

# Notitie mogelijke oplossingsrichtingen

Dijkversterking Monnickendam Zeedijk



## Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
10%	04-01-2023	Opzet van de notitie	Opmerkingen verwerkt	Tom Raadgever
50%	17-02-2023	50% versie, werkdocument	Opmerkingen verwerkt	Tom Raadgever
90%	31-03-2023	90% versie	Opmerkingen verwerkt	Alex Hekman
100%	02-05-2023	100% versie	Opmerkingen verwerkt	Alex Hekman

**Sweco Nederland B.V.**  
**Onderwerp**

Dijkversterking Monnickendam  
Zeedijk

**Projectnummer**

51008416

**Klant**

Hoogheemraadschap Hollands

**Auteur**

Noorderkwartier

**Gecontroleerd door**

Sven Suijkens

**Datum**

Tom Raadgever  
02-05-2023

**Versie**

D1.0

**Vrijgegeven door**

Alex Hekman

**Document referentie**

wp 2.1 notitie mogelijke oplossingsrichtingen mzd 280423 d1.0




## Inhoudsopgave

1.	Inleiding .....	5
1.1	Aanleiding.....	5
1.2	Doelen project.....	5
1.3	Zeeproces verkenningfase .....	6
1.4	Doel notitie .....	6
1.5	Leeswijzer .....	7
2.	Scope dijkversterking .....	8
2.1	Veiligheidsopgave .....	8
2.2	Gebiedsomschrijving.....	10
2.2.1	Dijkvak 5 .....	12
2.2.2	Dijkvak 6 .....	12
2.2.3	Dijkvak 7 .....	12
2.2.4	Dijkvak 8 .....	12
2.2.5	Dijkvak 9 .....	12
3.	Mogelijke bouwstenen.....	14
3.1	Bouwstenen waterveiligheid.....	14
3.2	Bouwstenen andere functies (omgeving).....	16
3.2.1	Meekoppelkansen.....	16
3.2.2	Duurzaamheid.....	18
3.2.3	Bouwstenen natuur .....	19
3.2.4	Bouwstenen verkeer .....	19
3.2.5	Bouwstenen recreatie en cultuurhistorie .....	19
3.2.6	Bouwstenen energie .....	19
3.3	Innovatiescan .....	19
4.	Kansrijke bouwstenen .....	21
4.1	Beoordelings- en afwegingskader.....	21
4.2	Kansrijke bouwstenen per dijkvak.....	22
5.	Mogelijke oplossingsrichtingen.....	24
5.1	Concepten oplossingsrichtingen .....	24
5.2	Oplossingsrichting: Binnenwaarts.....	26
5.2.1	Beschrijving.....	26
5.2.2	Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen .....	27
5.3	Oplossingsrichting: Buitenwaarts .....	28
5.3.1	Beschrijving.....	28
5.3.2	Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen .....	29
5.4	Oplossingsrichting: Kruinverlaging.....	30
5.4.1	Beschrijving.....	30
5.4.2	Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen .....	31
5.5	Oplossingsrichting: Profielbehoud .....	32
5.5.1	Beschrijving.....	32
5.5.2	Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen .....	33
5.6	Kort-cyclisch versterken .....	34
	Bijlage A: Beoordelings- en afwegingskader .....	36
	Bijlage B: Zeef .....	38



# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Alle dijken in Nederland worden periodiek getoetst op veiligheid. In een landelijke toetsronde in 2011 zijn delen van de dijk rond Monnickendam afgekeurd. Deze delen moeten versterkt worden en zijn daarmee in de programmering van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) opgenomen. De Monnickendam Zeedijk is opgedeeld in twee delen: Monnickendam Stedelijk en Monnickendam Landelijk. Op basis van een nadere veiligheidsanalyse is vervolgens gebleken dat er alleen een versterkingsopgave is op het gedeelte Monnickendam Landelijk.

De dijk is van groot belang voor de regio. Bij een eventuele doorbraak kan een groot gedeelte van de achterliggende polder overstromen, waarbij het water tot aan Amsterdam kan reiken. De dijk dankt zijn naam aan de vroegere bescherming tegen de Zuiderzee. In het landschap is de historie van het gebied nog goed zichtbaar: verschillende braken herinneren aan de stormvloed in 1916. Deze historie heeft ook invloed op de huidige staat van de dijk. Het gaat om een relatief hoge en zware dijk die rust op een slappe grond. Dit heeft een nadelige invloed op de stabiliteit. De laatste grote versterking van de dijk heeft circa 100 jaar geleden plaatsgevonden en in die tijd is verzwakking opgetreden.

## 1.2 Doelen project

De hoofddoelen voor de dijkversterking Monnickendam Zeedijk zijn:

1. het opleveren van een veilige dijk;
2. de dijk op een duurzame manier versterken;
3. een dijk ingepast in de omgeving;
4. de dijk op een sober en doelmatige manier versterken.

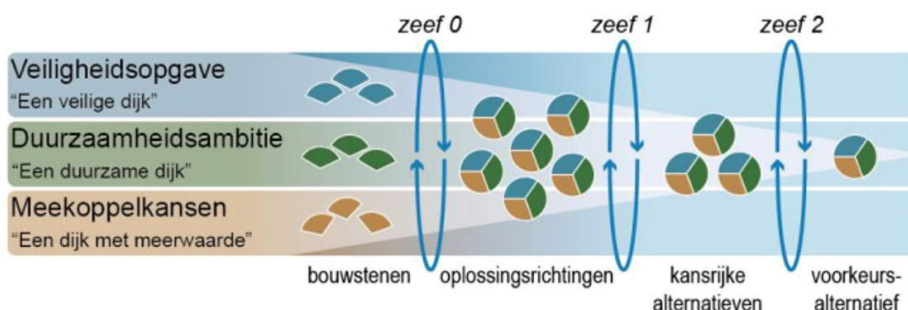
Een veilige dijk is voor het project de belangrijkste doelstelling. Na de versterking moet deze weer aan de wettelijke norm voldoen. HHNK heeft de ambitie uitgesproken om hierbij zo duurzaam mogelijk te werken. De ambities met betrekking tot duurzaamheid en de totstandkoming daarvan zijn beschreven in de "Notitie kansenscan duurzaamheid". Vanaf de eerste processtappen in de dijkversterking heeft duurzaamheid daarom een prominente rol. Er wordt actief gezocht naar duurzame oplossingen in de Verkennings-, Planuitwerkings-, en Realisatiefase om zo de meeste kansen te

creëren op een duurzaam ontwerp en uitvoering. HHNK streeft er naar de omgeving actief te betrekken in het project om zo tot een breed gedragen oplossing te komen. Hierbij is er naast een goede inpassing ook nadrukkelijk ruimte voor meekoppelkansen in het project. Tot slot moet er spaarzaam worden omgegaan met maatschappelijke middelen. Een sobere en doelmatige oplossing is een vereiste voor subsidie vanuit het HWBP.

## 1.3 Zeefproces verkenningsfase

Op basis van de veiligheidsopgave, de duurzaamheidsambitie en eventuele meekoppelkansen worden alle mogelijke bouwstenen verzameld. We zien bouwstenen als fysieke mogelijkheden om de waterkering te verbeteren ten behoeve van de waterveiligheid of een andere functie. De mogelijke bouwstenen worden vervolgens beoordeeld om te komen tot kansrijke bouwstenen. Het zeefproces in de verkenningsfase verloopt van grof naar fijn. Zeef 0 is gericht op het identificeren van de kansrijke bouwstenen en het onderbouwd laten afvallen van onmogelijke bouwstenen op basis van “no go’s”.

De kansrijke bouwstenen worden uiteindelijk gecombineerd tot mogelijke oplossingsrichtingen (met een specifieke invulling per dijkvak). Het doel van dit proces is om de mogelijke manieren om de dijk te verbeteren in beeld te brengen. We zoeken naar oplossingsrichtingen die de mogelijke oplossingsruimte afdekken en die onderling onderscheidend zijn. Dit zorgt voor er voor dat we onderbouwd kunnen trechteren en niet hoeven terug te komen op eerdere keuzes. In figuur 1 is het proces schematisch weergegeven.



Figuur 1. Zeefproces verkenningsfase

## 1.4 Doel notitie

Het doel van deze notitie is om in kaart te brengen welke mogelijke oplossingsrichtingen er zijn om aan de versterkingsopgave te voldoen. De notitie is daarmee een tussenproduct in de verkenningsfase van de dijkversterking. In deze notitie wordt zeef 0 doorlopen en worden de inzichten van de gebiedspartners, die via ontwerpessies zijn opgehaald, samengebracht.

## 1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de veiligheidsopgave op basis van de nadere veiligheidsanalyse. Aan de hand hiervan worden dijkvakken beschreven waar versterking noodzakelijk is. In hoofdstuk 3 verzamelen we alle mogelijke bouwstenen vanuit waterveiligheid en andere functies. In hoofdstuk 4 wordt een beoordelings- en afwegingskader geïntroduceerd en worden kansrijke bouwstenen geselecteerd. In hoofdstuk 5 worden de kansrijke bouwstenen gecombineerd tot mogelijke oplossingsrichtingen en worden deze mogelijke oplossingsrichtingen uitgewerkt.

## 2. Scope dijkversterking

### 2.1 Veiligheidsopgave

Naar aanleiding van de Derde Landelijke Toetsronde in 2011 staat het traject Monnickendam Zeedijk (MZD) op de programmering van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Om het ontwerpproces van de dijkversterking in te gaan is een stabiele veiligheidsopgave nodig. Daarom is een nadere veiligheidsanalyse (NAV) uitgevoerd aan de hand van aanvullend veld- en laboratoriumonderzoek (zomer en najaar 2022) en conform de meest recente methodieken. Hierbij is gekeken naar binnen- en buitenwaartse macrostabiliteit, bekleding en NWO's (specifiek kabels en leidingen). Andere faalmechanismes zijn eerder al goedgekeurd in de consequentie-analyse<sup>1</sup>. De NAV geeft inzicht in de actuele waterveiligheid in relatie tot de norm en de verandering van het veiligheidsbeeld in de tijd (toekomstig veiligheidsbeeld met zichtjaar 2072). Voor de veiligheidsanalyse is de Zeedijk Monnickendam opgedeeld in twee delen. Het stedelijke deel tussen DP03+00 (Dijk 26) tot circa DP15+20 (Dijk 27) (dijkvak 1 t/m 4) en het landelijk deel tussen DP15+20 tot DP54+00 (Dijk 27) (dijkvak 5 t/m 9).

Uit de NAV is gebleken dat het gehele stedelijke- en landelijke traject MZD is goedgekeurd op buitenwaartse macrostabiliteit (zie Figuur 3). Hierbij is het van belang dat buitenwaartse instabiliteit een indirect faalmechanisme is: een afschuiving naar buitenwaartse zijde leidt pas tot overstroming als na de afschuiving een tweede hoogwater optreedt. Daarom is gebruik gemaakt van een faalpadenanalyse. De kans dat het dijkprofiel (dat na afschuiving is overgebleven) een tweede hoogwater niet kan keren, is dusdanig klein dat aan de norm wordt voldaan.

Een soortgelijke beredenering is toegepast voor de binnenwaartse stabiliteit van de dijk ter hoogte van Nieuwendam, ten noorden van Monnickendam (dijkvak 1 en 2). De kering is daar dusdanig breed dat ook na afschuiving van het binnentalud het resterende dijkprofiel nog water kan keren. De kans dat een hoogwater optreedt dat zo groot is dat golfoverslag plaatsvindt (en daarmee tot falen van de dijk leidt) is dusdanig klein dat aan de norm wordt voldaan.

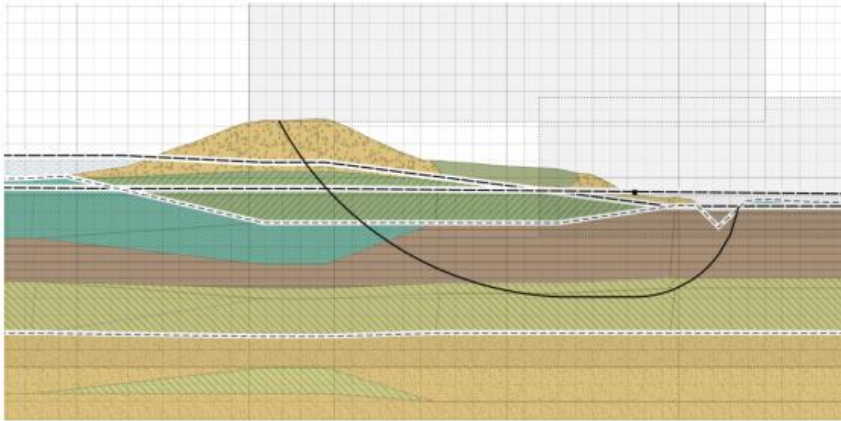
Het voorland ter plaatse van het centrum van Monnickendam ligt hoog, de dijk ligt hier langs het Noordeinde en Zuideinde (dijkvak 3). Dit betekent dat onder norm omstandigheden geen water bij de dijk kan komen. Een overstroming door falen van deze dijk kan op deze locatie daarom niet optreden. De dijk direct ten zuiden van het centrum van Monnickendam voldoet aan de norm voor binnenwaartse stabiliteit (dijkvak 4). Hieruit volgt dat voor het hele stedelijk deel geen veiligheidsopgave is.

