



Kennisprogramma Natte Kunstwerken  
*Kennisplan 2024*

*Vervangings- en renovatieopgave  
natte kunstwerken in Nederland*

Kennisbijdrage:

## **Ontwikkelen systematiek voor uitwerken opties**

Iteratieve werkwijze Stap 3 –  
Ontwikkelen van oplossingsrichtingen,  
varianten en een voorkeursvariant

### **Auteurs**

Nienke Kramer	(Deltares)
Noor ten Harmsen van der Beek	(Deltares)
Joost Bredeveld	(Deltares)
Ileen de Kat	(Rijkswaterstaat)
Albert Barneveld	(Rijkswaterstaat)
Herbert Berger	(Rijkswaterstaat)

kenmerk	: KpNK-2024-KV2-opties-a010
versie	: 1.0
datum publicatie	: 31 december 2024





## Voorwoord

### Kennisprogramma Natte Kunstwerken

Sluizen, stuwen, gemalen en stormvloedkeringen zijn belangrijke assets waarvoor beheerders zoals Rijkswaterstaat en de waterschappen verantwoordelijk zijn. Veel van deze natte kunstwerken in de waterinfrastructuur bereiken de komende decennia het einde van hun (technische en/of functionele) levensduur. Zij kunnen daardoor hun functies naar verwachting niet meer adequaat blijven uitoefenen. Dit zal ten koste gaan van de mate waarin de waterinfrastructuur voldoet aan betrouwbaarheidseisen. In het kader van goed assetmanagement staan we dan ook voor de enorme opgave om deze kunstwerken te vervangen of te renoveren. Welke kennis hebben we nodig om dat efficiënt, kostenbesparend en toekomst-bestendig aan te pakken?

**Deltares**

**MARIN**



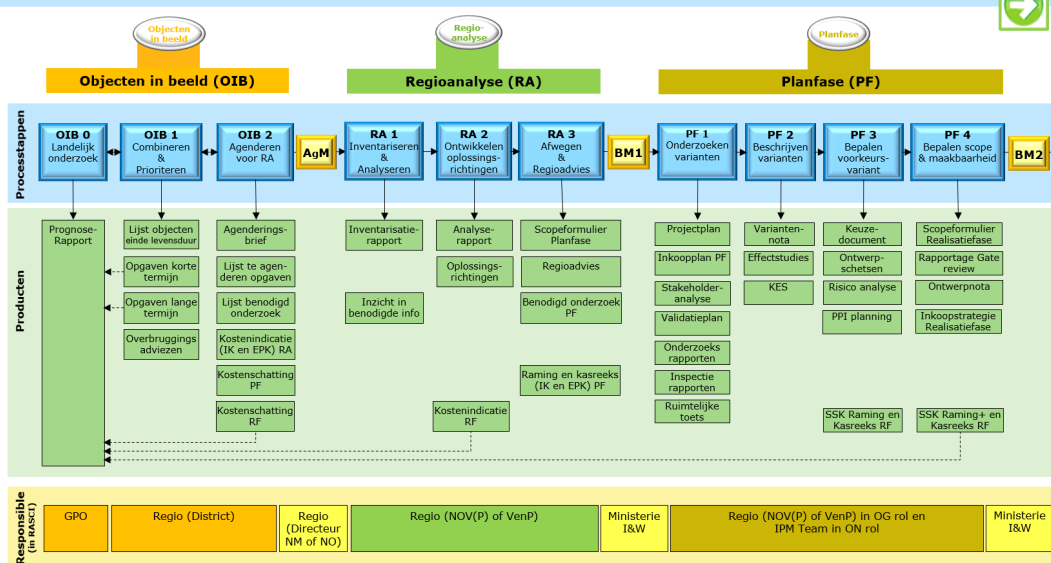
**TNO**

In het Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK) ontwikkelen en bundelen Deltares, MARIN, TNO en Rijkswaterstaat deze kennis op basis van de Samenwerkingsovereenkomst Natte Kunstwerken.

### Werkwijze vervangings- en renovatieproces

De laatste jaren richten we ons niet meer uitsluitend op een-op-een vervanging van kunstwerken. We zoeken steeds meer naar mogelijkheden om hun levensduur te verlengen en (noodzakelijke) ingrepen te koppelen aan gebieds- en netwerkontwikkelingen en aan functionele ontwikkelingen. Rijkswaterstaat heeft als assetmanager een vernieuwde werkwijze voor dit vervangings- en renovatieproces (VenR) opgesteld om een uniform en systematisch proces te hebben waarmee een VenR-maatregel transparant onderbouwd kan worden (zie Figuur 1).

## Procesketen VenR (tot aan Realisatie)



Figuur 1: Procesketen VenR binnen Rijkswaterstaat

Deze procesketen vormt de basis waar de kennisontwikkeling van het kennisprogramma aan bijdraagt.



### **Twee-stappen-benadering en drie kernvragen**

De kennis die we ontwikkelen binnen het Kennisprogramma Natte Kunstwerken draagt bij aan de stapsgewijze-benadering binnen deze Procesketen VenR:

- stap 1 (*Objecten in Beeld*): richt zicht op (het einde van) de technische levensduur van een kunstwerk en het agenderen van de VenR-opgave in het *Prognose rapport*;
- stap 2 (*Regioanalyse*): brengt vooral de relatie in kaart tussen het kunstwerk en de netwerken waar het (samen met andere kunstwerken) deel van uitmaakt. In het resulterende *Regioadvies* gaat het ook over (het einde van) de functionele levensduur.

Inhoudelijk vindt het onderzoek plaats aan de hand drie *kernvragen*:

1. Hoe lang gaat mijn kunstwerk nog mee, zowel technisch als functioneel?
2. Welke alternatieven heb ik, behalve een-op-een vervanging?
3. Hoe weeg ik de alternatieven tegen elkaar af?

### **Programmaplan, jaarlijkse kennisplannen en samenwerking**

Het programmaplan omvat de achtergronden en ambities voor de gehele looptijd van het Kennisprogramma Natte Kunstwerken. Jaarlijks worden deze ambities uitgewerkt in een kennisplan en een bijbehorend financieringsplan. Andere partijen zoals waterschappen, adviesbureaus en andere (commerciële) organisaties, nodigen we uitdrukkelijk uit om deel te nemen aan het gezamenlijk uitvoeren van een kennisplan, bijvoorbeeld met kennisbijdragen in voor hen relevante onderzoeksprojecten, met praktijkervaringen of financiële bijdragen.

### **Resultaten delen**

Bijdragen en onderzoeksresultaten uit ons Kennisprogramma Natte Kunstwerken delen we met de hele sector via onze website ([www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl](http://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl)) en op andere manieren.

Hieronder vindt u een kennisbijdrage binnen werkpakket 2.1 'Ontwikkelen systematiek voor uitwerken opties' uit het kennisplan 2024. Het omvat eerst de samenvatting van het onderzoek 'Iteratieve werkwijze Stap 3 - Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant'. Deze activiteit is namens het Kennisprogramma Natte Kunstwerken geleid door Deltares en Rijkswaterstaat. Na de samenvatting vindt u het volledige onderzoeksverslag in de vorm van een rapport.

N.B. Het volledige rapport is gelijk aan het originele document van Deltares, met uitzondering van het titelblad. Bij publicatie van dit onderzoeksverslag op de KpNK-website, is deze om privacyredenen verwijderd.



## Kennisprogramma Natte Kunstwerken *Kennisplan 2024*

### Meer informatie

- Het Kennisprogramma Natte Kunstwerken is de uitwerking van de onderzoeklijn 'Toekomstbestendige Natte Kunstwerken' binnen het Nationaal Kennisplatform voor Water en Klimaat (NKWK). Zie [www.waterenklimaat.nl](http://www.waterenklimaat.nl)

**NKWK**

- Voor meer informatie over het programma Kennisprogramma Natte Kunstwerken, zie [www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl](http://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl).



- Voor vragen over het Kennisprogramma Natte Kunstwerken en het kennisplan 2024 kunt u terecht bij Martine Brinkhuis, email [martine.brinkhuis@rws.nl](mailto:martine.brinkhuis@rws.nl)
- Voor vragen over de voorliggende kennisbijdrage kunt u terecht bij de auteurs:

Nienke Kramer            nienke.kramer@deltares.nl

Ileen de Kat              ileen.de.kat@rws.nl



Kennisprogramma Natte Kunstwerken  
*Kennisplan 2024*



## Samenvatting

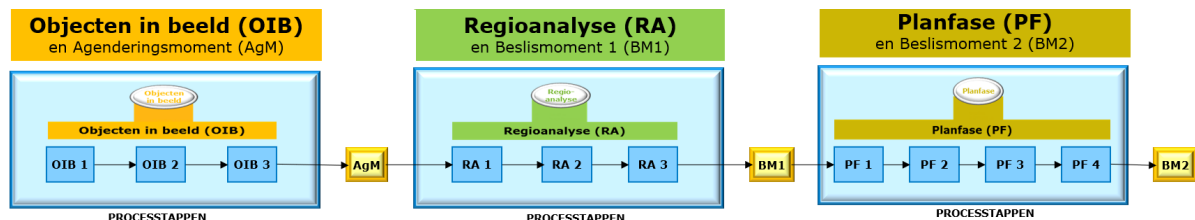
# Ontwikkelen systematiek voor uitwerken opties

## Iteratieve werkwijze Stap 3 – Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en een voorkeursvariant

Hieronder vindt u een kennisbijdrage van het werkpakket 'Ontwikkelen systematiek voor uitwerken opties' uit het kennisplan 2024 van Kernvraag 2 en 3. De bijdrage – geleid door Deltares en RWS - omvat de samenvatting van het onderzoek 'Iteratieve werkwijze Stap 3 - Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en een voorkeursvariant'. Na de samenvatting vindt u het volledige onderzoeksverslag in de vorm van een rapport.

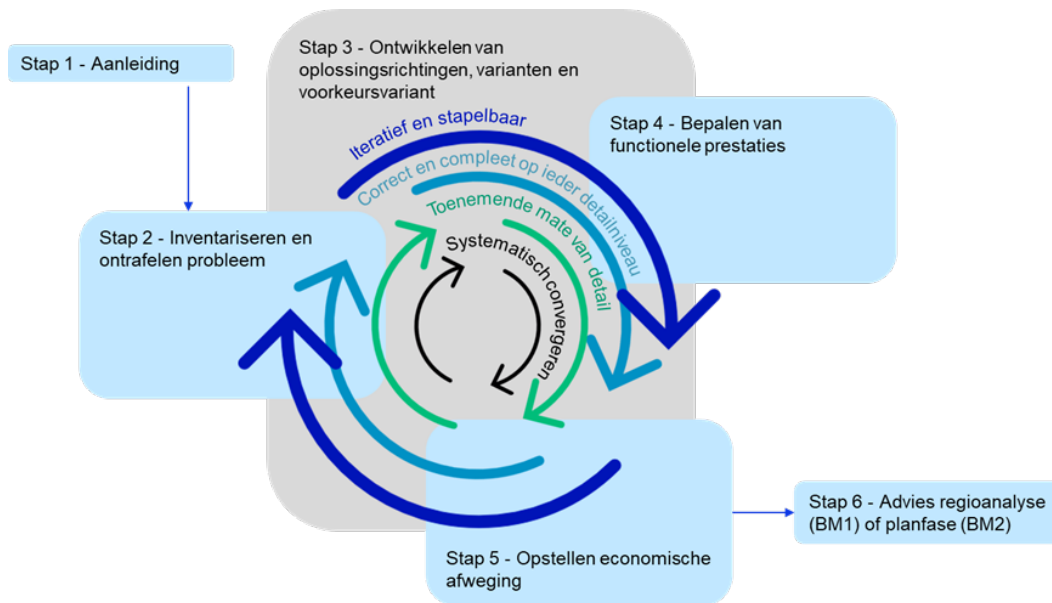
### Aanleiding en probleemstelling

Om het besluitvormingsproces rondom de Vervanging en Renovatie (VenR) van kunstwerken te ondersteunen heeft Rijkswaterstaat een werkproces (zie Figuur 1) opgezet, bestaande uit onder meer Objecten in beeld, Regioanalyse en Planfase. Tussendoor zijn er verschillende beslismomenten. De Doorklikplaat VenR beschrijft dit werkproces en biedt hulpmiddelen voor de uitvoering.



