



Kennisprogramma Natte Kunstwerken
Kennisplan 2024

*Vervangings- en renovatieopgave
natte kunstwerken in Nederland*

Kennisbijdrage:

VenR-afwegingskader

Interactief visualisatie dashboard -
Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer

Auteurs

Joost Breedevelt	(Deltares)
Matthias Hauth	(Deltares)
Nino Zuiderwijk	(Deltares)
Ileen de Kat	(Rijkswaterstaat)
Albert Barneveld	(Rijkswaterstaat)

kenmerk	: KpNK-2024-KV3-afweging-b004
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

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

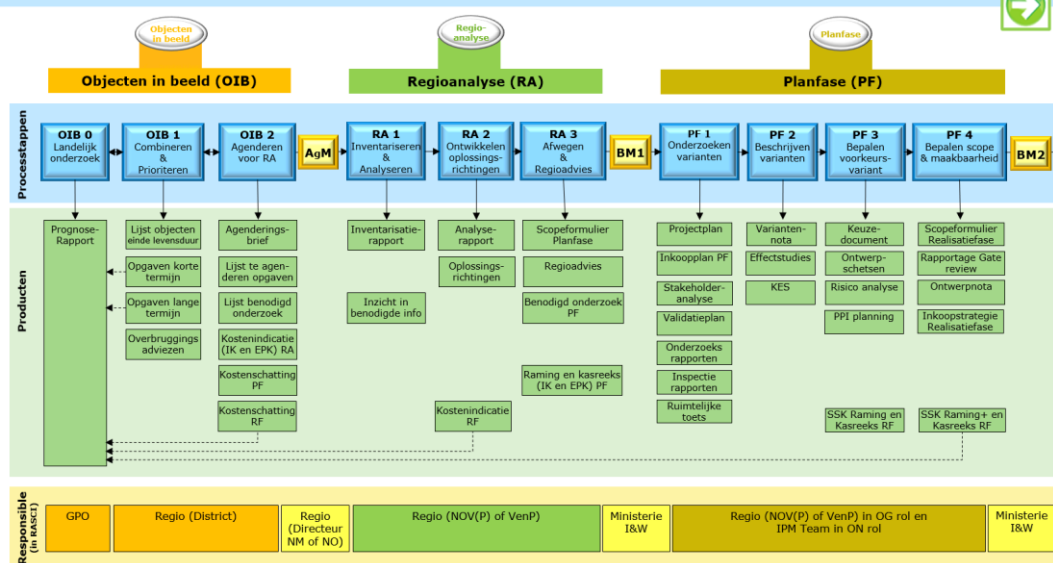
TNO

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) en op andere manieren.

Hieronder vindt u een kennisbijdrage binnen werkpakket 3.1 'VenR afwegingskader' uit het kennisplan 2024. Het omvat eerst de samenvatting van het onderzoek 'Interactief visualisatie dashboard – Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer'. Deze activiteit is namens het Kennisprogramma Natte Kunstwerken geleid door Deltares. Na de samenvatting vindt u het volledige onderzoeksverslag in de vorm van een PowerPoint presentatie.

N.B. Het volledige onderzoeksverslag is gelijk aan de originele PowerPoint presentatie van Deltares, met uitzondering van het kader met parafen. Bij publicatie van dit verslag 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

NKWK

- Voor meer informatie over het programma Kennisprogramma Natte Kunstwerken, zie 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
- Voor vragen over de voorliggende kennisbijdrage kunt u terecht bij de auteurs:

Joost Bredeveld joost.bredeveld@deltares.nl



Kennisprogramma Natte Kunstwerken
Kennisplan 2024



Samenvatting

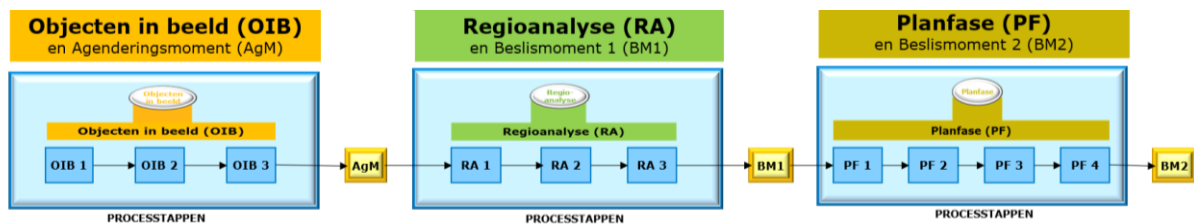
VenR afwegingskader

Interactief visualisatie dashboard – Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer

Hieronder vindt u een kennisbijdrage van het werkpakket ‘VenR afwegingskader’ uit het kennisplan 2024 van Kernvraag 2 en 3. De bijdrage – geleid door Deltares en RWS – omvat de samenvatting van het onderzoek ‘Achtergrondrapport bij werkvormen en visualisaties’. Na de samenvatting vindt u het volledige onderzoeksverslag in de vorm van een rapport.

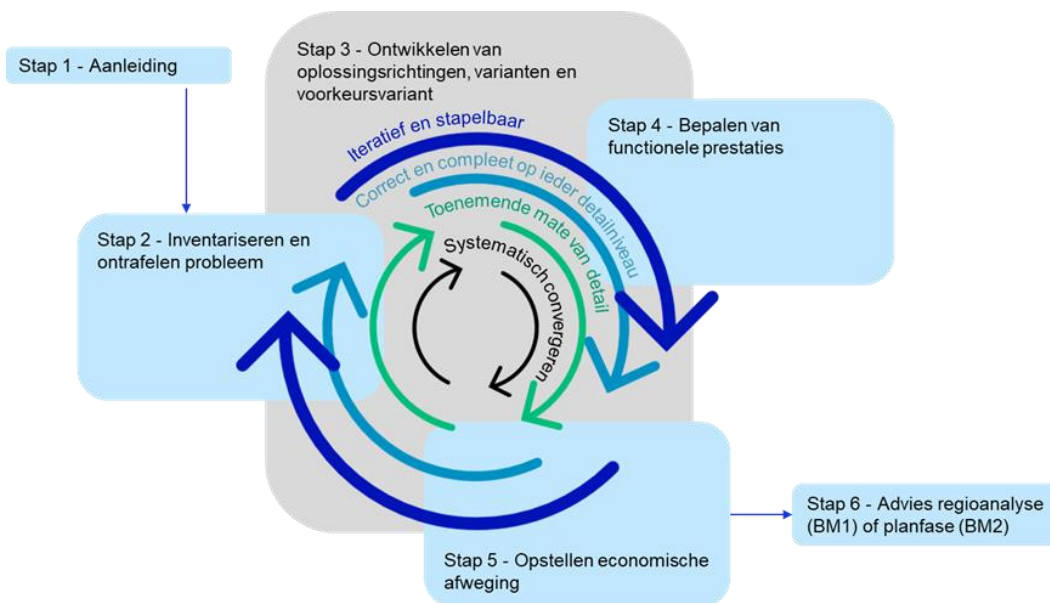
Aanleiding en probleemstelling

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.

Gedurende de ontwikkeling van de iteratieve werkwijze is er geconstateerd dat de VenR-coördinator van de regio en zijn/haar team bij het toepassen van deze werkwijze ondersteuning kunnen gebruiken om de doorlooptijd van de VenR-besluitvorming te beperken. Deze moet gericht zijn op:

- het efficiënt en effectief inzetten van de beschikbare expertise en
- het inzichtelijk maken van de (complexe) samenhang binnen het netwerk.

In relatie tot de tweede bullet is een prototype van een visualisatietool opgeleverd die de interpretatie vergemakkelijkt van (complexe) beslisinformatie uit gebruikte rekenmethoden en -instrumenten.

