Dijkversterking Standhazensedijk

Nota Kansrijke alternatieven

5 mei 2022

Projectteam Standhazensedijk

Waterschap Brabantse Delta
Bouvignelaan 5
4836 AA Breda

Verantwoording

Titel:	Dijkversterking Standhazensedijk; Nota Kansrijke Alternatieven
Bestandsnaam:	Nota Kansrijke alternatieven
Projectnummer	ntb
Djumanummer:	ntb
Redactie:	R.M. van Dam, Y.R. Jongerius, L. Talens
Gecontroleerd door:	J.W Baaijens, B. Kuijpers, R. Hobbelen
Paraaf gecontroleerd:	.....
Goedgekeurd door:	C. Lauwerijssen
Paraaf goedgekeurd:	.....
Datum:	5 mei

Versie	Datum	Toelichting
0.1	6 april 2022	Concept ter review ipm team en adviseurs voordat deze met HWBP wordt gedeeld
0.2	12 april	Concept Interne review verwerkt, gedeeld voor bespreking met BGT HWBP
0.3	5 mei	Verwerkt innovatiesessie met HWBP

Inhoud

Infographic 4
1. Inleiding 5
1.1 Aanleiding 5
1.2 Doelen van de Nota Kansrijke alternatieven 5
1.3 Procescontext 5
1.4 Projectdoelstellingen 6
1.5 Leeswijzer 7
2. Projectgebied, historie en opgave 8
2.1 Projectgebied 8
2.2 Historie van de Standhazensedijk 10
2.3 Veiligheidsopgave 11
2.4 Deeltrajectindeling 13
2.5 Ontwerpproces eisen, wensen en meekoppelkansen 14
3. Inventarisatie van bouwstenen 15
3.1 Wijze van inventariseren 15
3.2 Heave schermen 16
3.3 Drainagetechniek 17
3.4 Filtertechnieken 17
3.5 Verhogen weerstand 18
3.6 Systeemmaatregelen 21
3.7 Beheermaatregelen 22
4. Selectie van kansrijke bouwstenen 23
4.1 Afwegingskader kansrijke bouwstenen 23
4.2 Beoordelingsschaal 24
4.3 Knock out criteria 24
4.4 Kwalitatieve beoordeling op HWBP doelcriteria 24
4.5 Overzicht beoordelingen HWBP doelcriteria en knock out 32
4.6 Beschouwing zeef 1 33
4.7 Overzicht van kansrijke bouwstenen 34
5. Opstellen kansrijke alternatieven 35
a. Mogelijke alternatieven 35
b. Selectie kansrijke alternatieven op basis van soberheid en doelmatigheid 36
c. Toelichting kansrijke alternatieven 36
6. Afwegingskader kansrijke alternatieven 37
a. Afwegingskader kansrijke alternatieven 37

Infographic

1. Inleiding

Dit is Nota Kansrijke Alternatieven voor de verkenningsfase van het project dijkversterking Standhazensedijk (STAHA). Deze Nota beschrijft hoe vanuit een breed scala aan mogelijke maatregelen toegewerkt wordt naar een aantal kansrijke alternatieven om de waterkering weer te laten voldoen aan de wettelijke veiligheidsvereisten. Daarbij is een doorkijk gegeven hoe belangen en omgevingsinitiatieven rondom de waterkering hierin een plek krijgen.

1.1 Aanleiding

Waterschap Brabantse Delta is verantwoordelijk voor de veiligheid, het onderhoud en het beheer van de primaire waterkeringen in zijn gebied. De keringen moeten voldoen aan de norm uit de Waterwet. De beoordeling wordt uitgevoerd aan de hand van het Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017). De landelijke eerste beoordeling primaire keringen overstromingskans is gestart op 1 januari 2017 en eindigt in 2023, wanneer de minister het landelijk veiligheidsbeeld rapporteert aan de Eerste en Tweede Kamer.
Uit de beoordeling volgt welke dijktrajecten wel en niet voldoen aan de wettelijke norm. In 2050 moeten alle primaire keringen in Nederland voldoen aan deze norm. De keringen die niet voldoen aan de norm, worden voor versterking aangemeld bij het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Daarnaast treft het waterschap voorzieningen om de veiligheid tot aan de versterking te garanderen, bijvoorbeeld door het bijstellen van calamiteitenplannen en het intensiveren van beheer en onderhoud.

De Standhazensedijk (onderdeel van dijktraject 34-1) voldoet ruim niet aan de norm. De status van de Standhazensedijk is dermate slecht dat er op korte termijn een dijkversterking nodig is. Er is op dit moment geen onveilige situatie, want de piping-problematiek is beheersbaar. Maar op korte termijn is een dijkversterking nodig om te voorkomen dat er te grote pipes ontstaan onder dijk, waardoor deze mogelijk kan bezwijken.

1.2 Doelen van de Nota Kansrijke alternatieven

De Verkenningsfase leidt tot een vastgesteld gedragen Voorkeursalternatief (VKA) en bijhorende PlanMER. Deze notitie kansrijke alternatieven verwoordt de eerste twee stappen (zeef 0 en zeef 1) in het trechteringsproces van de Verkenningsfase voor dijkversterking Standhazensedijk. Het borgt daarmee de herleidbaarheid van het ontwerpproces. De notitie bevat de inventarisatie van mogelijke bouwstenen (zeef 0) en beschrijft de beoordeling op kansrijkheid (zeef 1). De kansrijke bouwstenen vormen, al dan niet gecombineerd, kansrijke alternatieven. Deze worden in de rapportage Voorkeursalternatief (VKA) nader uitgewerkt, afgewogen (zeef 2) en uitgewerkt tot een Voorkeursvariant.

Doelen van de notitie Kansrijke Alternatieven zijn:
1. Het presenteren van de van toepassing zijnde bouwstenen voor de veiligheidsopgave;
2. Het presenteren en toelichten van de afwegingskaders voor zeef 1 en zeef 2;
3. Het toelichten van het trechteringsproces van de bouwstenen naar kansrijke bouwstenen en kansrijke alternatieven;
4. Een heldere beschrijving van de uiteindelijk geselecteerde kansrijke alternatieven. Deze kansrijke alternatieven vormen het startpunt voor zeef 2; de selectie van het voorkeursalternatief (VKA).

1.3 Procescontext

Het proces van de dijkversterking Standhazensedijk bestaat uit drie fases: de verkenningsfase, de planuitwerking en de realisatiefase (conform de MIRT-systematiek).
Momenteel bevindt project Standhazensedijk zich in de verkenningsfase. In deze fase is het doel te komen tot het voorkeursalternatief (VKA). Dit VKA dient recht te doen aan verschillende belangen zoals waterveiligheid, duurzaamheid, wonen, werken, natuur en de verantwoorde inzet van maatschappelijke gelden. De verkenningsfase kent een aantal (deels parallelle) stappen:
- Om tot dit VKA te komen is de eerste stap het definitief vaststellen van de veiligheidsopgave van de dijk. Daarnaast wordt gekeken naar welke kansen er

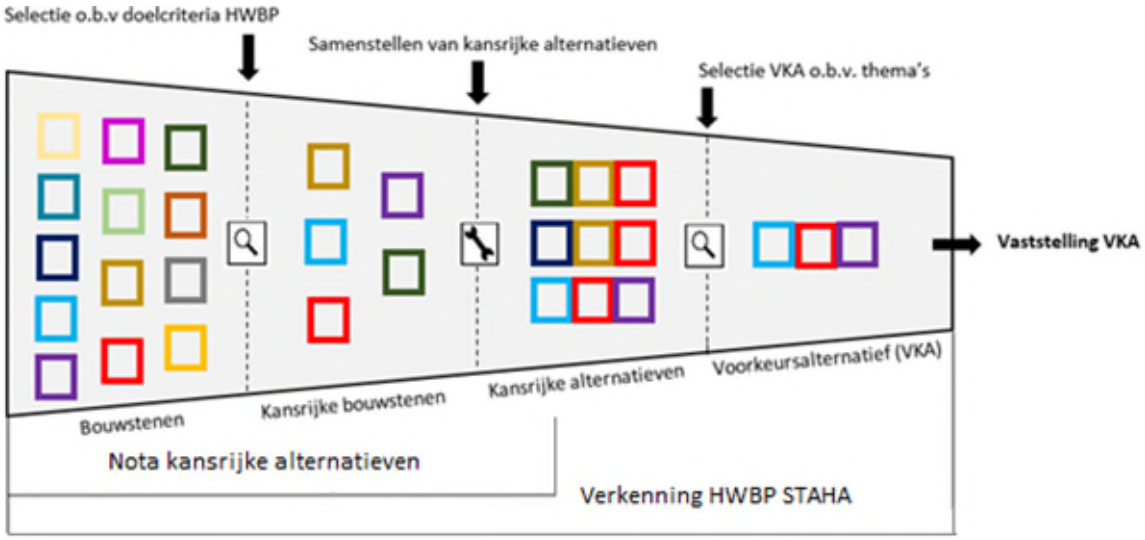
vanuit de eigen organisatie en de omgeving zijn die kunnen worden meegekoppeld met het project (interne en externe meekoppelkansen). Deze twee aspecten samen bepalen de scope van het project;

- De volgende stap is het bepalen van oplossingsrichtingen(bouwstenen) en vervolgens het beoordelen en selecteren van kansrijke bouwstenen. Met deze kansrijke bouwstenen worden de kansrijke alternatieven samengesteld. Deze stap is beschreven in onderhavige notitie 'kansrijke alternatieven'
- De laatste stap van de verkenningsfase is het uitwerken van de kansrijke alternatieven en het aanwijzen van het voorkeursalternatief, waarbij de input de kansrijke alternatieven uit onderhavige notitie zijn.

De processtap om van bouwstenen tot kansrijke alternatieven te komen is hieronder visueel weergegeven in Figuur 1.1. Gezien het overzichtelijke, gelijkvormige traject met een enkelvoudige veiligheidsopgave zijn de stappen van mogelijke bouwstenen naar kansrijke alternatieven in korte integrale ontwerpsprints gezet.

- De eerste bouwstenen zijn geïnventariseerd (zeef 0) door het technisch team en in integraal verband met omgevingskennis, beheer en onderhoud en techniek nader gedefinieerd en beoordeeld op realisme en de mate waarin ze bijdragen aan een oplossing van de veiligheidsopgave. Dit leidt tot haalbare/reële bouwstenen;
- De reële bouwstenen zijn uitgewerkt tot het niveau waarop een onderscheidende beoordeling op basis van onder meer de HWBP doelcriteria uitgevoerd kan worden (zeef 1). Hieruit volgt de kansrijkheid van de bouwstenen waarna een gedragen set aan kansrijke bouwstenen is aangewezen;
- Vanuit de kansrijke bouwstenen zijn, al dan niet in combinatie, drie kansrijke alternatieven opgesteld.

In de Nota VKA worden de kansrijke alternatieven zodanig uitgewerkt dat een onderscheidende beoordeling aan het beoordelingskader VKA mogelijk is (zeef 2).



*Figuur 1.1: T*rechteringsproces HWBP systematiek toegepast binnen Standhazensedijk

1.4 Projectdoelstellingen

- Dijkveilig voor 1 oktober 2024
- Het waterveiligheidsontwerp is zorgvuldig ingepast in haar omgeving met respect voor omgevingswaarde
- In een nauwe samenwerking met de markt optimalisaties uitwerken in het ontwerp, de uitvoering en in het borgen van de kennisoverdracht tijdens en bij afronding van het project en het project met begrip voor elkaars belangen succesvol afronden
- We zetten in op duurzaamheid in de realisatiefase en kiezen een oplossing met de laagste LCC; dit project is één van de pilot projecten van het waterschap vanwege het geïntegreerde projectteam en het feit dat verkenning en planuitwerking versneld en binnen één overkomst worden uitgevoerd
- We gaan slim om met bestaande innovaties en passen deze alleen toe als ze geen vertraging opleveren.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 leidt deze nota in, voorziet van proces contact en projectdoelstellingen. Hoofdstuk 2 beschrijft het projectgebied, de historie van de waterkering en de versterkingsopgave van de Standhazensedijk. In hoofdstuk 3 worden vervolgens de mogelijke bouwstenen beschreven. In hoofdstuk 4 presenteren we het afwegingskader om van mogelijke tot kansrijke bouwstenen te komen inclusief de knock-out criteria waarmee een bouwsteen afvalt. Het hoofdstuk eindigt met een samenvatting van de kansrijke bouwstenen. In hoofdstuk 5 worden de kansrijke bouwstenen gecombineerd tot alternatieven. Alternatieven die slim, sober en doelmatig zijn vormen vervolgens de kansrijke alternatieven. Tot slot beschrijft hoofdstuk 6 van deze nota het afwegingskader kansrijke alternatieven. Aan de hand van dit kader worden de verder uitgewerkte kansrijke alternatieven beoordeeld opdat het voorkeursalternatief aangewezen kan worden.

2. Projectgebied, historie en opgave

Dit hoofdstuk omschrijft beknopt het projectgebied, de dijkhistorie en de waterveiligheidsopgave, oftewel wat is er mis met de dijk? Het behandelt welk deel van de waterkering onderdeel is van de opgaven (scope) en hoe groot de opgave is.

2.1 Projectgebied

De Standhazensedijk te Drimmelen ligt in dijktraject 34-1. Dit dijktraject loopt van de Moerdijkbruggen tot Oosterhout en keert buitenwater van de Amer, de Amertak en het Wilhelminakanaal. De Standhazensedijk is de zwakste dijkstrekking van dit dijktraject, met een lengte van 730 m. De dijkstrekking loopt van kilometer 13,746 tot kilometer 14,476. Voor normtraject 34-1 geldt conform de Waterwet een signaleringswaarde 1/1000 per jaar en een ondergrenswaarde 1/300 per jaar. Op het normtraject gelden geen aanvullende eisen.

Figuur 2.1: Projectgebied dijkversterking Standhazensedijk tussen Drimmelen en de Amertak.

De kruin van de dijk ligt op circa NAP + 4,50 m. Het is een schaardijk voorzien van gras zonder steenbekleding aan de buitenzijde. De dijk ligt in landelijk gebied en over de dijk loopt een fietspad. De Standhazensedijk kent een rijke historie. Tot 1959 deed deze kering dienst als hoofdwaterkering en liep van Drimmelen tot Geertruidenberg.