Figuur 1: Versimpelde weergave van deel werkproces volgens Doorklikplaat VenR

Om de Regioanalyse en Planfase uit dit werkproces goed te doorlopen, is in het KpNK de iteratieve werkwijze ontwikkeld. Hiermee kunnen beslismomenten 1 en 2 (BM1 – voorbereid in de Regioanalyse en BM2 – voorbereid in de Planfase) goed, transparant, en navolgbaar voorbereid en onderbouwd worden (Figuur 2). De iteratieve werkwijze wordt op hoofdlijnen toegelicht in het [hoofdrapport](#).



Figuur 2: Iteratieve werkwijze om onderbouwd te komen tot oplossingsrichting, varianten en voorkeursvariant voor objecten met einde levensduur.

Een belangrijk onderdeel in de onderbouwing van een VenR-beslissing is het systematisch en transparant ontwikkelen en onderbouwen van een VenR oplossingsrichting voor de Regio-analyse, en van varianten en een voorkeursvariant voor de Planfase.

### Onderzoeksvraag (WAT)

Het doel van de iteratieve werkwijze is om de VenR-coördinatoren van Rijkswaterstaat te ondersteunen bij het doorlopen van het VenR-werkproces (Figuur 1). De onderzoeksvraag specifiek voor deze stap in de iteratieve werkwijze is: Hoe kunnen binnen de iteratieve werkwijze op systematische wijze oplossingsrichtingen, varianten en een voorkeursvariant worden ontwikkeld?

### Onderzoeksaanpak en -methode (HOE)

De ontwikkelde iteratieve werkwijze en de bijbehorende onderdelen zijn tot stand gekomen in co-creatie tussen Rijkswaterstaat en Deltares. Hiervoor is gebruikgemaakt van verschillende werk- en onderzoeksmethoden: literatuurstudies, werksessies met het projectteam, werksessies ter ondersteuning van daadwerkelijke VenR-besluitvorming (praktijkcases), interviews en data-analyses.

Drie praktijkcases hebben er nadrukkelijk aan bijgedragen om een antwoord op bovenstaande onderzoeksvraag te vinden: de Regioanalyses voor de Maasstuwen en het Julianakanaal, en een fictieve damwanden-case.

### Onderzoekresultaten en synthese

Het rapport van stap 3 beschrijft hoe wordt gezocht naar een oplossingsrichting of voorkeursvariant die voldoet aan de functionele prestatie-eisen en die economisch efficiënt is. Vervolgens wordt laten zien op welke manier naar een oplossingsrichting is toegewerkt binnen de cases Maasstuwen, Julianakanaal en de fictieve damwanden case.





### **Evaluatie en vooruitblik**

De iteratieve werkwijze (inclusief deze derde stap) is klaar om te gebruiken voor VenR-teams. Aan de hand van toepassing in de praktijk zal moeten blijken of deze werkwijze daadwerkelijk leidt tot goed onderbouwde VenR-beslissingen, en waar eventuele verbeterpunten nodig zijn.

Zie voor verdere uitleg over de (totstandkoming) van de iteratieve werkwijze ook de kennisbijdrage '[Hoofdrapportage](#)'.



Kennisprogramma Natte Kunstwerken  
*Kennisplan 2024*

## Afronding en landing (raamwerk, landingsplekken)

Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant - Stap 3 in de iteratieve werkwijze



## **Afronding en landing (raamwerk, landingsplekken)**

Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant - Stap 3 in de iteratieve werkwijze

### **Auteur(s)**

Nienke Kramer

Mark de Bel

Noor ten Harmsen van der Beek

Joost Breedevelt

Albert Barneveld (RWS-WVL)

Ileen de Kat (RWS-WVL)

Anna Krabbe-Lugnér (RWS-WVL)

Jan Helmer (RWS-WVL)

Herbert Berger (RWS-WVL)

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Context Kennisprogramma Natte Kunstwerken	7
1.2	Doel en doelgroep	8
1.3	Iteratieve werkwijze	8
1.4	Stap 3	9
<b>2</b>	<b>Stap 3 uit de iteratieve werkwijze</b>	<b>10</b>
2.1	Doorlopen Stap 3	10
2.2	Hoe itereren binnen de iteratieve werkwijze bij ontwikkelen oplossingsrichting en voorkeursvariant t.b.v. VenR	12
<b>3</b>	<b>Uitwerking bottom-up en top-down benadering in de praktijk</b>	<b>16</b>
3.1	Inleiding	16
3.2	Julianakanaal (bottom-up)	16
3.2.1	Inleiding	16
3.2.2	Inventarisatie en ontrafelen probleem (stap 2)	16
3.2.3	Mogelijke maatregelen definiëren	17
3.2.4	Convergeren en scope bepalen	18
3.2.5	Komen tot kansrijke maatregelen en uitgangspunten Planfase	18
3.2.6	Scheepvaart	19
3.3	Weurt Heumen (top-down)	21
3.3.1	Inleiding	21
3.3.2	Aanpak	21
3.4	Fictieve case oeverconstructies (top-down)	22
3.4.1	Inleiding	22
3.4.2	Aanpak	22
<b>4</b>	<b>Referenties</b>	<b>26</b>
<b>A</b>	<b>Maatregelentabel Julianakanaal</b>	<b>27</b>
<b>B</b>	<b>Tabel drivers-functies Julianakanaal</b>	<b>28</b>
<b>C</b>	<b>Tabel maatregelen-functies Julianakanaal</b>	<b>29</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Context Kennisprogramma Natte Kunstwerken

Sluizen, stuwen, gemalen, stormvloedkeringen en damwandconstructies zijn belangrijke assets (ook wel natte kunstwerken genoemd) voor het waterbeheer waar beheerders zoals Rijkswaterstaat en de waterschappen voor verantwoordelijk zijn. Gezien de ontwerphorizon, conditie en prestatie van deze natte kunstwerken in de waterinfrastructuur bereiken veel (onderdelen) van deze objecten de komende decennia het einde van hun levensduur (Rijkswaterstaat, 2022). Zij kunnen daardoor hun functies niet meer adequaat blijven uitvoeren. Zonder aanpassingen zal dit dan ten koste gaan van de betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid en/of veiligheid van de waterinfrastructuur. In sommige gevallen raakt het ook de veiligheid van de burger (bv. het niet-sluiten van een spuisluis of uitval van een gemaal). In het kader van goed assetmanagement staan beheerders als Rijkswaterstaat dan ook voor een grote opgave om tot toekomstbestendige (investerings-)beslissingen te komen bij het vervangen of renoveren (VenR) van deze kunstwerken. Sinds 2024 heet VenR Vernieuwing binnen Rijkswaterstaat. In dit rapport wordt nog de term VenR aangehouden aangezien de implementatie van deze verandering (en bijbehorende terminologie) nog bezig is.

Wanneer een nat kunstwerk bijna einde levensduur bereikt, dient onderbouwd afgewogen te worden welke oplossingsrichting voor dit kunstwerk wordt gekozen: niets doen, levensduurverlengend onderhoud, VenR of nieuwe aanleg. Bij de onderbouwing dient goed in beeld te worden gebracht wat de functie van het natte kunstwerk in het bijbehorende netwerk en gebied is, naast effecten van socio-economische, klimatologische en beleidsmatige ontwikkelingen. Indien voor het verouderde natte kunstwerk, wordt gekozen voor de oplossingsrichting VenR dan heeft Rijkswaterstaat een uniform en systematisch werkproces opgesteld waarmee - vanaf de verkennende fase - een VenR-maatregel transparant en herleidbaar onderbouwd kan worden. De zogenoemde Doorklikplaat VenR visualiseert dit proces van de te doorlopen deelstappen en de op te leveren resultaten in dit werkproces.

In het Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK) ontwikkelen en bundelen Deltares, MARIN, TNO en Rijkswaterstaat de technische, functionele en economische kennis die nodig is om de besluitvorming omtrent de VenR-opgave bij de civiele en bewegende delen van natte kunstwerken effectief, efficiënt, transparant en toekomstbestendig te onderbouwen. De kennisontwikkeling in het KpNK draagt bij aan twee fasen van het VenR-proces, namelijk de Regioanalyse en Planfase, en vindt inhoudelijk plaats langs de volgende drie kernvragen:

- 1 Kernvraag 1: Hoe lang gaat mijn kunstwerk nog mee, zowel technisch als functioneel?
- 2 Kernvraag 2: Hoe kunnen oplossingsrichtingen<sup>1</sup> en varianten<sup>2</sup> voor VenR systematisch uitgewerkt en onderbouwd worden?
- 3 Kernvraag 3: Hoe weeg ik oplossingsrichtingen en VenR-varianten in termen van kosten en baten tegen elkaar af?

---

<sup>1</sup> VenR-oplossingsrichtingen: niets doen, levensduurverlengend onderhoud, vervangen en renoveren, en aanleg

<sup>2</sup> Een variant is hier een verdere uitwerking van een oplossingsrichting. Binnen het VenR-proces wordt toegewerkt naar een voorkeursvariant.