Onderzoeksvraag (WAT)

De voorliggende kennisbijdrage demonstreert de (meer)waarde van dit prototype binnen de iteratieve werkwijze. Het geeft daarmee antwoord op de vraag hoe in de praktijk (complexe) beslisinformatie over alle functies heen, in samenhang en op stapelbare wijze interactief te visualiseren is.

Onderzoeksaanpak en -methode (HOE)

De ontwikkelde iteratieve werkwijze en de bijbehorende onderdelen – waaronder deze demonstratie van de werking van het prototype – 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.

In de uitwerking wordt een fictieve case gebruikt. Deze is gebaseerd op een echte (complexe) situatie, waarin versimpelingen zijn doorgevoerd om de werking van het prototype van de visualisatietool te demonstreren. Zo is aangenomen dat een significant deel van de toekomstige zeespiegelstijging op dit moment al is opgetreden. Het feit, dat er aan de getalsmatige uitkomsten van deze case geen waarde kan worden gehecht, neemt niet weg dat het doel wel is bereikt.



Onderzoeksresultaten en synthese

Het onderzoek heeft uiteindelijk geleid tot een PowerPointpresentatie van een toepassing van de interactieve visualisatie tool op een fictieve case rondom het Volkerak-Zoommeer. Deze fictieve case is ook daadwerkelijk in het prototype van de visualisatietool ingebouwd, zodat tijdens het gesprek met een potentiële gebruiker hiermee kan worden 'gespeeld'.

Evaluatie en vooruitblik

We bevelen aan om met potentiële gebruikers (in aankomende praktijkcases) in gesprek te gaan over de ondersteuningsbehoeften die zij hebben en, naar aanleiding daarvan, over de vragen:

- Welke meerwaarde kan een visualisatietool als het prototype hebben?
- En, indien de meerwaarde wordt gezien, welke functionaliteit is dan wenselijk?

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



Kennisprogramma Natte Kunstwerken
Kennisplan 2024



KV2 Systematiek ontwikkelen opties - Onderdeel “Toolontwikkeling”
**Interactief visualisatie dashboard –
Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer**
(DEFINITIEVE versie)

Joost Bredeveld (Deltares)
Matthias Hauth (Deltares)
Ileen de Kat (Rijkswaterstaat)
Nino Zuiderwijk (Deltares)



Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

Interactief visualisatie dashboard – Toepassing bij case Volkerak-Zoommeer

Deltares kenmerk 11207401-030-HYE-0004, CONCEPT, augustus 2024

Behorende bij

“KpNK KV2 Ontwikkelen systematiek voor uitwerken opties – Achtergrondrapportage bij werkvormen en visualisaties”, KpNK, Deltares-kenmerk 11207401-030-HYE-0002;

Doc. versie	Auteur	Controle	Akkoord
1	Joost Bredeveld (Deltares) Matthias Hauth (Deltares) Nino Zuijderwijk (Deltares)	Martijn de Jong (Deltares)	Aukje Baaijens (Deltares)
2	Joost Bredeveld (Deltares)	Martijn de Jong (Deltares)	Aukje Baaijens (Deltares)



Inhoud

• Achtergronden

- Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK)
- Toelichting iteratieve werkwijze
- Toelichting functionele prestatie
- Aanleiding voor ontwikkeling dashboard voor visualisatie van complexe beslisinformatie

• Toepassing case Volkerak-Zoommeer

(titels en nummering in lijn met figuur iteratieve werkwijze op slide 5)

1. Aanleiding
2. Inventariseren en ontrafelen probleem
 - > Inclusief bepalen van huidige functionele prestatie
3. Ontwikkelen van oplossingsrichtingen
4. Bepalen van toekomstige functionele prestatie
5. Opstellen economische afweging
6. Advies regioanalyse (BM1) of planfase (BM2)

DISCLAIMER: Doel van deze presentatie is het demonstreren aan potentiële gebruikers van het concept van 'interactief, stapsgewijs en stapelbaar inzicht geven' en het interactieve visualisatie dashboard. De presentatie structureert de demonstratie, en met het dashboard ernaast kan men daadwerkelijk 'spelen'. Daartoe is een echte case met een beperkte focus en enkele versimpelingen uitgewerkt. **Aan de getalsmatige uitkomsten van deze fictieve case kan dus geen waarde worden gehecht!**



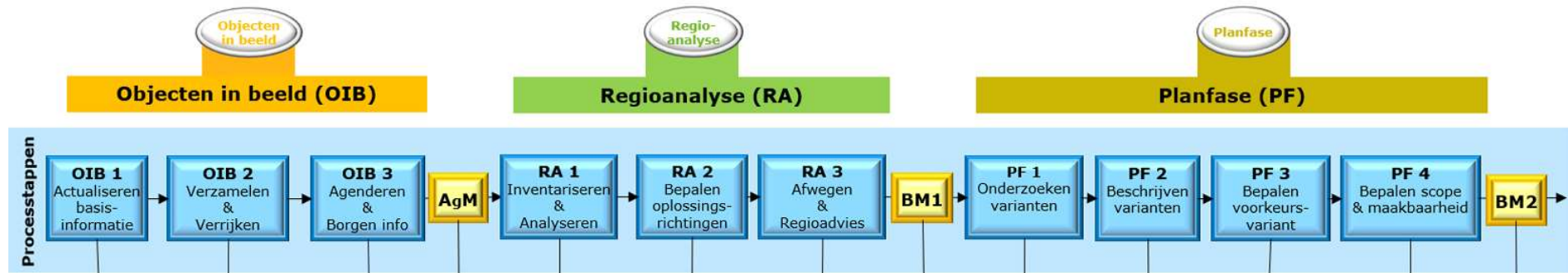
Plot dashboard

Bij de slides met dit plaatje erop doen we de suggestie om naar het interactieve visualisatie dashboard te gaan.



Achtergronden - KpNK

- Beheerders van waterinfrastructuur moeten in de komende decennia veel investeringsbeslissingen over VenR¹ via de Procesketen VenR² gaan nemen:

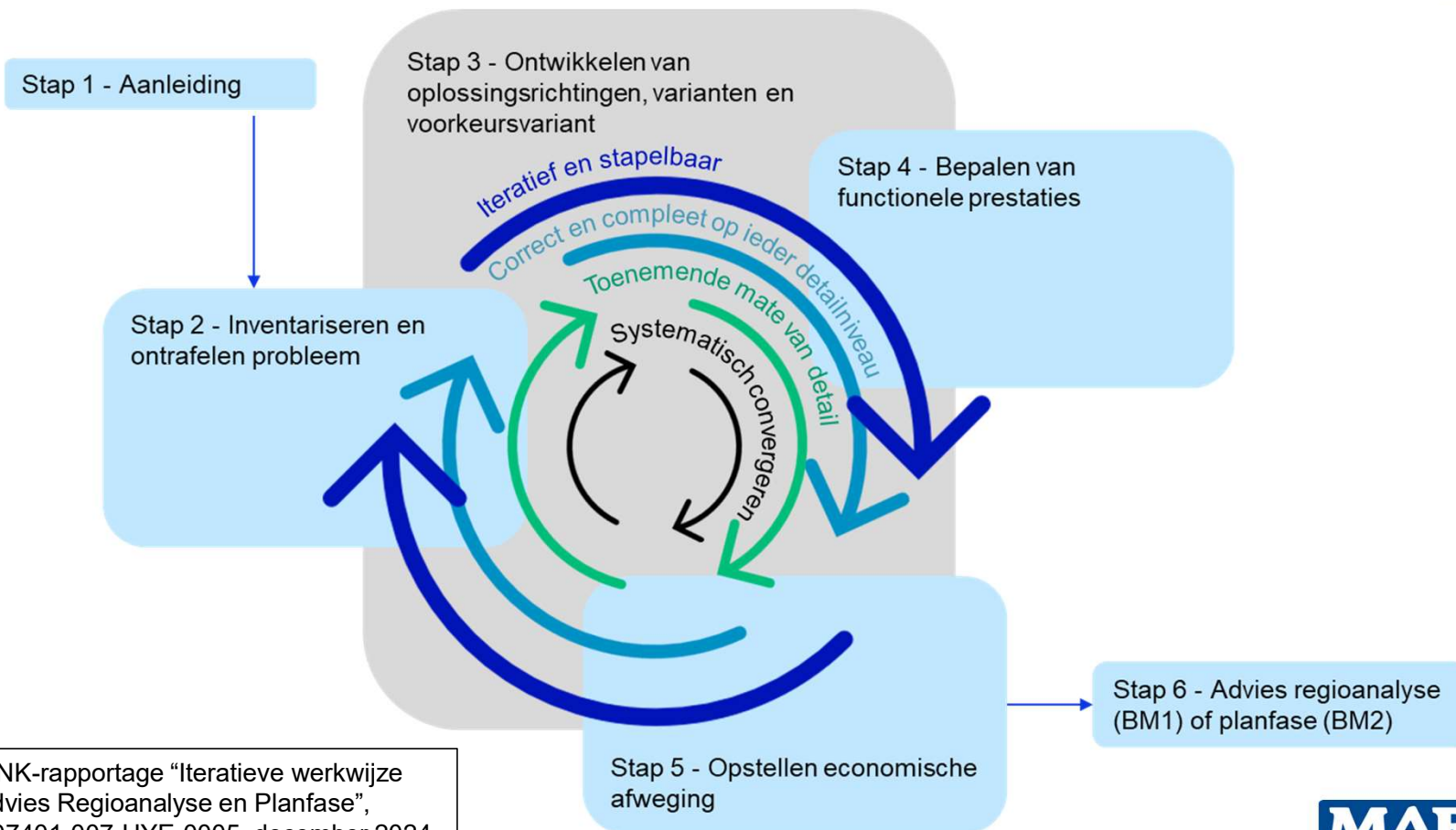


- Doelstelling Kennisprogramma Natte Kunstwerken (KpNK):
 - Het aanreiken van een iteratieve werkwijze³ – stapsgewijs en stapelbaar⁴ van grof naar fijn – die een transparante afweging⁵ tussen systematisch⁶ afgeleide oplossingsrichtingen⁷ voor VenR mogelijk maakt, en daarmee het voorbereiden van besluitvorming⁸ binnen de Procesketen VenR ondersteunt.

De in rood en superscript weergegeven getallen boven de onderstreepte termen verwijzen naar de toelichting in de notes.



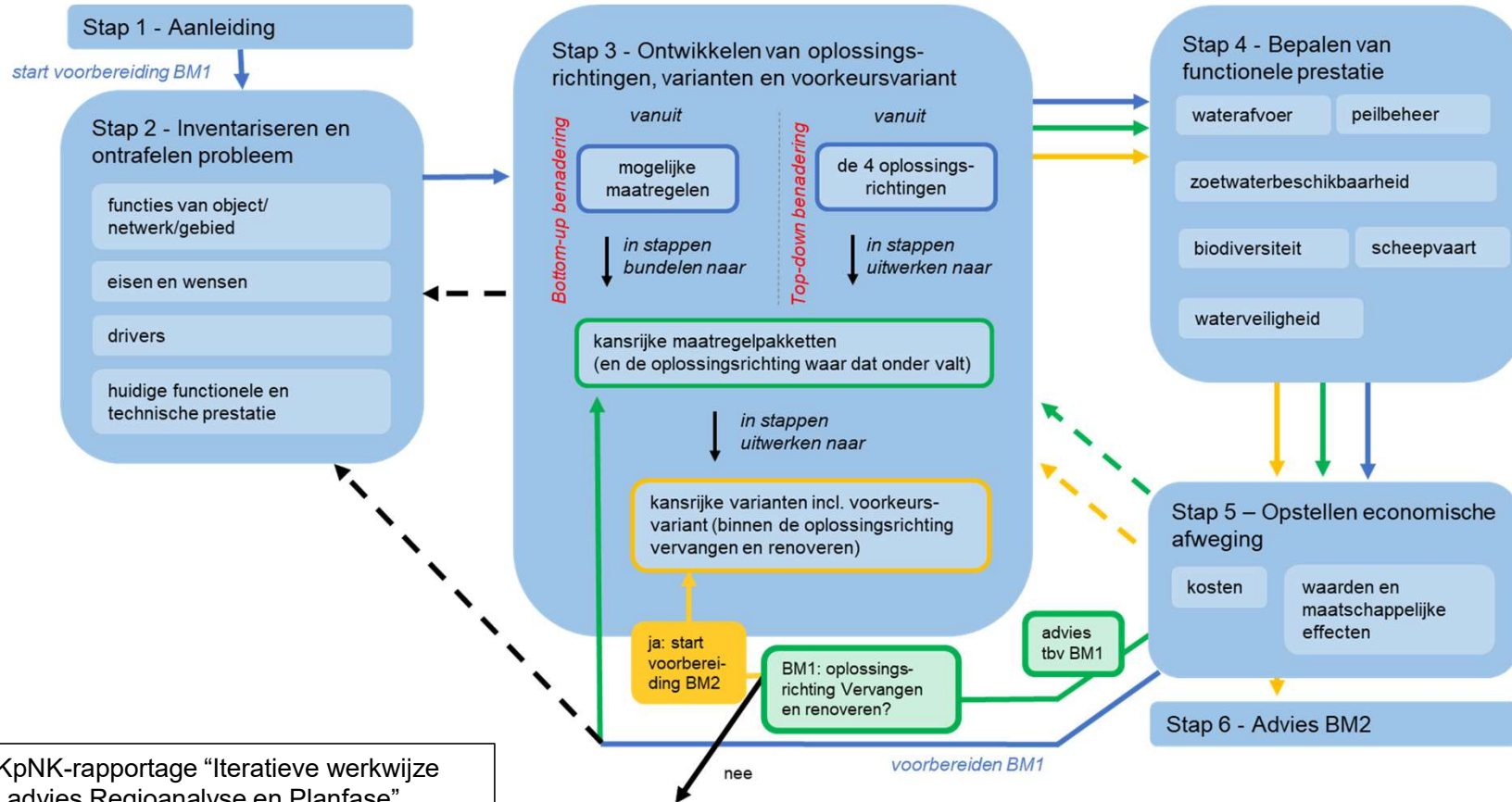
Achtergronden – Iteratieve werkwijze (1)



Voor toelichting: zie KpNK-rapportage “Iteratieve werkwijze om te komen tot een advies Regioanalyse en Planfase”, Deltares, kenmerk 11207401-007-HYE-0005, december 2024



Achtergronden – Iteratieve werkwijze (2)



oplossingsrichtingen 'niets doen', 'levensduur verlengend onderhoud' en 'aanleg' volgen andere werkwijzen (BenO of Aanleg)