De dijk in het landelijk deel voldoet niet aan de norm voor binnenwaartse stabiliteit. Middels een hoekpuntenanalyse is aangetoond dat ook met meer optimistischer aannames (dan het representatieve gemiddelde) niet aan de norm kan worden voldaan. De dijk langs de Gouwzee ligt op slappe grond en is

<sup>1</sup> Witteveen + Bos, Consequentieanalyse drie trajecten Gouwzee en BuitenIJ, Logboek ZST, Definitief, Referentie 110030/19-013.652, 23 augustus 2019.

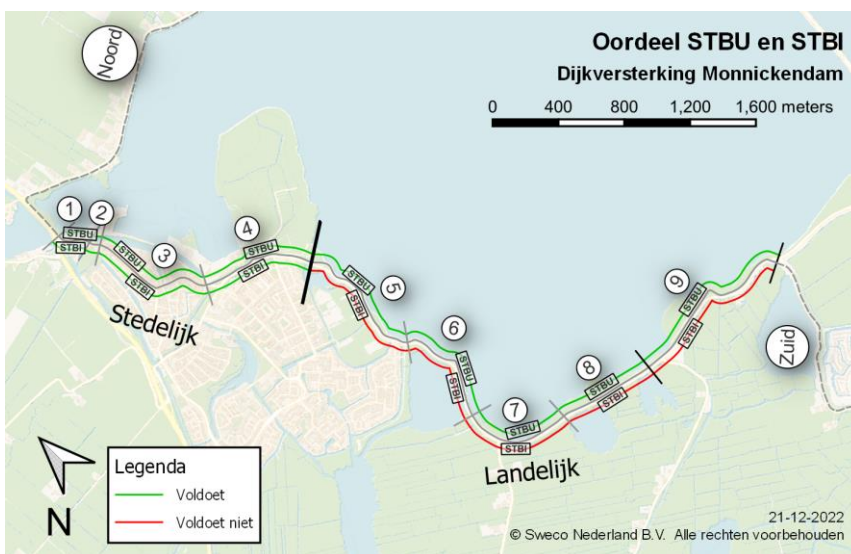


als voormalige Zuiderzeedijk fors hoger dan nu langs het Markermeer noodzakelijk is. De laatste grootschalige dijkversterking is meer dan 100 jaar geleden. De dijk in het landelijk deel is voornamelijk afgekeurd vanwege de zwakke ondergrond in verhouding met het grote dijklichaam.



Figuur 2. Glijvlak dijkvak 5. Representatief dijkvak voor dijkvakken 5 t/m 9

Onder maatgevende omstandigheden neemt de stijghoogte in het zandpakket onder de dijk toe, wat leidt tot verdere afname van de stabiliteit ten opzichte van de dagelijkse situatie. De invloed van een hogere grondwaterstand in de dijk door een hoger meerpeil is hieraan ondergeschikt. Hoeveel de stijghoogte reageert op de buitenwaterstand is nog niet volledig bekend. Meer onderzoek naar dit fenomeen kan leiden tot een scherpere versterkingsopgave, maar niet tot een andere veiligheidsopgave. Van de landelijke dijk ligt dijkvak 7 het dichtste bij de norm, in dit dijkvak is het huidige weglichaam dat fungeert als steunberm het breedst. Hoewel dit vak in de hoekpuntenanalyse dicht bij de norm ligt is deze met de huidige uitgangspunten afgekeurd. Hier is het advies ook te versterken, omdat als gevolg van degradatie van de dijk en effecten van klimaatverandering het risico bestaat dat dit binnen één of twee decennia alsnog moet gebeuren.



Figuur 3. Overzicht dijkvakken en toetsing

## 2.2 Gebiedsomschrijving

De Monnickendam Zeedijk ligt in een bijzonder gebied. Mede vanwege de rijke historie met de strijd tegen het water is de dijk aangewezen als provinciaal monument door de provincie Noord-Holland. De dijk is onderdeel van de Markermeerdijken die circa 1,2 miljoen inwoners beschermen.

Het stedelijke deel van het dijktraject start in het noordelijke gedeelte van Monnickendam nabij de jachthaven. De dijk loopt vervolgens door het historische centrum van de stad. Het stedelijke deel eindigt nabij het buitendijks gelegen natuurgebied Hemmeland. Zoals beschreven in paragraaf 2.1 voldoet de dijk in het gehele stedelijke deel aan de normen.

Het verdere verloop van het traject wordt het landelijke gedeelte genoemd. Dit gedeelte wordt gekenmerkt door weinig bebouwing. In het landelijke gedeelte bevinden zich aan beide zijden natuurwaarden en binnendijks ook agrarisch land.

- Buitendijks: Natura 2000-gebied Gouwzee. Staatsbosbeheer heeft het merendeel van het voorland in eigendom en beheer.
- Binnendijks: natuurgebied Waterland in eigendom en beheer van Staatsbosbeheer. Agrarisch land.

Het gebied bestaat uit veenpolderlandschap, met waterrijke veenpolders en veenstromen, en droogmakerijenlandschap. De omgeving wordt grotendeels bepaald door een waterrijk veenpolderlandschap, bestaande uit onvergraven veen met een onregelmatig, vaak historisch verkavelingspatroon. Voor de dorpen in het veenpolderlandschap heeft het water een belangrijke structurerende rol gespeeld. Zo werd Monnickendam gebouwd aan afgedamde krekken van de voormalige Zuiderzee. In dit veenpolderlandschap liggen met name kleinere droogmakerijen. Ze hebben een rechthoekige verkaveling en zijn vooral in gebruik als grasland.

Waterland behoorde tot het voormalig Nationaal Landschap Laag Holland en is nu beschermd als Bufferzone. Grote delen behoren tot het Natuurnetwerk Nederland (NNN) en/of zijn bestempeld als weidevogelleefgebied en stiltegebied. De veengebieden ten oosten van Watergang behoren tot het Natura 2000-areaal. Vanwege de continue bewoningsgeschiedenis is Waterland een archeologisch waardevol gebied dat tevens belangwekkende aardkundige waarden herbergt.

Het landelijke deel van Monnickendam Zeedijk grenst aan en ligt deels onder de provinciale weg N518. Deze weg verbindt gemeente Waterland met de ring van Amsterdam. De weg functioneert tevens als oostelijke randweg van Monnickendam, ontsluit verschillende woonwijken en sportvelden en is een belangrijks ontsluitingsweg voor Marken. Over het dijktraject, parallel aan de autoweg N518, ligt een vrij liggend fietspad.

Ten opzichte van het stedelijke gedeelte is de kruin in het landelijke gedeelte hoger gelegen en is de berm korter. Dit is een belangrijke factor in de afkeuring van de dijk op binnenwaartse macrostabiliteit.

Voor het ontwerpproces is het van belang de dijkvakken op te delen in vakken met soortgelijke kenmerken (qua probleem, geometrie, omgeving). Binnen deze vakken wordt ook aandacht besteed aan specifieke maatwerklocaties, waar de situatie sterk afwijkt in vergelijking met de rest van het dijkvak. Dit kan komen door bebouwing of andere objecten waardoor er andere maatregelen nodig zijn.

In de volgende sub-paragrafen is per dijkvak een korte omschrijving gegeven van de dijkvakken 5 t/m 9 (zie figuur 4) waarvoor de versterkingsopgave geldt. Op alle dijkvakken bevindt de N518 zich op de binnenberm van de dijk. Ook is overal een teensloot (of bredere watergang) aanwezig, met uitzondering van de delen langs de braken.



Figuur 4. Plattegrond omgeving

### 2.2.1 Dijkvak 5

Het dijkvak start ter hoogte van “Het braakje”, een water aan de binnenzijde van de dijk die herinnert aan een eerdere doorbraak. Op de binnenberm bevindt zich de N518 en is ter hoogte van Het Braakje parkeergelegenheid. Deze geeft toegang tot een uitkijkpunt over de Gouwzee. Op de kruin van de dijk is ook een smal voetpad gelegen. Verder naar het zuiden loopt de dijk langs enkele sportvelden. Langs het gehele dijkvak bevindt zich een fietspad aan de binnenteen van de dijk. De afstand vanaf het fietspad tot de sportvelden is hier circa 13 meter. Het dijkvak eindigt nabij de woningen aan de Bereklaauw. De erfgrens van de woningen is middels een sloot gescheiden van het fietspad. De afstand tot de dijk is hier relatief kort met circa 9 meter..

### 2.2.2 Dijkvak 6

Het dijkvak ligt voor de volledige lengte langs het water de Poel. Vanwege de aanwezigheid van het water aan de binnenzijde, kruist het fietspad hier de dijk en is aan de buitenzijde gelegen. De dijk heeft hier weinig tot geen voorland. Een contextobject is het oude gemaal de Poel. Dit gemaal zal in de toekomst een andere functie krijgen, maar het gebouw blijft behouden. Dit betekent dat ook rekening moet worden gehouden met de doorlaatconstructie in de dijk. Hoe hier precies mee omgegaan wordt is nog niet duidelijk, mogelijk wordt deze dichtgezet. Ongeveer 170 meter noordelijk van het oude gemaal wordt een nieuw gemaal aangelegd. De Poel heeft een hoge cultuurhistorische waarde. In het verleden hebben watermolens rondom het water voor de afwatering gezorgd. Deze functie is nu overgenomen door het nieuwe gemaal.

### 2.2.3 Dijkvak 7

Dit dijkvak start ter hoogte van het adres Zeedijk 9. De erfgrens grenst direct aan de binnenteen en de woning zelf staat op circa 25 meter afstand. De toegang tot het erf vindt plaats via een afrit vanaf de dijk. Aan de buitenzijde is voorland aanwezig van maximaal 65 meter breed. In dijkvak 7 is de kruin lager dan de overige dijkvakken en is ook de berm breder, maar voldoet ondanks dit nog niet aan de normen. Het achterland wordt gedomineerd door agrarisch land. De teensloot heeft hier ook een belangrijke ontwateringsfunctie voor het peilgebied. Buitenwaarts gezien grenst het dijkvak direct aan de Gouwzee. Op deze locatie zijn kranswieren te vinden die een belangrijke voedingsbron vormen voor onder andere Krooneenden.

### 2.2.4 Dijkvak 8

Dit dijkvak wordt gekenmerkt door de twee braken in het gebied. Verder zijn aan de binnenzijde geen contextobjecten aanwezig. Aan de buitenzijde bevindt zich ook hier een voorland met maximaal 120 meter breedte. Daarnaast zijn ook hier in de Gouwzee kranswieren aanwezig. In dit dijkvak heeft de dijk de hoogste kruin en de smalste berm. Daarmee heeft de dijk de laagste stabiliteit in dit vak. In het achterland bevindt zich een overloop van agrarisch land naar (toekomstig) NNN-gebied.

### 2.2.5 Dijkvak 9

Dit dijkvak wordt gekenmerkt door het brede voorland tot 140 meter breedte. Het gebied betreft NNN-gebied en wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van bijzondere vogelsoorten. Binnen het vak bevindt zich 1 woning op de Zeedijk 7. De erfgrens bevindt zich circa 9 meter van de teen van de dijk. In tegenstelling

tot Zeedijk 9, bevindt de woning zich op de rand van de erfgrens en staat daarmee ook relatief dicht op de dijk. De toegang tot het erf is via een afrit vanaf de dijk. Deze afrit ligt onder een flauwe hoek ten opzichte van de N518 en heeft een lengte van circa 30 meter. Het achterland bestaat hier volledig uit NNN-gebied met o.a. natuurgebied De Peereboom. Dit gebied wordt gekenmerkt door een kavel met hoogwaardige natuur (veenmosrietland) en de aanwezigheid van weidevogels.

## 3. Mogelijke bouwstenen

Een bouwsteen is een fysiek mogelijke manier om de waterkering te verbeteren ten behoeve van de waterveiligheid of andere functies. In dit hoofdstuk worden vanuit waterveiligheid en andere functies bouwstenen aangedragen. Paragraaf 3.1 gaat in op de bouwstenen die de waterveiligheidsopgave uit de nadere veiligheidsanalyse oplossen. Paragraaf 3.2 gaat in op de bouwstenen vanuit de andere functies en hoe deze tot stand zijn gekomen. Tot slot behandelt paragraaf 3.3 de innovatiescan.