## 1.2 Doel en doelgroep

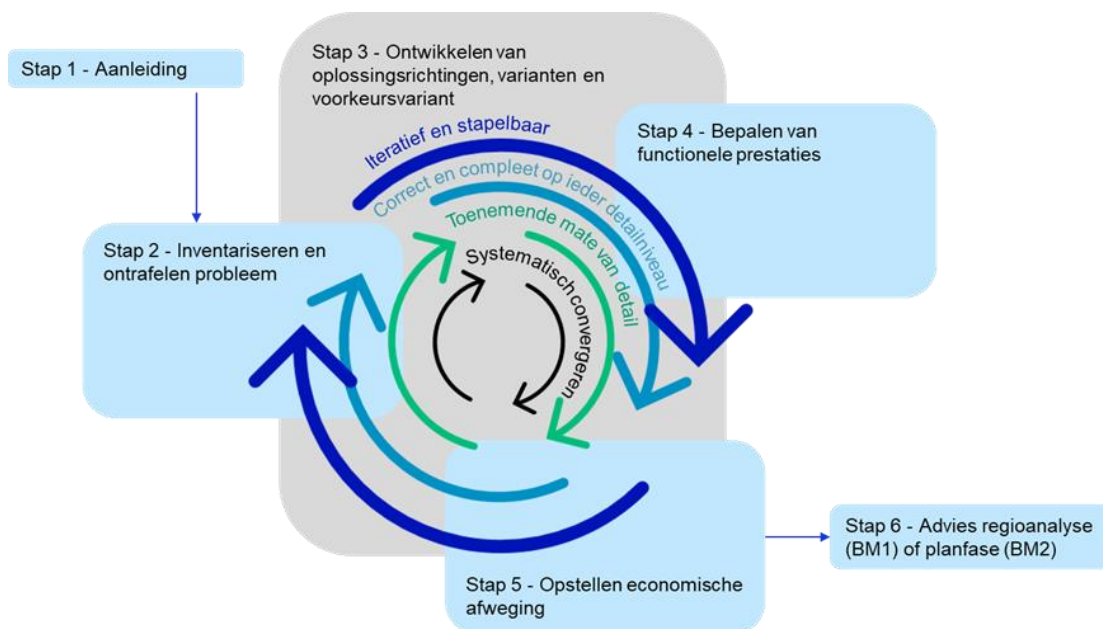
In het KpNK is door Rijkswaterstaat en Deltares ten behoeve van het doorlopen van de Regioanalyse en Planfase volgens de VenR-doorklikplaat een iteratieve werkwijze ontwikkeld (zie het hoofdrapport over de iteratieve werkwijze (KpNK, 2024a)). Deze iteratieve werkwijze heeft als doel te komen tot een goede onderbouwing van de te nemen beslissing. De aanpak kenmerkt zich door een stapelbare en stapsgewijze aanpak waarbij steeds meer in detail kan worden gegaan (zie ook Figuur 1.1).

Aan de hand van deze iteratieve werkwijze kunnen de adviezen met betrekking tot de oplossingsrichting(en) in de Regioanalyse en het daarbij behorende beslismoment 1 (BM15) én de adviezen met betrekking tot de varianten in de Planfase en het daarbij behorende beslismoment 2 (BM26) goed onderbouwd worden. Centraal in de iteratieve werkwijze staat de prestatie van een netwerk of kunstwerk - i.e. de mate waarin het voldoet aan de gestelde eisen en/of wensen. Op die manier wordt de functionele prestatie (KpNK, 2024d) gebruikt om het huidige en toekomstige functioneren van een nat kunstwerk of bijbehorend netwerk(deel) te bepalen, knelpunten op beide niveaus vast te stellen en (daarmee) systematisch oplossingsrichtingen en varianten uit te werken. Het concept van prestatie is uiteraard breder toepasbaar; bevindingen van het KpNK zijn daarom ook los van de iteratieve werkwijze te gebruiken.

De genoemde iteratieve werkwijze is bedoeld als hulpmiddel voor de teams die – onder leiding van de betreffende regionale directies van Rijkswaterstaat - gezamenlijk het werkproces volgens de VenR-Doorklikplaat gaan doorlopen bij het in zicht komen van einde levensduur van een nat kunstwerk. Het biedt de VenR-coördinator van de regio een handvat voor een werkwijze die hij/zij kan volgen om systematisch te komen tot een goede onderbouwing van de oplossingsrichting(en) voor BM1 (voorbereid in de Regioanalyse) en varianten en voorkeursvariant voor BM2 (voorbereid in de Planfase) in het VenR-werkproces.

## 1.3 Iteratieve werkwijze

De iteratieve werkwijze is schematisch weergegeven in de navolgende figuur (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Iteratieve werkwijze om onderbouwd te komen tot oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant voor objecten met einde levensduur.

Doel van de iteratieve werkwijze is om voor een object onderbouwd te komen tot een oplossingsrichting in de Regioanalyse (BM1) of tot varianten inclusief voorkeursvariant in de Planfase (BM2).

Een belangrijke eigenschap van de iteratieve werkwijze is 'stapelbaarheid'. Hiermee wordt een herhaling van processtappen bedoeld waarbij in iedere herhaling (iteratie) er meer en/of betere informatie wordt verkregen voor onderbouwing van keuzes en waarbij nieuwe informatie aansluit bij eerdere, en mogelijk grovere, informatie. Er wordt stapsgewijs gewerkt, van grof naar fijn en met voortschrijdend inzicht, om onderbouwd te komen tot in steeds meer detail onderbouwde VenR-beslissingen (hier de oplossingsrichting, varianten en voorkeursvariant). Verkregen informatie, uitgangspunten, berekeningen en beargumenteerde keuzes worden als onderdeel van de ontwikkelde werkwijze transparant en eenduidig opgeschreven zodat bij vervolgvragen in het VenR-proces hier op kan worden voortgebouwd en de onderbouwing van keuzes tot een juist detailniveau kan worden gebracht. In de werkwijze wordt rekening gehouden met de verschillende functies van natte kunstwerken en (onzekere) toekomstige ontwikkelingen (drivers). Er is bij de opzet van de werkwijze zoveel mogelijk aangesloten bij de gangbare werkwijzen van Rijkswaterstaat (VenR-proces en -Doorklikplaat).

Een uitgebreide beschrijving van de volledige iteratieve werkwijze is beschikbaar in het hoofdrapport over de iteratieve werkwijze (KpNK, 2024a). Voor de afzonderlijke Stappen 2, 3, 4 en 5 zijn separate rapporten beschikbaar.

## 1.4 Stap 3

Het voorliggende rapport gaat in op de derde stap van de werkwijze: ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant. In hoofdstuk 2 wordt Stap 3 nader toegelicht en in hoofdstuk 3 wordt ingegaan hoe deze Stap 3 is toegepast bij drie cases.

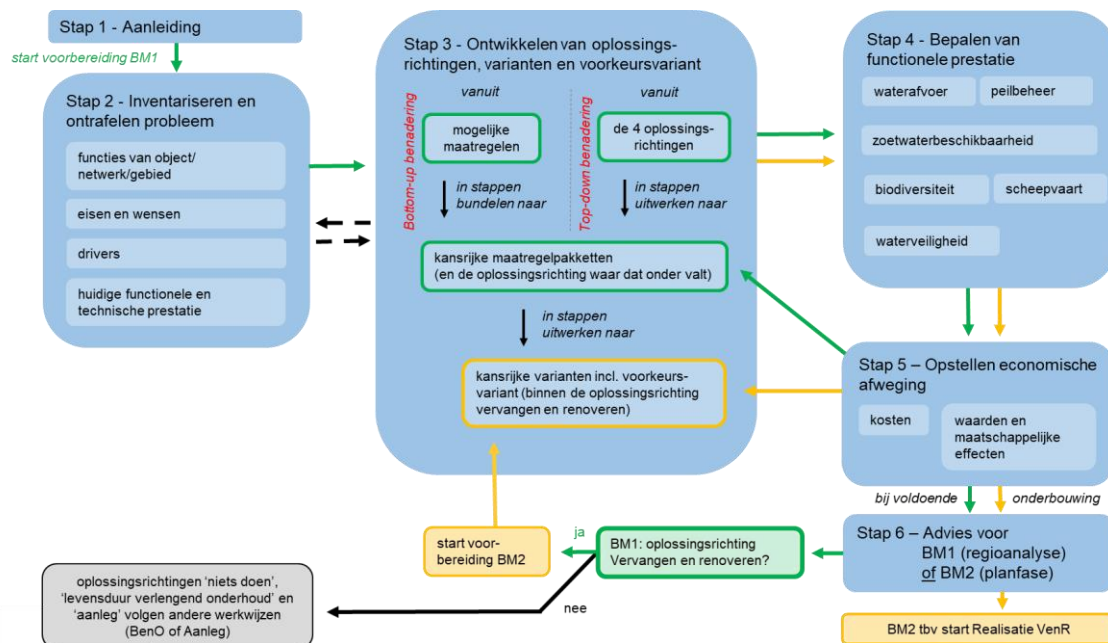


## 2 Stap 3 uit de iteratieve werkwijze

### 2.1 Doorlopen Stap 3

De iteratieve werkwijze itereert tussen de Stappen 2 t/m 5, waarbij Stap 3 centraal staat: het steeds verder ontwikkelen en onderbouwen van een oplossingsrichting voor de Regioanalyse en daarna voor het ontwikkelen van varianten en een voorkeursvariant voor de Planfase (indien oplossingsrichting VenR is).

In Figuur 2.1 is de iteratieve werkwijze op hoofdlijnen geschetst. Om deze werkwijze beter te begrijpen is de meer gedetailleerdere figuur weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Iteratieve werkwijze, meer gedetailleerde uitwerking. Groen hoort bij Regioanalyse en geel bij de Planfase.

Stap 3 volgt op Stap 2 waarin een brede inventarisatie is gedaan van functies, eisen en wensen, drivers (toekomstige ontwikkelingen) en de functionele en technische prestaties van de huidige objecten. Deze informatie wordt gebruikt als start van Stap 3, waar ten behoeve van BM1 als eerste een logische oplossingsrichting wordt voorbereid. De mogelijke oplossingsrichtingen zijn: niets doen, levensduurverlengend onderhoud, vervanging en renovatie (VenR) of aanleg (MIRT). Aan de hand van praktijkcasussen is gebleken dat het voorbereiden van de oplossingsrichting op twee manieren vorm kan krijgen, namelijk bottom-up en top-down.

#### Bottom-up benadering

Hier worden allerlei mogelijke maatregelen bedacht en beoordeeld door een team experts op gebied van bijvoorbeeld technische, hydrologische, ecologische en economische prestaties. De mogelijke maatregelen vloeien voort uit de probleemanalyse samen met de eisen en wensen voor het kunstwerk en systeem (Stap 2).

Deze maatregelen worden via Stap 4 (functionele prestatie) en Stap 5 (economische afweging) getoetst op functionele prestatie-eisen en economische meerwaarde en gebundeld in één of meer kansrijk(e) maatregelpakket(ten) of varianten. Gelijktijdig wordt de bijbehorende oplossingsrichting bepaald. In Figuur 2.1 wordt deze iteratieslag weergegeven met de groen omkaderde blokken en groene pijlen

#### *Top-down benadering*

Bij de top-down benadering wordt voor de vier oplossingsrichtingen globaal gekeken naar de mogelijke maatregelen binnen de oplossingsrichting. De vier oplossingsrichtingen, incl. bijbehorende mogelijke maatregelen, doorlopen vervolgens Stap 4 en 5 één of meerdere malen (iteratief, volg groene pijlen), waarna één oplossingsrichting onderbouwd gekozen wordt. Deze oplossingsrichting wordt daarna in stappen uitgewerkt tot één of meer kansrijk(e) maatregelpakket(ten) door een multidisciplinaire team van experts. Stap 4 (functionele prestatie) en Stap 5 (economische afweging) worden tenminste éénmaal doorlopen om te bepalen welke maatregelen/maatregelpakketten kansrijk zijn (groen omkaderde blokken en groene pijlen).

#### *Komen tot een oplossingsrichting – met behulp van iteraties*

Voor zowel het bottom-up als het top-down spoor geldt dat de Stappen 3 t/m 5 minimaal één maal moeten worden doorlopen (volg groene pijlen). Als bijvoorbeeld levensduurverlengend onderhoud de oplossingsrichting wordt dan kunnen er gevolgen zijn voor de functionele prestatie van het kunstwerk, die getoetst moeten worden op de functionele prestatie-eisen en economische prestaties. Geeft de toetsing van de kansrijke maatregelen voor levensduurverlengend onderhoud voldoende onderbouwing van deze voorgestelde oplossingsrichting dan wordt dit vastgelegd in de Regioanalyse (Regioadvies) en gaat het door naar BM1. Is de onderbouwing onvoldoende, dan volgt een nieuwe iteratieronde van Stap 2 t/m 5 met extra informatie, een eventuele aanpassing van de maatregel, of eventueel een aanpassing van eisen en wensen (Stap 2). Er wordt net zolang geïtereerd tot er een voldoende onderbouwde oplossingsrichting (inclusief kansrijke maatregelen) gegenereerd is ten behoeve van het opstellen van het Regioadvies en daaropvolgend te nemen Beslissingsmoment 1 (vaststellen oplossingsrichting), Stap 6.