Aan de buitenzijde van de waterkering bevindt zich een recreatieplas. Aan de recreatieplas (maar niet grenzend aan de waterkering) bevindt zich Beachclub Puur (recreatiestrand met horeca) en Drimmelen Yacht Center (onderhoud en stalling van jachten). Op de kruin van de dijk is in 2016 een fietspad aangelegd. Aan de buitendijkse zijde bevindt zich de jachthaven van Drimmelen, grenzend aan de westzijde van het te verbeteren traject. Achter dijk ligt een korte pipingberm van circa 8 meter met een teensloot die vrijwel door de deklaag reikt. Aan de binnendijkse zijde bevinden zich achter de teensloot agrarische gronden, die in bezit zijn bij verschillende eigenaren. De agrarische grond is voornamelijk in gebruik voor gras en mais. Daarnaast bevinden zich twee woningen nabij de dijk (op hemelsbreed circa 80m en 160m van het te verbeteren dijktraject). Er zijn in de directe omgeving geen gebiedsontwikkelingen voorzien die raakvlakken zouden kunnen hebben met het project. De mogelijke woningbouw op de landtongen heeft geen invloed op de problematiek, hydraulische belasting of fysieke raakvlakken met de versterkingsmaatregelen.

Figuur 2.2: Luchtfoto westelijk deel Standhazensedijk (StreetSmart)

Figuur 2.3: Luchtfoto oostelijk deel Standhazensedijk (StreetSmart)

Figuur 2.4: Luchtfoto met kadastrale grenzen. Groen gearceerde percelen zijn eigendom van WSBD

Het waterstaatswerk (het fysieke dijklichaam) is volledig in eigendom bij waterschap Brabantse Delta. De beschermingszone A en -B zijn niet in eigendom bij het waterschap. Deze situatie is conform het vastgoedbeleid van waterschap Brabantse Delta. Uitgangspunt van het project is dat geen gronden hoeven te worden aangekocht. Dat betekent dat maatregelen genomen worden op eigendom van het waterschap. Andere mogelijkheid is om maatregelen te nemen op eigendom van derden, waarbij de gebruiksfunctie na uitvoering van het project gelijk is aan de huidige gebruiksfunctie (maatregelen beneden maaiveld).

2.2 Historie van de Standhazensedijk

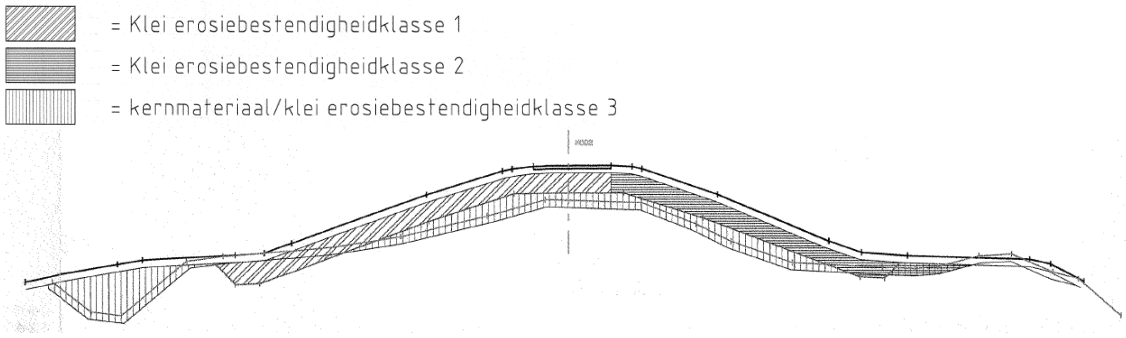
De Standhazensedijk ligt in een gebied dat in de late middeleeuwen en nieuwe tijd meermaals op het water 'gewonnen en verloren' is. Het betreft een zgn. inlaagdijk (dijk achter verzwakt dijkdeel) uit 1691. Deze maakt onderdeel uit van de ca. vijftig jaar eerder op initiatief van Prins Frederik Hendrik aangelegde ringdijk van de Emiliapolder (1645). De Standhazensedijk heeft daarmee een lange historie. In 1959 is, naar aanleiding van de Watersnoodramp in 1953, de kering tussen Lage Zwaluwe en Drimmelen verlegd. Tijdens deze dijkversterking is de Standhazensedijk afgewaardeerd tot een regionale kering en is een hoofdwaterkering rivierwaarts aangelegd. In 1969 is de jachthaven in Drimmelen aangelegd, waardoor de hoofdwaterkering is verlegd richting de polder. In 1993 is de Amertak in gebruik genomen, een verbindingskanaal tussen de Amer en het Wilhelminakanaal. Hierdoor werden Drimmelen en Geertruidenberg gescheiden en werd de Standhazensedijk in tweeën gedeeld.

In 2004 is de jachthaven Drimmelen uitgebreid en is er tevens een recreatieplas aangelegd. Hiervoor was het nodig om de primaire waterkering polderwaarts te verleggen. Gelijktijdig is toen, binnen project dijkverbetering Standhazensedijk, de Standhazensedijk opgewaardeerd tot primaire waterkering. Daarbij is de kering weer op zijn historische locatie gelegd zoals voor 1959.

Bij de dijkverbetering is uitgebreid aandacht besteed aan het faalmechanisme piping en de hydraulische weerstand tegen kwelstromen bij de Standhazensedijk. Hierbij is rekening gehouden met de aanleg van de recreatieplas met een bodemniveau van NAP –7m. Om opbarsten in het achterland te voorkomen is toen een pipingberm aangelegd. Met de oude Sellmeijer regel is bepaald dat de benodigde breedte van de dijk inclusief pipingberm (kwelweglente), 40m bedroeg. Hierbij is aangenomen dat bij hoogwater, het polderpeil in de sloot tot aan het maaiveld staat (ca. NAP +0m).

In de dijkverbetering van 2004 zijn de volgende aanpassingen gedaan:

- Ophogen kruin van ca. NAP+3,3 m tot NAP+4,0 m (ontwerphoogte);
- Kruinverbreding naar 4,5 m, aanleg inspectiepad met een breedte van 3 m, puingranulaat met daaronder kunststof doek;
- Binnentalud en buitentalud 1:3;
- Vervangen kleibekleding: aan de buitenzijde 70 cm cat. 1 met daarop 30 cm cat. 3, aan de binnenzijde 70 cm cat. 2 met daarop 30 cm cat. 3.
- Aanleg pipingberm met een breedte van 7,5 tot 12 m, hiervoor was maximaal circa 0,5 m ophoging nodig. De teensloot is hiervoor niet verlegd.



Figuur 2.5: Dwarsprofiel dijkverbetering Standhazensedijk Drimmelen 2004 [MvO, 2003]

In 2016 is de oude dijk tussen de Amertak en de nieuwe jachthaven doorgestoken. Hierdoor is de buitendijkse recreatieplas (aangelegd rond 2007) in direct contact met het buitenwater (Amertak) komen te. De doorsteek kwam buiten de beschermingszones van de waterkering te liggen, waardoor het effect op de stabiliteit van de waterkering buiten beschouwing kon worden gelaten. Wel is door de initiatiefnemer een beschouwing gemaakt van het effect op de waterkering. Hierbij is met name gekeken naar het effect van golven op de bekleding van de dijk. Piping is niet apart beschouwd, omdat het intredepunt voor piping door de aanleg van de doorsteek niet is gewijzigd.

2.3 Veiligheidsopgave

Het voorland van de Standhazensedijk staat sinds 2016 in open verbinding met de Amertak en daarmee met het buitenwater. Sinds 2017 zijn achter dijk zandmeevoerende wellen in de teensloot waarneembaar. Sinds 2020 zijn op het oostelijke gedeelte van het dijktraject scheuren in de toplaag van de dijk waargenomen (Figuur 2.6). De zandmeevoerende wellen zijn zichtbaar bij steeds lagere waterstanden (Figuur 2.7). Inmiddels worden al wellen waargenomen bij waterstanden die 10 keer per jaar optreden. Geconcludeerd kan worden dat directe belasting van de waterkering door het buitenwater, tot een vroege signalering van de pipinggevoeligheid van deze dijkstrekking heeft geleid.

In theorie voldeed deze dijkstrekking tijdens de dijkverbetering in 2004 aan de eisen, omdat toen de weerstand tegen piping nog werd bepaald met de 'oude' rekenregel van Sellmeijer. Uit proeven bleek dat deze rekenregel te optimistisch was. Daarom geldt sinds 2012 de 'nieuwe', meer conservatieve rekenregel van Sellmeijer. Sindsdien worden landelijk vele kilometers dijkstrekking afgekeurd op piping. De Standhazensedijk is een goed voorbeeld van een dijk waar in de praktijk blijkt dat de 'nieuwe' rekenregel van Sellmeijer een betere benadering van de werkelijkheid geeft. Met deze nieuwe rekenregel voldoet de dijk immers ruim niet aan de eisen ten aanzien van piping. Dit blijkt uit de aanwezigheid van de zandmeevoerende wellen. De huidige optredende zandmeevoerende wellen zorgen bovendien voor steeds verdere degradatie van de kering. Ter vergelijk: met de nieuwe Sellmeijer regel in combinatie met de overstromingskansbenadering is bepaald dat de benodigde breedte van de dijk inclusief pipingberm (kwelweglente), niet 40m maar maximaal 170 tot minimaal 120 meter bedraagt (zie voor een nadere onderbouwing van de opgave de 'Eindrapportage Verbeteringsopgave').

Figuur 2.6: Scheurvorming in grasbekleding binnendijks

Figuur 2.7: Foto's van zandmeevoerende wellen in teensloot.

In 2019 - 2020 is normtraject 34-1 door waterschap Brabantse Delta beoordeeld conform het Wettelijke Beoordelingsinstrumentarium 2017 (WBI2017). Het veiligheidsoordeel van normtraject 34-1 is categorie D. Categorie D is het laagst mogelijke oordeel en houdt in dat de overstromingskans van het traject veel groter is dan de signaleringswaarde van de norm. De afstand tot de norm is groot. De overstromingskans van het dijktraject is groter dan 1/10 per jaar. Dit betekent dat de kans op een overstroming in dit dijktraject, elk jaar groter dan 10% is.

Het oordeel categorie D wordt bepaald door het oordeel op piping bij de Standhazensedijk, de scope van dit project. Na het verbeteren van dit dijkdeel, verandert het veiligheidsoordeel voor normtraject 34-1, in categorie C.

Het dijkdeel Standhazensedijk voldoet niet aan de norm voor piping omdat het een smalle schaardijk betreft met een teensloot aan de binnenteen en met in de ondergrond een dik doorlatend zandpakket. Dit maakt dat het dijkdeel zeer pipinggevoelig is. In 2016 is de situatie in het voorland verandert waardoor het buitenwater direct tegen de dijk aan is komen te staan (schaardijk). Sinds 2017 blijkt uit de inspecties dat al bij dagelijkse waterstanden, zandmeevoerende wellen ontstaan in de binnenteensloot. Bij hogere buitenwaterstanden kunnen deze zandmeevoerende wellen uitgroeien tot pipes die de kering ondermijnen.

De scheuren in de bekleding kunnen zowel door overslag einde levensduur als bij extreme neerslag leiden tot verzwakking van de standzekerheid van de waterkering (zie hiervoor de eindrapportage Verbeteringsopgave). Na controle van de waterveiligheidsopgaven is gebleken dat er definitief geen hoogteopgave is voor de Standhazensedijk en geen stabiliteitsopgave. Zie hiervoor eveneens eindrapport Verbeteringsopgave)

Na afronding van de versterking moet de dijk weer circa 50 jaar mee kunnen. De ontwerphorizon is daarom in beginsel 2075. Dit vraagt om een robuust dijkontwerp dat nu en in de toekomst beheerbaar en onderhoudbaar is. Dat betekent dat in het (nog te bepalen) voorkeursalternatief ook rekening wordt gehouden met:

- herstel van scheuren in het binnentalud en –berm en herprofilering naar het oorspronkelijke talud;
- herprofilering (verflauwing) van de teensloot aan de keringzijde om duurzaam beheer en onderhoud mogelijk te maken;
- maatregelen tegen bevergraverijen;
- verschraling van de toplaag van het binnentalud en –berm en optimaliseren van de samenstelling van het zaadmengsel
- verbeteren (verhogen) van de onderhoudsberm aan de buitendijkse zijde.

2.4 Deeltrajectindeling

De Standhazensedijk heeft, op een toerit tot de landbouwgrond bij dkm 14,100 na, een enkel geometrisch profiel over de lengte 730 meter. Dit geldt nagenoeg ook voor de oriëntatie van de dijk. De lichte knik bij dkm 13,800 is niet relevant voor het hoofdfaalmechnisme piping. Op het hele traject speelt deze versterkingsopgave voor piping. Aan de oostzijde, ter hoogte van de verdiepte zwemvijver is een hogere kwelstroom in het achterland waarneembaar. De teensloot toont hier het snelst welvorming. Naar verwachting is ter hoogte van de diepere zandwinning buitendijks minder weerstand in het voorland aanwezig. Aan de oostelijke deel speelt daarnaast een veiligheidsopgave voor de grasbekleding van het binnentalud (scheurvorming).

Om te voorkomen dat de gekozen oplossing voor het gehele traject niet volledig aansluit bij de lokale versterkingsopgave, wordt in het trechteringsproces richting een VKA, de mogelijkheid open gehouden om een gedifferentieerde verbetermaatregel te treffen. Daarvoor wordt het traject in de verkenning van Kansrijke alternatieven opgedeeld in een tweetal deeltrajecten. Traject west van kilometer 13,746 tot kilometer 14,116 (370 meter) en traject oost van 14,116 tot 14,476 (350 meter).

Figuur 2.8: Deeltrajectindeling Standhazensedijk op basis van aanwezige intredeweerstand voorland.

Met het opsplitsen van het traject in twee deeltrajecten zal een alternatief (zie hoofdstuk 5) bestaan uit 2 geschakelde bouwstenen.

2.5 Ontwerpproces eisen, wensen en meekoppelkansen

Gedurende het ontwerpproces, in de verkenningsfase en de planuitwerkingsfase, worden door het ontwerpteam OM/TM klanteisen en wensen (KES) opgehaald. Deze eisen en wensen kunnen van invloed zijn op het ontwerp of materialisatie of meer van procesmatige aard zijn (afstemming etc.). Van de KES wordt de impact bepaald door het ontwerpteam op bijvoorbeeld de kosten, draagvlak, planning, omgeving of specifieke risico's. Op basis hiervan volgt een honoreringsadvies naar het projectteam. De eis of wens wordt wel of niet opgenomen in het ontwerpdossier.

Het waterschap en het HWBP vinden het wenselijk om bij (grootschalige) gebiedsingrepen te onderzoeken waar werken en doelen vanuit de omgeving verbonden kunnen worden aan de dijkversterkingsopgave. Tijdens het verkennen van versterkingsmaatregelen in de verkenningsfase worden daarom meekoppelkansen (MKK) opgehaald bij interne en externe stakeholders. Hiermee kan een beter resultaat voor iedereen worden bereikt met de laagste maatschappelijke kosten. Belangrijk is dat meekoppelkansen vanuit de omgeving worden gedragen en gefinancierd (geen HWBP-subsidie).

