzien van klanteisen wordt bijgehouden in Relatics.

### **Kwel**

Het uittreden van grondwater aan de binnenzijde van een gebied als gevolg van hogere waterstanden aan de buitenzijde van het beschouwde gebied.

### **Maatgevende hoogwaterstand (MHW)**

De waterstand die maatgevend is voor het bepalen van de lokaal vereiste hoogte van de waterkering. Dit begrip is onderdeel van de normering die in de afgelopen tientallen jaren in Nederland van kracht was.

## **Macrostabieliteit: binnenwaarts en buitenwaarts**

Macroinstabiliteit is een faalmechanisme dat de stabiliteit van een dijk ernstig kan bedreigen. Als gevolg van een hoge (of juist lage) waterstand voor de waterkering of extreme neerslag (of juist droogte), in combinatie met andere belastingen, neemt de sterkte af. Als de sterkte (oftewel de schuifweerstand van de (onder)grond) onvoldoende is kunnen grote delen van het grondlichaam afschuiven. Dit zowel binnenwaarts als buitenwaarts waarna de dijk zijn functie verliest

### **Oplossing**

Logische combinatie van meerdere bouwstenen, die de volledige waterveiligheidsopgave oplost binnen een deelgebied.

### **Participatie- en communicatieplan**

Een participatieplan beschrijft welke stakeholders op welke wijze bij het project worden betrokken en wat verwacht wordt van de participatie. Het communicatieplan is een verlengstuk van het participatieplan en beschrijft welke communicatiemiddelen worden ingezet en waarom, voor wie en wanneer. Het opstellen van het participatie- en communicatieplan geeft de mogelijkheid om aan de voorkant goed na te denken hoe je de omgeving wilt betrekken bij en informeren over het project. Bij het opstellen van het participatie- en communicatieplan wordt rekening gehouden met de inhoud van het relevante werkpakket. De plannen omvatten ook informatie over interne communicatie/ overleggen/ vergunningen/ dijkbeheerders en bevat een inventarisatie van mogelijkheden en belangstelling voor educatie.

### **Pre-overburden pressure (POP)**

Een parameter die invloed heeft op de ongedraineerde schuifsterkte

(verschil tussen de grensspanning  $\sigma'_{vy}$  en grondspanning  $\sigma_{vy}$ ). Samen met de generiek bepaalde parameters  $S$  en  $m$  worden deze parameters in de stabiliteits- berekeningen toegepast.

POP zegt iets over de belastinggeschiedenis

### **Piping**

Bij dit faalmechanisme stroomt water via een zandlaag onder de dijk door en komt het 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. Als dit proces langer doorgaat, vormt zich een doorgaande verbinding tussen het buitenwater en het achterland. Uitslijting van het kanaal leidt uiteindelijk tot het bezwijken van de dijk.

### **Primaire waterkering**

Een primaire waterkering is in Nederland een dijk die beschermt tegen het buitenwater (zee, rivieren, grote meren), zoals vastgelegd in de Waterwet.

### **Ruimtelijk Kwaliteitskader**

Het Ruimtelijk Kwaliteitskader is het toetsingskader voor ruimtelijke kwaliteit in de verdere planvorming. Daarnaast is het een inspiratiebron voor een gezamenlijke, gebiedseigen ontwikkeling.

### **Schaardijk**

Een schaaldijk is een dijk zonder voorland, waardoor er continu water tegen de teen van het buitentalud staat.

### **Veiligheidsbeoordeling**

Het proces om te komen tot de waterveiligheidsopgave.

---

## **Veiligheidsnorm**

Het wettelijk vastgelegde niveau van bescherming van een dijktraject tegen overstromen. In het nieuwe waterveiligheidsbeleid en in de beoogde nieuwe waterwet zijn voor elk traject twee normen vastgelegd: een signaleringswaarde en een ondergrens (maximaal toelaatbare kans).

## **Voorkeursalternatief**

Het Voorkeursalternatief is een ontwerp op hoofdlijnen voor de dijkversterking waarin zo goed mogelijk rekening is gehouden met alle maatschappelijke belangen en randvoorwaarden.

## **Waterveiligheidsopgave**

De waterveiligheidsopgave beschrijft de faalmechanismen die verbeterd moeten worden om de waterkering over 50 jaar te laten voldoen aan de veiligheidsnorm.

## **Wel**

Geconcentreerde uitstroming van kwelwater, bijvoorbeeld door een opbarstkanaal of een gat in de afdekkende kleilaag of langs een object in de afdekkende laag.

## **Winterbed**

Deel van de rivierbedding tussen zomerbed en de dijk.

## **Zomerbed**

Deel van de rivier waar bij normale en lagere waterstanden de rivierafvoer plaatsvindt.