Uiteindelijk wordt dus een voldoende onderbouwde oplossingsrichting opgesteld inclusief een kansrijke maatregel/maatregelenpakket welke opgenomen en beschreven worden in de Regioanalyse (Stap 6). De oplossingsrichting wordt vervolgens vastgesteld in BM1. Na vaststellen van een oplossingsrichting in BM1 zijn twee routes mogelijk.

#### *Oplossingsrichtingen: niets doen, levensduurverlengend onderhoud of aanleg*

Is de oplossingsrichting niets doen, levensduurverlengend onderhoud of aanleg dan stopt het VenR-proces en wordt het verder opgepakt binnen de werkwijze Beheer en Onderhoud of Aanleg. Zodra de oplossingsrichting Aanleg is valt het project onder MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport). De oplossingsrichting Aanleg wordt in dit document niet behandeld, alhoewel de iteratieve werkwijze ook voor MIRT-verkenningen van toepassing kan zijn.

### *Oplossingsrichting: VenR*

Is de oplossingsrichting vervanging en renovatie (VenR) dan is dit de start (gele blok en gele pijlen) van de voorbereiding voor BM2 (onderbouwd opstellen varianten en voorkeursvariant). Er wordt iteratief weer naar stap 3 gegaan (geel omkaderde blok in Stap 3). Nu worden echter in Stap 3 binnen de oplossingsrichting VenR de kansrijke maatregelen of maatregelenpakketten in stappen uitgewerkt naar kansrijke varianten en een voorkeursvariant waarvan vervolgens weer de functionele prestaties (stap 4) en economische afweging (Stap 5) bepaald en opgesteld worden (volg gele pijlen):

- bij voldoende onderbouwing van varianten en voorkeursvariant worden deze geadviseerd richting BM2 (Stap 6)
- bij onvoldoende onderbouwing varianten en voorkeursvariant wordt stap 2 opnieuw gecheckt en worden de stappen 3 t/m 5 in meer detail op specifieke variabelen doorlopen. Dit iteratieve proces wordt net zo vaak herhaald totdat goed onderbouwde varianten en een voorkeursvariant zijn opgesteld voor advisering richting BM2.

Na vaststelling voorkeursvariant in BM2 van de Planfase start de daadwerkelijke VenR-realisatie van het natte kunstwerk. Deze fase valt buiten de scope van het voorliggend rapport.

## 2.2 Hoe itereren binnen de iteratieve werkwijze bij ontwikkelen oplossingsrichting en voorkeursvariant t.b.v. VenR

De iteratieve werkwijze is geschikt voor het opstellen van onderbouwd advies bij twee stappen in het VenR-proces (zie ook rapport ' hoofd rapport iteratieve werkwijze'), namelijk:

- de Regioanalyse: Hier wordt onderbouwd afgewogen wat een realistische oplossingsrichting is; dit wordt vastgelegd in het Regioadvies wat de basis is voor BM1 (BeslisMoment 1)
- de Planfase: Hier worden varianten binnen de oplossingsrichting VenR ontwikkeld en onderbouwd en afgewogen wat de voorkeursvariant is; dit is de basis voor BM2 (BeslisMoment 2).

Hierna wordt de iteratieve werkwijze meer in detail uitgelegd aan de hand van de te doorlopen iteraties om te komen tot kansrijke maatregelen en bijbehorende oplossingsrichting voor de Regioanalyse ten behoeve van BM1.

Let op: Voor het bepalen van varianten en voorkeursvariant als advies voor de Planfase werken de iteraties op een zelfde wijze: in plaats van mogelijke maatregelen wordt er dan gewerkt met varianten, in plaats van het zoeken naar kansrijke maatregelen inclusief oplossingsrichting wordt er gezocht naar de voorkeursvariant voor BM2.

### Voorbeeld – uitwerking iteratieproces voor bepalen kansrijke maatregelen incl. bijbehorende oplossingsrichting

In Stap 3 worden door een multidisciplinair team van experts op gebied van bijvoorbeeld technische, hydrologische, ecologische en economische prestaties mogelijke maatregelen opgesteld die voldoen aan de eisen en wensen opgesteld in Stap 2.

Deze mogelijke maatregelen worden getoetst op alle functionele prestatie-eisen van de diverse functies (Stap 4) en de economische haalbaarheid (kostenefficiënt haalbaar bij beoogde baten, Stap 5). Na doorlopen van de stappen 3 t/m 5 kan bepaald worden of de mogelijke maatregel voldoet aan de gestelde functionele eisen en/of economische haalbaarheid. Er zijn dus 4 mogelijke uitkomsten:

- 1 Maatregel is kansrijk; voldoet aan de benodigde functionele prestaties en is economische haalbaar.
- 2 Maatregel is potentieel kansrijk; voldoet aan de benodigde functionele prestaties en is mogelijk economisch haalbaar (meer informatie is nodig).
- 3 Maatregel is potentieel kansrijk; economisch haalbaar en voldoet mogelijk aan de functionele prestaties (meer informatie nodig).
- 4 Maatregel is niet kansrijk; voldoet niet aan de functionele eisen én/of is economisch niet haalbaar (te duur in vergelijking met de baten).

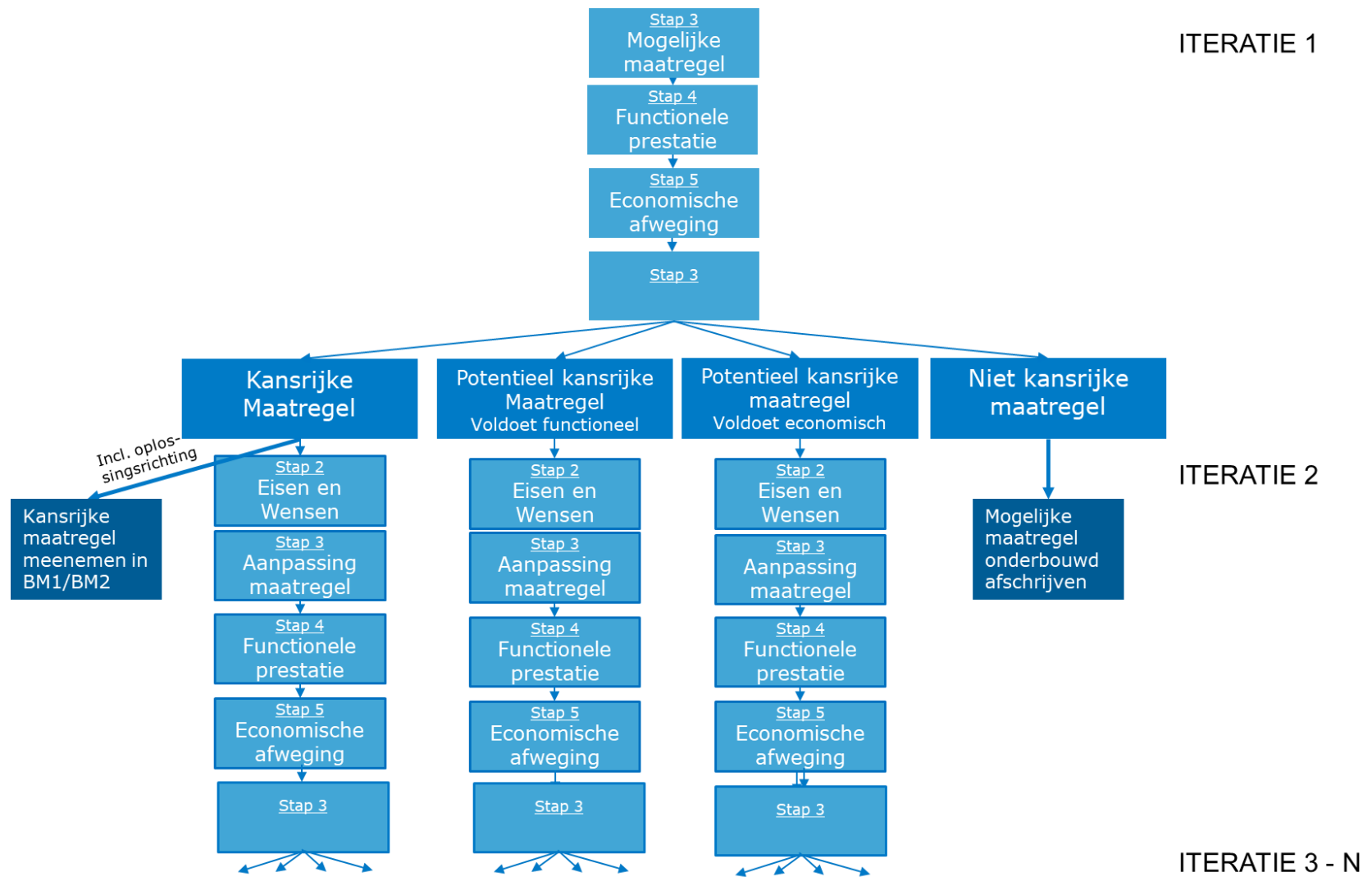
Het verder detailleren van de kansrijke maatregelen en/de potentieel kansrijke maatregelen gebeurt via 1 of meerdere iteraties tussen de Stappen 2 t/m 5.

De iteratieve werkwijze is hier het hulpmiddel (zie schematisch weergave in Figuur 2.2). Hoe het proces van itereren eruit ziet om te komen tot kansrijke maatregelen en bijbehorende oplossingsrichtingen(en) ten behoeve van BM1 is weergegeven in het navolgende omkaderde tekstvak (ter grootte van 1 A4-tje)

**Let op**

Het proces van itereren kan ook worden toegepast voor het ontwikkelen van varianten en voorkeursvariant t.b.v. BM2: bij de iteraties wordt mogelijke maatregel nu variant, kansrijke maatregel wordt nu voorkeursvariant; een oplossingsrichting hoeft nu niet meer te worden bepaald bij BM2, deze hoort specifiek bij BM1.





Figuur 2.2 Voorbeeld uitwerking itereren binnen de iteratieve werkwijze.

## 3 Uitwerking bottom-up en top-down benadering in de praktijk

### 3.1 Inleiding

De iteratieve werkwijze is opgesteld kijkend naar drie casestudies: de Regioanalyses voor het Julianakanaal, Weurt-Heumen alsmede een fictieve casus voor oeverconstructies. In de paragrafen hieronder wordt ingegaan op het komen tot, en beoordelen van, maatregelpakketten bij deze drie cases. Hierbij wordt in de ene casus een bottom-up benadering en de andere casus een top-down benadering van Stap 3 wordt gebruikt. Er zijn geen cases uitgevoerd voor de Planfase. Hierom worden cases om te komen tot varianten en een voorkeursvariant hier niet beschreven.