Meekoppelkansen komen in het verkenningsproces naar voren via klantgesprekken met interne belanghebbenden (waterkeringbeheerder, assetmanagement, watersystemen, beleid etc.) en externe belanghebbenden zoals gebruikers, beheerders en eigenaren binnen het projectgebied. Hiervoor is een separaat participatieproces ingericht en worden belanghebbenden via werksessies en klanteis-gesprekken betrokken.

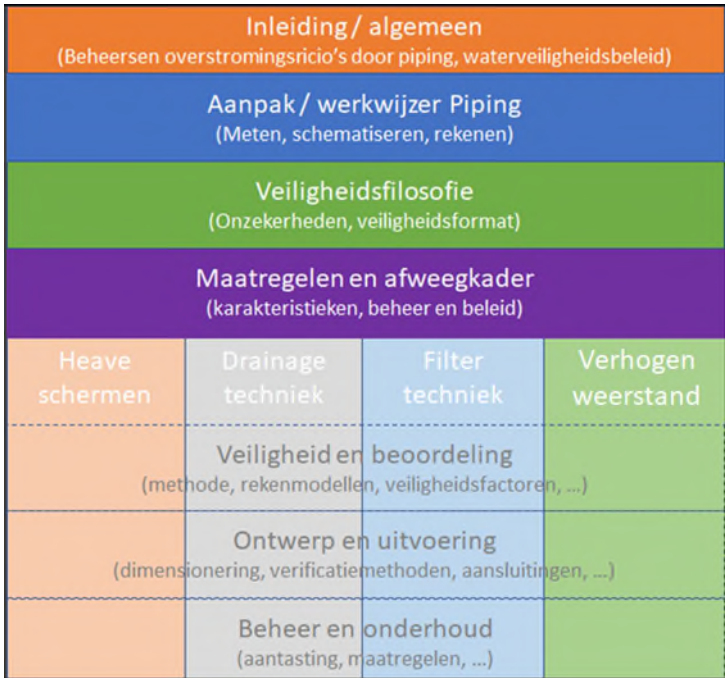
Gedurende het ontwerpproces wordt het KES dossier gecomplimenteerd en voorzien van honoreringsadviezen. Tevens zal er een dossier meekoppelkansen gevormd worden.

3. Inventarisatie van bouwstenen

In dit hoofdstuk omschrijven we de mogelijke bouwstenen waarmee de versterkingsopgave van de Standhazensedijk gerealiseerd kan worden. Dit betreffen dus maatregelen gericht op het voorkomen van piping. Voor het verbeteren van de bekleding zijn geen bouwstenen geïnventariseerd omdat hier eventuele alternatieven in deze fase van het ontwerpproces niet onderscheidend zijn.

3.1 Wijze van inventariseren

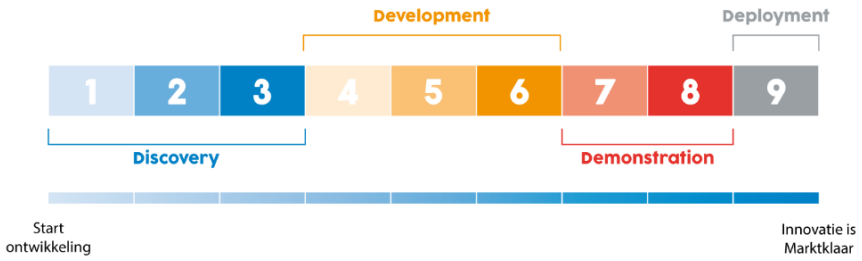
Aan de basis van de inventarisatie staat het maatregelenoverzicht van het gebruikersplatform piping van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Figuur 3.1 ordent de diverse bouwstenen naar hoofdprincipe. Dit overzicht is aangevuld met gebiedseigen bouwstenen aangedragen vanuit het IPM team, adviseurs, beheerder en omgevingspartijen. Het overzicht is in een werksessie bouwstenen / kansrijke alternatieven op 14 maart 2022 behandeld en aangescherpt met het technisch team, beheerder en omgevingsadviseurs. Voor de inventarisatie is nog geen onderscheid gemaakt tussen deeltraject west en oost. Op 19 en 20 april 2022 zijn de bouwstenen nader besproken met het begeleidingsteam van het HWBP.



Figuur 3.1: Overzicht hoofdindeling pipingmaatregelen. Bron: de Innovatieversneller HWBP

Aanvullend op de hoofdprincipes 'heaveschermen', drainage technieken, 'filterschermen' en het 'verhogen van de weerstand' zijn twee 'systeemmaatregelen' aangedragen om de piping problematiek op te lossen en komen 'beheermaatregelen' ter sprake . In onderstaande paragrafen zijn de hoofdprincipes en onderliggende bouwstenen toegelicht. Onderstaande beschrijvingen zijn grotendeels integraal overgenomen uit de POV PipingPortaal[1]. Bij elke bouwsteen is de Technical Readiness Level (TRL), op basis van de Rode Draden Piping[2], benoemd. De TRL geeft de mate aan waarin een techniek beproeft, bekend en betrouwbaar is bevonden. TRL 1 betreft fundamenteel onderzoek, TRL 9 betreft een in de praktijk beproefde en erkende techniek.

[1] *https://www.hwbp.nl/kennisbank/pov-piping/documenten/publicaties/2020/12/15/piping-portaal*
[2] Rijkswaterstaat/HWBP, Rode Draden Piping, Maart 2022



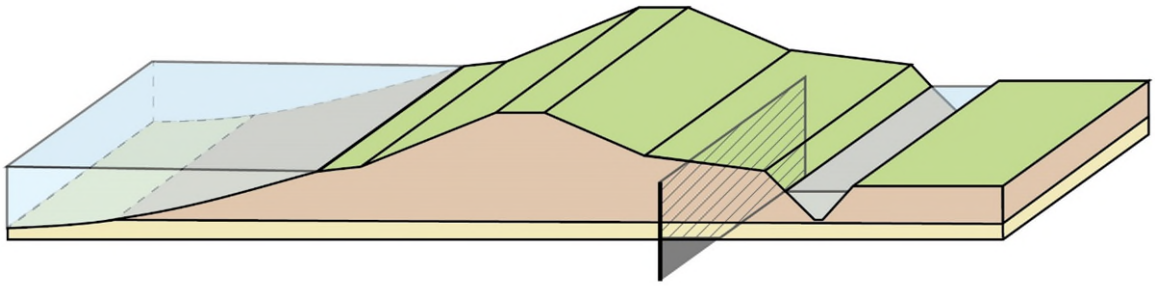
Figuur 3.2: Technical Readiness Level: www.snn.nl/kennisbank/trm-niveaus-uitgelegd

3.2 Heave schermen

Algemene werking van het heavescherm
Dit scherm wordt toegepast aan de benedenstroomse zijde van een dijk of kunstwerk en zorgt ervoor dat de kwelstroom aan de benedenstroomse zijde verticaal omhoog is gericht waardoor zandtransport wordt afgeremd. Het scherm dient daarvoor in de watervoerende laag te worden aangebracht. Er is geen minimale kwelweglengte nodig zoals bij een horizontale kwelwegoplossing. Het criterium waarop het scherm wordt ontworpen is een verticale uittrede gradiënt. Voor de Standhazendsedijk is de benodigde schermlengte in de orde van 6 tot 8 meter. In het ontwerp moet er rekening mee worden gehouden dat er tussen de wel en het scherm nog interne erosie kan plaatsvinden. Dit erosieproces stopt echter bij het heavescherm. Bij het dieper doorsnijden van het bovenste watervoerende pakket zal de kwelstroom en de interne erosie bij dagelijkse omstandigheden reduceren.

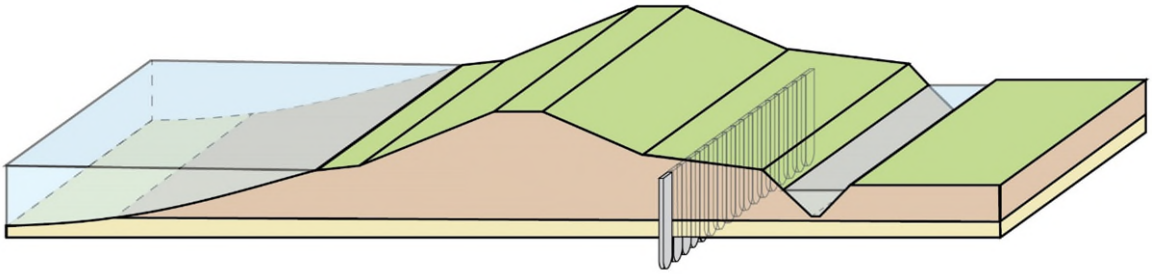
Mogelijke uitvoeringen van de bouwstenen heave schermen
De onderstaande bouwstenen vallen onder de techniek van heave schermen:

- Traditioneel dicht scherm (TRL 9). Dit kan een stalen damwand zijn of één vervaardigd uit kunststof. Omdat de wand geen constructieve functie hoeft te vervullen zoals een stabiliteitsscherm, wordt de scherm dikte bepaald door de benodigde sterkte om de planken op diepte te krijgen. De kunststofplanken hebben een kleine (energie) footprint. De techniek om kunststof planken ook in harde ondergrond in te brengen is de laatste jaren sterk in ontwikkeling waardoor dit reële opties zijn;



Figuur 3.3: Bouwsteen heave scherm

- Dicht scherm door grondverbetering (TRL 6). Er zijn diverse grondverbeteringstechnieken zoals Soilmix, Mixed in place waarmee insitu waterondoorlatende schermen gerealiseerd kunnen worden. Met deze techniek is een heavescherm trillingsvrij en zonder grondverdringing te realiseren. Dit heeft vooral voordelen in bebouwd gebied.

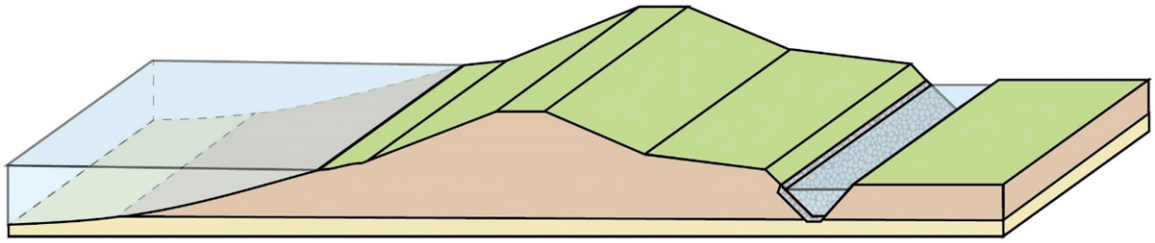


Figuur 3.4: Bouwsteen heave scherm door grondverbetering

3.3 Drainagetechniek

Algemene werking van drainagetechniek
De gangbare toepassing van drainage bouwsteen bij piping is het voorkomen van opbarsten. Een drainageoplossing is dan een manier om de stijghoogte te verlagen en daarmee het opbarsten van de deklaag te voorkomen (het principe van het 'overdrukventiel'). Voorkomen van opbarsten is een oplossing voor piping en heeft een gunstig effect op de macrostabiliteit. Een belangrijk aandachtspunt bij het ontwerp van een drainage-oplossing is de toename van de stijghoogte gradiënt in de doorlatende zandlaag. Het is daarom essentieel dat de drainage-oplossing van een goed filter wordt voorzien om uitspoeling bij het uitstroompunt te voorkomen.

Mogelijke bouwstenen binnen drainage technieken
Ontlasten biedt geen oplossing voor het piping probleem doordat de teensloot achter de Standhazensedijk in direct contact staat met watervoerend pakket. Reeds onder dagelijkse omstandigheden is sprake van wellen in teensloot. Het uitsluiten van opbarsten is daardoor niet mogelijk. Drainage leidt in deze situatie tot een toename van de kwelstroom en niet tot een waterveilige situatie. Drainage technieken bevinden zich rond TRL 8.



Figuur 3.5: Bouwsteen drainage system in teensloot

3.4 Filtertechnieken

Algemene werking van filtertechnieken

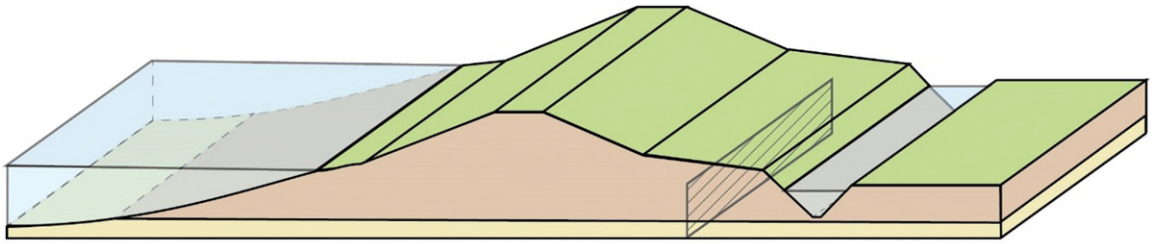
In een filteroplossing wordt in de ondergrond een filter aangebracht of wordt de opbouw van het zandpakket bij het uittredepunt zodanig aangepast, dat de zandkorrels niet in beweging kunnen komen. Het filter kan op verschillende plekken in het dwarsprofiel worden geplaatst. Wanneer het filter direct voor het uittredepunt wordt geplaatst, kan er geen pipe-vorming optreden. Wanneer het filter tussen dijk en uittredepunt wordt geplaatst kan er wel een pipe ontstaan, maar deze zal doodlopen op het filter zodat de pipe zich niet onder de dijk kan voortzetten. Eén van de kenmerken van een filteroplossing is dat het grondwaterregime vrijwel niet wijzigt omdat filteroplossingen alleen invloed hebben op de korrelstructuur en niet op de doorlatendheid van de doorlatende grondlagen. Hierin verschilt een filteroplossing van een kwelscherm of een heavescherm. Er zijn echter uitzonderingen zoals een grindkoffer dat tevens als drainage werkt. Deze constructie kan wel degelijk effect hebben op het grondwaterregime.