### 3.1 Bouwstenen waterveiligheid

De bouwstenen vanuit waterveiligheid bevatten “bewezen” oplossingen en “innovatieve” oplossingen. Bewezen oplossingen kunnen van oudsher veel gebruikte en beproefde methodes zijn waar in Nederland veel ervaring mee is, maar ook nieuwere technieken die zover zijn ontwikkeld dat ze betrouwbaar toepasbaar zijn. Innovatieve oplossingen zijn nog niet bewezen effectief of toepasbaar.

De kans is daarom groot dat innovatieve bouwstenen afvallen in zeef 0, 1 of 2. Om innovaties een kans te geven, kunnen ze worden uitgewerkt in een parallel innovatiespoor (pilot). De innovatie kan dan bij de selectie van het Voorkeursalternatief of in de planuitwerkingsfase (een deel van) de oplossing uit het reguliere spoor vervangen.

Hieronder is een opsomming gegeven van alle mogelijke bouwstenen met een korte toelichting.

- **Verbreden binnenberm**  
Door het verbreden van de binnenberm wordt extra gewicht aangebracht waardoor de stabiliteit toeneemt.
- **Verhogen binnenberm**  
Door het verhogen van de binnenberm wordt extra gewicht aangebracht waardoor de stabiliteit kan toenemen.
- **Verflauwen binnentalud (ondertalud)**  
Door het binnentalud te verflauwen met een grondaanvulling kan worden voorkomen dat het binnentalud afschuift. Het binnentalud bestaat uit twee delen: het boventalud (tussen kruin en berm) en het ondertalud (tussen berm en achterland). In dit project draagt alleen het verflauwen van het ondertalud bij aan de stabiliteit van de dijk.
- **Buitenwaartse asverschuiving**  
Door de as van de dijk naar de buitenzijde te verschuiven kan de binnenberm ook breder gemaakt worden, dit resulteert in een stabielere dijk.
- **Verlagen kruin**  
De kruin is op sommige locaties hoger dan noodzakelijk en voegt dus vooral gewicht toe. Het afgraven van de kruin tot de minimaal benodigde hoogte zorgt voor minder gewicht en een stabielere dijk.
- **Extra (oever)dijk (buitendijks)**  
Wordt vooral toegepast met het oog op de golfbelasting. Binnen dit project is dit niet maatgevend voor de veiligheid. Dit betekent dat een extra oeverdijk geen technisch toegevoegde waarde voor de huidige

dijk heeft, maar de functie als waterkering wel kan overnemen. Hiermee wordt dan ook voldaan aan de waterveiligheidseisen.

- **Drainageconstructie**  
Door drainage wordt de freatische waterlijn in de dijk tijdens een hoogwatersituatie verlaagd. Hiermee wordt de dijk ook stabiel.
- **Dempen sloot**  
Door het dempen van de teensloot kan worden voorkomen dat het binnentalud afschuift en neemt de stabiliteit toe.
  
- **Innovatieve grondoplossingen**
  - *Vacuüm consolidatie*  
Hierbij wordt verticale drainage met onderdruk toegepast. Dit zorgt voor een afname van de waterspanningen en toename van de sterkte van de ondergrond. Op een proeflocatie in Schardam is gebleken dat de grond de sterkte behoudt, ook nadat het vacuüm is opgeheven.
  - *Grondverbetering*  
Hierbij wordt de slappe grondlaag afgegraven en vervangen met sterkere grond.
  - *Mixed in Place*  
Vermengen van de grond met cement. Wordt mogelijk uitgewerkt in een apart innovatiespoor.
  - *Toepassen bentonietmatten*  
Als alternatief voor kleibekleding.
  
- **Stabiliteitsconstructie**
  - *Verticale langsconstructie (damwand) buitenkruin/binnenkruin/binnenteen*  
Door een (verankerde) verticale langsconstructie aan te brengen kan het water gekeerd worden.
  - *Dijkvernageling*  
Bij deze methode wordt een staaf (nagel) in de dijk aangebracht. Een groutlaag rondom de nagels zorgt voor een goede hechting met de omliggende grond. De nagels worden afgewerkt met een eindplaat. Op deze manier wordt de afschuivende laag vastgehouden en is het stabiliteitsprobleem opgelost.
  - *Dijkdeuvels*  
Bij deze methode wordt ook een stalen staaf omringd met grout ingebracht in het dijklichaam. Deze doorsnijdt de afschuivende laag en reikt tot in de stabiele ondergrond. De methode verschilt van dijkvernageling door onder andere de locatie waar de staven worden ingebracht. Er is geen afgraving van het talud noodzakelijk.
  - *Zelfstandig kerende constructie*  
Bijvoorbeeld een kistdam in de dijk.

## 3.2 Bouwstenen andere functies (omgeving)

Ook vanuit andere functies dan waterveiligheid zijn bouwstenen aangedragen in het ontwerpproces. Allereerst zijn er meekoppelkansen in kaart gebracht. Als meekoppelkansen functionaliteit toevoegen worden deze meegenomen als mogelijke bouwsteen. Daarnaast is er ook een kansenscan duurzaamheid uitgevoerd. Hierin zijn de belangrijkste duurzaamheidsambities uitgewerkt. Voor de belangrijkste ambities is vervolgens gekeken hoe in het ontwerp van de dijk kan worden bijgedragen aan deze ambities.

In de volgende paragrafen wordt eerst een toelichting gegeven van de (type) meekoppelkansen. Daarna wordt de kansenscan duurzaamheid kort toegelicht. Vervolgens wordt een opsomming gegeven van alle bouwstenen die vanuit de meekoppelkansen en duurzaamheid naar voren zijn gekomen. Hierbij zijn de bouwstenen per functie / thema gesorteerd.

### 3.2.1 Meekoppelkansen

Meekoppelkansen kunnen worden onderscheiden in twee typen. Meekoppelkansen kunnen functionaliteit toevoegen door middel van een fysieke maatregel. Uit deze meekoppelkansen volgen dan bouwstenen met een andere functie (dan waterveiligheid). Daarnaast zijn er nog *overige* meekoppelkansen die geen functionaliteit toevoegen, maar bijvoorbeeld meerwaarde opleveren doordat ze een efficiëntere of duurzamere uitvoering mogelijk maken. Hieruit volgen geen bouwstenen. Deze kansen worden apart bij de mogelijke oplossingsrichtingen beschreven en worden meegenomen in de afweging en selectie van kansrijke alternatieven (Zeef 1).

#### Meekoppelkansen in het algemeen

De essentie is dat meekoppelen een samenwerkingsvoordeel oplevert. Door projecten gelijktijdig uit te voeren kunnen maatschappelijk kosten lager zijn, wordt hinder beperkt of wordt maatschappelijke meerwaarde gecreëerd. Als er geen synergie optreedt heeft meekoppelen geen toegevoegde waarde. De kosten die gelijk zijn aan de kosten van een doelmatig alternatief zonder deze neven doelstellingen worden bekostigd uit het budget van het HWBP. Eventuele meerkosten moeten door initiatiefnemers of andere financiers worden betaald.

Randvoorwaarden voor een meekoppelkans zijn:

- er moet een initiatiefnemer en eigenaar van de kans zijn;
- de initiatiefnemer (of andere partij) moet zorgdragen voor de financiering;
- de initiatiefnemer (of andere partij) moet zorgdragen voor het beheer en onderhoud na realisatie van de meekoppelkans.



Vanuit de kansenscan omgeving zijn onderstaande meekoppelkansen aangedragen. Gedurende de looptijd van het project kunnen er nog meer meekoppelkansen worden gesignaleerd en aangedragen.

#### **Meekoppelkansen die functionaliteit toevoegen:**

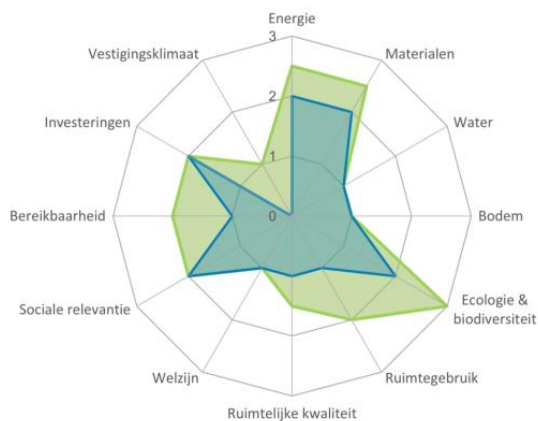
- Aansluiten op natuurontwikkeling binnendijks: binnendijks wordt als onderdeel van natuurkerngebied Peereboom, Opperwoud en de Nes door de provincie in samenwerking met Staatsbosbeheer, Rijkswaterstaat en agrariërs gewerkt aan natuurontwikkeling. Dit behelst het zuidelijk/oostelijk deel van het landelijk traject. De bedoeling is dat deze meekoppelkans er voor zorgt dat er een betere aansluiting ontstaat tussen het NNN-gebied en de dijk.
- Verbreden fietspad: de wens van de gemeente Waterland is om het fietspad op de dijk te verbreden om de verkeersveiligheid te verbeteren. Een breder fietspad kan het toenemende aantal verkeersbewegingen, maar vooral de verschillende soorten verkeer (verschillende fietssnelheden, wandelaars) beter en veiliger verwerken. De versterking van de dijk biedt dus kansen voor een veiligere verkeerssituatie. Belangrijke partijen hierbij zijn de gemeente Waterland, provincie Noord-Holland, de Vervoerregio, het recreatieschap en het hoogheemraadschap zelf. Het fietspad wordt nu nog beheerd door het hoogheemraadschap maar mogelijk wordt deze overgedragen aan de provincie Noord-Holland of de gemeente Waterland.
- Trap naar het water nabij de straat Bereklaauw: vanuit de omgeving (bewoner) is het verzoek gedaan voor het plaatsen van een trapje vanaf het wandelpad op de dijk naar het water in de Gouwzee.
- Meer ruimte voor vooroevers t.b.v. buitendijkse rietlanden: de wens van Staatsbosbeheer is om meer ruimte voor vooroevers te creëren voor vernieuwing van de buitendijkse rietlanden. Dit kan een positief effect hebben op de daar aanwezige natuurwaarden. Deze meekoppelkans geldt voor dijkvak 5 t/m 8.

#### **Overige meekoppelkansen met extra meerwaarde:**

- Hergebruik baggerspecie: vrijgekomen baggerspecie binnen het werkgebied van HHNK gebruiken voor bijvoorbeeld het verbreden van de binnenberm.
- Consolidatiegrond hergebruiken: elders op de Markermeerdijk wordt tijdelijk grond aangebracht om de dijk te versterken. Deze grond komt weer vrij nadat een definitieve oplossing is doorgevoerd. De vrijkomende grond kan dan worden hergebruikt in het landelijk deel van de Monnickendam Zeedijk.
- Onderhoud teenschot tegelijkertijd uitvoeren: het teenschot van de buitenteen van de dijk (onderaan de steenzetting) moet mogelijk vervangen worden. Dit is een meekoppelkans vanuit de beheerafdeling van HHNK.

### 3.2.2 Duurzaamheid

In de kansenscan duurzaamheid zijn de belangrijkste duurzaamheidsambities beschreven. Door middel van de omgevingswijzer en een ambitieweb is per thema aangegeven hoe hoog deze scoort in de ambitie (figuur 5). Hieruit is voortgekomen dat de thema's energie, materiaal en ecologie & biodiversiteit het hoogst scoren.



Figuur 5. Ambitieweb duurzaamheid

- **Energie:**  
Het totaal energiegebruik in verschillende levensfasen van een systeem en de CO<sub>2</sub> emissie die daarmee gepaard gaat. Duurzame energie wordt behaald door het fossielvrij opwekken van energie.
- **Materiaal:**  
Circulair materiaalgebruik draait om het sluiten van materiaalketens. Onderdeel hiervan is het minimaliseren van primair grondstofgebruik en het verlagen van de milieu-impact van materialen.
- **Ecologie & biodiversiteit:**  
Hebben betrekking op de samenhang van verschillende soorten planten en dieren die leiden tot een robuust ecosysteem.

Bij alle drie onderwerpen zijn doelstellingen en bouwstenen geformuleerd. Ook is vanuit duurzaamheid aandacht voor het aanbod van elektrisch materieel en bijbehorende energievoorziening in de uitvoering en logistiek. Daarnaast kan het ontwerp worden afgestemd op de beschikbaarheid van lokaal geschikte grond. In de effectbeoordeling wordt dit meegewogen om te bepalen in hoeverre een oplossingsrichting kansen biedt voor een duurzame uitvoering.