### 3.2 Julianakanaal (bottom-up)

#### 3.2.1 Inleiding

De Regioanalyse Julianakanaal is opgestart omdat er in het gebied meerdere gebreken en aandachtspunten zijn vastgesteld. Het Julianakanaal is een complexe casus omdat er naast de technische staat van de infrastructuur ook aandachtspunten spelen rondom bodem, waterhuishouding, scheepvaart en waterkeringen. Samengevat zijn hierin in het gebied de volgende aandachtspunten/gebreken vastgesteld:

- Stevigheid bodem: natuurlijke degradatie en erosie door scheepvaart
- Diepte/hoogte/breedte: voldoen niet aan normen
- Bruggen: levensduur, draagkracht en dimensionering
- Duikers: levensduur en veiligheid
- Pompstation (Born): levensduur, capaciteit en betrouwbaarheid
- Dijken: stabiliteit en normering
- Opbarsten bodem bij hoogwaters op de Maas
- Diepte havens
- Effecten translatiegolven (t.g.v. schutten).

In deze paragraaf wordt ingegaan op de werkvormen die in de case Julianakanaal zijn gebruikt om te komen tot maatregelpakketten. Begonnen is met een inventarisatie en het ontrafelen van het probleem (Stap 2). Aan de hand van interviews is vervolgens een brede tabel met mogelijke maatregelen samengesteld. Aan de hand van een tweede werksessie zijn de maatregelen geselecteerd die binnen de scope van het project vallen. En vervolgens zijn aan de hand van scrum kansrijke maatregelen en de uitgangspunten voor de Planfase vastgesteld.

Op het moment van schrijven van onderhavig rapport loopt de Regioanalyse nog, waardoor nog niet het eindresultaat kan worden beschreven.

#### 3.2.2 Inventarisatie en ontrafelen probleem (stap 2)

De case Julianakanaal is gestart met een brede inventarisatie van de huidige functionele en technische prestaties, drivers (toekomstige ontwikkelingen), eisen en wensen. In deze brede fase is het van belang om informatie te verzamelen vanuit een brede groep expertises. Een eerste werksessie is georganiseerd om kennis van het areaal op te doen en de probleemstelling helder te krijgen. Voor meer informatie over deze stap wordt verwezen naar het rapport van Stap 2 (KpNK, 2024b) en de Best Practice (KpNK, 2024f).



### 3.2.3 Mogelijke maatregelen definiëren

Aan de hand van de inventarisatie van Regionale Directie Zuid-Nederland en de eerste werksessie is vervolgens een eerste lijst met relevante drivers en mogelijke maatregelen opgesteld in een Excel-spreadsheet. Aan de hand van interviews is gekeken of deze lijst compleet is, vervolgens is gekeken wat er over de ontwikkeling van de driver bekend is en of de voorgestelde maatregel realistisch is of niet, en waarom. Het gestructureerd doorlopen van de lijst maakte de interviews concreet en maakte dat de verschillende interviews zowel op elkaar konden voortbouwen als makkelijker te analyseren waren. In enkele gevallen zijn er na de interviews nog vervolgvragen gesteld.

Het eindproduct was een samenvattende tabel met daarin aan elkaar gekoppeld (zie bijlage A):

- Drivers die spelen in het projectgebied, zowel klimatologische, socio-economische en beleidsmatige toekomstige veranderingen (bijv. scheepvaartontwikkelingen)
- Wensen of noodzaak die spelen in het gebied, de drivers zijn hierbij vaak aanleiding geweest (bijv. scheepvaart voor CEMT klasse Vb mogelijk maken)
- Maatregelen die voortvloeien uit de wens/noodzaak (bijv. bruggen verhogen tot 9m10).
- Assets die bij de maatregel betrokken zijn (bruggen)
- Het effect van de maatregel op de gevraagde prestatie (scheepvaart kan 4 laags containers vervoeren).

Ook maatregelen die genoemd zijn, maar mogelijk niet realistisch zijn, zijn in het overzicht meegenomen. Het voordeel hiervan is, dat deze dan beargumenteerd geparkeerd kunnen worden. In een later stadium kan men dan weer terugvinden waarom de maatregel niet is meegenomen in de afweging. Indien de randvoorwaarden of inzichten in de toekomst veranderen, kan de maatregel eventueel eenvoudig heroverwogen worden.

Om tot deze samenvattende tabel te komen zijn door het KpNK team nog twee extra analyses gedaan. Deze zijn niet in detail uitgewerkt, maar hebben wel bijgedragen aan de samenvattende tabel. De extra analyse zijn:

- Er is gekeken naar functies en de functionele prestatie onder drivers en bij verschillende maatregelen (zie bijlage B). Dit zou kunnen helpen in het bepalen of de maatregelen de negatieve effecten van drivers voldoende afdekken. Tegelijkertijd, is er niet voor elke driver een passende maatregel. De assets binnen het Julianakanaal kunnen bijvoorbeeld weinig doen aan de toekomstige beschikbaarheid van koelwater voor de industrie. Ook gaf dit overzicht inzicht in de verschillende functies die beïnvloed worden door een maatregel. Het verhogen van het streefpeil in het kanaal heeft bijvoorbeeld een positief effect op de vaardiepte voor de scheepvaart maar een mogelijk nadelig effect op de waterveiligheid. Dit heeft uiteindelijk geleid tot de koppeling van driver, wens/noodzaak en maatregel in de samenvattende tabel.
- Daarnaast is er ook een eerste overzicht gemaakt van de maatregelen en wat deze qua aanpassingen van de verschillende assets vragen (zie bijlage C). Bijvoorbeeld bij het aanpassen van de vaardiepte, kan een mogelijk negatief effect op de waterveiligheid teniet gedaan worden door aanpassingen aan de kanaaldijken. Deze oefening is opgenomen in de samenvattende tabel in de kolom met de betrokken assets. Mogelijk dat een dergelijk overzicht kan helpen op het moment dat oplossingsrichtingen verder ingevuld zijn.



### 3.2.4 Convergeren en scope bepalen

In een tweede werksessie is een discussie gevoerd aan de hand van eyeopeners (bevindingen) uit de interviews. Dit gaf de mogelijkheid om het probleem en uitdagingen in het gebied voor iedereen scherp te krijgen. Hierbij werd gebruik gemaakt van visualisaties van de assets en functies in het gebied.

Uit de inventarisatie (vorige paragraaf) is een lijst van wens/noodzaak en de daaraan gekoppelde maatregelen gekomen. Naast het bespreken van de eyeopeners is in de tweede werksessie getracht om de Regioanalyse behapbaar te houden en te structureren. In twee groepjes er gezocht naar de belangrijkste onderwerpen om mee te nemen in de Regioanalyse. Hierbij is gebruik gemaakt van de deze lijst en het schema in Figuur 3.1. Beide groepjes hebben bepaald welke onderwerpen meegenomen moeten worden in de Regioanalyse, welke doorschuiven naar de Planfase of helemaal niet meegenomen worden (weggeschreven). Verder is gekeken of de wens/noodzaak afhankelijk is van informatie en keuzes uit andere projecten. Het resultaat was een overzicht met wens/noodzaak en de daaraan gekoppelde maatregelen die meegenomen worden in het vervolg van het traject.

	Meenemen in afweging regioanalyse	Pas uitwerken in planfase	
Kan binnen scope VenR Julianakanaal	1A: Levensduur verlengend onderhoud 2B: Bruggen Iikhoven verhogen tot 9m10 2C: streefpeilverhoging Born- Maasbracht 25 cm 2D: verdiepen kanaalbodemborn- Maasbracht 3A: bruggen Limmel-Born verhogen 3D: kanaal Limmel-Born verbreden tot 60m 3C: verdiepen kanaalbodemborn 30 cm.	8A: huidige duikers faunapasseerbaar maken. 8C: verbetering milieuvriendelijke oevers 9: dijk verbreden en fietspad aanleggen	
Informatie benodigd uit andere projecten	4A vergroten bufferruimte stuwpand Born- Maasbracht. 4E: nemen waterbesparende maatregelen	8A: huidige duikers faunapasseerbaar maken. 8C: verbetering milieuvriendelijke oevers	Niet van invloed op VenR Julianakanaal / Niet meenemen  5: Ontlasten van Grensmaas 7A: zonnepanelen op dijken 7B: pompen vervangen door pompen die kunnen turbineren. 8: gemalen visvriendelijk maken

Figuur 3.1 Tabel om scope van de Regioanalyse te bepalen.

### 3.2.5 Komen tot kansrijke maatregelen en uitgangspunten Planfase

Om van de lijst met maatregelen tot een oplossingsrichting en uitgangspunten te komen maakt de regio Zuid-Nederland gebruik van scrummethode (zie tekstblok hieronder). Het project is opgedeeld in verschillende sprints. Op het moment van schrijven is de sprint scheepvaart afgerond en is een start gemaakt voor de sprint voor waterhuishouding. Daarna volgen de sprints voor de kering en de bodem.

Tijdens de sprints wordt de volgende aanpak gevolgd:

- 1 alle individuele maatregelen worden langsgeslagen (zie bijlage A).
- 2 de maatregelen die “bij elkaar horen” of “effect op elkaar hebben” worden geclusterd,
- 3 gecontroleerd is of hier beleidsafspraken leidend zijn
- 4 de effecten van de maatregel zijn doorgerekend middels een MKBA-achtige aanpak (kosten/baten-afweging).
- 5 er is met het team afgewogen of de maatregel wel of niet een uitgangspunt moet worden voor de Planfase (bepalen nut en noodzaak).

Het is de bedoeling dat na elke sprint de uitgangspunten voor de Planfase vastliggen en er een paragraaf/hoofdstuk geschreven is. Zo wordt doorgeslagen we door met de volgende sprint met de vastgelegde uitgangspunten als basis (niet terugkijken).

De Scrum-methode komt uit de IT en heeft als doel om processen met veel opties, ingangen en uitgangen in kleinere stukken te verdelen. Zo wordt enerzijds het afronden van stukjes bevorderd om door te kunnen gaan en anderzijds het volgordelijk maken van keuzes wát te analyseren. De Scrum-methode wordt gekenmerkt door korte effectieve overleggen (het scrummoment) op vaste momenten waar besproken wordt wat het op te leveren tussenproduct van die scrum is, of welke resultaten gehaald zijn en wat eventueel ontbreekt, zonder op de inhoud in te gaan. Er wordt bepaald wat het volgende tussenproduct is, en wie wat daarvoor zal gaan doen. Bij de volgende scrum wordt dat tussenproduct dan weer besproken.

Een sprint is een kort project binnen het grote scrum project. Je bepaalt van tevoren welke taken je gaat oppakken, je hebt een duidelijk doel met de sprint en je weet wat je als team gaat opleveren binnen de gezette sprint. Het gehele project bestaat uit een aantal sprints die nodig zijn om het totale product op te leveren.

In de case Julianakanaal zijn er twee sprints uitgevoerd, een eerste sprint met betrekking tot de scheepvaart, waarin is gekeken naar verbreding van het kanaal, verhoging van de bruggen en vergroting van de diepgang. Een tweede sprint ging over de waterhuishouding, waarin is gekeken naar vergroting van de bufferruimte door vergroten van de peilvariatie, verminderen van de watervraag en overstorten van de Geul op het Julianakanaal tijdens piekafvoer van de Geul. Als illustratie van het komen tot kansrijke maatregelen wordt een gedeelte van de sprint scheepvaart beschreven in de volgende paragraaf.