Mogelijke bouwstenen binnen filtertechnieken

De onderstaande mogelijke bouwstenen vallen onder de filtertechnieken:

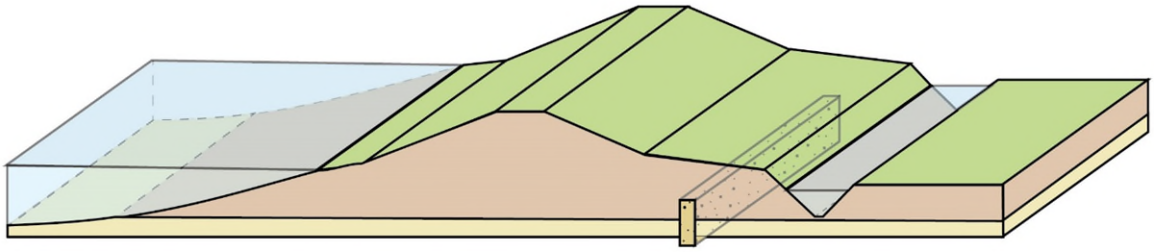
- Verticaal filterscherm (waaronder) het zanddicht geotextiel (VZG, TRL 8). Een VZG bestaat uit een verticaal geotextiel dat geen zandkorrels doorlaat, maar wel water. Een VZG wordt aan de binnenzijde van de dijk verticaal aangebracht, ter plaatse van de bovenzijde van de pipinggevoelige zandlaag onder de ondoorlatende deklaag. Door het geotextiel wordt de kwelweg voor zandkorrels geblokkeerd en kan een pipe zich niet onder de waterkering doorzetten. Dit betekent dat zandmeevoerende wellen wel kunnen optreden, maar geen risico vormen voor de veiligheid van de waterkering op het gebied van piping. Wel dient in een dergelijke situatie het effect van pipevorming met bijkomende verstoringen op andere faalmechanismen, zoals macrostabiliteit, beoordeeld te worden. Op dit moment zijn meerdere technieken in ontwikkeling (in verschillende

stadia) volgens de principes van de VZG;



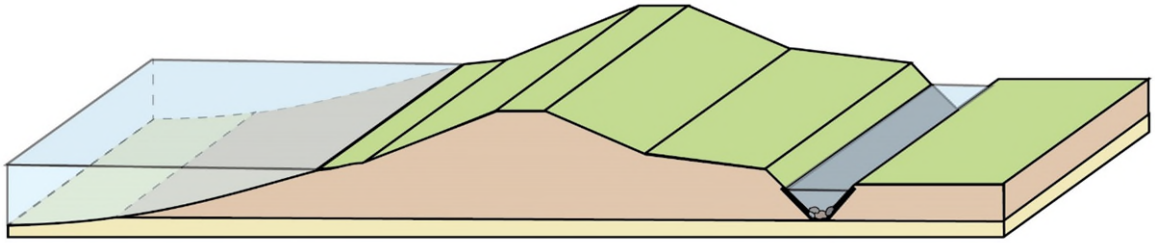
Figuur 3.6: Bouwsteen verticaal filterscherm

- Grofzand barrière (GZB, TRL 6/7). De Grof Zand Barrière wordt als een sleuf gegraven tot voldoende diepte in de piping-gevoelige zandlaag. De sleuf wordt gevuld met een grove zandsoort die zich niet door de kwelstroom laat meevoeren. Een zich ontwikkelende pipe zal stoppen bij het grove zand. In de deklaag wordt de sleuf gevuld met afdichtende klei. De techniek is voor het eerst ingezet bij dijkversterking Gameren (WSRL) en lijkt succesvol. Opgave voor deze techniek is verdere beproeving in de praktijk en voldoende vertrouwen winnen bij beheerders;



Figuur 3.7: Bouwsteen grofzand barrière

- Filterconstructie in de teensloot (TRL 8). Met een filterconstructie in de teensloot wordt voorkomen dat zanddeeltjes uit kunnen spoelen. De constructie bestaat uit een zanddicht geotextiel of granulair filter waarmee de teensloot wordt bekleed. Het geotextiel wordt met granulair materiaal gefixeerd.



Figuur 3.8: Bouwsteen filterconstructie in de teensloot

3.5 Verhogen weerstand

Algemene werking van verhoging van weerstand

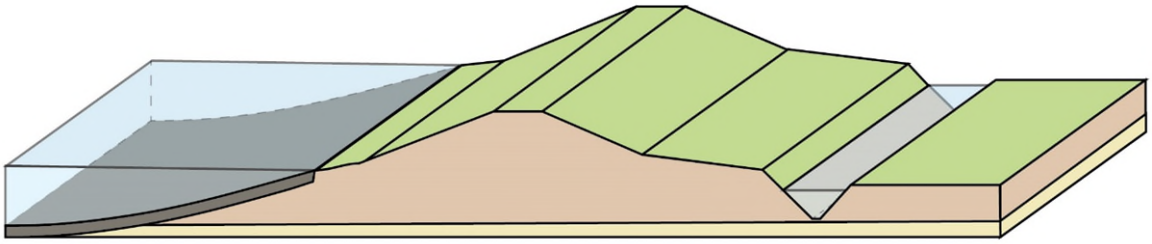
Deze techniek richt zich op het verhogen van weerstand tegen stroming door de kwelweg te verlengen. Kwelwegverlenging kan in horizontale richting en/of in verticale richting. Door de verhoogde weerstand neemt het kritieke verval toe waardoor zandtransport niet op gang komt.

Mogelijke bouwstenen voor het verhogen van de weerstand (horizontale kwelweg)

De onderstaande mogelijke bouwstenen vallen onder het verhogen van de weerstand tegen stroming:

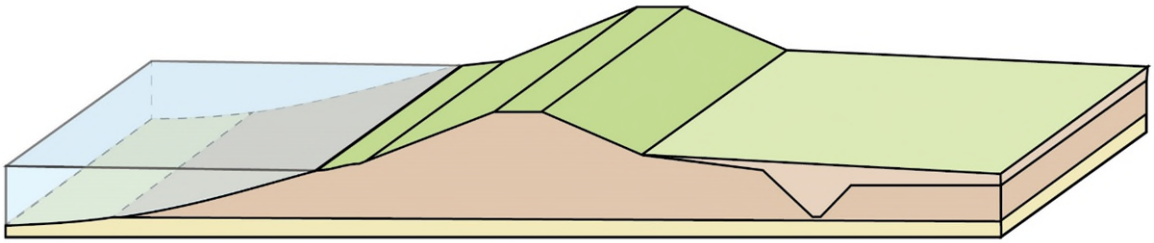
- Voorland verbetering (TRL 8). Met deze oplossing wordt het intredepunt buitendijks

verder van de waterkering afgelegd of een intredepunt in zijn geheel weggenomen. Hiervoor wordt bijvoorbeeld klei ingegraven in het voorland of de waterbodem van de aanliggende waterpartij waterdicht gemaakt. Het ingraven van klei in droog voorland is een beproefde techniek. Een waterdicht kleidek aanbrengen onder de waterlijn is een bewerkelijke opgave. Resterende lekkages zijn niet eenvoudig te traceren.



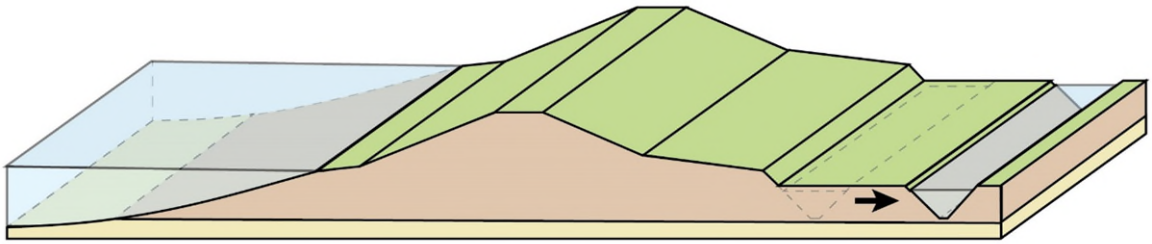
Figuur 3.9: Bouwsteen voorland verbetering

- Pipingberm (TRL 9). Met het aanbrengen van een pipingberm aan de binnenteen van de waterkering wordt het uittredepunt van de kwelstroom verder naar het achterland verplaatst. Hiermee wordt de weerstand verder verhoogd. De berm dient voldoende gewicht te hebben om opbarsten te voorkomen. In 2004 is de Standhazensedijk versterkt en voorzien van een pipingberm van circa 10 meter. Deze lengte was gebaseerd op de inmiddels verouderde rekenregel van Sellmeijer. Nieuwe inzichten laten zien dat de berm 70 tot 110 meter langer dient te zijn om de waterveiligheid te kunnen garanderen.



Figuur 3.10: Bouwsteen pipingberm

- Verleggen van de teensloot (TRL 9). De teensloot direct achter de huidige pipingberm reikt vrijwel tot de watervoerende laag waardoor het uittredepunt dicht achter de dijk ligt. Het verleggen of geheel dempen van de teensloot kan ervoor zorgen dat het uittredepunt verder van de waterkering komt te liggen. Daarmee neemt de kwelweg verder toe. Aandachtpunt bij het verleggen van de kwelsloot is opbarsten van de deklaag in het achterland tussen de waterkering en de nieuwe teensloot.



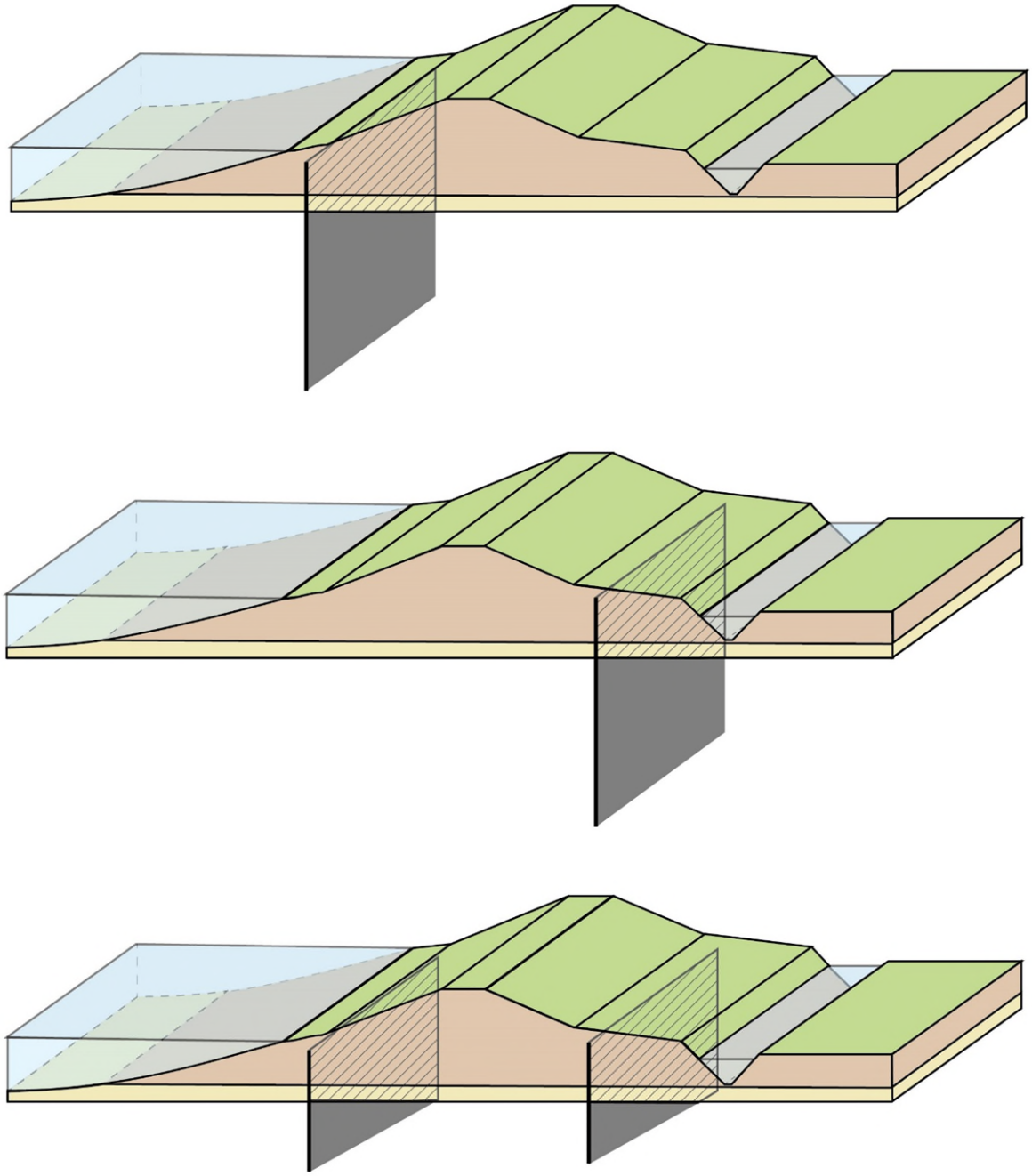
Figuur 3.11: Bouwsteen verleggen teensloot

Mogelijke bouwstenen voor het verhogen van de weerstand (verticale kwelweg)

De onderstaande mogelijke bouwstenen vallen onder het verhogen van de weerstand tegen stroming:

- Kwelschermen (TRL 9). Met kwelschermen wordt de kwelweg onder waterkering door dusdanig verlengd (langs het scherm naar beneden en weer omhoog) dat de kwelstroom (sterk) afneemt en pipegroei staakt. Kwelschermen hebben een aanzienlijke lengte nodig

om te functioneren. Voor de Standhazensedijk is de benodigde lengte minimaal 20 tot 30 meter. Door deze grote lengte zijn zware stalen planken nodig. Kwelschermen kunnen zowel in de buitenteen, binnenteen als gecombineerd met korte schermen aan de binnen- en buitenzijde wordt toegepast;

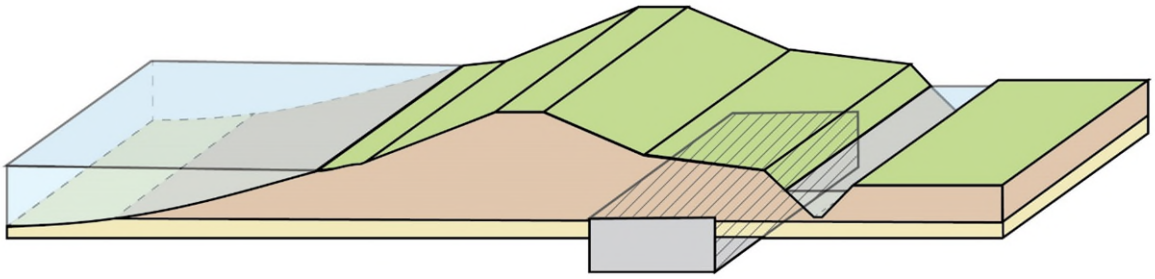


Figuur 3.12: Bouwsteen kwelscherm – drie varianten binnen de bouwsteen (buiten, binnen en beide)

- SoSeal / Trisoplast (TRL 4). SoSeal is een injectietechniek waarbij neerslagproducten van aluminiumverbindingen en organisch materiaal de waterdoorlatendheid van zandlagen sterk verminderen. Het kan toegepast worden om dunne zandlagen af te sluiten of als kwelscherm. De techniek bevindt zich in het onderzoeksstadium (TTW-NWO onderzoek, pilot Veerse Dijk (WSRL) en Sterke lekdijk (HDSR)). De beheersbaarheid van het proces en de in de praktijk te bereiken maximale doorlatendheid zijn belangrijke parameters. Een potentieel groot voordeel van de techniek is dat kabels en leidingen welllicht kunnen blijven liggen, met bijbehorende besparingen in kosten en doorlooptijd van dijkversterkingen.