### 3.2.3 Bouwstenen natuur

- Natuurvriendelijke oevers binnendijks
- Geleidelijke land/water overgangen buitendijks.
- Bloemrijke taluds

### 3.2.4 Bouwstenen verkeer

- Verbreden fietspad

### 3.2.5 Bouwstenen recreatie en cultuurhistorie

- Trap naar water nabij de straat Bereklaauw
- Creëren rustpunten t.b.v. recreatie / beleefbaar maken cultuurhistorie

### 3.2.6 Bouwstenen energie

- Zonnepanelen op de dijk
- Horizontale of verticale warmtewisselaar
- 

## 3.3 Innovatiescan

Aan de hand van een expertsessie zijn innovatieve bouwstenen (nog niet 'bewezen' technieken) in kaart gebracht. De volledige beschrijving hiervan is te vinden in de "kansenscan innovaties". In deze notitie zijn de uitkomsten van de kansenscan verwerkt. Dat betekent dat enkele invullingen van bouwstenen uit paragraaf 3.1 zijn aangedragen vanuit de kansenscan. Het gaat om: dijkvernageling, dijkdeuvels, vacuüm consolidatie, Mixed in Place en grondverbetering.

Daarnaast zijn er ook innovatieve bouwstenen gesignaleerd die in theorie de binnenwaartse macrostabiliteit verhogen, maar niet toepasbaar zijn in de specifieke situatie van de Monnickendam Zeedijk. Deze bouwstenen zijn afgevallen in de kansenscan en de onderbouwing hiervan is gegeven in de bijbehorende notitie. De bouwstenen die hierin al zijn afgevallen zijn niet meer opgenomen in de lijst met mogelijke bouwstenen, omdat is vastgesteld dat zij geen oplossing bieden voor de versterkingsopgave.

Een van de innovaties die in de expertsessie naar voren is gekomen is de methode Mixed in Place (MiP). Bij deze methode wordt cement vermengd met de grond. Hiermee worden meerdere blokken en kolommen geplaatst in de ondergrond met onderlinge overlap. Op deze manier wordt het afschuiven van de dijk voorkomen. Op basis van de huidige kennis en toepassing van de techniek zijn er nog wel aandachtspunten m.b.t. de uitvoerbaarheid (op slappe ondergrond) en de kwaliteitscontrole. Ondanks deze aandachtspunten is de conclusie van de expertsessie dat MiP een methode is met veel potentie. Vanuit HHNK is er daarom interesse ontstaan om deze innovatie verder te brengen en (zo mogelijk) toe te passen.

Vanwege onzekerheden over de effectiviteit en toepasbaarheid, is het onverstandig de techniek op te nemen als reguliere bouwsteen. De bouwsteen zou daardoor namelijk in Zeef 0 al afvallen. In plaats daarvan wordt verkend binnen HHNK en met het HWBP in hoeverre er animo is om MiP uit te werken

in een apart innovatietraject dat uiteindelijk als pilot in de dijkversterking kan worden meegenomen.

## 4. Kansrijke bouwstenen

### 4.1 Beoordelings- en afwegingskader

Het beoordelingskader en het afwegingskader zijn twee gescheiden instrumenten die in het zeefproces gebruikt worden. Het **beoordelingskader** betreft feitelijke beslisinformatie over alle mogelijke relevante (milieu)effecten. Het **afwegingskader** bevat de belangrijkste (bestuurlijke) afwegingscriteria, die direct zijn afgeleid van de projectdoelen.

Beide kaders zijn vooraf vastgesteld voor alle zeefstappen in het ontwerpproces. Ze hebben dus onderlinge samenhang. Het beoordelingskader neemt in elke zeefstap toe in detailniveau. In deze notitie wordt zeef 0 toegepast. In deze zeefstap richt het kader zich op het identificeren van (in theorie) mogelijke bouwstenen die *niet* binnen de context van dit project toegepast kunnen worden. Dit gaat dus vooral om bouwstenen die de gestelde doelen en ambities per definitie uitsluiten.

Op hoofdpunten wordt beoordeeld op:

- Techniek, o.a.:
  - Lost de bouwsteen het technische probleem in voldoende mate op?
  - Is het mogelijk om de bouwsteen te beheren en onderhouden?
  - Is de bouwsteen technische haalbaar / uitvoerbaar?
  - Is de bouwsteen aanpasbaar: in welke mate is een toekomstige dijkversterking mogelijk?
- Milieu
  - Kan de bouwsteen voldoen aan wet- en regelgeving?
- Omgeving
  - Kan de bouwsteen voldoen aan / biedt de bouwsteen ruimte voor eisen en wensen van stakeholders (inclusief meekoppelkansen) / Kan er voldoende draagvlak worden verkregen?
- Kosten
  - Kan de bouwsteen voldoen aan de criteria voor subsidie: sober en doelmatig?

Het volledige beoordelingskader is terug te vinden in Bijlage A. In deze zeefstap wordt nog geen gebruik gemaakt van het afwegingskader.

## 4.2 Kansrijke bouwstenen per dijkvak

Op basis van het beoordelingskader beschreven in paragraaf 4.1 is iedere bouwsteen getoetst in zeef 0. Per categorie (techniek, milieu, omgeving, kosten) is per bouwsteen een toelichting gegeven indien er bijzondere aandachtspunten of “no-go’s” zijn. Ook is per bouwsteen aangegeven in welk dijkvak deze toepasbaar is. In deze paragraaf worden de bijzonderheden uitgelicht. Een volledig overzicht van de toetsing is gegeven in Bijlage B.

Vanuit techniek is het dempen van de teensloot niet mogelijk in dijkvakken 6 en 8 (deels) i.v.m. het ontbreken ervan door de aanwezige braken. Daarnaast is de effectiviteit van het dempen van de teensloten berekend. Dit draagt bij aan een verbetering van de stabiliteit, maar is geen zelfstandige oplossing voor het stabiliteitsprobleem. Bij de braken in dijkvakken 6 en 8 is het verbreden van de binnenberm en het verflauwen van het binnentalud mogelijk, maar dit leidt wel tot meer grondverzet. Er worden geen beperkingen verwacht in de technische uitvoerbaarheid omdat de diepte van de wateren aan de binnenzijde gering is. Wel moet er rekening worden gehouden met compensatie van het wateroppervlak dat in beslag genomen wordt door een bermverbreding.

Een soortgelijke situatie doet zich voor bij de buitenwaartse asverschuiving: er is meer grondverzet nodig op plekken waar geen voorland aanwezig is. Dit heeft betrekking op dijkvak 6 en gedeeltelijk dijkvak 7. Ook hier worden geen beperkingen verwacht in de technische uitvoerbaarheid omdat de oeverzone van de Gouwzee relatief ondiep is.

De bouwsteen “drainageconstructie” leidt tot een no-go op basis van het beoordelingskader. De techniek heeft een lage betrouwbaarheid, waardoor de werking in maatgevende situaties niet kan worden gegarandeerd. Daarnaast zijn er nevenaandachtspunten op het gebied van het beheer van een drainageconstructie. Dit is namelijk complex en intensief. Ook kan de bouwsteen naar verwachting niet zelfstandig de veiligheidsopgave oplossen. Hij zal dus in combinatie met een andere bouwsteen moeten worden uitgevoerd. Deze bouwsteen valt af op basis van een no-go op het gebied van een te lage betrouwbaarheid van de techniek.

Daarnaast leidt de bouwsteen ‘extra (oever)dijk buitendijks’ op alle thema’s tot aandachtspunten. Een traditionele oeverdijk is bedoeld om golven te remmen en daarmee golfoverslag te voorkomen. Dat is op deze locatie niet zinvol, omdat de dijk hier al hoger is dan nodig. Om het binnenwaartse stabiliteitsprobleem op te lossen zal een nieuwe zelfstandige kering moeten worden aangelegd die de waterkerende functie volledig overneemt. Ondanks dat dit mogelijkheden biedt tot ecologische versterkingen in de vorm van ondiepe oeverzones, gaat dit ten koste van de bestaande ecologische waarde van de Gouwzee (met een strikte wettelijke bescherming). Daarnaast past de bouwsteen niet in het ruimtelijk kader dat is opgesteld voor de Markermeerdijken. Het heeft een grote impact op de omgeving en het aanzicht. In het ruimtelijk kader ligt juist de focus op het behoud van de Gouwzee met de huidige oevers. Een extra oeverdijk past niet in dit beeld (zie tekstbox). Tot slot zal de aanleg met buitenproportioneel hoge kosten gemoeid gaan omdat een volledig nieuwe kering wordt aangelegd. Dit is naar verwachting niet subsidiabel. Ondanks dat er op de vier thema’s geen harde no-go’s zijn, valt de bouwsteen toch af in zeef 0. Toepassing van de bouwsteen wordt dus niet haalbaar geacht door de combinatie van hiervoor beschreven serieuze aandachtspunten, risico’s en obstakels.

**Het Kader Ruimte Kwaliteit over een oeverdijk:**

*“Voor de dijken langs de Gouwzee heeft een binnen- of buitenwaartse oplossing de voorkeur boven de oeverdijk omdat het ruimtebeslag in de Gouwzee hiermee het meest beperkt blijft. De natuurlijke oevers zijn het beste gebaat bij een binnendijkse oplossing. Wanneer dit niet mogelijk is, is buitenwaarts of gecombineerd next best. Ondanks de hoge potenties voor natuur, die de oeverdijk met zich meebrengt, is deze oplossing in de Gouwzee niet gewenst, omdat daarmee een deel van de zoetwaternatuur verloren zal gaan. Daarnaast verkleint de oeverdijk de beleving van de Gouwzee als een samenhangende en kleinschalige baai.”*

Vanuit het thema omgeving is als aandachtspunt benoemd dat alle bouwstenen waarbij het ruimtebeslag naar binnen toe reikt mogelijk tot weerstand kunnen leiden van binnendijkse stakeholders. Dit gaat om het verbreden van de binnenberm (inclusief evt. dempen teensloot en compensatie wateroppervlak) en het verflauwen van het binnentalud. Ook het verhogen van de binnenberm kan tot weerstand in de omgeving leiden, omdat dit leidt tot verandering van het aanzicht van de dijk.

Tot slot is vanuit het thema milieu de aanwezigheid van N2000-gebied de Gouwzee buitendijks een belangrijk aandachtspunt. Alle bouwstenen die een ruimtebeslag of effect hebben op dit gebied, kunnen een nadelige invloed hebben op de aanwezige waarden. Dit kan een ernstig risico vormen voor de vergunbaarheid van het project. Ook aan de binnenzijde van de dijk bevinden zich belangrijke natuurwaarden die bij een ruimtebeslag naar de binnenzijde toe aangetast kunnen worden.

## 5. Mogelijke oplossingsrichtingen

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de kansrijke bouwstenen uit hoofdstuk 4 worden samengebracht tot mogelijke oplossingsrichtingen en hoe deze worden uitgewerkt. Paragraaf 5.1 gaat in op de ontwerpprincipes die gelden voor de oplossingsrichtingen en introduceert vier concepten of denkrichtingen voor oplossingen. Daarnaast worden de bouwstenen gekoppeld aan de oplossingsrichtingen. In de opeenvolgende paragrafen is iedere oplossingsrichting uitgewerkt inclusief een indicatief dwarsprofiel en een kaart met het globale ruimtebeslag.

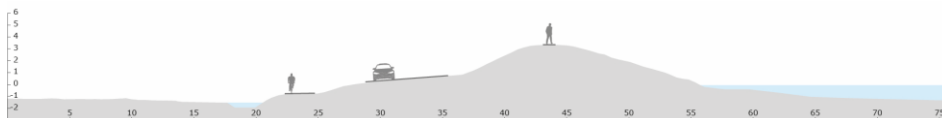
### 5.1 Concepten oplossingsrichtingen

De oplossingsrichtingen zijn opgesteld volgens een aantal ontwerpprincipes. De belangrijkste eis is dat een oplossingsrichting de veiligheidsopgave over het gehele traject oplost. De oplossingsrichtingen moeten daarnaast onderscheidend zijn, zodat een goede onderlinge afweging kan plaatsvinden. Ten derde moeten de oplossingsrichtingen samen de volledig mogelijke oplossingsruimte goed afdekken. Hierbij moeten alle geselecteerde bouwstenen benut (kunnen) worden in minimaal één van de oplossingsrichtingen.

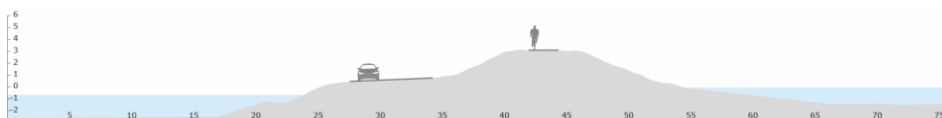
In deze fase van het ontwerpproces werken we met grove, conceptuele ontwerpen. Dit betekent dat de ontwerpdimensies globaal en indicatief zijn. Representatieve dwarsprofielen worden doorgetrokken over lange strekkingen. Daarbij houden we rekening met de huidige vorm van de dijk en haar directe omgeving (figuur 5), door onderscheid te maken in karakteristieke dwarsprofielen. De ontwerpen worden nog niet lokaal ingepast in de omgeving. Voor maatwerklocaties waar verschillende oplossingen mogelijk zijn (bv. een lokale constructie om een woning te kunnen behouden), worden nog geen ontwerpkeuzes gemaakt. Deze maatwerklocaties hangen af van de oplossingsrichting en worden in de overzichtskaarten aangegeven.