### 3.2.6

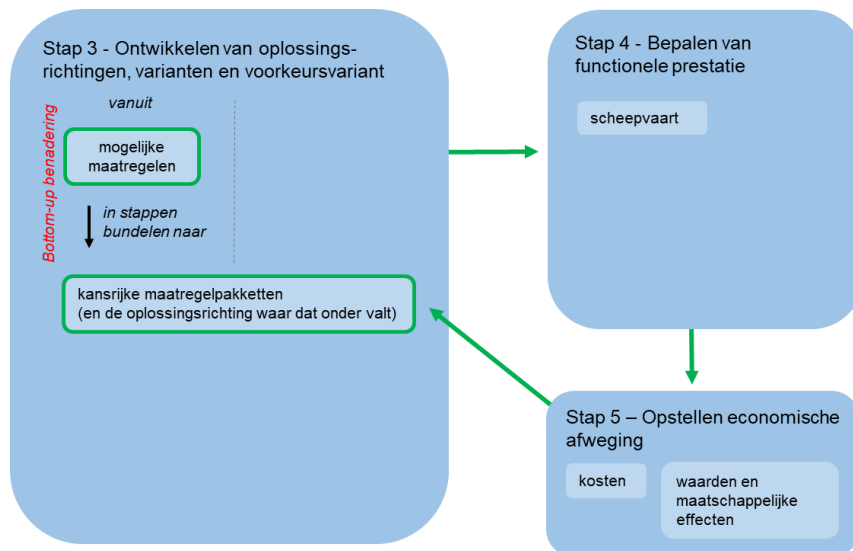
#### **Scheepvaart**

In de eerste sprint met betrekking tot scheepvaart zijn de onderwerpen kanaalbreedte, brughoogte, speciebuffer<sup>3</sup> en peilopzet als belangrijke maatregelen voor het onderwerp scheepvaart gedefinieerd. Voor deze onderwerpen is nagegaan wat de beleidsafspraken zijn op dit gebied. Vervolgens zijn de maatregelen doorgerekend middels een MKBA-aanpak.

Bij deze maatregelen is grof begonnen, met eerst te bekijken van de maatregelen waar naar verwachting de grootste kosten en baten aan verbonden zijn. Deze maatregelen zijn getoetst op prestaties, kosten en baten. Een voorbeeld van de MKBA-aanpak is de wens voor het opwaarderen van het Julianakanaal voor grotere schepen (CEMT klasse Vb). Iedere maatregel is met de iteratieve methode geanalyseerd tot een detailniveau waarbij het duidelijk was of die maatregel haalbaar of niet haalbaar was (Figuur 3.2). De maatregelen die kansrijk worden geacht kunnen als uitgangspunt meegenomen worden in de Planfase.

---

<sup>3</sup> De speciebuffer in een kanaal is een marge tussen de onderhoudsdiepte en de gegarandeerde nautische diepte. De speciebuffer is om sedimentatie (aanslibben) op te vangen en onderhoud uit te stellen (ipv jaarlijk).



Figuur 3.2 Stappen om de kansrijkheid van de maatregel verbreding van het kanaal te toetsen.

Een van de maatregelen die is bekeken in de grove analyse is het verbreden van het Julianakanaal tot 60 meter over de gehele lengte van het kanaal. Het Julianakanaal wordt geschikt gemaakt voor schepen met meer dan 3 meter diepgang (bv CEMT klasse Vb). Het noordelijke deel van het Julianakanaal (Maasbracht - Born) is breed genoeg zodat twee schepen met een diepgang van 3,5 meter elkaar te allen tijde kunnen passeren. Echter, voor het zuidelijke deel (Born - Limmel) van het Julianakanaal kunnen twee schepen met meer dan 3 meter diepgang elkaar niet overal veilig passeren; er zijn wel twee passeerstroken aangelegd op het zuidelijke deel. Om een eerste inschatting te maken van het economisch rendement van de verbreding wordt er gekeken of op basis van de huidige informatie een (groe) economische berekening kan worden gemaakt om het economisch rendement van deze maatregel te identificeren. De totale lengte die nog verbreed moet worden op het traject Born – Limmel is 14,5 kilometer. Als we de gemiddelde kosten per kilometer als maatstaf nemen (€ 10 miljoen per km), dan komen de totale kosten voor het verbreden van het zuidelijke deel van het Julianakanaal uit op ongeveer € 140 miljoen.

De baat van de verbreding van het zuidelijke deel van het Julianakanaal is de vermeden vertraging door de schepen met een diepgang van meer dan 3 meter. De baten van een vlottere passage worden gewaardeerd door middel van de waarde van wachttijden zoals deze worden gegeven door het KiM<sup>4</sup>. De waarde van efficiënter passeren van deze schepen<sup>5</sup> is € 205/uur. Volgens de capaciteitsberekeningen in een rapport van MARIN (2007) zullen er in 2040 dagelijks ongeveer 10 passages plaatsvinden met een vertraging van 10 minuten per schip, zodat de dagelijkse vertraging in 2040 oploopt tot maximaal 100 minuten per dag. Er is in de economische analyse vanuit gegaan dat er op dit moment reeds ongeveer 10 passages per dag plaatsvinden. De jaarlijkse baten lopen dan op van € 124,500 in 2024 tot € 149.650 per jaar in 2040. Over een periode van 100 jaar is de contante waarde van de baten dan 15,8 miljoen. De verbreding van het Julianakanaal voor de vlottere passage van schepen met een diepgang meer dan 3 meter lijkt daarmee economisch niet haalbaar, en is daarmee niet kansrijk.

<sup>4</sup> Knoppe, 2023, Nieuwe waarderingskengetallen voor reistijd, betrouwbaarheid en comfort

<sup>5</sup> VoT + VoR CEMT Va, Vb, (niet container) = € 205 (2023)

## 3.3 Weurt Heumen (top-down)

### 3.3.1 Inleiding

In de Regioanalyse Weurt-Heumen (Projectteam VenR Weurt-Heumen, 2020) is de noodzaak en urgentie van de vervanging en/of renovatie van de complexen Weurt en Heumen van het Maas-Waalkanaal (MWK) onderzocht. Het geeft een advies over de meest geschikte oplossingsrichting en uitgangspunten voor de (scope van) de Planfase.

Volgens KpNK (2020) is deze Regioanalyse begonnen met de “minimale” oplossing om de gesignaleerde gebreken op te lossen. Deze minimale oplossing is waarschijnlijk de minst ingrijpende en goedkoopste oplossing (op korte termijn). Vanuit deze oplossing wordt stapsgewijs functionaliteit toegevoegd, waarvan verwacht wordt dat dat bijdraagt aan de toekomstbestendigheid van de oplossing.

Wanneer er naar de werkwijze kijken zoals gepresenteerd in Figuur 2.1 gekeken wordt, dan is dit een uitwerking van de top-down benadering. De kansrijke maatregelpakketten komen voort uit de vier oplossingsrichtingen (niets doen, levensduurverlengend onderhoud, VenR, Aanleg) gezien. In onderstaande paragraaf wordt de aanpak nader toegelicht. Goed om op te merken is dat deze casus is uitgevoerd rond 2019-2020, nog voordat de iteratieve werkwijze was ontwikkeld. Hierdoor sluit deze casus af en toe niet overal goed aan op de beschreven iteratieve werkwijze.

### 3.3.2 Aanpak

Bij de Regioanalyse Weurt-Heumen is gestart met beschikbare technische beschouwing van de verschillende objecten. Per object is op basis van de technische en functionele prestatie per bouwdeel vastgesteld of dit betreffende bouwdeel vervangen, gerenoveerd of onderhouden moet worden. Op deze manier ontstond een beeld van de totale (technische) opgave per object. Dit gaf een overzicht van realistische renovatie en/of vervangingsopties per object. Vervolgens is voor dat betreffende object beschouwd of aanvullende functionaliteit kon worden meegenomen (vervanging+). Oplossingsrichtingen voor sluis Weurt Oost zijn opgenomen in onderstaand tekstkader.

#### Sluis Weurt-Oost

##### **A. Vervangen 1:1**

Een renovatie van de oostkolk is niet aan de orde. In de 1:1 vervangingsvariant wordt de gehele oostkolk integraal vervangen. Afhankelijk van WBI eisen moeten de deuren aangepast worden.

##### **B. Vervangen + (met extra functie)**

Aanvullend op variant A wordt een aanvaarbeveiliging aangebracht en wordt de kolk verdiept. Optie: het middenhoofd verplaatsen om meer schepen te kunnen schutten (in 1 richting)

##### **C. Nieuwbouw**

Een nieuwe Oostkolk kan dezelfde lengte en breedte houden als in de bestaande situatie. De kolk wordt verdiept en naast de bestaande kolken gerealiseerd.

Figuur 3.3 Oplossingsrichtingen Sluis Weurt Oost

Vervolgens zijn logische combinaties van oplossingsrichtingen voor de verschillende objecten gemaakt. Hierbij is Sluis Weurt Oost, vanwege de hoogste technische urgentie als vertrekpunt gebruikt.

Om te controleren of op deze manier alle logische combinaties zijn gevormd zijn nogmaals logische combinaties bepaald, waarbij als uitgangspunt sluis Weurt is genomen. Dit resulteerde in een aantal unieke combinaties van oplossingsrichtingen (zie Figuur 3.4). Bij nieuwbouw wordt vaak gesproken over amoveren, dit betekent het afbreken/slopen van een constructie.

pakket	Weurt Oost	Weurt West	brug	Heumen-schut	Heumen-keer	Heumen-gemaal
Vervangen 1:1 V1	Alles vervangen; oud = nieuwe, geen nieuwe functies wel nieuwe normeringen	Beperkte renovatie	renoveren	renoveren	niets	Vervangen 1:1
Vervangen 1:1 V2	Alles vervangen; oud = nieuwe, geen nieuwe functies wel nieuwe normeringen	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	renoveren	Renoveren + aangedreven ebdeuren (optie)	niets	Vervangen 1:1
Vervangen 1:1 V3	Alles vervangen; oud = nieuwe, geen nieuwe functies wel nieuwe normeringen	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	renoveren	vervangen 1:1 (kerende functie bij hoog- en laagwater= ebdeuren of dubbelkerend)	niets	Vervangen 1:1
Vervangen 1:1 V4	Alles vervangen; oud = nieuwe, geen nieuwe functies wel nieuwe normeringen	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	renoveren	Amoveren; sluis dempen of dichtmaken of opruimen + vaste kering	2 richting verkeer door keersluis	Amoveren = opstelplaats voor pomp

pakket	Weurt Oost	Weurt West	brug	Heumen-schut	Heumen-keer	Heumen-gemaal
Vervangen+ V+1	Verdiepen Hoogwaterveilig zonder gefaseerd schutten (bijv. aanvaarbeveiliging of deuren)	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	Renoveren (brug bij oost blijft gehandhaafd, Oostkolk blijft op zelfde plaats)	renoveren	niets	Vervangen 1:1 Extra schutverlies opvangen met grotere capaciteit gemaal?
Vervangen+ V+2	Verdiepen Hoogwaterveilig zonder gefaseerd schutten (bijv. aanvaarbeveiliging of deuren)	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	Renoveren (brug bij oost blijft gehandhaafd, Oostkolk blijft op zelfde plaats)	Vervangen+ Ander type deuren of aanvaarbeveiliging (=geen gefaseerd schutten = grotere schepen, geen middendeur)	niets	Vervangen 1:1 Extra schutverlies opvangen met grotere capaciteit gemaal
Vervangen+ V+3	Verdiepen Hoogwaterveilig zonder gefaseerd schutten (bijv. aanvaarbeveiliging of deuren)	Beperkte renovatie + aanvaarbeveiliging (tbv cap. en beschikbaarheid)	Renoveren (brug bij oost blijft gehandhaafd, Oostkolk blijft op zelfde plaats)	schutfunctie opheffen Keersluis maken	niets	Amoveren = opstelplaats voor pomp
Nieuwbouw N1	Nieuwe sluis kolk op andere plek. Oude Oostkolk uit bedrijf nemen na gereed nieuw, volstorten, historische elementen bewaren	Beperkte renovatie	Westbrug renoveren  Oostbrug amoveren  Nieuwbouw brug voor nieuwe kolk	Vervangen+ (geen gefaseerd schutten = grotere schepen = ca. 10 dgn/jaar)	niets	Vervangen 1:1 Extra schutverlies opvangen met grotere capaciteit gemaal?