  Trisoplast (TRL 4). Trisoplast is een waterdicht mengsel van zand, bentoniet en polymeer

dat reeds geruime tijd wordt toegepast voor de afdichting van stortplaatsen. De techniek wordt nu aangeboden in een verticale uitvoering waarbij het tot 8 meter diep als kwelscherm aangebracht wordt. Hiervoor moeten nog de maakbaarheid (in eigen ontwikkeling van de aanbieder) en de robuustheid van de techniek tegen deformaties en eventuele milieuaspecten worden onderzocht;



Figuur 3.13: Bouwsteen Soseal of Trisoplast

3.6 Systeemmaatregelen

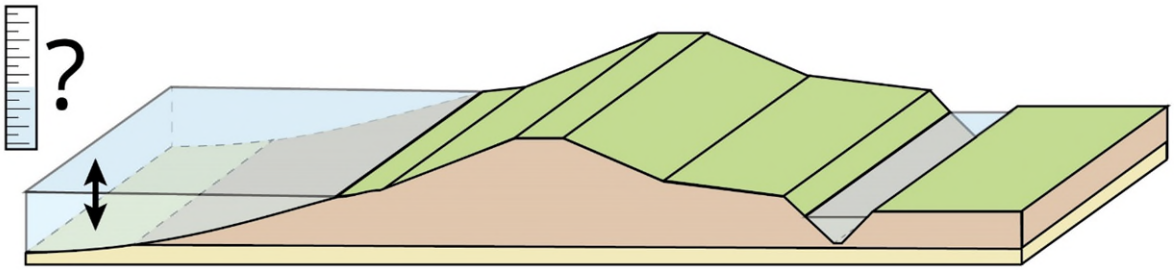
Algemene werking van systeemmaatregelen

Systeemmaatregelen zijn maatregelen die zich niet richten op het versterken van de waterkering maar op het wijzigen van het systeemgedrag om de waterveiligheid te vergroten. Veelal hebben deze maatregelen ook een effect buiten het projectgebied. Dit kunnen positieve en negatieve effecten zijn. Als voorbeeld is het afsluiten van de zeearmen in het Deltaplan te beschouwen als een systeemmaatregel. De waterstanden binnen de delta zijn beter te beheersen en dijkversterkingen konden in een gereduceerde vorm uitgevoerd worden of hoefden geheel niet uitgevoerd te worden.

Mogelijke systeemmaatregelen

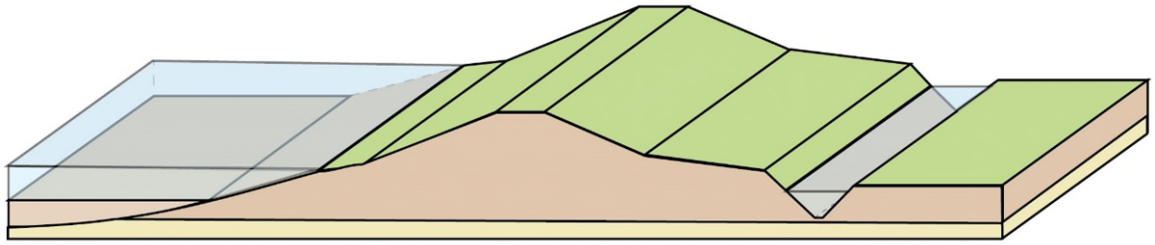
Voor de versterking van de Standhazensedijk zijn de onderstaande systeemmaatregelen mogelijk:

- Afsluiten of afsluitbaar maken van de doorsteek van recreatieplan naar de Amertak. Hiermee wordt de in 2017 geïntroduceerde situatie deels teruggedraaid. Waterstanden direct voor de Standhazensedijk lopen niet of vertraagd mee met de buitenwaterstand. Daarmee neemt het maatgevende verval over de waterkering af hetgeen de pipingproblematiek reduceert. Dit afsluiten kan permanent zijn of door middel van een keermiddel. Uiteraard dient de nieuwe keringslijn te voldoen aan de wettelijk vereisten.



Figuur 3.14: Bouwsteen systeemmaatregel, reduceren hydraulische belasting

- Verontdiepen van de recreatieplas / zandwinput. Met grootschalige verontdiepen van het water voor de Standhazensedijk ontstaat een situatie waarin de weerstand van het voorland sterk toeneemt. Het intredepunt verdwijnt of komt verder van de waterkering af te liggen. Deze maatregel heeft overeenkomsten met de voorlandverbetering. Echter de ingreep is groter en heeft daardoor direct effect op de bestaande functies op en rond de waterpartij.



Figuur 3.15: Bouwsteen verontdiepen zandwinput

3.7 Beheermaatregelen

Algemene werking van beheermaatregelen

Beheermaatregelen zijn maatregelen van tijdelijke aard die door de beheerorganisatie worden getroffen op het moment van dreigend hoogwater. Dergelijke maatregelen worden getroffen om een periode te overbruggen tot structurele maatregelen getroffen zijn of wanneer deze maatregelen kostenefficiënter zijn dan een structurele oplossing. Denk hierbij aan het plaatsen van zandzakken in plaats van het realiseren van een coupure. Beheermaatregelen kunnen ook ingezet worden als het onwenselijk is om permanente maatregelen te treffen om in de maatgevende situaties het hoofd te kunnen bieden. Denk daarbij aan de demontabele keringen langs de Maas. Beheermaatregelen leggen een beslag op de beheerorganisatie (monitoren, beslissen, communiceren, mobiliseren, opbouwen, bewaken, beslissen, afbreken).

Mogelijke beheermaatregelen

In de huidige situatie treft het waterschap al beheermaatregelen bij de Standhazensedijk omdat welvorming onder dagelijkse omstandigheden plaatsvindt. Bij dreigend hoogwater wordt de teensloot opgezet om extra tegendruk te creëren. Er wordt bij hoogwater met verhoogde intensiteit geïnspecteerd en er staat een aannemer paraat om bij nood de teensloot te dichten. Deze beheermaatregelen gaan echter ten koste van de functionaliteit van het afwateringssysteem en de capaciteit van de beheerorganisatie. Voor het waterschap is de huidige situatie dan ook zeer onwenselijk omdat de waterkering door de welvorming steeds verder aangetast wordt en aantoonbaar niet aan de norm voldoet. Een structurele maatregel is daarom noodzakelijk.

4. Selectie van kansrijke bouwstenen

In hoofdstuk beschrijft de selectie van kansrijke bouwstenen. De in hoofdstuk 3 beschreven mogelijke bouwstenen vormen hierbij het vertrekpunt. Voor deze selectie worden de mogelijke oplossingen die het waterveiligheidsprobleem op kunnen lossen beoordeeld aan de hand van de HWBP doelcriteria en zogenoemde 'knock out criteria'. In onderstaande paragrafen beschrijven we de doelcriteria, de beoordelingsmethodiek en de daadwerkelijke beoordeling van de bouwstenen op kansrijkheid.

4.1 Afwegingskader kansrijke bouwstenen

Voor het selecteren van de kansrijke bouwstenen wordt gebruikgemaakt van de HWBP doelcriteria (zie onderstaande tabel met toelichting) en zogenoemde 'knock out criteria'. De mogelijke bouwstenen worden op kwalitatieve wijze gescoord / gerangschikt aan deze criteria. Vervolgens geeft het totaalbeeld van alle criteriascores een eerste beeld van de kansrijkheid van de mogelijke bouwsteen. Vervolgens wordt aan de hand van de criteriabeoordeling bekeken of er zwaarwegende argumenten zijn (knock out) om de bouwsteen geheel af te laten vallen. De drie best scorende bouwstenen (meest kansrijke bouwstenen) vormen daarna de basis voor de kansrijke alternatieven.

Onderstaand worden de doelcriteria van het HWBP eerst puntsgewijs genoemd en kort beschreven. Vervolgens is de kleurschaling / scoremethodiek beschreven waarmee de bouwstenen zijn beoordeeld.

Tabel 4.1 – HWBP doelcriteria voor het aanwijzen van kansrijke bouwstenen

#	Doelcriterium	Toelichting
1	Oplossing van het waterveiligheidsvraagstuk	In welke mate zorgt de bouwsteen voor een waterveilige situatie? Hierbij kan de bouwsteen ook méér doen dan minimaal nodig is.
2	Technische maakbaarheid	In welke mate is de bouwsteen eenvoudig of juist complex om aan te leggen
3	Betrouwbaarheid	In welke mate de bouwsteen betrouwbaar en beproefd is in het functioneren bij hoogwater
4	Uitbreidbaarheid	In welke mate de bouwsteen in de toekomst uitbreidbaar is bij wijzende omstandigheden of inzichten
5	Beheerbaarheid	In welke mate de bouwsteen goed inspecteerbaar, beheerbaar en te onderhouden is door de waterkeringbeheerder
6	Betaalbaarheid	In welke mate de bouwsteen een slimme en sobere oplossing is en leidt tot een kosteneffectieve oplossing van de versterkingsopgave
7	Duurzaamheid / circulariteit	In welke mate de oplossing een beroep doet op 'schaarse' bouwstoffen, energiebehoefte en de mate waarin de oplossing leidt tot uitstoot CO2 / NOx.
8	Draagvlak	In welke mate wordt de oplossingsrichting gedragen door de omgeving en in welke mate levert de oplossingsrichting (procedurele) omgevingsrisico's op
9	Milieueffecten	Inschatting van de (onderscheidende) effecten op milieu, om dermate grote belemmeringen of negatieve effecten in beeld te brengen waardoor beargumenteerd kan worden dat de bouwsteen niet kansrijk is. Op hoofdlijnen wordt gekeken naar effecten op bijvoorbeeld natuur, landschap, bodem en water.

4.2 Beoordelingsschaal

De bouwstenen worden per HWBP doelcriterium gemotiveerd beoordeeld. Deze beoordeling wordt uitgedrukt in een kwalitatieve beoordeling met bijhorende score die aangeeft hoe goed de bouwsteen voldoet (of niet) op het specifieke criterium. Er wordt gebruik gemaakt van een relatieve vijfpuntschaal (--, -, 0 , +, ++) en een overeenkomstige kleurenschaal. Deze schaal is onderstaand weergegeven. De slechtst scorende oplossing krijgt '--', de best score oplossing krijgt '++'. Indien een bouwsteen op een criterium een groene kleur krijgt betekent het echter niet direct dat deze oplossing direct kansrijk is: dit hangt samen met het oordeel van de overige criteria. Anderzijds betekent een rode beoordeling niet direct dat deze oplossing geheel niet kansrijk is.

--	-	0	+	++
Slechtste oplossing op dit criterium	Ongeschikte oplossing op dit criterium	Oplossing met zowel positieve als negatieve aandachtpunten	Geschikte oplossing op dit criterium	Meest geschikte oplossing op dit criterium

4.3 Knock out criteria

De onderstaande criteria zijn als knock out criteria aangewezen. Dat houdt in dat bouwstenen die matig tot slecht scoren op deze criteria als niet-kansrijk worden aangemerkt. Dit ongeacht hoe de bouwsteen scoort op de andere criteria. Dit betreffen:

- Bouwstenen die geen adequate oplossing vormen voor het waterveiligheidsprobleem. In zeef 0 zijn maatregelen geselecteerd die een oplossing kunnen bieden voor de veiligheidsopgave voor piping. Nadere analyse kan inzichten geven dat de mogelijke bouwsteen toch niet toereikend is. Dit leidt tot een score '- tot --' op het criterium 'oplossen waterveiligheidsopgave';
- Bouwstenen die grondaankoop vereisen. Grondaankoop ligt gevoelig in het projectgebied. Daarnaast levert grondverwerving, al dan niet minnelijk, een significant planningsrisico op wat gezien de urgentie op de Standhazensedijk ongewenst is. Het waterschap heeft daarom 'geen grondaankoop' als uitgangspunt meegegeven om de planning haalbaar te houden (dijkveilig 2024);
- Bouwstenen met een sterk innovatief en nog onbeproefd karakter. De veiligheidsopgave is urgent en er wordt een versnelde versterkingsprocedure gehanteerd. Inzet van innovatieve nog nader te beproeven technieken leidt tot een aanvullend onderzoekstraject binnen het versterkingsproces waarmee de mijlpaal (dijkveilig 2024) niet gehaald kan worden. Daarnaast heeft de beheerder aangegeven op dit traject sterke voorkeur te hebben voor voldoende beproefde technieken. In afstemming met het BGT HWBP is gekozen een 'Knock out' voor bouwstenen met TRL <6 toe te voegen.

4.4 Kwalitatieve beoordeling op HWBP doelcriteria

Beoordeling op het aspect 'oplossing waterveiligheidsopgave'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'oplossing waterveiligheidsopgave. Een beperkte verbetering scoort slechter dan een volledige aansluiting bij de norm. Oversterkte of het volledig wegnemen van het faalmechanisme scoort het best.

Tabel 4.2 – Score op HWBP doelcriterium 'oplossen waterveiligheidsvraagstuk'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	+	Bewezen maatregel die de keten naar piping onderbreekt door het heave proces te stoppen. Piping kan daardoor niet meer optreden. Beperkt afhankelijk van waterstanden.
Heavescherm met grondverbetering	+	Bewezen maatregel die de keten naar piping onderbreekt door heave proces te stoppen. Piping kan daardoor niet meer optreden. Beperkt afhankelijk van waterstanden.
Verticaal filterscherm	++	Nieuwe, beproefde techniek die pipegroei stopt maar kwelstroom doorlaat. Onafhankelijk van waterstanden.
Grofzand barrière	++	Nieuwe techniek die pipegroei stopt maar kwelstroom doorlaat. Onafhankelijk van waterstanden.