#### Typische dwarsprofielen

*Dijkvak 5 (fietspad langs binnenberm):*

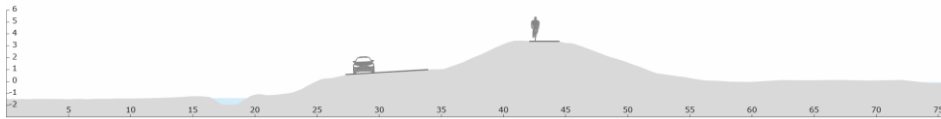


*Dijkvak 6 (water beide zijden):*





Dijkvak 7, 8, 9 (land beide zijden):



We hanteren de volgende concepten voor de oplossingsrichtingen:

- **Binnenwaarts:**  
Ruimtebeslag binnenzijde (door verbreden berm / ondertalud, eventueel te optimaliseren met bermverhoging)
- **Buitenwaarts:**  
Ruimtebeslag buitenzijde (door verschuiven as/kruin)
- **Verlagen kruin:**  
Verlagen huidige kruin en dijk overslagbestendig maken
- **Profielbehoud:**  
Ruimtebesparende oplossingen binnen bestaand dijkprofiel

In tabel 2 zijn de bouwstenen voor waterveiligheid gekoppeld aan de vier concepten. De bouwstenen vanuit andere functies kunnen in de meeste gevallen aan meerdere concepten worden gekoppeld. Er zit wel een verschil in de mate van synergie tussen deze bouwstenen en de verschillende concepten.

Tabel 1. Concept oplossingsrichtingen en bouwstenen vanuit techniek

Concept	Bouwstenen vanuit Techniek
Binnenwaarts	Verbreden binnenberm Verflauwen binnentalud Dempen / verleggen sloot Mogelijke optimalisatie / subvariant: verhogen binnenberm
Buitenwaarts	Buitenwaartse asverschuiving
Kruinverlaging	Verlagen kruin (waar nodig verbeteren bekleding binnentalud en binnenberm t.b.v. overslagbestendigheid)
Profielbehoud	Stabiliteitsconstructie Innovatieve grondoplossingen

De oplossingsrichting kan per dijkvak uit deze verschillende (kansrijke) bouwstenen bestaan. In de volgende paragrafen is weergegeven welke bouwstenen per dijkvak kunnen worden geselecteerd binnen de gekozen oplossingsrichting. Om in te schatten in hoeverre een bouwsteen de stabiliteitsopgave oplost, en welke dimensies de bouwsteen moet hebben, zijn berekeningen uitgevoerd. Deze zijn toegelicht in de “Technische ontwerpnota mogelijke oplossingsrichtingen”. Ook zijn er schetsen toegevoegd om conceptueel inzichtelijk te maken hoe de gekozen oplossing eruit komt te zien.

In deze fase zijn de effecten op de omgeving nadrukkelijk nog niet (kwantitatief) beschreven. Dit komt in een later stadium in de effectbeoordeling aan bod. Wel is alvast een doorkijk gegeven waar naar verwachting rekening mee moet worden gehouden in de omgeving.

## 5.2 Oplossingsrichting: Binnenwaarts

### 5.2.1 Beschrijving

In deze oplossingsrichting wordt over het gehele traject gekozen voor een oplossingsrichting met een ruimtebeslag naar de binnenzijde gericht. Er komen hiervoor meerdere bouwstenen in aanmerking (zie tabel 2). De belangrijkste bouwstenen zijn het verbreden van de binnenberm en het verflauwen van het binnentalud. Beide bouwstenen zijn over de gehele lengte van het traject mogelijk vanuit technisch oogpunt. De uitkomsten van stabiliteitsberekeningen wijzen uit dat de bermen aanzienlijk verbreed moeten worden. De benodigde verbreding is afhankelijk van onder andere de schematiseringsfactor en gewicht van het toegepaste materiaal, zoals beschreven in de Technische ontwerpnota. De afmetingen kunnen worden beperkt door het vooraf consolideren van de ondergrond. Om de benodigde verbreding te beperken gaan we ervan uit dat consolidatie wordt toegepast. Dat gebeurt ook op andere plekken in de Markermeerdijken. In de ontwerptekeningen zijn 20 meter brede bermen bij braken en 25 meter brede bermen bij achterland opgenomen.”

Een andere bouwsteen binnen deze oplossingsrichting is het dempen van de teensloot. De bermverbreding kan zodanig uitkomen dat de teensloot gedempt wordt. In verband met de waterhuishouding moet de sloot worden teruggebracht langs de teen van de verbrede berm. Het dempen van de teensloot draagt bij aan de waterveiligheid, maar is opzichzelfstaand niet voldoende om het stabiliteitsprobleem op te lossen en wordt dus altijd in combinatie met een verbreding uitgevoerd.

Een andere bouwsteen, die vanwege de effecten op de provinciale weg als subvariant wordt beschouwd, is het verhogen van de binnenberm. Op zichzelf lost dit het stabiliteitsprobleem ook niet op, maar het kan mogelijk vanuit waterveiligheid gezien als optimalisatie dienen in combinatie met een bermverbreding. Een bermverhoging zorgt voor een ander profiel van de dijk. Hierbij moet rekening worden gehouden met het ruimtelijk kader dat voorschrijft dat de verticale afstand tussen binnenberm en kruin minimaal circa 2 meter moet bedragen. Zo wordt geborgd dat de dijk een herkenbaar karakter heeft. Daarnaast heeft het verhogen van de binnenberm een directe invloed op de N518 en aanwezige kabels en leidingen, waardoor een goede afstemming noodzakelijk is.

Vanuit de bouwstenen voor andere functies hebben enkele de meeste synergie. Dit zijn: natuurvriendelijke oevers binnendijks, bloemrijke taluds, horizontale of verticale warmtewisselaar en het creëren van rustpunten t.b.v. recreatie/cultuurhistorie. Daarnaast is er vanuit de duurzaamheidsambitie de mogelijkheid om overtollige gebiedseigen grond te hergebruiken indien beschikbaar.

## 5.2.2 Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen

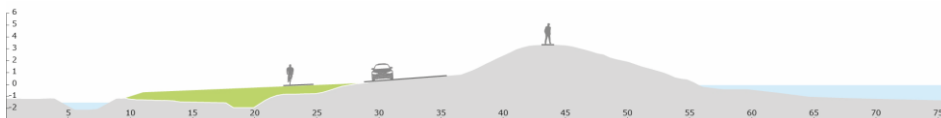
Het ruimtebeslag van deze oplossingsrichting uit zich in het benodigde landgebruik aan de binnenzijde. Bij het verbreden van de binnenberm zal ook de teensloot moeten worden verplaatst (gecompenseerd) indien aanwezig. In dijkvak 7 moet hierbij ook rekening worden gehouden met de doorvoerfunctie van de watergang welke hier een primaire watergang is. Als een maatregel ten koste gaat van het beschikbare wateroppervlak, moet deze ruimte worden gecompenseerd met het oog op waterberging in het peilgebied.

In het achterland is voornamelijk agrarisch land en NNN-gebied aanwezig. Een goede afstemming met lokale stakeholders is dus belangrijk. Ook zijn er diverse maatwerklocaties in beeld. Dit zijn o.a. de twee woonhuizen langs de Zeedijk en de woonhuizen in de straat Bereklaauw. Ook moet rekening gehouden worden met de aansluitende wegen op de N518 en dit zijn daarmee inpassingslocaties. Bij een verhoging van de binnenberm of verflauwing van het talud is mogelijk extra ruimte nodig om de wegen goed aan te laten sluiten. Ook de overgangszones aan het einde van het te versterken dijktraject gelden als inpassingslocatie.

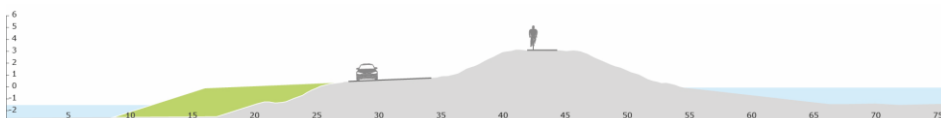
In de volgende figuren zijn eerst de dwarsprofielen met een bermverbreeding weergegeven. Vervolgens is het ruimtebeslag van de oplossingsrichting aangegeven op de kaart. Hierop is indicatief te zien hoe de mogelijke oplossingsrichting in het gebied ingepast kan worden. De maatwerk- en inpassingslocaties zijn ook weergegeven. Het gehele traject is weergegeven, opgedeeld in kleinere figuren. De leeswijze is van links naar rechts.

### Dwarsprofiel Binnenwaarts:

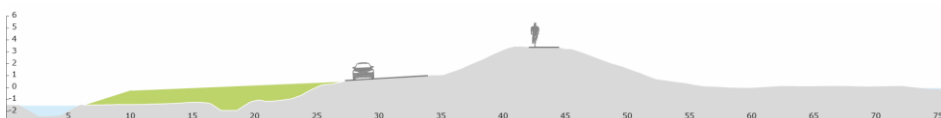
*Dijkvak 5:*



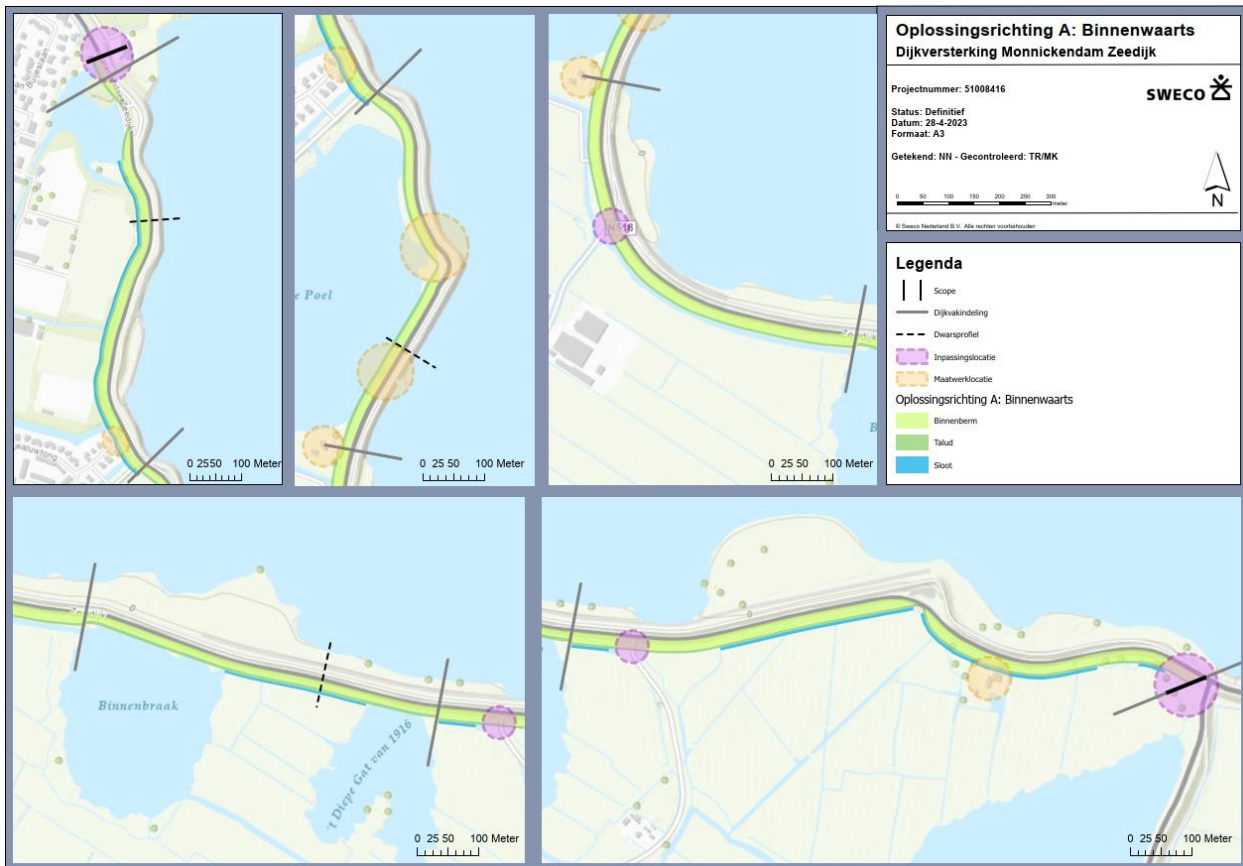
*Dijkvak 6:*



*Dijkvak 7, 8, 9 :*



## Ruimtebeslag Binnenwaarts:



## 5.3 Oplossingsrichting: Buitenwaarts

### 5.3.1 Beschrijving

In deze oplossingsrichting wordt over het gehele traject gekozen voor een oplossingsrichting met een ruimtebeslag naar de buitenzijde gericht. Op basis van de bijbehorende bouwstenen gaat het om een *buitenwaartse asverschuiving* over de gehele lengte. Dit betekent dat de binnenberm naar buiten toe wordt verbreed, waarbij de N518 op de huidige plek kan blijven liggen. De huidige kruin van de dijk wordt (deels) afgegraven en aan de buitenzijde van de dijk opnieuw aangelegd.