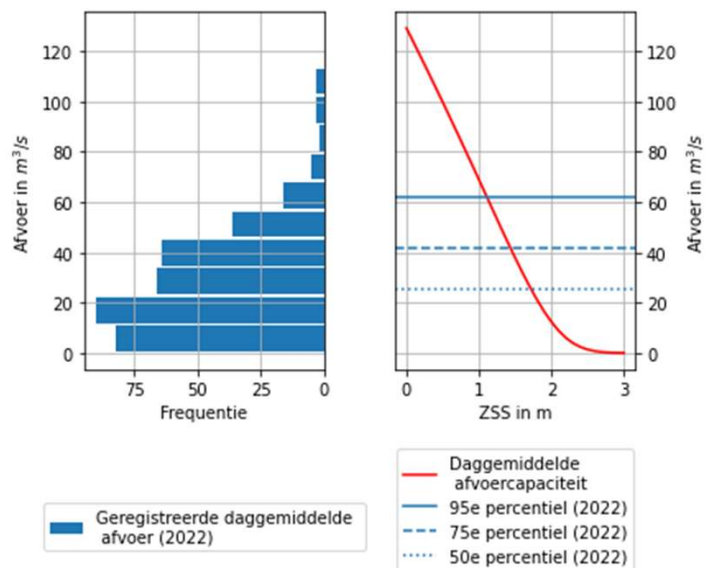
Voor toelichting: zie KpNK-rapportage "Iteratieve werkwijze om te komen tot een advies Regioanalyse en Planfase", Deltares, kenmerk 11207401-007-HYE-0005, december 2024



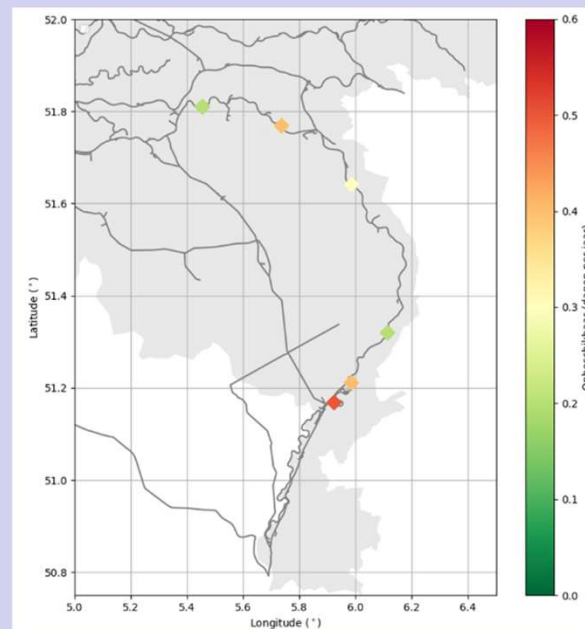
Achtergronden – Functionele prestatie (1)

- Korte toelichting functionele prestatie
- Link leggen naar beslisinformatie

- Kunstwerktype: Spuisluizen
- Functie: Waterafvoer
- Driver: Zeespiegelstijging



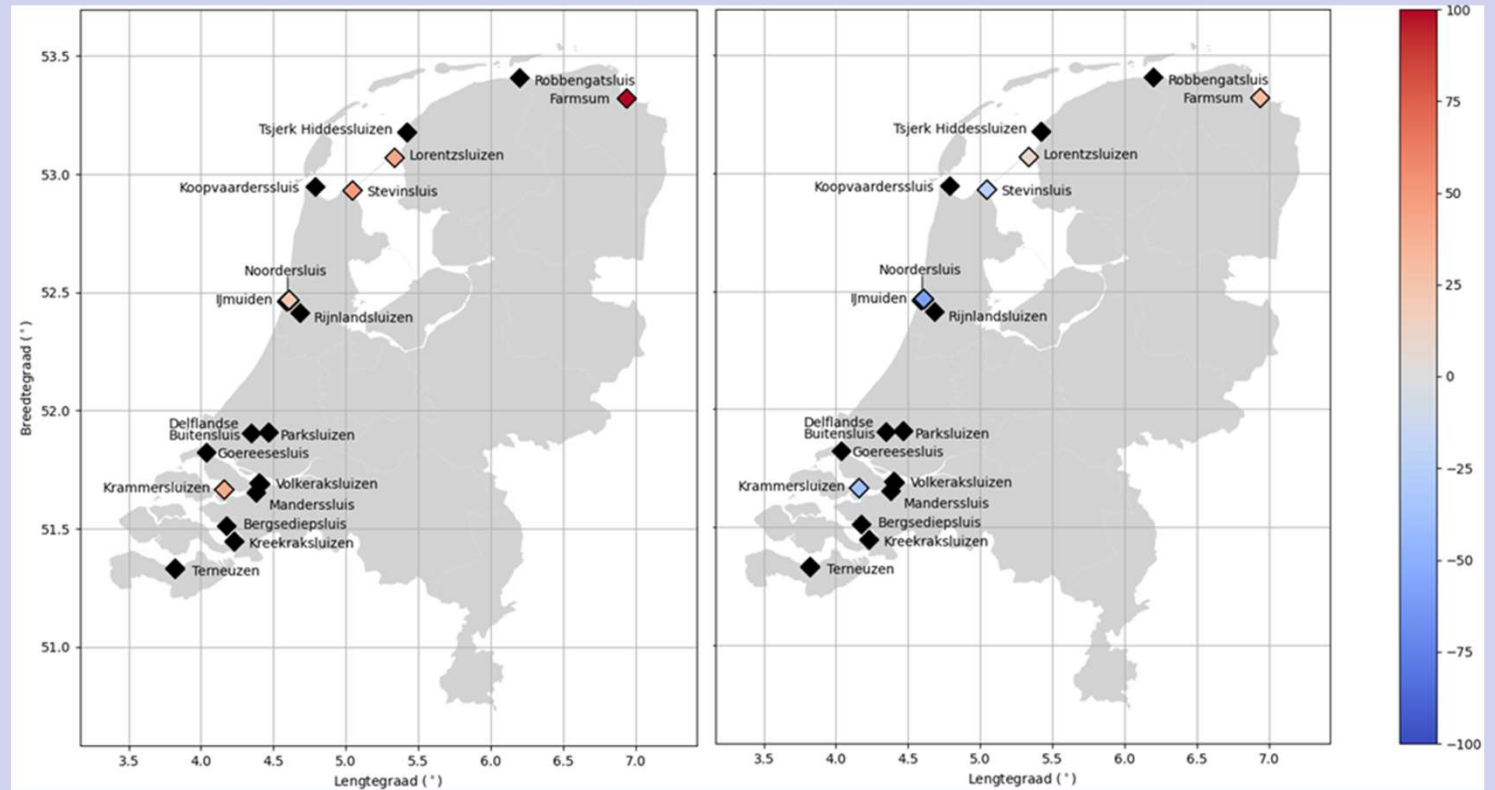
- Kunstwerktype: Stuwen (Maasstuwen)
- Functie: Scheepvaart (doorvaarbaarheid)
- Driver: Verandering hoge rivierafvoer





Achtergronden – Functionele prestatie (2)

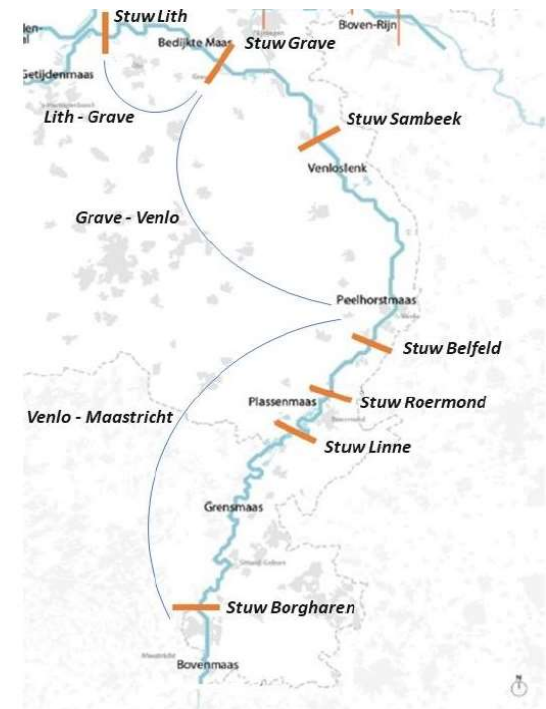
- Kunstwerktype: Schutsluizen
- Functie: Zoutbeheer (watervraag)
- Driver: Zeespiegelstijging





Achtergronden – Dashboard

- Geïdentificeerde pijnpunten [KpNK 2022]:
 - doorlopen van Procesketen VenR is complex;
 - houden van regie/grip op het werkproces is lastig;
 - > onderbouwing van beslissingen vaak niet op eenduidige en vergelijkbare methoden en instrumenten gebaseerd;
 - VenR-projecten zijn complex (en worden steeds complexer)
 - > beoordelingscriteria bij en weging van complexe beslisinformatie⁹ (per netwerkfunctie) lastig;
- Oplossingsrichting bij pijnpunten:
 - een interactieve¹⁰ visualisatie dashboard om de complexe beslisinformatie – over alle functies heen en op verschillende systeem-niveaus – samen te brengen en inzichtelijk te maken.