Bouwsteen	Score	Toelichting
Filterconstructie in de teensloot	++	Techniek waarbij zandtransport bij uittredepunt wordt gestopt.
Voorland verbetering	0	Maatregel die weerstand vergroot door kwelwegverlenging. Werking afhankelijk van grondparameter en waterstanden. Maatregel ligt onder de waterlijn. Risico op lekkage.
Pipingberm	+	Bewezen maatregel die weerstand vergroot. Werking afhankelijk van grondparameter en waterstanden.
Verleggen van de kwelsloot	--	Maatregel vergroot weerstand. Werking afhankelijk van grondparameters en waterstanden. Lijkt niet toereikend vanwege de te dunne deklaag waardoor er door opbarsten onvoldoende kwelweglengte wordt gerealiseerd.
Kwelscherm	+	Bewezen maatregel vergroot kwelweg. Werking afhankelijk van grondparameter, waterstand en dikte waterdoorlatende zandlaag. Vanwege grote kwelwegtekorten zijn schermen benodigd van minimaal circa 20 tot 30 meter. Aandacht voor kortsluiting en 3D effect uit de Amertak.
SoSeal / Trisoplast	0	Maatregel vergroot de kwelweg. Blok SoSeal functioneert als heavescherm of kwelscherm afhankelijk van de aangebrachte diepte.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	++	Dit betreft in feite een verlegging van de waterkering. Dit is een effectieve oplossing voor de veiligheidsopgave op de 730 meter waterkering. Echter hiermee wordt de opgave verlegd naar een intensief gebruikte zone.
Verondiepen zandwinput	-	Een variant op de voorlandverbetering zonder specifiek maatregel voor waterdicht maken. Contact met buitenwater niet uit te sluiten. Mogelijk onvoldoende kwelweg / weerstand om te voldoen aan de norm. Maatregel heeft een grotere impact op de functionaliteit (diepgang) van de waterpartij.

Beoordeling op het aspect 'technische maakbaarheid'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'technische maakbaarheid'. Een complexe, risicovolle techniek scoort slechter dan een beproefde, eenvoudige techniek met veel marktervaring.

Tabel 4.3 – Score op HWBP doelcriterium 'technische maakbaarheid'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	++	Bewezen werkwijze. Relatief korte schermen. Beproefd in recente projecten. Veel marktkennis en ontwikkeling op het gebied van materialisatie.
Heavescherm met grondverbetering	+	Bewezen werkwijze in GWW. Iets bewerkelijker dan traditionele schermen maar gecontroleerd uit te voeren. Voldoende marktkennis aanwezig.
Verticaal filterscherm	0	Nieuwe, inmiddels geaccepteerde werkwijze. Groeiende ervaring in de markt. Methode van realiseren wordt nog steeds verder verfijnd. Aandachtspunt is hoge kweldruk tijdens de realisatie, ook onder dagelijkse omstandigheden.
Grofzand barrière	-	Nieuwe techniek die nu beperkt is toegepast in projecten. Smalle ervaring in de markt. Methode van realiseren vergt nog verbetering. Aandachtspunt is hoge kweldruk tijdens de realisatie, ook onder dagelijkse omstandigheden.
Filterconstructie in de teensloot	++	Overzichtelijke techniek, geen maatwerk materieel benodigd.
Voorland verbetering	--	Aanbrengen van afdichtend kleidek onder waterlijn over de bodem van de zandwinput is bewerkelijk.
Pipingberm	++	Bewezen werkwijze. Vergt veel - maar relatief eenvoudig – grondverzet.

Bouwsteen	Score	Toelichting
Verleggen van de kwelsloot	+	Bewezen werkwijze. Verg eenvoudig grondwerk. Aandachtspunt is de relatief dunne deklaag en het creëren met de ongewenste locatie van opbarsten. Het aanwezige drainage systeem dient te worden omgelegd.
Kwelscherm	0	Vanwege grote kwelwegtekort zijn schermen benodigd van minimaal circa 20 meter. Dit vergt zware planken en materieel, waarvoor geldt dat inbrengbaarheid op benodigde diepte een aandachtspunt is.
SoSeal / Trisoplast	-	Met injectie methodes worden bindmiddelen aangebracht. Vergt goed inzicht in bodemopbouw en samenstelling, inzicht in kwelstromen, monitoring voor goed aanbrengen en functioneren. Beperkte marktervaring
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Dit vergt de aanleg van een beweegbaar keermiddel en het verleggen / aanwijzen van de waterkering over het terrein van de jachthaven inclusief versterken verhogen.
Verondiepen zandwinput	+	Het verondiepen van de put is eenvoudiger te realiseren dan het waterdicht maken van de bodem.

Beoordeling op het aspect 'betrouwbaarheid'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'betrouwbaarheid'. Dit geeft weer of de oplossing daadwerkelijk functioneert en blijft functioneren op het moment dat dit nodig is. Een robuuste en beproefde oplossing die tevens herstelbaar is tijdens een calamiteit scoort beter dan een complexe nieuwe/onbeproefde maatregel of waarbij herstel niet mogelijk is. Onderdeel van de beoordeling is de Technical Readiness Level (TRL) van de oplossing volgens de POV piping. Daarbij wordt aangesloten bij de lijn van het HWBP dat oplossingen met TRL <6 ongewenst zijn voor de STAHA, vanwege de urgentie om versneld te versterken. Ook bouwstenen die nog aanvullend onderzoek, of andere beproeving nodig hebben zijn voor STAHA ongewenst omdat dit leidt tot significante planningsrisico's voor de mijlpaal dijkveilig.

Tabel 4.4 – Score op HWBP doelcriterium 'betrouwbaarheid'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	++	Robuuste oplossing. Pipe groei stopt bij fysieke barrière (TRL 9).
Heavescherm met grondverbetering	0	Aandacht voor waterdicht krijgen van het in situ scherm. Oplossing is nog weinig beproefd en ervaren in het werkveld waterveiligheid, wel in andere werkvelden (TRL 6).
Verticaal filterscherm	+	Verregaande beproeving en full scale inzet in recente projecten. Vormt fysieke barrière voor verdere pipe groei (TRL 8).
Grofzand barrière	-	Nieuwe techniek die nu alleen is toegepast in project Gameren. Dit betreft andere omstandigheden dan STAHA. Nog beperkte ervaring met exacte werking en levensduur en engineeringsvoorschriften. Vanwege de continue kwelstroom, ook onder dagelijkse omstandigheden kent de GZB een verhoogd risico op interne erosie van de zandkolom. Vergt nog aanvullende innovatie inspanning om toe te passen bij de STAHA (TRL 7).
Filterconstructie in de teensloot	+	Verregaande beproeving. Beperkt gehanteerd in de praktijk (TRL 8).
Voorland verbetering	+	Eenmaal goed aangebracht is dit een robuuste methode waarbij aandacht dient te zijn voor de eroderende werking van vaartuigen en graverijen van de bever (TRL 8).
Pipingberm	++	Bewezen oplossing. Er is veel ervaring mee. Aandacht voor voldoende dikte en bescherming tegen afploegen van de toplaag (TRL 9).
Verleggen van de kwelsloot	++	Bewezen maatregel mits voldoende deklaag aanwezig tussen de waterkering en nieuwe uittredepunt in de teensloot (TRL 9).

Bouwsteen	Score	Toelichting
Kwelscherm	++	Robuuste en beproefde techniek. Aandachtspunt is voldoende kwelweg lengte creëren anticiperen op onzekerheden in bodemopbouw en verhang (TRL 9).
SoSeal / Trisoplast	--	Deze maatregel is nog in onderzoek en in ontwikkeling. Er zijn enkele praktijkproeven mee gedaan. Geen beheerderservaring. (TRL 4/5)
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	0	Afhankelijk van de wijze van omleggen en versterken kan dit op betrouwbare wijze geschieden. Toevoegen van afsluitbare kunstwerken introduceert extra faalkansen en extra lengte aan de dijk (TRL 9).
Verondiepen zandwinput	+	Verondiepen kan op betrouwbare en robuuste manier plaatsvinden en in stand gehouden worden. Als waterremmende werking in eerste instantie wordt behaald, blijft dit ook in stand (TRL 8).

Beoordeling op het aspect 'uitbreidbaar'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'uitbreidbaarheid'. Dit geeft aan in welke mate en met welke inspanning de oplossing bij gewijzigde inzichten of belastingen aangepast moet worden en kan worden om de dijk weer veilig te maken. Een niet uit te breiden oplossing die weer een volledige investering vergt, scoort slecht. Een oplossing eenvoudig is uit te breiden scoort goed. Een oplossing die het mechanisme uitsluit ongeacht de belasting, scoort het best.

Tabel 4.5 – Score op HWBP doelcriterium 'uitbreidbaarheid'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	+	Afhankelijk van materialisatie mogelijkheid om damwand op te lengen en door te zetten. Relatief eenvoudig om initieel iets over te dimensioneren
Heavescherm met grondverbetering	-	Niet eenvoudig dieper aan te brengen. Niet door heien en moeilijk te bereiken
Verticaal filterscherm	++	Stopt pipevorming ongeacht verhang. Hoeft bij veranderende belastingen niet aangepast te worden om te voldoen
Grofzand barrière	++	Stopt pipevorming ongeacht verhang. Hoeft bij veranderende belastingen niet aangepast te worden om te voldoen
Filterconstructie in de teensloot	++	Stopt pipevorming ongeacht verhang. Hoeft bij veranderende belastingen niet aangepast te worden om te voldoen
Voorland verbetering	-	Bewerkelijk om te verlengen gezien de mogelijkheden van kortsluiting naar de Amertak en intredepunten die niet te dichten zijn. Uitbreidbaarheid via ander type maatregel in kernzone
Pipingberm	0	Pipingberm kan verlengd en verzwaard worden. Dit vergt meer ruimte en ingrijpen op agrarische gronden. Uitbreidbaarheid via ander type maatregel in kernzone
Verleggen van de kwelsloot	+	Sloot kan verlegd worden wat meer ruimte en afstemming vraagt met agrariërs. Uitbreidbaarheid via ander type maatregel.
Kwelscherm	-	Kwelscherm dusdanig diep dat oplengen na enkele decennia niet reëel lijkt. Uitbreiding via een andere type oplossing of tweede scherm
SoSeal / Trisoplast	+	Naar verwachting is deze oplossing uit te breiden door het blok uit te breiden en te verdiepen via injectie van bindmiddelen in een bredere zone. Techniek nog niet beproefd.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Uitbreiding zal plaats moeten vinden bij de nieuwe kering.
Verondiepen zandwinput	-	Bewerkelijk om te verlengen gezien de mogelijkheden van kortsluiting naar de Amertak en intredepunten die niet te dichten zijn. Uitbreidbaarheid via ander type maatregel in kernzone

Beoordeling op het aspect 'beheerbaarheid'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'beheerbaarheid'. Dit geeft aan in welke mate en met welke inspanning de oplossing is te inspecteren / monitoren, beheren en onderhouden zodat deze gedurende de levensduur blijft functioneren. Een maatregel die de beheerinspanning verhoogt scoort slecht. Een maatregel die geen tot zeer beperkte inspanning vergt en waarvan het functioneren goed is te inspecteren scoort goed.

Tabel 4.6 – Score op HWBP doelcriterium 'beheerbaarheid'

Bouwsteen	**Score**	**Toelichting**
Traditioneel dicht heavescherm	++	Geen toename te inspecteren areaal, geen degradatie van het functioneren, levensduur te garanderen, lekkages exact op te sporen en te herstellen
Heavescherm met grondverbetering	+	Geen toename te inspecteren areaal, zeer beperkte degradatie van het functioneren, lekkages lastiger op te sporen en te herstellen
Verticaal filterscherm	0	Geen toename te inspecteren areaal, nog steeds welvorming en pipe tot aan het scherm, risico op verstopt raken filterscherm. Oplossing moeilijk te vervangen
Grofzand barrière	0	Geen toename te inspecteren areaal, nog steeds welvorming en pipe tot aan het scherm, risico op leeglopen filterscherm
Filterconstructie in de teensloot	-	Kans op schade aan filter bij beheer en onderhoud kwelsloot, als constructie niet functioneert zijn zandmeevoerende pipes niet direct zichtbaar, maatregel is wel bereikbaar om te vervangen
Voorland verbetering	--	Niet te inspecteren, maatregel buiten zonering waterkering, lekkages moeilijk te traceren en te herstellen. Gevoelig voor graverijen
Pipingberm	0	Toename te inspecteren areaal. Uitbreiding waterkeringszone, mogelijk toezicht op agrarisch medegebruik, eventuele schades zijn goed te herstellen
Verleggen van de kwelsloot	0	Toename te inspecteren areaal. Uitbreiding waterkeringszone, mogelijk toezicht op grondroerende activiteiten, omleggen drainagesysteem
Kwelscherm	++	Geen toename te inspecteren areaal, geen degradatie van het functioneren, levensduur te garanderen, lekkages exact op te sporen en te herstellen. Kwelscherm vormt tevens een bever-werende maatregel
SoSeal / Trisoplast	+	Geen toename te inspecteren areaal. Geen degradatie
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Tenminste één extra keermiddel dat geïnspecteerd en onderhouden en gemobiliseerd dient te worden. Toename lengte waterkering. Nieuwe waterkering loopt dan over intensief gebruikte jachthaventerrein. Significante toename B&O
Verondiepen zandwinput	0	Maatregel buiten zonering waterkering, lekkages moeilijk te traceren en te herstellen. Gevoelig voor graverijen

Beoordeling op het aspect 'betaalbaar'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'betaalbaar'. Dit is vrij te vertalen naar sober en doelmatig waarbij een goedkoper dijkveilig alternatief beter scoort dan een duurder alternatief.

Dit criterium geeft een kwalificering van de verwachte levenscycluskosten (LCC). Dit zijn de kosten van het realiseren van de oplossing, b&o inspanning gedurende de levensduur en vervanging einde levensduur. In deze fase betreft dit expert judgement op basis van orde grootte maatregel en materialisatie. Een kostenraming vindt plaats in de volgende ontwerpstap; uitwerking Kansrijke Alternatieven.