Figuur 3.4 Maatregelpakketten zoals gebruikt in de Regioanalyse van Weurt-Heumen.

## 3.4 Fictieve case oeverconstructies (top-down)

### 3.4.1 Inleiding

In deze fictieve voorbeeldcase wordt een toekomstbestendige oplossing gezocht voor een verouderde damwandconstructie.

### 3.4.2 Aanpak

In deze case is gestart met het maken van een verkenning van verschillende oplossingsrichtingen:

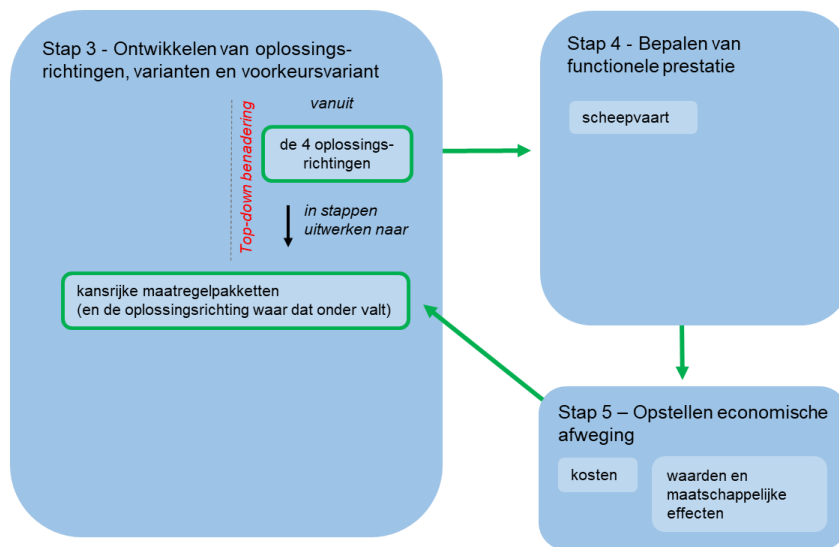
- Niets doen, dit resulteert in gebruiksbependingen voor de scheepvaart,
- Levensduurverlengend onderhoud, dit kan de levensduur tot maximaal 25 jaar oprekken.
- Vervanging (mogelijke maatregelen: nieuwe stalen damwanconstructie, damwandconstructie met ander materialen, hybride oeverconstructie, hybride oeverconstructie, volledig talud)

Om de verschillende mogelijke maatregelpakketten met elkaar te kunnen vergelijken dienen deze allen een gelijke tijdhorizon te hebben. In Tabel 3.1 zijn de verschillende maatregelpakketten uitgewerkt.

Tabel 3.1 Investeringsmomenten per maatregelpakket. NB. X=ingreep.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100	2105	2110	2115	2120	
1a	extra ankers (25 jaar), stalen damwanden (75 jaar)	X				X															
1b	stalen damwand verankerd (100 jaar)	X																			
2a	langzaam varen (5000 passages/jaar, 25 jaar)																				
2a	langzaam varen (25000 passages/ jaar, 25 jaar)																				
2a	langzaam varen (50000 passages/jaar, 25 jaar)																				
3a	LDV (15 jaar), damwand	X		X																X	
3a	LDV (5 jaar), damwand	X	X															X			
4a	stalen damwand verankerd, gebruikte DW (75 jaar)	X															X				
4b	hybride met hout (33 jaar)	X					X								X						
4c	hybride met kunststof (50 jaar)	X							X												
4d	hybride met staal (100 jaar)	X																			
4e	volledig talud	X																			

Voor alle maatregelpakketten is de functionele prestatie voor de scheepvaart bepaald (stap 4 in Figuur 3.5). De ecologische effecten zijn in deze fictieve case niet meegenomen. In de volgende stap is de functionele prestatie vertaald in baten (euro's) en vergeleken met de kosten van het pakket (Stap 5 in Figuur 3.5). volgens de methodiek van maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA).



Figuur 3.5 Stappen om vanuit de oplossingsrichting te komen tot kansrijke maatregelpakketten en deze economisch te beoordelen.

De maatregelpakketten zijn vervolgens geanalyseerd door middel van een LCC<sup>6</sup>. Er wordt in deze fase van de analyse nog niet gekeken naar mogelijke verschillen in baten die kunnen ontstaan door verschillen in prestaties.. Op basis van de kosten en de gebruikte uitgangspunten worden de totale kosten gepresenteerd in Tabel 3.2. De kosten zijn uitgedrukt in contante waarde, de kosten van de opeenvolgende investeringen verdisconteerd naar de waarde in 2023.

Tabel 3.2 Kosten (€ per km) per maatregelpakket in contante waarde en looptijd 100 jaar voor kanaal als CEMT-klasse Va dan wel CEMT-klasse VI vaarweg

Variant	Beschrijving	Kosten CEMT Va (M€/km)	Kosten CEMT VI (M€/km)
1a	Stalen damwand (75 jaar)	6,7	8,0
1b	Stalen damwand verankerd (100 jaar)	5,9	7,1
2a	Langzamer varen (5.000 passages per jaar, 25 jaar)	0,7	0,7
2a	Langzamer varen (25.000 passages per jaar, 25 jaar)	3,5	3,5
2a	Langzamer varen (50.000 passages per jaar, 25 jaar)	7,1	7,1
3a	LDV (15 jaar), damwand	5,4	
3b	LDV (5 jaar), damwand	6,2	
4a	stalen damwand verankerd, gebruikte DW (75 jaar)	4,8	-
4b	Hybride met hout ( 33 jaar)	5,2	-
4c	Hybride met kunststof (50 jaar)	4,4	-
4d	Hybride, staal (100 jaar)	4,9	5,9
4e	volledig talud zonder land acquisitie	4,0	
4f	volledig talud met land acquisitie	4,5	

Uit de kosten per kilometer van de verschillende pakketten in Tabel 3.2 kan een eerste selectie van kansrijke combinaties worden gemaakt.

- Het uitstellen van een investering door middel van variant 2a '**langzamer varen**' blijkt erg duur te zijn op vaarwegen met een gemiddelde tot hoge aantal scheepspassages (25.000 tot 50.000 scheepspassages per jaar). Alleen indien het een vaarweg met een relatief lage gebruiksintensiteit (ongeveer 5.000 passages per jaar) is, dan kan een snelheidsbeperking een kansrijk variant zijn vanuit een economisch perspectief. Het **op papier onderbouwen** van een langere levensduur door onderzoek en/of monitoring lijkt economisch ook relevant. Zelfs als de "verlengde levensduur" slechts 5 jaar is (variant 3b), dan nog zijn de totale kosten lager dan het rechtstreeks vervangen met een nieuwe damwand (variant 1b).
- Een **volledig talud** (variant 4e) is kansrijk wanneer er voldoende ruimte is om het extra ruimtegebruik tegen lage kosten te realiseren, bijvoorbeeld bij een binnenwaartse plaatsing van het talud, of wanneer extra grond tegen lage kosten kan worden verworven. Als weinig kosten worden gemaakt voor acquisitie van extra land, dan kan een talud tot 50% goedkoper zijn dan de plaatsing van een stalen damwand (€ 4 - 4,5 miljoen tegen € 6,7 miljoen).

<sup>6</sup> LCC = Life Cycle Costing, hierbij worden alleen de kosten van de alternatieven bekeken en wordt er (voorlopig) vanuit gegaan dat de technische prestatie van de alternatieven gelijk(waardig) zijn.



- Bij een variant '**stalen damwand**' is de keuze voor gebruikte damwanden (variant 4a) een voordelige keuze, als deze tegen lage kosten beschikbaar zijn (kosten zijn dan € 4,8 miljoen tegen € 6,7 miljoen voor een nieuwe damwand). Bij de keuze voor een stalen damwand lijkt de keuze voor een profiel dat 100 jaar meegaat (in plaats van de standaard 75 jaar) een economisch kansrijk variant als de extra kosten voor de hogere kwaliteit beperkt zijn tot circa 15% - 20% van de standaard kosten (er is dan een besparing van € 800.000).
- Een **hybride oplossing** voor de kanaaloever (variant 4b t/m variant 4d) is een economisch kansrijk variant, zeker wanneer het extra ruimtebeslag (minder dan bij een volledig talud) tegen lage kosten kan worden gerealiseerd (hybride oever € 4,4 – 5,2 miljoen tegen € 5,9 - 6,7 miljoen voor een oplossing met een stalen damwand).

Voor deze fictieve voorbeeldcase is het niet mogelijk om nader in te gaan in mogelijke verschillen in batens per kilometer van de verschillende maatregelpakketten. Het is duidelijk dat de pakketten met een meer natuurvriendelijke oever (talud, hybride oever) beter zullen scoren op natuur-baten dan de pakketten met een stalen damwand. Echter, wanneer deze pakketten worden toegepast op een locatie waar kosten voor de aankoop van extra land hoog zijn, zullen de kosten per kilometer van deze varianten (en daarmee de totale kosten) ook toenemen. Bij een toepassing van deze typen van oeverconstructies in een realistische case kan er in meer detail worden gekeken naar deze, en andere, aspecten. Voor meer informatie over deze case wordt verwezen naar KpNK (2024n).