Doelstellingen met case

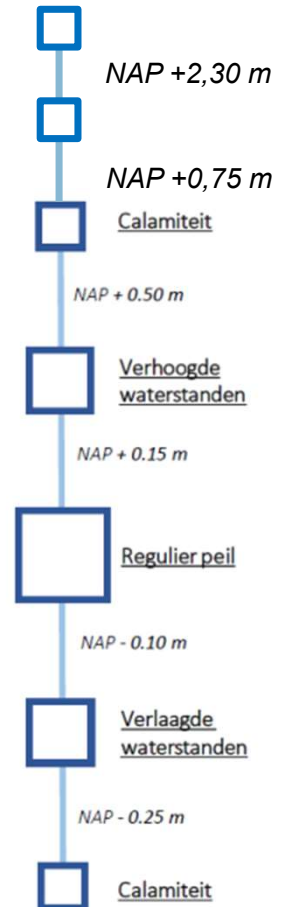
Eerst (met deze presentatie):

- In gesprek gaan met potentiële gebruikers
 - Demonstreren van het concept van *'interactief, stapsgewijs en stapelbaar inzicht geven'*
 - Bediscussiëren gewenste functionaliteit interactief visualisatie dashboard
-
- Later (daar is deze presentatie niet voor bedoeld)...
 - Prioriteren van vereiste doorontwikkelingen
 - Initiëren van vereiste doorontwikkelingen
 - Faciliteren inzet van interactief visualisatie dashboard in daadwerkelijke besluitvorming
 - Inbedden van interactief visualisatie dashboard in Procesketen VenR



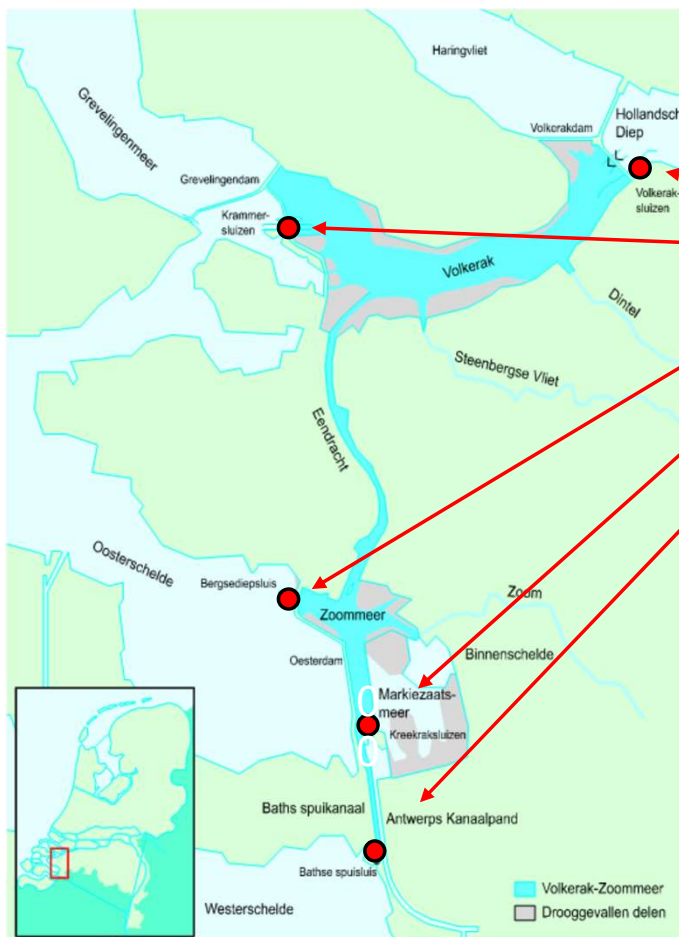
Introductie case Volkerak-Zoommeer (VZM)

- Belangrijk multifunctioneel systeem in ZW Delta -> zie peiltrap (rechts):
 - **Natuurlijk peilverloop** tussen NAP +0,15 m en NAP -0,10m
 - ernstige wateroverlast bij peil > NAP +0,50m
 - ernstig watertekort bij peil < NAP -0,25m
 - **Drempelwaarden per functie** voor beheer:
 - waterveiligheid: inzet noodwaterberging mogelijk tot NAP +2,30m
 - scheepvaart:
 - beperking doorvaarthoogte vanaf NAP +0,75m
 - stremming ivm spuien tot aan NAP -0,25m
 - bij wateroverlast (peil > NAP +0,50m): beperking inlaatmogelijkheden WSBD
 - waterkwaliteit / natuurbeheer (natuurlijk peilverloop): vergrootte doorspoeling VZM
 - bij watertekort (peil < NAP -0,25m): verlaagde instroom Volkeraksluizen





Stap 1: Aanleiding (1)



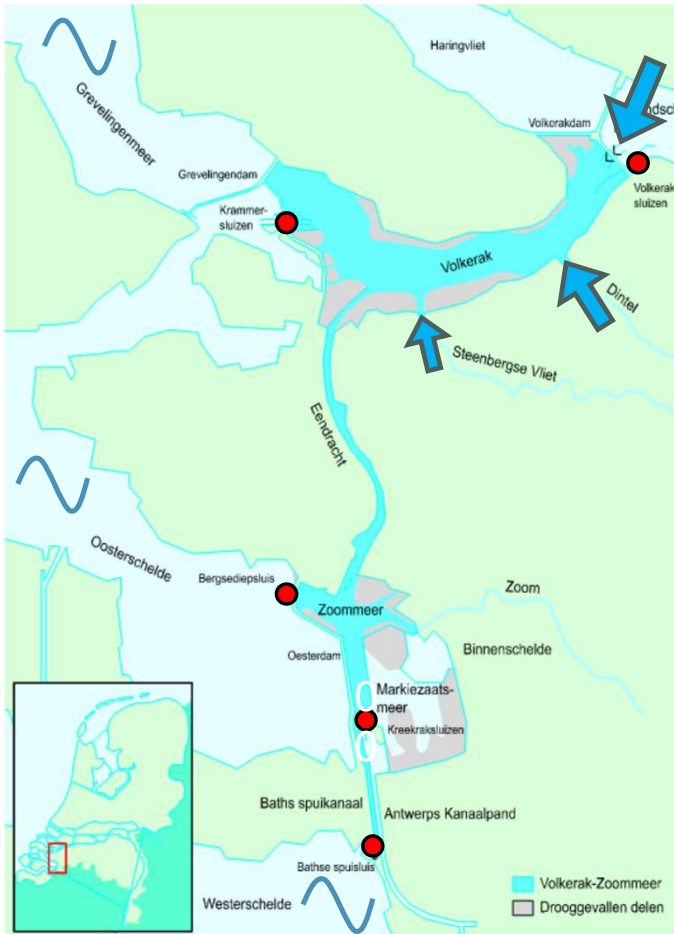
- De volgende objecten (inclusief vermelding bouwjaar) maken deel uit van het watersysteem VZM:



- Volkeraksluizen (1967)
- Krammersluizen (1987)
- Bergsediepsluis (1989)
- Kreekraksluizen (1975)
- Bathse spuisluis (1987)

- Grove benadering van levensduur kunstwerken: ~100 jaar
- Aanleiding voor regioanalyse is NIET het einde technische levensduur van deze natte kunstwerken, maar richt zich op einde functionele levensduur van het watersysteem VZM.