Tabel 4.6 – Score op HWBP doelcriterium 'betaalbaar'

Bouwsteen	**Score**	**Toelichting**
Traditioneel dicht heavescherm	0	Stalen of kunststof damwand orde grootte 10 meter. Inspectie/monitoring bij hoogwater. Geen onderhoudsinspanning.
Heavescherm met grondverbetering	0	Groutinjectie / soilmix tot diepte 8 meter. Inspectie/monitoring bij hoogwater. Beperkt onderhoudsinspanning.
Verticaal filterscherm	+	Geodoek of prolock tot circa 6 meter – mv. monitoring en kans op tussentijds vervangen / schoonmaken doek.
Grofzand barrière	++	Grofzandkolommen tot circa 6 meter – mv. mv. monitoring kans op tussentijds herstel.
Filterconstructie in de teensloot	+	Herprofileren teensloot, aanbrengen filter en granulair ballast. Redelijk kans op schade en meerdere herstelmaatregelen
Voorland verbetering	-	Gehele plas voorzien van een waterdicht kleidek. Circa 50.000 m3 klei op basis van 5 ha, dikte 1 meter.
Pipingberm	-	Berm circa 80 meter, hoogte 1 tot 1,5 meter. Aankoop 5 ha landbouwgrond of aanbrengen extra leeflaag.
Verleggen van de kwelsloot	++	Omleggen drainage, verleggen teensloot.
Kwelscherm	--	Stalen damwand tot circa 20 meter -mv. Geen separate beverwerende maatregelen meer nodig.
SoSeal / Trisoplast	++	Injectie bindmiddelen, aanvullende monitoring en bijsturing werking.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Aanleg afsluitmiddel, beheren afsluitmiddel, aanleg / versterken / verhogen kering via jachthaven.
Verondiepen zandwinput	-	Vullen, storten zandwinput, compensatie huidige gebruikers.

Beoordeling op het aspect 'duurzaamheid'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'duurzaamheid'. Dit criterium geeft een kwalificering van de verwachte milieubelasting en claim op eindige bouwstoffen. Een oplossing die veel energie vergt in het productieproces, transport (op en naar het werk) en realisatie en/of leidt tot hoge uitstoot CO2 / NOx, claim legt op veel bouwstoffen scoort slecht. Een oplossing met beperkt energieverbruik en bouwstoffen scoort hoog. Nadere uitwerking van het thema duurzaamheid en circulariteit volgt in de volgende ontwerpstappen.

Tabel 4.7 – Score op HWBP doelcriterium 'duurzaamheid

Bouwsteen	**Score**	**Toelichting**
Traditioneel dicht heavescherm	0	Inzet stalen damwand vergt veel energie bij productie. Mogelijkheden voor (gerecyclede) kunststof damwand. Beperkte transportbewegingen. Aanvoer kan over water.
Heavescherm met grondverbetering	0	Groutinjectie. Bij grouten komt veel CO2 vrij. Transport vindt plaats over de weg.
Verticaal filterscherm	++	Weinig gebiedsvreemd materiaal nodig. Aanbrengen van kleiprop boven smalle sleuf.
Grofzand barrière	++	Vullen van relatief smalle sleuf met grof zand. Transport over water.
Filterconstructie in de teensloot	+	Relatief weinig grondverzet. Aanbrengen filterdoek, Inzet van granulair ballastmateriaal als teenslootbekleding.
Voorland verbetering	-	Gehele plas voorzien van een waterdicht kleidek. Circa 50.000 m3 klei op basis van 5 ha, dikte 1 meter. Werken vanaf water, transport over water.
Pipingberm	-	Berm circa 80 meter, hoogte 1 tot 1,5 meter. Aanvoeren circa 65.000 m3 materiaal.

Bouwsteen	Score	Toelichting
Verleggen van de kwelsloot	++	Omleggen drainage, verleggen teensloot.
Kwelscherm	--	Stalen damwand inbrengen tot circa 20 meter -mv. Productie vergt veel energie.
SoSeal / Trisoplast	++	Weinig materiaal benodigd. Aandacht voor bodemkwaliteit omdat bodemvreemde materialen aangebracht worden. Deze zijn in andere werkvelden al beproefd maar nog niet in WV.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Aanleg afsluitmiddel (beton en staal), aanleg / versterken / verhogen kering via jachthaven. Aanvullend grondverzet om de nieuwe waterkering op sterkte te krijgen.
Verondiepen zandwinput	-	Vullen / storten zandwinput. Transport en handeling orde grootte 100.000 tot 150.00 m3. Impact op onderwaterleven, de functionaliteit van de recreatieplas en diepgang richting landtongen en werf.

Beoordeling op het aspect 'draagvlak'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'draagvlak'. Dit criterium geeft daarmee een indicatie van de verwachte interne en externe omgevingsrisico's bij de te treffen oplossing. Aansluiting op de omgevingswensen en mogelijk houden van bestaande functies. Een oplossing die bestaande functies aantast en overlast vergroot scoort slecht. Een maatregel die functies in stand houdt of versterkt en overlast vermindert scoort goed.

Tabel 4.8 – Score op HWBP doelcriterium 'draagvlak'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	++	Zeer beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek neemt iets af. Zandmeevoerende wellen blijven mogelijk en kunnen leiden tot pipes tot aan het kwelscherm. Maatregel bekend bij beheerder.
Heavescherm met grondverbetering	+	Zeer beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek neemt iets af. Zandmeevoerende wellen blijven mogelijk en kunnen leiden tot pipes tot aan het kwelscherm. Maatregel minder bekend bij beheerder.
Verticaal filterscherm	0	Zeer beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek neemt niet af. Zandmeevoerende wellen blijven mogelijk en kunnen leiden tot pipes tot aan het filterscherm. Beheerder nog niet bekend met techniek VZG.
Grofzand barrière	-	Beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek neemt wellicht iets toe door verminderen weerstand. Zandmeevoerende wellen blijven en kunnen leiden tot pipes tot aan het GZB en interne erosie. Beheerder nog niet bekend met techniek GZB.
Filterconstructie in de teensloot	0	Enige impact op omgeving. Afname kweldruk in achterland. Licht verhoogde waterlast in de kwelsloot. Stopt zandmeevoerende wellen. Filterconstructie maakt de sloot minder goed beheerbaar vanwege de aanwezigheid van stenen op de bodem.
Voorland verbetering	-	Enige impact op de omgeving. Belemmering op plas i.v.m. ondoorlatende laag. Afname kweldruk vanuit de plas. Beheerder geen invloed op de maatregel.
Pipingberm	--	Grote impact op huidig gebruik. Aankoop agrarische grond noodzakelijk. Tegen wens stakeholders. Afname kweldruk op achterland. Beheerder bekend met maatregel.
Verleggen van de kwelsloot	-	Redelijke impact vanwege verschuiven teensloot. Omleggen drainage, verleggen teensloot. Tegen wens stakeholders.
Kwelscherm	+	Beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek vanuit plas neemt af. Grondwaterhuishouden wijzigt. Maatregel bekend bij beheerder en omgeving.

Bouwsteen	Score	Toelichting
SoSeal / Trisoplast	-	Beperkte impact op omgeving. Kwelproblematiek vanuit plas neemt af. Grondwaterhuishouden wijzigt. Onbekendheid bij beheerder.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	--	Zeer grote impact op omgeving. Versmalling doorgang naar Amertak, waterkering over jachthaventerrein, mogelijk tweede keermiddel in jachthaven. Zeer onwenselijk voor beheerder.
Verondiepen zandwinput	-	Grote impact op omgeving. Vermindering diepgang op plas. Mogelijk aantasting functionaliteit werf.

Beoordeling op het aspect 'milieueffecten'

Onderstaande tabel geeft de kwalitatieve scores en onderbouwing ervan weer voor het doelcriterium 'milieueffecten'. Dit criterium geeft daarmee een inschatting van de te verwachten effecten op milieu, bijvoorbeeld de effecten op natuur, landschap, bodem en water. Daarbij wordt vooral gelet op onderscheidende effecten, dat wil zeggen: effecten die bij de ene bouwsteen wel optreden en bij de andere bouwsteen niet. Een bouwsteen waarbij ten aanzien van milieu een grote belemmering of sterk negatief effect verwacht wordt, scoort slecht. Een bouwsteen kan positief scoren als er een aanmerkelijke verbetering van het milieu verwacht wordt. Omdat geen van de bouwstenen tot een verbetering zal leiden, zijn bij dit criterium geen '+' en '++' scores toebedeeld.

Tabel 4.9 – Score op criterium 'milieueffecten'

Bouwsteen	Score	Toelichting
Traditioneel dicht heavescherm	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
Heavescherm met grondverbetering	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
Verticaal filterscherm	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
Grofzand barrière	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
Filterconstructie in de teensloot	-	Verstoring van Grote Modderkruiper en noodzaak voor treffen maatregelen wanneer ingreep plaatsvindt in de teensloot.
Voorland verbetering	-	Verstoring van bever en noodzaak voor treffen van maatregelen bij ingreep in het voorland.
Pipingberm	-	Verstoring van Grote Modderkruiper en noodzaak voor treffen maatregelen bij ingrepen in (of dempen van) de teensloot.
Verleggen van de kwelsloot	-	Verstoring van Grote Modderkruiper en noodzaak voor treffen maatregelen bij ingrepen in (of verleggen van) de teensloot.
Kwelscherm	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
SoSeal / Trisoplast	0	Geen grote belemmeringen en onderscheidende negatieve effecten verwacht.
Afsluiten of afsluitbaar maken doorsteek	-	Verstoring van bever en noodzaak voor treffen van maatregelen bij ingreep in het voorland.
Verondiepen zandwinput	-	Verstoring van bever en noodzaak voor treffen van maatregelen bij ingreep in het voorland.

4.5 Overzicht beoordelingen HWBP doelcriteria en knock out

Totaal overzicht beoordelingen

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van bovengenoemde kwalitatieve scores. Ter ondersteuning van het rangschikken van de bouwstenen zijn de '+ / -' beoordelingen omgezet naar een -2 tot + 2 schaal. De tabel geeft weer de totaal score van een bouwsteen, onderlinge rangschikking en variatie in de scores. De volgorde van weergave de bouwstenen is gewijzigd naar best scorende naar minst scorende bouwsteen.

Tabel 4.10 – Overzicht scores beoordelingscriteria

Bouwsteen	Score oplossen WV	Score technisch maakbaar	Score betrouwbaar	Score uitbreidbaar	Score beheerbaarheid	Score betaalbaar	Score duurzaamheid	Score draagvlak	Score milieueffecten	Totaalscore	Rangorde	Stdev
Traditioneel dicht heavescherm	1	2	2	1	2	0	0	2	0	10	1	0,87
Verticaal filterscherm	2	0	1	2	0	1	2	0	0	8	2	0,87
Filterconstructie in de teensloot	2	2	1	2	-1	1	1	0	-1	7	3	1,20
Grofzand barrière*	2	-1	-1*	2	0	2	2	-1	0	5	4	1,34
Verleggen van de kwelsloot*	-2	1	2	1	0	2	2	-1	-1	4	5	1,42
Heavescherm met grondverbetering	1	1	0	-1	1	0	0	1	0	3	6	0,67
SoSeal / Trisoplast*	0	-1	-2*	1	1	2	2	-1	0	2	7	1,31
Kwelscherm	1	0	2	-1	2	-2	-2	1	0	1	8	1,45
Pipingberm*	1	2	2	0	0	-1	-1	-2*	-1	0	9	1,33
Verondiepen zandwinput*	-1	1	1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-4	10	0,83
Voorland verbetering	0	-2	1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-8	11	0,87
Afsluitbaar maken doorsteek*	2	-2	0	-2	-2	-2	-2	-2*	-1	-11	12	1,31

** betreft een bouwsteen met een knock out score*

Verwerken van 'Knock out' criteria

In onderstaande overzichtstabel zijn de knock-out criteria verwerkt. Met de knock-out vervallen:

- Het verleggen van de kwelsloot en verontdiepen zandwinput op basis van onvoldoende bijdrage aan het oplossen van de waterveiligheidsopgave.

- Soseal en Trisoplast op basis van onvoldoende doorontwikkelde techniek (TRL 1 t/m 5), GZB op basis van onbekendheid werking in de situatie STAHA en kans op interne erosie. Hierdoor is aanvullende innovatie inspanning benodigd welke niet past binnen de beschikbare planning.

- De pipingberm en het afsluitbaar maken van de doorsteek door de benodigde aankoop van grond, dan wel in het achterland, dan wel op het nieuwe tracé over het jachthaventerrein en de voormalige waterkering.

Na toepassing van de knock out ontstaat een lijst met reële bouwstenen, gerangschikt op kansrijkheid.

Tabel 4.11 – Overzicht kansrijkheid bouwstenen op basis van beoordelingscriteria

Bouwsteen	Score oplossen WV	Score technisch maakbaar	Score betrouwbaar	Score uitbreidbaar	Score beheerbaarheid	Score betaalbaar	Score duurzaamheid	Score draagvlak	Score milieueffecten	Totaalscore	Rangorde	Stdev
Traditioneel dicht heavescherm	1	2	2	1	2	0	0	2	0	10	1	0,87
Verticaal filterscherm	2	0	1	2	0	1	2	0	0	8	2	0,87
Filterconstructie in de teensloot	2	2	1	2	-1	1	1	0	-1	7	3	1,00
Heavescherm met grondverbetering	1	1	0	-1	1	0	0	1	0	3	4	0,67
Kwelscherm	1	0	2	-1	2	-2	-2	1	0	1	5	1,45
Voorland verbetering	0	-2	1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-8	6	0,87

4.6 Beschouwing zeef 1

Aan de hand van het afwegingskader van zeef 1 en de knock out criteria is een gerangschikte lijst bouwstenen opgesteld:

- De voorland verbetering komt als slechts scorende, maar haalbare bouwsteen naar voren. De voorland verbetering onder de waterlijn is bewerkelijk en niet te inspecteren. Lekkages zijn moeilijk te traceren. Bovendien ligt de maatregel buiten de kernzone waardoor de beheerder beperkt zeggenschap heeft en het draagvlak bij de beheerder laag is. De maatregel is verder gevoelig voor graverijen. Op basis van deze argumenten wordt de bouwsteen als niet kansrijk beschouwd;

- Het kwelscherm komt als één na slechts scorende, maar haalbare bouwstenen naar voren. De schermen zullen 20 tot 30 meter diep aangebracht moeten worden om anders dan een heave scherm te functioneren. Deze inbrengdiepte is technisch uitdagend en vergt veel en kostbaar staal. Omdat kwel een 3d probleem is dienen de schermen bovendien voorbij het tracé doorgezet te worden om achterloopsheid en kortsluiting te voorkomen. Deze bouwsteen is daardoor zeker als niet sober en doelmatig te beschouwen. Op basis van

deze argumenten wordt de bouwsteen als niet kansrijk beschouwd;

- Het heavescherm met grondverbetering krijgt rang 4. Het scoort minder goed op uitbreidbaar dan de top 3. De bouwkosten liggen echter significant lager dan het kwelscherm. Op het criterium betrouwbaarheid scoort deze bouwsteen lager dan de top 3. Dit is ingezet vanuit het TRL niveau. Echter vanuit andere werkvelden is wel ruime ervaring aanwezig met het aanbrengen van soilmix wanden. Op basis van deze beoordeling wordt deze bouwsteen als kansrijk gezien;

- Het verticaal filterscherm wordt als een kansrijke bouwsteen gezien voor de Standhazensedijk. De bouwsteen stopt de pipegroei onder de dijk door op een sobere en doelmatige wijze. Aandachtpunten zijn tijdens de realisatie de hoge kwelstromen onder normale omstandigheden, beperkte bekendheid met de wijze van beheren binnen het waterschap en de zandmeevoerende wellen die blijven ontstaan door pipegroei tot het scherm. Op basis van de beoordeling wordt deze bouwsteen als kansrijk gezien;

- De filterconstructie wordt als een kansrijke bouwsteen gezien voor de Standhazensedijk. De bouwsteen stopt de pipegroei onder de dijk door op een sobere en doelmatige wijze. Aandachtpunt is de wijze waarop de oplossing kan worden beheerd en het draagvlak hiervoor bij de beheerorganisatie en de omgang met de ecologische waarden die nu in de teensloot aanwezig zijn;

- Het traditionele heavescherm wordt als een kansrijke bouwsteen gezien voor de Standhazensedijk. Aandachtpunt zijn de zandmeevoerende wellen die mogelijk blijven ontstaan door pipegroei tot het scherm.