Vanuit de bouwstenen uit andere functies hebben de meeste synergie: bloemrijke taluds, verbreden fietspad, geleidelijke land/water overgangen buitendijks, trap naar het water nabij de straat Bereklauw en het creëren van rustpunten t.b.v. recreatie/cultuurhistorie. Een meekoppelkans bij een buitenwaartse asverschuiving is het uitvoeren van groot onderhoud aan de teenschotten. Ook bij deze oplossingsrichting kan vanuit de duurzaamheidsambities gewerkt worden met overtollige gebiedseigen grond indien beschikbaar.

### 5.3.2 Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen

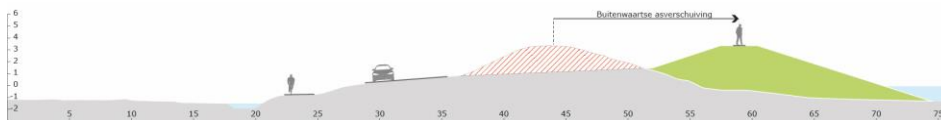
Het ruimtebeslag van deze oplossingsrichting heeft vooral invloed op de buitendijks gelegen natuurwaarden. Op de plekken met een voorland gaat dit om land in beheer van Staatsbosbeheer dat is aangewezen als NNN-gebied. Op de tussenliggende gedeeltes waar geen voorland aanwezig is betreft het N2000-gebied de Gouwzee. Hierin is de aquatische ecologie van grote waarde. Ook is het gebied belangrijk voor het foerageren van vogels. Er moet ook rekening gehouden worden met de cultuurhistorische en archeologische waarde van de dijk die kan worden aangetast door het benodigde afgraven. Deze oplosrichting heeft een grotere impact op het dijklichaam zelf. Daarom moet ook goed rekening gehouden worden met de monumentale status van dijk en het kader ruimtelijke kwaliteit dat voor het gebied is opgesteld.

Buitendijks aan het begin van dijkvak 5 ligt het Mirror Paviljoen en deze is in beeld als maatwerklocatie. Daarnaast gelden de overgangen op de randen van het plangebied en de wegaansluitingen als inpassingslocatie.

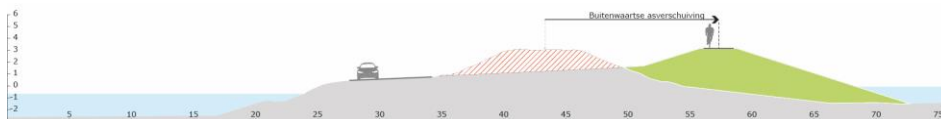
In de volgende figuren zijn eerst de dwarsprofielen met een buitenwaartse asverschuiving weergegeven. Vervolgens is het ruimtebeslag van de oplossingsrichting aangegeven op de kaart. Hierop is indicatief te zien hoe de mogelijke oplossingsrichting in het gebied ingepast kan worden. De maatwerk- en inpassingslocaties zijn ook weergegeven. Het gehele traject is weergegeven, opgedeeld in kleinere figuren. De leeswijze is van links naar rechts.

#### Dwarsprofiel Buitenwaarts:

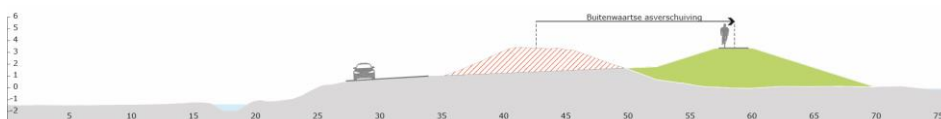
*Dijkvak 5:*



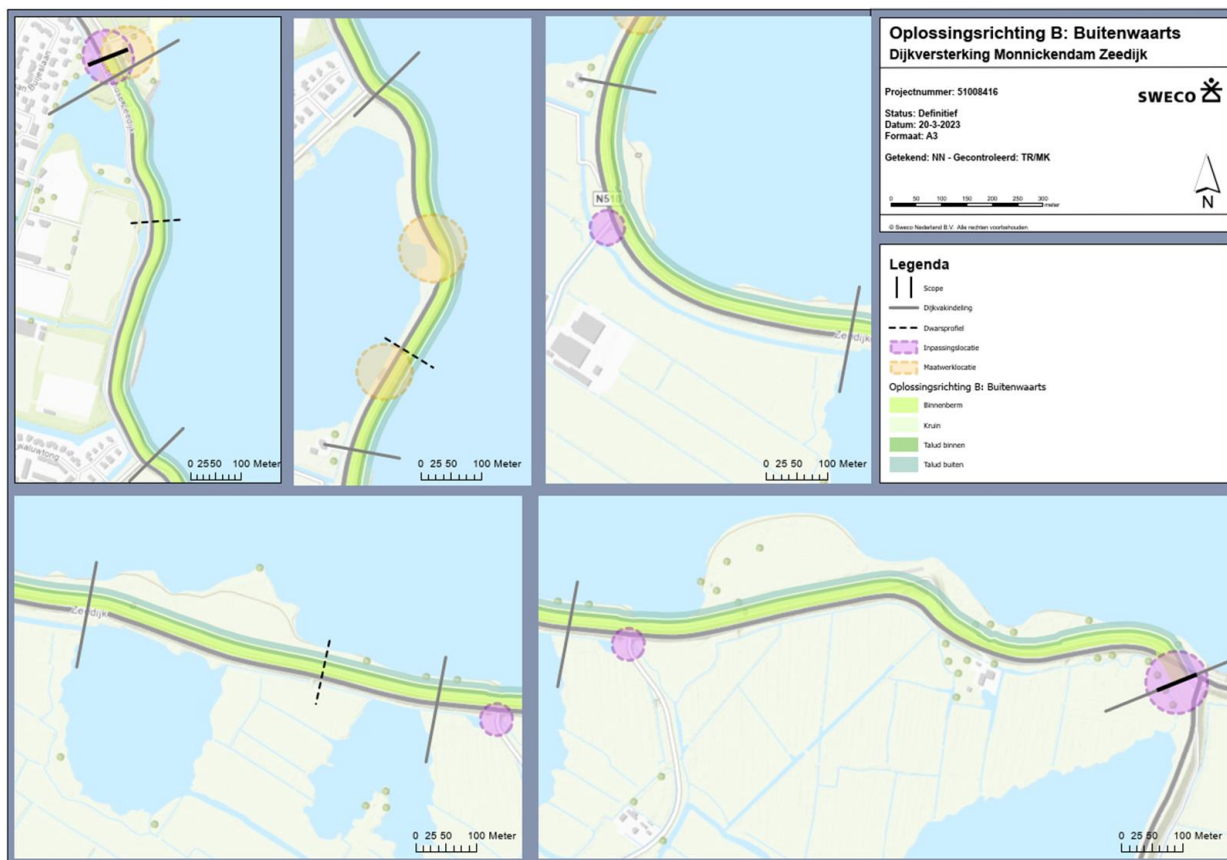
*Dijkvak 6:*



*Dijkvak 7, 8, 9 :*



## Ruimtebeslag Buitenwaarts:



## 5.4 Oplossingsrichting: Kruinverlaging

### 5.4.1 Beschrijving

In deze oplossingsrichting wordt het stabiliteitsprobleem opgelost door de kruin van de dijk te verlagen. Hiermee wordt het gewicht van de dijk verlaagd en wordt deze stabiel. De huidige hoogte van de kruin is gebaseerd op de oude functie van de dijk als zeekering. Voor de huidige (en toekomstige) invloeden van buitenaf is de dijk daarom hoger dan noodzakelijk. De hoogte kan dus worden teruggebracht mét behoud van de waterveiligheidseisen. Een kruinverlaging betekent wel dat het profiel van de dijk verandert. Daarom moet dus rekening worden gehouden met het ruimtelijk kader dat voorschrijft dat er verticaal een minimum verschil van circa 2 meter tussen kruin en berm moet zijn. Ook moet bij het verlagen van de kruin zorg worden gedragen voor het overslagbestendig maken van de dijk door de bekleding aan te passen (kruin, binnentalud en binnenberm). Bij het verlagen van de kruin zal het fietspad tijdelijk worden verwijderd en deze dient na voltooiing te worden teruggebracht. Ook voor deze oplossingsrichting geldt dat het afgraven van de kruin de cultuurhistorische en archeologische waarde van de dijk kan aantasten.

Vanuit de bouwstenen uit andere functies hebben de meeste synergie: verbreden van het fietspad en het creëren van rustpunten t.b.v. recreatie/cultuurhistorie. Daarnaast biedt de oplossingsrichting de mogelijkheid om afgegraven grond lokaal te hergebruiken, eventueel bij toepassing van een andere maatregel.

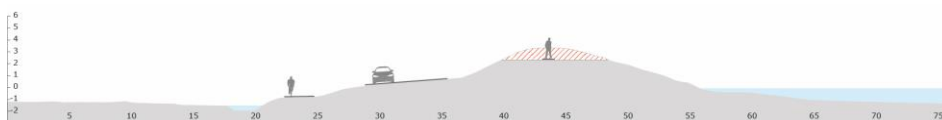
## 5.4.2 Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen

Het ruimtebeslag heeft binnen deze oplossingsrichting alleen invloed op de hoogteligging van de kruin. Vanuit de technische berekeningen volgt dat een verlaging van circa 0,8 – 1,0 meter het stabiliteitsprobleem oplost. Dit verschilt per dijkvak en een uitgebreide toelichting is gegeven in technische ontwerpnota. Uitgangspunt is dat na 50 jaar nog steeds wordt voldaan aan de veiligheidsopgave waarbij ook bodemdaling is beschouwd. Op dit moment is uitgegaan van een rechte aftopping van de dijk. Deze oplossingsrichting is nog te optimaliseren door een andere vorm te kiezen voor de top van de kruin. Het uiteindelijke doel is een besparing van het gewicht en dit kan op meerdere manieren en met verschillende profielen bereikt worden.

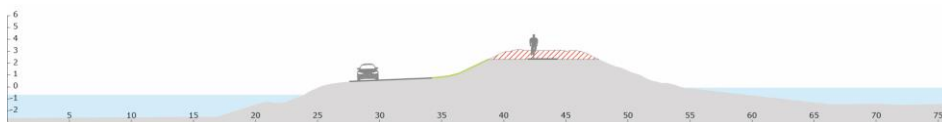
Als inpassingslocatie gelden de overgangen aan de randen van het plangebied. De twee gemalen zijn in beeld als maatwerklocatie. In de volgende figuren zijn eerst de dwarsprofielen met een kruinverlaging weergegeven. Vervolgens is het ruimtebeslag van de oplossingsrichting aangegeven op de kaart. Hierop is indicatief te zien hoe de mogelijke oplossingsrichting in het gebied ingepast kan worden. De maatwerk- en inpassingslocaties zijn ook weergegeven. Het gehele traject is weergegeven, opgedeeld in kleinere figuren. De leeswijze is van links naar rechts.