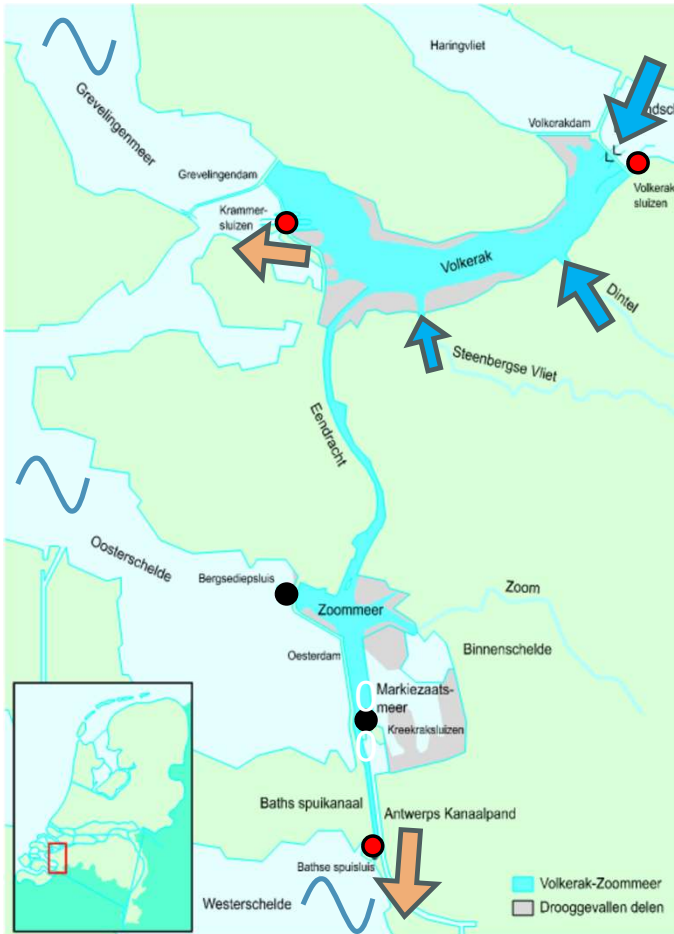
Stap 1: Aanleiding (2)



- Een realistische case vereist een (voldoende) brede insteek.
- Zo werkt Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) aan strategieën en concrete maatregelen om zoetwatervoorziening NL robuuster te maken voor effecten klimaatverandering (drivers¹¹), waaronder:
 - Zeespiegelstijging 
 - Veranderende instroom door (toename van) variaties in rivierafvoer en in neerslag 
- Vraag beheerder VZM in DPZW over klimaatrobustheid betref bv “*Hoe lang kunnen de beheer- en gebruiksfuncties van het VZM met het huidige waterbeheer gehandhaafd blijven onder invloed van klimaatverandering?*”





Stap 2a: Probleemstelling



- Onze vraag in deze versimpelde case VZM zoomen we in op één aspect: tot wanneer kan de huidige bovengrens van het waterpeil in het VZM worden gehandhaafd door voldoende water te kunnen spuien?

Oftewel: “*Tot wanneer is spuicapaciteit \geq spuvraag?*”

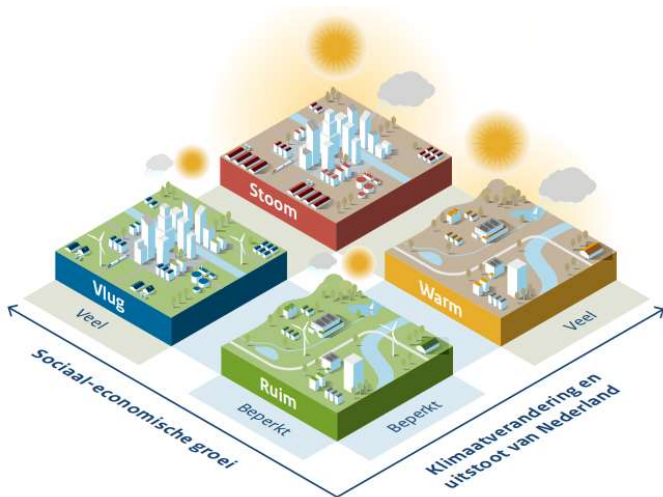
- Hierbij de volgende vereenvoudigde uitgangspunten:
 - **spuvraag**: instroomdebiet VZM, gelijk genomen aan som
 - > gestuurde instroom via Volkeraksluizen (rivieraanvoer) 
 - > vrije instroom vanuit Dintel en Steenbergse Vliet (neerslag)
 - **spuicapaciteit**: mogelijke uitstroomdebiet VZM, gelijk genomen aan som
 - > uitstroom onder vrij verval via Krammersluizen 
 - > uitstroom onder vrij verval via Bathse spuisluis
 - spuvraag en -capaciteit uitgedrukt in gemiddelde* waarde van debiet;
 - uitgangspunt: gemeten instroom in 2022 (slide 17), berekende uitstroom;

(*feitelijk spuisluis afhankelijk van verticaal getij)



Stap 1: Aanleiding (3)

- “Deltascenario’s voor Nederland – Wateropgaven in 2050 en 2100”, Deltares, 2024;
- Voor de economische analyse in deze case is een zo realistisch mogelijke vertaling van beschouwde waarden van de meest relevante drivers* naar een jaartal gebruikt.
- Vandaar dat in de verkenning met scenario’s Stoom / Warm '24 alleen is meegenomen:



	2024	2050	2100
Zeespiegelstijging (referentie 1995-2014)	0 cm	+27 cm (19-38 cm)	+82 cm (59-124 cm)
Jaarlijkse neerslag (excl. verdamping)	851 mm	-2% tot +3%	-3% tot +8%

* In deze versimpelde case wordt de totale hoeveelheid aanvoer in een jaar beschouwd (met 2022 als referentie), die vervolgens wordt omgerekend naar een gemiddelde waarde. Vanuit de Deltascenario's zijn alleen de meest relevant geachte, en op deze insteek aansluitende drivers meegenomen.

Zo wordt de vergrote variatie in rivierafvoer in de Deltascenario studie alleen gegeven voor extremen in een beperkte tijdsperiode (veel korter dan een jaar). Dat sluit slecht aan op de versimpelde insteek. Met het doel van deze case in *slide 3* in het achterhoofd, is besloten deze driver niet mee te nemen in deze fictieve case.