4.7 Overzicht van kansrijke bouwstenen

Om te komen tot kansrijke bouwstenen zijn eerst mogelijke bouwstenen geïnventariseerd om piping te voorkomen en de Standhazensedijk dijkveilig te maken. Vervolgens zijn deze mogelijke bouwstenen beoordeeld op de doelcriteria van het HWBP aangevuld met de criteria duurzaamheid, draagvlak en milieueffecten. Dit leidt tot een rangschikking op kansrijkheid. Tevens zijn knock out criteria opgesteld die doorslaggevend zijn in de keuze om een bouwsteen af te laten vallen. Dit heeft geleid tot zes haalbare bouwstenen. De bouwstenen kwelscherm en voorlandverbeteringen scoren het laagst en vallen af.

Omdat de werking en omgevingseffect van de bouwstenen heavescherm (traditioneel, kunststof en via grondverbetering) beperkt onderscheidend zijn, worden beide gebundeld in één kansrijke bouwsteen: het heavescherm. De uitwerking en keuze tussen de varianten binnen deze bouwsteen vindt plaats in een later stadium van het ontwerpproces.

Dit leidt tot de onderstaande kansrijke bouwstenen voor de verbetering van de Standhazensedijk.

- Traditioneel heavescherm (in staal, kunststof of via grondverbetering);

- Verticaal filterscherm (VZG of bijvoorbeeld Prolock filterscherm);

- Filterconstructie in de teensloot.

5. Opstellen kansrijke alternatieven

In dit hoofdstuk stellen we 3 kansrijke alternatieven op voor de versterking van de Standhazensedijk. Hiervoor zetten we drie kansrijke bouwstenen in. In hoofdstuk 2 is onderbouwd dat een differentiatie van maatregelen mogelijk is omdat de kweldruk ter hoogte van de zandwinput (deeltraject oost) hoger is dan op het westelijke deeltraject en op het oostelijke traject tevens een opgave voor het verbeteren van de bekleding binnenzijde speelt.

a. Mogelijke alternatieven

Met de drie kansrijke bouwstenen op twee deeltrajecten zijn 9 mogelijke alternatieven te maken. Onderstaande tabel geeft de alternatieven weer.

Tabel 5.1 – Overzicht mogelijke alternatieven

#	Deeltraject west	Deeltraject oost	Toelichting
1	Heavescherm	Heavescherm	Eenduidige oplossing in binnenteen. Vergt aanvullend maatregelen tegen bevers. Lichte afname kwelproblematiek.
2	Heavescherm	Verticaal zanddicht filter	Oplossingen in binnenteen en binnenberm. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Geen afname kwelproblematiek op traject oost.
3	Heavescherm	Filter in teensloot	Oplossingen in binnenberm en teensloot. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Geen verbetering kwelproblematiek op traject oost.
4	Verticaal zanddicht filter	Heavescherm	Oplossingen in binnenberm en teen. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Lichte afname kwelproblematiek.
5	Verticaal zanddicht filter	Verticaal zanddicht filter	Eenduidige oplossing in binnenberm. Vergt aanvullend maatregelen tegen bevers. Geen afname kwelproblematiek.
6	Verticaal zanddicht filter	Filter in teensloot	Oplossingen in binnenberm en teensloot. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Geen verbetering kwelproblematiek.
7	Filter in teensloot	Heavescherm	Oplossing in teensloot en in binnenteen. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Lichte afname kwelproblematiek
8	Filter in teensloot	Verticaal zanddicht filter	Oplossing in teensloot en in binnenberm. Vergt overgangsconstructie en aanvullend maatregelen tegen bevers. Geen verbetering kwelproblematiek
9	Filter in teensloot	Filter in teensloot	Eenduidige oplossing in de teensloot. Vergt aanvullende maatregelen tegen bevers. Geen verbetering kwelproblematiek

b. Selectie kansrijke alternatieven op basis van soberheid en doelmatigheid

Bovenstaande 9 mogelijke alternatieven zijn niet even kansrijk. Er is in een eerder stadium voor gekozen om twee deeltrajecten te hanteren. Dit omdat de specifieke kwelproblematiek ter hoogte van de zandwinput (deeltraject oost) mogelijke profijt heeft van een meer kwelremmende maatregel. Omdat het kwelscherm als kansrijke bouwsteen is komen te vervallen, is er geen specifieke maatregel meer die significante kwelremming realiseert.

Differentiatie in type oplossing over het korte traject is alleen wenselijk als hiermee de meest doelmatige oplossing voor de lokale omstandigheden wordt gecreëerd. Onnodig differentiëren maakt inspectie, beheer en onderhoud complexer omdat verschillende oplossingen om een verschillende benadering vragen.

Daarnaast zorgt schaalverkleining voor een toenamen van de m1 prijs van de maatregel. Immers beide typen oplossingen vergen engineering-, opstart- en mobilisatiekosten. De verschillende bouwstenen aaneengeschakeld vergen een overgangsconstructie. Dit kan een fysieke verbinding zijn onderling of een overlap van beide maatregelen over een bepaalde lengte waardoor geen kortsluiting tussen de overgangen plaatsvindt. Overgangsconstructies vragen daarmee om extra aandacht in de inspectie, beheer en onderhoudscyclus. Overgangsconstructies zijn bovendien duur omdat over een traject van enkele tientallen meters een dubbele maatregel wordt ingezet. Om deze reden wordt afgezien van verdere differentiatie tussen deeltraject oost en west en vallen alternatieven 2, 3, 4, 6, 7, 8 af.

Tabel 5.2 – Kansrijke alternatieven

#	Deeltraject west	Deeltraject oost	Geen onnodige differentiatie
1	Heavescherm	Heavescherm	Kansrijk alternatief 1
2	Heavescherm	Verticaal zanddicht filter	Onnodige overgang
3	Heavescherm	Filter in teensloot	Onnodige overgang
4	Verticaal zanddicht filter	Heavescherm	Onnodige overgang
5	Verticaal zanddicht filter	Verticaal zanddicht filter	Kansrijk alternatief 2
6	Verticaal zanddicht filter	Filter in teensloot	Onnodige overgang
7	Filter in teensloot	Heavescherm	Onnodige overgang
8	Filter in teensloot	Verticaal zanddicht filter	Onnodige overgang
9	Filter in teensloot	Filter in teensloot	Kansrijk alternatief 3

c. Toelichting kansrijke alternatieven

Op basis van bovenstaande analyse worden de volgende combinaties van kansrijke bouwstenen aangewezen als kansrijke alternatieven. In volgorde van kansrijkheid op basis van de ranking van de bouwstenen:

Kansrijk alternatief 1 - Heavescherm

De dijkversterking wordt uitgevoerd met een heavescherm (staal, kunststof of door middel van grondverbetering) in de binnenteen op beide deeltrajecten.

Kansrijk alternatief 2 – Verticaal filterscherm

De dijkversterking wordt uitgevoerd met een verticaal filterscherm (VZG of ander systeem) op beide deeltrajecten in de binnenberm.

Kansrijk alternatief 3 – Filterconstructie in teensloot

De dijkversterking wordt uitgevoerd met een filterconstructie in de teensloot op beide deeltrajecten in de binnenberm.

6. Afwegingskader kansrijke alternatieven

In dit hoofdstuk omschrijven we het afwegingskader van de kansrijke alternatieven (zeef 2). Dit afwegingskader is een uitbreiding en verdieping van het afwegingskader dat gehanteerd is voor de selectie van kansrijke bouwstenen (zeef 1) en dekt impliciet ook de aandachtspunten die uit de participatie met stakeholders naar voren is gekomen.

a. Afwegingskader kansrijke alternatieven

Voor het selecteren van het voorkeursalternatief wordt het afwegingskader kansrijke alternatieven gehanteerd. Dit kader is een uitbreiding en verdieping op het beoordelingskader kansrijke bouwstenen. Het wordt toegepast op de in hoofdstuk 5 benoemde kansrijke alternatieven. Hiervoor worden deze kansrijke alternatieven nader uitgewerkt (materialisatie / dimensionering etc). Deze nadere uitwerking wordt opgenomen in de rapportage Voorkeursalternatief (VKA). Onderstaande tabel geeft de 7 thema's weer waarop wordt beoordeeld. Enkele thema's zijn opgesplitst in subthema's.

Tabel 6.1 – Afwegingskader kansrijke alternatieven voor aanwijzen VKA

#	Criteria	Toelichting
1	**Oplossing van het waterveiligheidsvraagstuk**	In welke mate zorgt het alternatief voor een waterveilige situatie? Hierbij kan het alternatief ook méér doen dan minimaal nodig is. *Hierbij nadere duiding van de opgave en robuustheid. Beschouwing van werking maatregelen*
2	**Techniek**	
2.1	Maakbaarheid	In welke mate is het alternatief eenvoudig of juist complex om aan te leggen *Beschouwing van ervaringen realisatie*
2.2	Betrouwbaarheid	In welke mate het alternatief betrouwbaar en beproefd is in zijn functioneren bij hoogwater *TRL + uitkomsten afstemmen HWBP*
2.3	Uitbreidbaarheid	In welke mate het alternatief in de toekomst uitbreidbaar is bij wijzende omstandigheden of inzichten *Beschouwing kwalitatief*
2.4	Beheerbaarheid	In welke mate het alternatief goed inspecteerbaar, beheerbaar en te onderhouden is door de waterkeringbeheerder *Duiding van de beheerder*
3	**Betaalbaarheid**	
3.1	Investeringskosten realisatie	Investeringskosten voor realisatie (inclusief engineering), exclusief conditionerende onderzoeken, vergunningen en inzet waterschap. Raming met ±30 % bandbreedte conform SSK-methodiek
3.2	Levensduurkosten (NCW)	Netto contante waarde Inschatting van de kosten die worden gemaakt gedurende de gebruiksfase inclusief vervanging einde levensduur.
3.3	Projectkosten (NCW)	Sommatie van de investeringskosten en de netto contante kosten gedurende de gebruiksfase inclusief vervanging einde

#	Criteria	Toelichting
		levensduur *(LCC-analyse)*
4	**Duurzaamheid / circulariteit**	In welke mate het alternatief een beroep doet op 'schaarse' bouwstoffen, energiebehoefte en de mate waarin de oplossing leidt tot uitstoot CO2 / NOx. *Beperken van milieu impact van de maatregel en de mate waarin kansen benut kunnen worden (op basis van Input vanuit WSBD, Ambitieweb en duurzaam GWW)* *Geen MKI: niet nodig onderscheid aan te tonen. Wel in PU fase op de varianten*
5	**Omgeving en milieu**	
5.1	Natuur	Effecten op beschermde soorten, gebieden en houtopstanden
5.2	Bodem en water(bodem)	Effecten op (water)bodemkwaliteit, oppervlaktewater en grondwatersysteem (o.a. kwelstromen)
5.3	Landschap	Effecten op de landschappelijke waarden van het gebied, als gevolg van veranderingen in de gebiedskarakteristiek of continuïteit van de dijk.
5.4	Cultuurhistorie en archeologie	Effecten op de aanwezige cultuurhistorische en archeologische waarden, als gevolg van grondroering.
5.5	Woon-, werk- en recreatiefunctie	Permanente effecten op wonen, werken en recreëren (o.a. wandelen, fietsen, recreatievaart). Noodzaak voor grondverwerving. Daarnaast een indicatie van de tijdelijke hinder gedurende de aanlegfase.
5.6	Kabels en leidingen	Effecten op aanwezige kabels en/of leidingen en duiding in hoeverre dat voor belemmeringen of (plannings)risico's zorgt.
5.7	Draagvlak / meerwaarde omgeving	In welke mate wordt het alternatief gedragen door de omgeving en in welke mate zijn er (procedurele) omgevingsrisico's te verwachten.
6	**Synergie meekoppelkansen**	Meerwaarde van MKK en synergie met alternatieven
7	**Risico's**	Specifieke onderscheidende risico's - weerstand tegen aankoop agrarische gronden

In een sessie met stakeholders is nadrukkelijk stilgestaan bij aspecten die zij graag in het afwegingskader terug zien komen. Dit zijn aspecten waar zij belang aan hechten. Een aantal van de aspecten komt (gedeeltelijk) al terug in bovenstaand afwegingskader, namelijk: waterveiligheid, (verandering van) kwelstromen, noodzaak voor grondverwerving, uitvoeringshinder, behoud van het fietspad en het kappen van bomen. Benoemd moet worden dat uitvoeringshinder slechts op hoofdlijnen beoordeeld kan worden in de verkennende fase waar het project zich nu in bevindt. Dit omdat de uitvoeringswijze afhangt van het type oplossing dat uiteindelijk als voorkeursalternatief gekozen en uitgewerkt wordt. Daardoor is nog geen duidelijkheid te geven over de fasering, het materiaal en materieel, en samenhangend daarmee met welke tijdelijke hinder dit gepaard kan gaan.

Waar ook aandacht voor gevraagd is door stakeholders is dat het eindresultaat een bloemrijke dijk is en natuurlijke begroeiing omvat (van ecologische / esthetische kwaliteit). Dit is een aspect waar de alternatieven in deze fase van het project niet onderscheidend op zullen scoren. De afwerking van de dijk wordt in de planuitwerkingsfase bepaald. Dit aspect wordt daarom niet specifiek opgenomen in het afwegingskader om tot een voorkeursalternatief te komen, maar wordt als wens meegegeven naar de planuitwerkingsfase.