## 4 Referenties

- Projectteam VenR Weurt-Heumen (2020). Regioanalyse Vervanging en Renovatie (VenR) Weurt-Heumen, Analyse van de VenR-opgave voor de sluiscomplexen Weurt en Heumen van het Maas-Waalkanaal, Erick van den Hoogen, Didier Adriaanse, 25 november 2020, Versie: 1.0, Status: definitief
- KpNK -Best practice, 2020. Kennisprogramma Natte kunstwerken, Regioanalyse: best practice voor het (inhoudelijke) Economische kentallen
- KpNK 2024a. Iteratieve werkwijze om te komen tot een advies in Regioanalyse en Planfase, 11207401-007-HYE-0005
- KpNK 2024b. Inventariseren en probleem ontrafelen – Stap 2 in de iteratieve werkwijze, 11207401-009-HYE-0004
- KpNK 2024c. Ontwikkelen van oplossingsrichtingen, varianten en voorkeursvariant - Stap 3 in de iteratieve werkwijze, 11207401-007-HYE-0006
- KpNK 2024d. Bepalen van functionele prestaties – Stap 4 in de iteratieve werkwijze, 11207401-009-HYE-0005
- KpNK 2024<sup>e</sup>. Opstellen economische afweging - Stap 5 in de iteratieve werkwijze, 11207401-007-HYE-0004
- KpNK 2024f. Aanvulling op best practice Regioanalyse Weurt-Heumen vanuit ervaring Julianakanaal, 11207401-007-HYE-0007
- KpNK 2024g. Achtergrondrapportage bij werkvormen en visualisaties, 11207401-030-HYE-0002
- KpNK 2024h. Interactief visualisatie dashboard - Installatie-instructies en handleiding, 11207401-030-HYE-000
- KpNK 2024i. Interactief visualisatie dashboard – Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer, 11207401-030-HYE-0004
- KpNK 2024j. Functionele prestatie van natte kunstwerken voor biodiversiteit - Kwantificering, overwegingen en maatregelen, 11207401-028-HYE-0002
- KpNK 2024k. Functionele prestatie van stuwcomplexen voor migrerende vis, 11207401-028-HYE-0001
- KpNK 2024l. Kwantificering van de functionele prestatie van sluizen met een zoutbeheerfunctie, 11207401-021-HYE-0012
- KpNK 2024m. Aanbevelingen en kennisvragen - Kennisprogramma Natte Kunstwerken 2021 – 2024, 11207401-009-HYE-000
- KpNK 2024n. Integrale afweging vervangingsvarianten bij fictieve case oeverconstructie, 11207401-011-HYE-0004 (ik maak volgnummer aan!)
- Rijkswaterstaat, 2022Prognoserapport, Vervanging en Renovatie. Prognose voor de periode 2023 tot en met 2050. Leo Klatter, 8 juli 2022, definitief

# A Maatregelentabel Julianakanaal

Driver	Wens/Noodzaak	Nr	Maatregel	welke asset	Resultaat	Waar meenemen groep1?	Waar meenemen groep2?	argumentatie	in de workshop genoemde uitzoekpunten
Veroudering	Julianakanaal technisch weer op niveau brengen	1	Levensduurverlengend onderhoud	westsluis Born, kanaaldijken bij Berghaven, damwanden, kanaalbodem, duikers en sifons, bruggen	Julianakanaal technisch weer op orde	regioanalyse		Dit is de trigger om de regioanalyse uit te voeren.	Aanvulling niet alleen levensduurverlengend onderhoud, na checken van inspectierapporten, evt. ook vervangen
Scheepvaartontwikkelingen (meer containervaart, minder bulk)	Vb-scheepvaart mogelijk maken Born - Maasbracht	2a	Geen (uitvoering Maaswerken)	-	Vb-scheepvaart is beperkt mogelijk. Doorvaarthoogte beperkend. (3,5 m diep, huidige brughogtes, 60 m breed)	regioanalyse		belangrijke keuzes richting de toekomst	15 cm aan streefpeilverhoging wordt uitgevoerd, waar 25 cm was afgesproken. Is dit juridisch ok?
		2b	Brug Ilikhoven verhogen tot 9m10	brug Ilikhoven	Vb-scheepvaart is mogelijk (3,5 m diepte, 9,10 m hoogte, 60 m breed)	regioanalyse			
		2c	streefpeilverhoging 25 cm	kanaaldijken, sluzen Born en Maasbracht, aanlegplaatsen?	Vb-scheepvaart is mogelijk qua diepte met extra beschikbare marge	regioanalyse			
		2d	verdiepen kanaalbodem met 30 cm (speciebuffer) waar mogelijk	kanaalbodem	Vb-scheepvaart is mogelijk qua diepte met extra beschikbare marge	regioanalyse			inventarisatie van de bodem
		2e	Bruggen verhogen tot 11m20	3 bruggen	4 laags containervaart is mogelijk	niet meenemen	1)keuze minister: dit gaat er niet komen op korter termijn 2)MKBA bruggenstudie laat zien dat het op corridorniveau niet rendabel is bruggen te verhogen. 3)Albertkanaal ook all bruggen naar 9m10 gebracht.		
		3a	Geen (uitvoering Maaswerken)	-	Vb-scheepvaart beperkt mogelijk. Doorvaarthoogte beperkend en passeerstroken ipv volledige breedte (3,5 m diep, huidige brughogtes, passeerstroken)	regioanalyse			belangrijke keuzes richting de toekomst
	3b	Enkele bruggen verhogen / Bruggen verhogen tot 7.5 m	bruggen (ook die van stuwpand Borgharen?)	Vb-scheepvaart beperkt mogelijk. Doorvaarthoogte beperkend en passeerstroken ipv volledige breedte (3,5 m diepte, 7,5m hoogte, passeerstroken)	regioanalyse				
	3c	Alle bruggen verhogen / Bruggen verhogen tot 9.10 m	bruggen (ook die van stuwpand Borgharen?)	Vb-scheepvaart mogelijk. Passeerstroken ipv volledige breedte. (3,5 m diepte, 9,10 m hoogte, passeerstroken)	regioanalyse				
	3d	Kanaal verbreden tot 60 m	kanaaldijken, kanaalbodem, havens	Vb-scheepvaart beperkt mogelijk. Doorvaarthoogte beperkend. (3,5 m diepte, huidige brughogtes, 60 m breed)	regioanalyse		Wat zijn knelpunten? Zie ook Toekomstverkenning scheepvaart Julianakanaal, 2022		
	3e	verdiepen kanaalbodem met 30 cm (speciebuffer) waar mogelijk	kanaalbodem	Vb-scheepvaart is mogelijk qua diepte met extra beschikbare marge	regioanalyse		inventarisatie van de bodem		
	3f	Bruggen verhogen tot 11m20	3 bruggen	4 laags containervaart is mogelijk	niet meenemen.	zie 2e			
	Toename frequentie lage afvoeren: Gemiddeld aantal dagen per jaar waarbij Maasafvoer Monsin < 30 m3/s neemt toe	Verbeteren zoetwatervoorziening, biodiversiteit en beschikbaarheid water voor schuttingen	4a	Vergroten van de bufferruimte (verlaging minimum) op het stuwpand Borgharen in de zomer door vergroten peilmarge	kanaaloevers, kanaalbodem, sluzen?	Meer water beschikbaar voor zoetwatervoorziening / biodiversiteit / schutten	regioanalyse +input ander project		Deltaprogramma Zoetwater doet hier onderzoek naar. Mocht er besloten worden dit te implementeren, dan heeft dit effect op het peilbeheer en de aanwezige brughogtes.
4b			Vergroten van de bufferruimte (verhoging maximum) op het stuwpand Borgharen in de zomer door vergroten peilmarge	sluzen, kanaaloevers	Meer water beschikbaar voor zoetwatervoorziening / biodiversiteit / schutten	regioanalyse +input ander project			
4c			Vergroten van de bufferruimte (verlaging minimum) het kanaalpannd Maasbracht in de zomer door vergroten peilmarge	kanaaloevers, kanaalbodem, sluzen?	Meer water beschikbaar voor zoetwatervoorziening / biodiversiteit / schutten	regioanalyse +input ander project	regioanalyse		
4d			Vergroten van de bufferruimte (verhoging maximum) het kanaalpannd Maasbracht in de zomer door vergroten peilmarge	sluzen, kanaaloevers	Meer water beschikbaar voor zoetwatervoorziening / biodiversiteit / schutten	regioanalyse +input ander project	regioanalyse		
4e			Vermindering netto-stroom Juka, nemen waterbesparende maatregelen	gemalen, sluzen	Meer water beschikbaar voor zoetwatervoorziening / biodiversiteit / schutten	regioanalyse +input ander project		Dit wordt uitgezocht in MB 2.0. De water/besparende maatregelen hebben invloed op het peilbeheer en de wachttijden bij de sluzen voor de scheepvaart, dus van belang voor de afweging in de regioanalyse.	

## B Tabel drivers-functies Julianakanaal

Drivers-functies tabel kan inzicht geven in maatregelen die nodig zijn.

			functies																
			waterveiligheid			Voldoende water			Natuur		Vlot en veilig vaarwegverkeer			Overige gebruiksfuncties					
			primair: beschermen achterland	regionaal: beschermen achterland	Hoogwater-afvoer grote rivieren	Reguleren en handhaven waterpeil	hoogwater afvoeren op meren en kanalen	Afvoeren en verdelen water	Bieden leefgebied voor planten en dieren.	Mogelijk maken migratie tussen leefgebieden	Varen mogelijk maken (hoogte, breedte, diepte)	Faciliteren vaarwegverkeer (wachtijden)	Ligplaatsen	Faciliteren wegverkeer	duurzaam en toekomstbestendig beheer van de	Leveren koel- en proceswater aan industrie	Faciliteren energieopwekking	Recreëren	Faciliteren kabels en leidingen
drivers	hoogwater	T=100 jaar afvoer neemt toe																	
		Duur Maasafvoer te Monsin > 1700 m <sup>3</sup> /s neemt toe																	
	laagwater	gemiddeld aantal dagen per jaar waarbij Maasafvoer te Monsin < 30 m <sup>3</sup> /s neemt toe																	
		toename maximale 10 daagse neerslaghoeveelheid																	
	natuur	opkomst bevers																	
		opkomst invasieve exoten																	
	wegverkeer oost-west	toename intensiteit																	
		toename asbelasting																	
	scheepvaart	meer containervaart, minder bulk																	
		smart shipping																	
		intensiteit scheepvaart blijft gelijk																	

- prestatie neemt af tov huidige situatie
- prestatie neemt toe tov huidige situatie
- kan positief of negatief zijn

# C Tabel maatregelen-functies Julianakanaal

Maatregelen-functies tabel kan inzicht geven in welke functies beïnvloed worden door een maatregel.

		functies																
		waterveiligheid			Voldoende water			Natuur		Vlot en veilig vaarwegverkeer			Overige gebruiksfuncties					
		primaair: beschermen achterland	regionaal: beschermen achterland	Hoogwater-afvoer grote rivieren	Reguleren en handhaven waterpeil	hoogwater afvoeren op meren en kanalen	Afvoeren en verdelen water	Bieden leefgebied voor planten en dieren.	Mogelijk maken migratie tussen leefgebieden	Varen mogelijk maken (hoogte, breedte, diepte)	Faciliteren vaarwegverkeer (wachttijden)	Lig-plaatsen	Faciliteren wegverkeer	duurzaam en toekomstbestendig beheer van de sediment	Leveren proceswater aan industrie	Faciliteren energieweekking	Recreëren	Faciliteren kabels en leidingen
Born - Maasbracht	beheer: streefpeil verhogen 25 cm																	
	kanaal- en havenbodem vervangen en verstevigen en 30 cm verdiepen waar mogelijk																	
	brug Illikhoven verhogen tot 9m10																	
	Bufferruimte in de zomer vergroten																	
Limmel-Born	kanaal- en havenbodem vervangen en verstevigen en 30 cm verdiepen waar mogelijk																	
	bruggen verhogen tot 9m10, verbreden en versterken																	
beide panden	beheer: buffercapaciteit zomer vergroten stuwpand Borgharen																	
	Grensmaas ontlasten tijdens hoogwater: water via Julianakanaal																	
	Duiker Geul ontlasten: afvoeren water via Julianakanaal																	
	invoeren overstromingskansbenadering																	

- prestatie neemt af tov huidige situatie
- prestatie neemt toe tov huidige situatie
- kan positief of negatief zijn

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)