Stap 1: Aanleiding (4)

- De verkenning laat zien (dat met de geprojecteerde zeespiegelstijging van circa 80 cm in 2100) een voor het functioneren van VZM kritische zeespiegelstijging veel later dan 2100 zal optreden. In dat geval zou een VenR-maatregel overwegen nog lang niet nodig zijn...
- Om het doel van deze toepassing (zie **slide 3**) van de iteratieve werkwijze op het VZM te bereiken nemen we in deze fictieve case aan dat **1,2 m van de geprojecteerde zeespiegelstijging op dit moment al is opgetreden**. En hebben we het in het vervolg dus over een fictieve zeespiegelstijging (fZSS).
- Deze aanname leidt tot de volgende vertaling van ZSS (in cm) naar een jaartal:

	2024	2030	2040	2050	2060	2080	2100	2120	2140
fictieve zeespiegelstijging (fZSS)	(120)	+10	+ 20	+30	+40	+60	+80	+100	+120



Stap 2b: Inventarisatie systeem case (1)

- Netwerkfuncties bij beschouwde kerntaak 'voldoende water':
 - reguleren en handhaven waterpeil
 - > focus in deze case op afvoeren water bij wateroverlast (door spuien)
- Beschouwde minimale / maximale bijdragen aan netwerkfuncties:
 - spuivraag: som gemiddelde instroom Volkeraksluizen, Dintel en Steenbergse Vliet ($\sim 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - spuicapaciteit: gemiddelde uitstroom Krammersluizen ($\sim 23,6 \text{ m}^3/\text{s}$ in 2022) en Bathse spuisluis ($\sim 129,1 \text{ m}^3/\text{s}$ in 2022)
- Overige kerntaken en (bijdragen van objecten aan) netwerkfuncties gelinkt aan de peiltrap/drempelwaarden in **slide 11** worden buiten beschouwing gelaten...





KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

Stap 2b: Krammersluizen





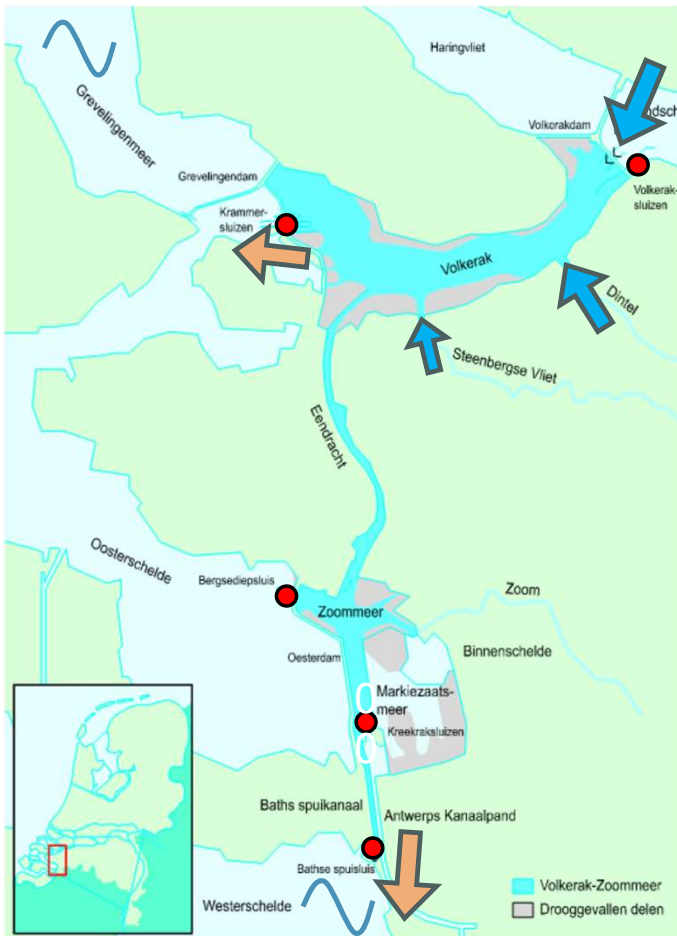
KENNISPROGRAMMA
NATTE KUNSTWERKEN

Stap 2b: Bathse spuisluis





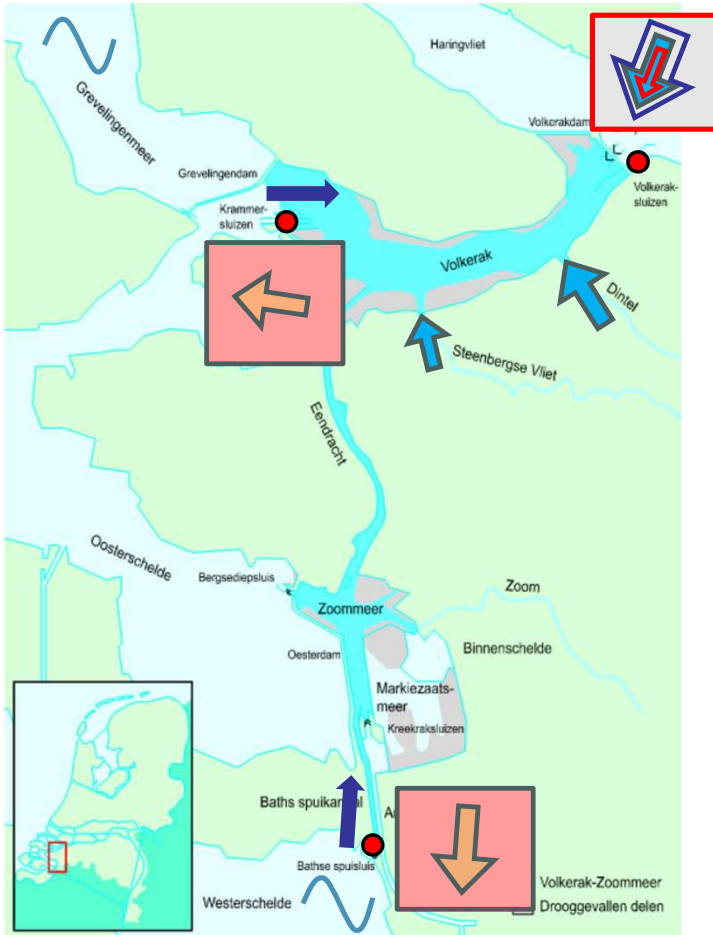
Stap 2b: Inventarisatie systeem case (3)



- Mogelijke samenhang tussen drivers
- **Mogelijke samenhang tussen netwerkfuncties (zie slide 11)**
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdragen
- Mogelijke samenhang tussen driver en netwerkfunctie:
- Mogelijke samenhang tussen driver en objectbijdrage
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdrage en netwerkfunctie



Stap 2b: Inventarisatie systeem case (4)



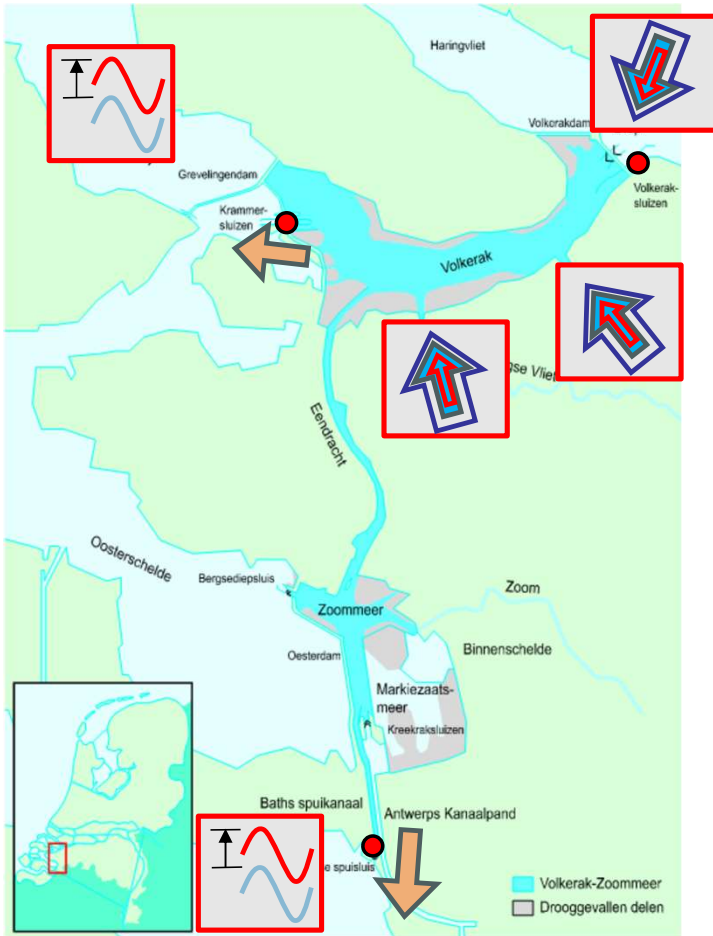
- Mogelijke samenhang tussen drivers
- Mogelijke samenhang tussen netwerkfuncties
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdragen:
 - invloed veranderende instroom via Volkeraksluizen op vereiste uitstroom Krammersluizen en Bathse spuisluis
 - invloed veranderende uitstroomcapaciteit Krammersluizen op spuvraag Bathse spuisluis, en vice versa
- Mogelijke samenhang tussen driver en netwerkfunctie:
- Mogelijke samenhang tussen driver en objectbijdrage
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdrage en netwerkfunctie