### Dwarsprofiel Kruinverlaging:

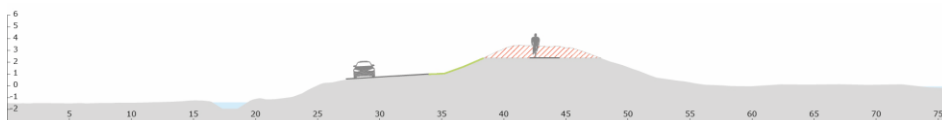
*Dijkvak 5:*



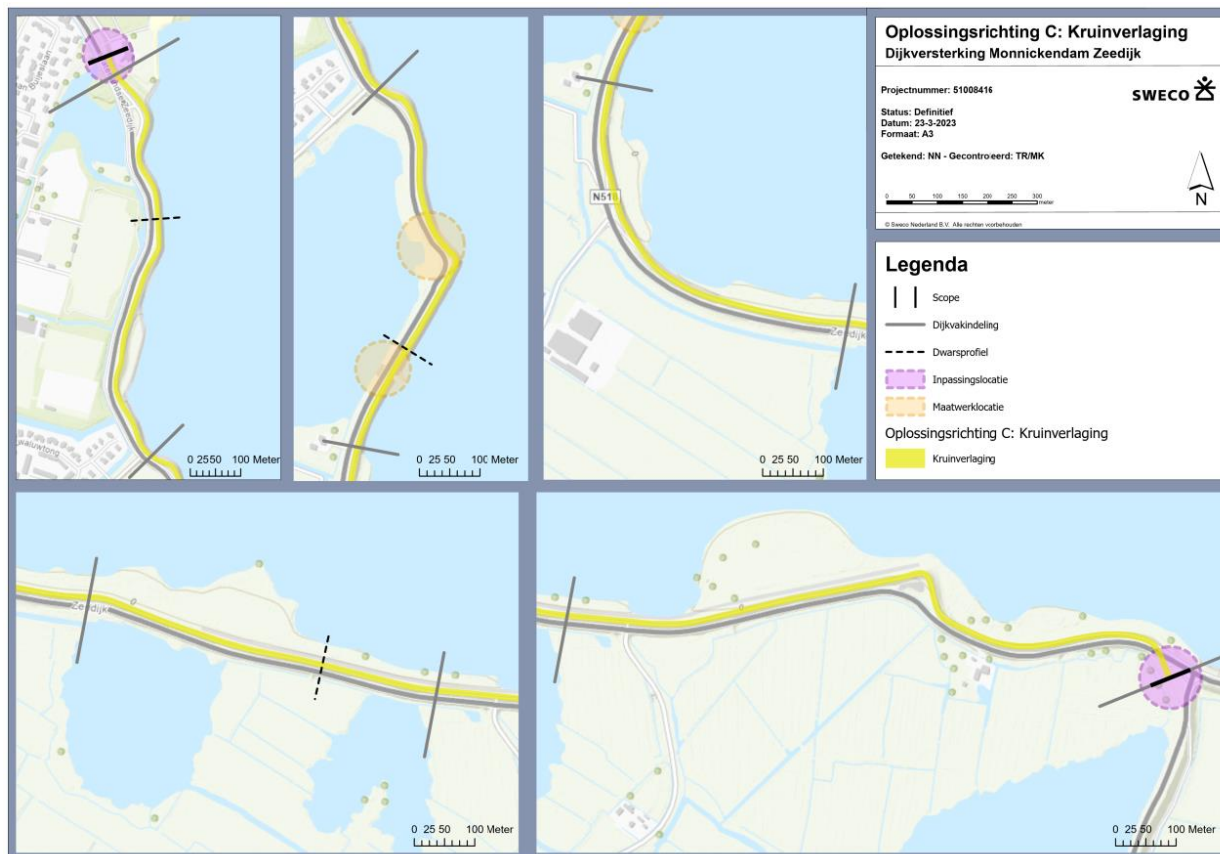
*Dijkvak 6:*



*Dijkvak 7, 8, 9 :*



## Ruimtebeslag Kruihverlaging:



## 5.5 Oplossingsrichting: Profielbehoud

### 5.5.1 Beschrijving

In deze oplossingsrichting is het uitgangspunt om het huidige profiel van de dijk te behouden en zorg te dragen voor een minimaal ruimtebeslag. Daarnaast blijven de weg en het fietspad behouden in deze oplossingsrichting. Hierbij horen de bouwstenen: stabiliteitsconstructie en/of innovatieve grondoplossingen. Beide bouwstenen kunnen met verschillende technieken worden ingevuld en zijn over de gehele lengte van het traject toepasbaar.

De mogelijke technieken die kunnen worden toegepast zijn: grondverbetering, Mixed in Place (afhankelijk van mogelijk innovatiespoor), verticale langsconstructie, dijkvernageling, dijkdeuvels en een zelfstandig kerende constructie.



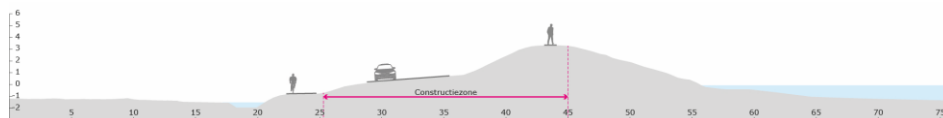
## 5.5.2 Uitwerking ruimtebeslag en dwarsprofielen

Deze oplossingsrichting kent geen ruimtebeslag buiten het huidige profiel van de dijk. De constructiezone bevindt zich tussen de buitenkruinlijn en de binnenteen van de dijk. Als maatwerklocaties zijn hier de overgangen met de wegen en randen van het plangebied in beeld. De twee gemalen gelden als maatwerklocatie.

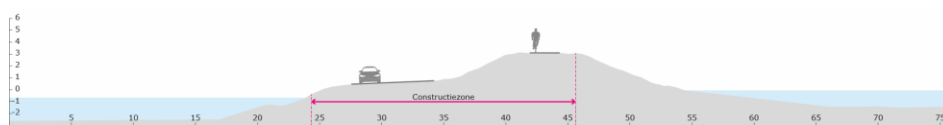
In de volgende figuren zijn eerst de dwarsprofielen van de oplossingsrichting aangegeven. Vervolgens zijn op de kaart de maatwerk- en inpassingslocaties weergegeven en is te zien dat er geen ruimtebeslag op de omgeving is.

### Dwarsprofiel profielbehoud:

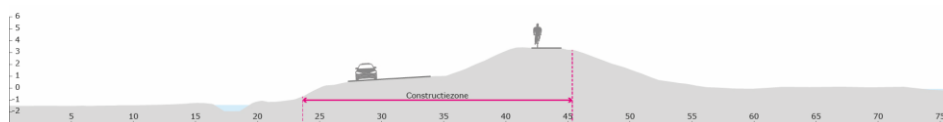
*Dijkvak 5:*



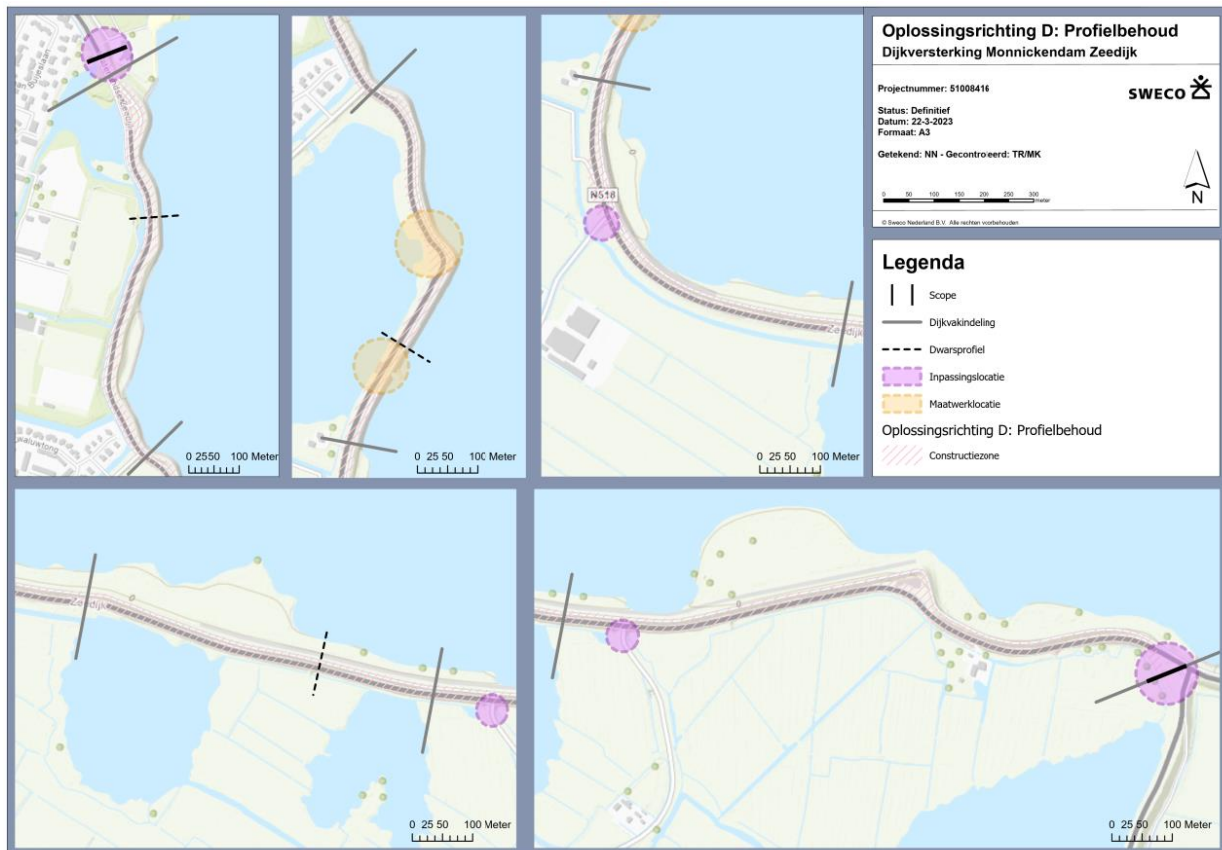
*Dijkvak 6:*



*Dijkvak 7, 8, 9 :*



## Ruimtebeslag Profielbehoud:



## 5.6 Kort-cyclisch versterken

Vanuit het HWBP wordt gevraagd om te analyseren in hoeverre kort-cyclische oplossingen bijdragen aan het verminderen van de levenscycluskosten. Hierbij wordt de versterking uitgevoerd met een kortere levensduur en wordt stapsgewijs voldaan aan de (toekomstige) eisen. Deze aanpak kan in specifieke gevallen leiden tot lagere LCC (Life Cycle Cost) en kan ook de effecten op de omgeving beperken. Kort-cyclische oplossingen kunnen dit effect bereiken als er sprake is van:

- Een “knikpunt” in de opgave. Een “knikpunt” ontstaat als de externe invloeden op de dijk in de toekomst snel kunnen veranderen. In dit soort gevallen kan gekozen worden om eerst tot het knikpunt te versterken en daarna de dijk verder te versterken.
- Een opgave die zodanig groot is dat het in fases verdelen de impact op de omgeving significant kan beperken.

Bij de Monnickendam Zeedijk is geen sprake van bovenstaande situaties. Er speelt alleen een opgave op gebied van het faalmechanisme stabiliteit binnenwaarts. Het aanpakken van de huidige opgave is urgent. De opgave zal in de toekomst weinig veranderen en er zijn geen duidelijke knikpunten aan te wijzen. De externe invloeden zijn relatief stabiel. Zo wordt er vooral een geringe peilstijging van het Markermeer verwacht (vanaf 2050).

Deze stijging zorgt voor een kleine toename van de stabiliteitsopgave, maar niet voor een hoogteopgave omdat de dijk nog voldoende overhoogte heeft. Ook qua overlast voor de omgeving zien we geen duidelijke knikpunten of mogelijkheden om overlast te beperken met een kortcyclische aanpak.

Per mogelijke oplossingsrichting zijn er de volgende redenen om een ontwerplevensduur van minimaal 50 jaar aan te houden:

- A. Voor de binnenwaartse oplossing is het een kostenefficiënte oplossing om de verbrede berm voor 50 jaar te versterken. Zo kan de benodigde grond in één keer worden verworven, kan de dijk met wegen, kabels en leidingen, in één keer goed worden ingepast in de omgeving en is er maar één keer overlast tijdens de realisatie;
- B. Ditzelfde geldt voor de buitenwaartse asverschuiving;
- C. Bij kruinverlaging is de volledige voorgestelde verlaging nodig om de huidige veiligheidsopgave op te lossen. Minder afgraven lost het veiligheidsprobleem niet op en biedt dus geen mogelijkheid tot een kortcyclische oplossing;
- D. Ruimtebesparende constructieve oplossingen zijn vaak dure oplossingen die moeilijk aanpasbaar en uitbreidbaar zijn. Daarom worden deze in één keer voor 50 of 100 jaar aangelegd.

# Bijlage A: Beoordelings- en afwegingskader

Categorie	Aspect	Criteria	Detailniveau wijze van beoordelen				
			Verkenningfase: Zeef 0: Bouwstenen (t.b.v. samenstellen mogelijke oplossingsrichtingen)	Verkenningfase: Zeef 1: Mogelijke oplossingsrichtingen (naar kansrijke alternatieven)	Verkenningfase: Zeef 2: kansrijke alternatieven (naar Voorkeursalternatief), opgenomen in MER deel 1	Planuitwerkingsfase: uitwerking Voorkeursalternatief in ontwerp tbv Projectbesluit, opgenomen in MER Deel 2	
<b>Techniek</b>							
	Waterveiligheidswinst	De toegevoegde veiligheid als gevolg van de versterkingsmaatregel		Kwantitatief	Kwantitatief	Kwantitatief	
	Uitvoerbaarheid	Ervaring met de toegepaste techniek(en), complexiteit (logistiek) van de uitvoering en planning	Kwalitatief (gericht op evt onoverkomelijke obstakels in (zelfstandig) probleem oplossend vermogen, technische haalbaarheid en beheerbaarheid / onderhoud)	-	Kwalitatief (techniek)	Kwalitatief (techniek)	
	Beheerbaarheid	Gevolgen voor het beheer en onderhoud (inspanning en frequentie) en het beheer tijdens hoogwater.		Kwalitatief van beheerder	Kwalitatief van beheerder	Kwalitatief van beheerder	
	Aanpasbaarheid	Mate waarin toekomstige dijkversterking mogelijk is in hoogte, breedte en sterkte.		Kwalitatief	Kwalitatief	Kwalitatief	
<b>Milieu *</b>							
	Natuur	Effect op N2000-gebieden Effect op NNN-gebieden Effect op overige beschermde gebieden (inclusief KRW) Effect op soorten in N2000 gebieden Effecten op overige beschermde flora en fauna Effecten op biodiversiteit (versterking/afname)	Kwalitatief (gericht op evt onoverkomelijke obstakels in vergunbaarheid van bouwstenen)	Kwalitatief (gericht op vergunbaarheid van oplossingen), deels kwantitatief (effecten op wijzigingen in areaal)	- Kwantitatief (effecten op of wijzigingen in areaal of soorten, waaronder stikstofdepositie in N2000) en kwalitatief (verstoring tijdens uitvoering)	- Kwantitatief (effecten op of wijzigingen in areaal of soorten, waaronder stikstofdepositie in N2000) en kwalitatief (verstoring tijdens uitvoering)	
	Waterkwantiteit	Invloed op grondwaterstanden in relatie tot bebouwd en agrarisch gebied (eventueel ook natuur indien gevoelig) Toename/afname van binnendijks waterbezwaar. Invloed op oppervlaktewater		Kwalitatief	Kwalitatief	Kwalitatief en kwantitatief	
	Waterkwaliteit	Effect op (grond)waterkwaliteit Effect op KRW doelen (ecologische toestand) Effect op KRW doelen (chemische toestand)		-	Kwalitatief	Kwalitatief en kwantitatief	
	Bodem	Verandering van aanwezige verontreinigingen door het geheel of gedeeltelijk verwijderen van deze verontreinigingen Effect op aardkundige waarden (geografische waarden)		-	Kwantitatief (verontreinigingen, mate van vrijkomende grond) en kwalitatief	Kwantitatief (verontreinigingen, mate van vrijkomende grond) en kwalitatief	
	Circulariteit en emissies	Mate waarin met gebiedseigen materiaal kan worden gewerkt (circulaire materiaalbalans) en materialen herbruikbaar zijn in een volgende levenscyclus.		Kwalitatief	Kwantitatief obv MKI (Dubocalc) + globaal materiaalstromenplan	Kwantitatief obv MKI (Dubocalc) + materiaalstromenplan	
		Mate waarin broeikasgasemissies worden beperkt (en/of ingevangen) t.b.v. een klimaatneutraal project		Kwalitatief	Kwantitatief obv MKI (Dubocalc)	Kwantitatief obv MKI (Dubocalc)	
<b>Omgeving*</b>							
	Landschap en ruimtelijke kwaliteit	Effect op ruimtelijk-visuele waarden van het landschap (belevingswaarde, toekomstwaarde, zichtlijnen, open- of beslotenheid, karakteristieke elementen) en inpassing in relatie tot andere deeltracés.		Kwalitatief (gericht op evt onoverkomelijke obstakels in vergunbaarheid van bouwstenen)	Kwalitatief	Kwalitatief	Kwalitatief
	Cultuurhistorie	Invloed op de aanwezige waarden (gewaardeerde cultuurlandschappen, dijklandschappen, beschermde gebouwen)	Kwalitatief		Kwalitatief	Kwalitatief	
	Archeologie	Effect op archeologische verwachtingswaarde en beschermde waarden	Kwalitatief (gericht op vergunbaarheid van oplossingen)		Deels kwantitatief (mate waarin gebieden / areaal wordt geraakt)	Deels kwantitatief (mate waarin gebieden / areaal wordt geraakt)	
	Woon-, werk- en leefmilieu	Invloed op woongenot en bedrijfsfunctie (bebouwing en percelen)	Kwalitatief, deels kwantitatief (aantal te amoveren bedrijven of woningen, areaal)		Deels kwantitatief (amoveren woningen of bedrijven, aantasting percelen, effect op bedrijfsvoering, areaal), deels kwalitatief	Deels kwantitatief (amoveren woningen of bedrijven, aantasting percelen, effect op bedrijfsvoering, areaal), deels kwalitatief	
		Effect op in bestaande functies van percelen (functionaliteit)					
	Landbouw	Verandering areaal	Kwalitatief		Kwalitatief	Kwalitatief	
		Mate van doorsnijding van percelen					
		Effect op agrarische bedrijfsvoering					
	Recreatie en medegebruik	invloed op recreatieve routes en recreatief gebruik van de dijk (wandelen, fietsen), invloed op bestaande horeca en verblijfsfuncties	Kwalitatief		Kwalitatief	Kwalitatief	
	Verkeer	Effect op verkeersveiligheid	Kwalitatief		Kwalitatief (bij bereikbaarheid aandacht voor tijdelijke effecten gedurende uitvoering)	Kwalitatief (bij bereikbaarheid aandacht voor tijdelijke effecten gedurende uitvoering)	
		Effect op verkeersafwikkeling					
		Effect op bereikbaarheid bewoners, bedrijven en hulpdiensten					
	Kabels & leidingen	Effect op kabels & leidingen	-	Kwalitatief	Kwalitatief		
	Hinder tijdens aanleg	Mate waarin hinder tijdens aanleg optreedt, o.a. geluid en stofhinder, trillingen. NB. Verkeersoverlast en bereikbaarheid en effecten op natuur zijn onder andere criteria opgenomen.	-	-	Kwalitatief en waar relevant kwantitatief (obv risicoanalyse)		
<b>Kosten</b>							
	Investeringskosten	Realisatiekosten inclusief vastgoed	Kwalitatief (gericht op evt onoverkomelijke obstakels in kosten en subsidiabiliteit van bouwstenen)	Kwantitatief (berekening met kostenkengetallen)	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering	
	Levensduurkosten	Combinatie van investeringskosten, beheer- en onderhoudskosten en vervangingskosten		Kwantitatief (berekening met kostenkengetallen)	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering	Kwantitatief (met SSK) op basis van LCC-benadering	
	Subsidie	In hoeverre voldoen de oplossingen aan de voorwaarden voor subsidie vanuit het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP)		Kwalitatief	Kwalitatief	Kwalitatief	

\*In Zeef 0 en 1 worden enkel permanente effecten meegenomen. In Zeef 2 en Planuitwerkingsfase worden voor alle milieuaspecten ook 'effecten/hinder tijdens aanleg' kwalitatief meegenomen.

# Bijlage B: Zeef 0

Bouwsteen	Techniek	Milieu	Omgeving	Kosten	Toepasbaarheid dijkvak					Conclusie
					5	6	7	8	9	
Verbreiden binnenberm			Aandachtspunt is impact op agrariër en andere stakeholders aan de binnenzijde van de dijk.		v	v	v	v	v	Toepasbaar in alle dijkvakken.
Verhogen binnenberm			Aandachtspunt is impact op weg N518: bereikbaarheid (o.a. Marken) tijdens uitvoering en ruimtelijke kwaliteit dijk.		v	v	v	v	v	Toepasbaar in alle dijkvakken.
Verflauwen binnentalud	Binnen dit project is alleen verflauwing van het ondertalud effectief.		Aandachtspunt is impact op agrariër en andere stakeholders aan de binnenzijde van de dijk.		v	v	v	v	v	Toepasbaar in alle dijkvakken.
Verlagen kruin	Alleen effectief bij significante overhoogte. Te onderzoeken of/waar dit een zelfstandige oplossing voor de veiligheidsopgave is. Aandachtspunt: kan leiden tot toekomstig hoogtetekort (na ontwerp levensduur / bij verhogen Markermeerpeil).		Aandachtspunt is ruimtelijke kwaliteit van de dijk.		v	v	v	v	v	Toepasbaar in dijkvakken waar er significante overhoogte is (effectiviteit wordt onderzocht).
Buitenwaartse asverschuiving		Aandachtspunt en mogelijk no go is aantasting N2000-gebied Gouwee (bij verschuiving het water in). En circulariteit (meer materiaal nodig).			v	v	v	v	v	Toepasbaar in alle dijkvakken.
Extra (oever)dijk buitendijks		Aandachtspunt en mogelijke no go is aantasting N2000-gebied Gouwee, ondanks mogelijkheden voor ecologische versterking oevers. En circulariteit (erg veel materiaal nodig).	Grote impact op omgeving en aangezicht. Bouwsteen past niet in Ruimtelijk Kader.	Buitenproportioneel hoge kosten i.v.m. volledige aanleg nieuwe kering.	v	v	v	v	v	Door de combinatie van serieuze aandachtspunten en risico's valt deze bouwsteen af.
Drainageconstructie	Beheer is complex en functionaliteit niet gegarandeerd gedurende de levensloop. Beleid HHNK om niet toe te passen.	Aandachtspunt is energiegebruik.		Aandachtspunt zijn de hogere beheerkosten	v	v	v	v	v	Deze bouwsteen valt af i.v.m. beheerbaarheid / conflict met beleid HHNK.
Innovatieve grondoplossingen	Zoals MIP blokstabilisatie of voorbelasting. Extra aandacht nodig voor innovatieproces om effectiviteit en technische haalbaarheid aan te tonen.	Aandachtspunt is circulariteit (gebiedsvreemd materiaal / herbruikbaarheid).			v	v	v	v	v	Deze bouwsteen is mogelijk toepasbaar. Onder welke voorwaarden en op welke locatie wordt nader onderzocht in apart innovatiespoor.
Stabiliteitsconstructie	Extra aandacht nodig voor harde constructies in slappe grond en beheerbaarheid / uitbreidbaarheid in de toekomst.	Aandachtspunt is circulariteit (gebiedsvreemd materiaal / herbruikbaarheid).		Aandachtspunt zijn de relatief hoge kosten.	v	v	v	v	v	Toepasbaar in alle dijkvakken.
Dempensloot	Dit is alleen mogelijk als er een teensloot aan de binnenzijde van de dijk ligt. Te onderzoeken of/waar dit een zelfstandige oplossing voor de veiligheidsopgave is.	Aandachtspunt zijn effecten op (grond)waterhuishouding. Rekening houden met noodzaak tot compensatie watersysteem.	Aandachtspunt is impact op landgebruik agrariër en andere stakeholders aan de binnenzijde van de dijk bij noodzaak tot compensatie sloot verder binnendijks.		v	x	v	x	v	Toepasbaar op locaties met teensloot (effectiviteit moet onderzocht).

Bouwsteen	Techniek	Milieu	Omgeving	Kosten	Toepasbaarheid dijkvak					Conclusie
					5	6	7	8	9	
Geleidelijke land/water overgangen buitendijks, bv. i.h.k.v. PAGW		Aandachtspunt en mogelijk no go is aantasting bestaande waarden N2000-gebied Gouwzee, ondanks beoogde ecologische versterking.		Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar, mits ecologisch vergunbaar. Vooral synergie met vooroeverdijk (die afvalt als bouwsteen).
Natuurvriendelijke oevers binnendijks (sloten en/of braken)			Aandachtspunt is extra ruimtebeslag i.r.t. huidig landgebruik bij toepassing in sloten.	Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar bij sloten of open water aan de binnenzijde. Mogelijk synergie met binnenwaarste bermverbreding / taludverflauwing. Bij meerkosten moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.
Bloemrijke taluds				Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar. Synergie bij maatregelen aan talud.
Verbreden fietspad		Aandachtspunt is mogelijke verstoring natuur.	Vanuit ruimtelijk kader kruin maximaal 3 meter breed.	Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar. Synergie bij maatregelen aan kruin.
Trap naar water nabij wijk Bereklaauw		Aandachtspunt vormen effecten van (zwem)recreatie op bestaande waarden N2000-gebied Gouwzee. Plus bij faciliteren zwemmen rekening houden met kwaliteitseisen zwemwater.		Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	x	x	x	In principe toepasbaar, mits ecologisch vergunbaar.
Creëren rustpunten t.b.v. recreatie / beleefbaar maken cultuurhistorie		Aandachtspunt is mogelijke verstoring natuur.		Bij meerkosten moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar.
Zonnepanelen op de dijk	Aandachtspunt zijn mogelijke belemmering voor dijkbeheer.		Aandachtspunt zijn effecten op ruimtelijke kwaliteit.	Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	x	v	v	v	v	Bouwsteen valt mogelijk af vanwege aandachtspunten o.b.v. bestuurlijk besluit waterschap.
Horizontale of verticale warmtewisselaar	Aandachtspunt bij plaatsen in de dijk zijn mogelijke effecten op de waterveiligheid en beperkingen in uitbreidbaarheid.	Aandachtspunten bij vergravingen is bodemkwaliteit.	Aandachtspunten bij vergravingen is archeologie.	Er moet aan voorwaarden meekoppelkansen worden voldaan.	v	v	v	v	v	In principe toepasbaar, mits voldaan aan aandachtspunten.





Together with our clients and the collective knowledge of our 18,500 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together