spuicapaciteit waar op deze slide naar wordt verwezen



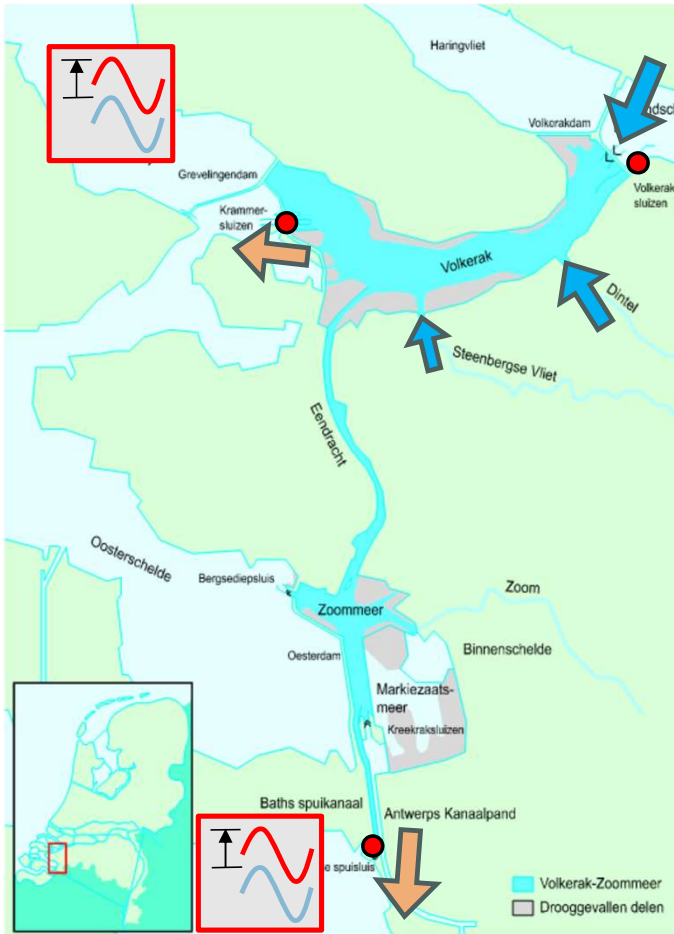
Stap 2b: Inventarisatie systeem case (5)



- Mogelijke samenhang tussen drivers
- Mogelijke samenhang tussen netwerkfuncties)
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdragen
- **Mogelijke samenhang tussen driver en netwerkfunctie:**
 - invloed zeespiegelstijging op reguleren en handhaven VZM-peil
 - invloed veranderende rivierafvoer op reguleren en handhaven VZM-peil
- Mogelijke samenhang tussen driver en objectbijdrage
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdrage en netwerkfunctie



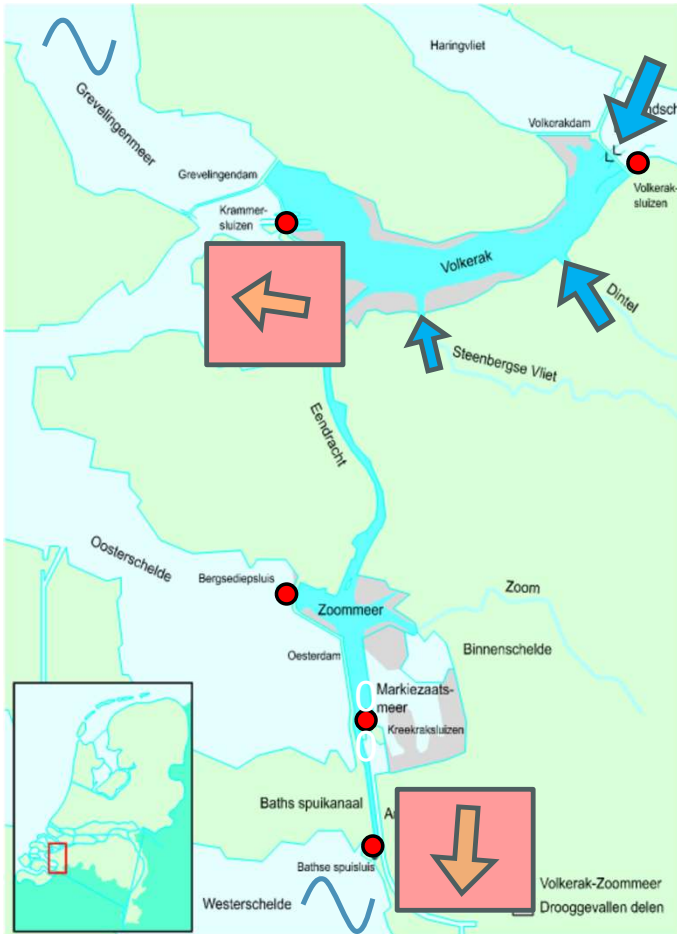
Stap 2b: Inventarisatie systeem case (6)



- Mogelijke samenhang tussen drivers
- Mogelijke samenhang tussen netwerkfuncties
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdragen
- Mogelijke samenhang tussen driver en netwerkfunctie
- **Mogelijke samenhang tussen driver en objectbijdrage (zie slides 39 t/m 42):**
 - invloed zeespiegelstijging op spuicapaciteit Krammersluizen en spuicapaciteit Bathse spuisluis
 - invloed zeespiegelstijging op zoutlast via Krammersluizen en zoutlast via Bathse spuisluis
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdrage en netwerkfunctie



Stap 2b: Inventarisatie systeem case (7)



- Mogelijke samenhang tussen drivers
- Mogelijke samenhang tussen netwerkfuncties
- Mogelijke samenhang tussen objectbijdragen
- Mogelijke samenhang tussen driver en netwerkfunctie:
- Mogelijke samenhang tussen driver en objectbijdrage
- **Mogelijke samenhang tussen objectbijdrage en netwerkfunctie:**
 - Invloed veranderende spuicapaciteit Krammersluis en Bathse spuisluis op reguleren en handhaven VZM-peil



Stap 2c: HUIDIGE eisen/ambities

- Huidige eisen wat betreft de beschouwde kerntaken en functies:
 - reguleren en handhaven waterpeil: spuvraag is kleiner dan of gelijk aan spuicapaciteit
 - > nogmaals: focus in deze case op afvoeren water bij wateroverlast (door spuien)
- Vertaling naar functionele prestatie (via voorspellingen in kaart te brengen parameters):
 - Wat is het verschil tussen de gemiddelde spuvraag en gemiddelde spuicapaciteit (in m³/s)?
- Om deze (eenvoudige) beslisinformatie inzichtelijk te maken dient de gebruiker het dashboard te voeden met een tabel van data zoals hieronder weergegeven:



Volkerak-Zoommeer (netwerkniveau)					
ZSS	gemiddelde waarden voor instroom en uitstroom				
	Q_vraag	Q_cap;Krammer	Q_cap;Bath	Q_cap;totaal	verschil
[cm]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0

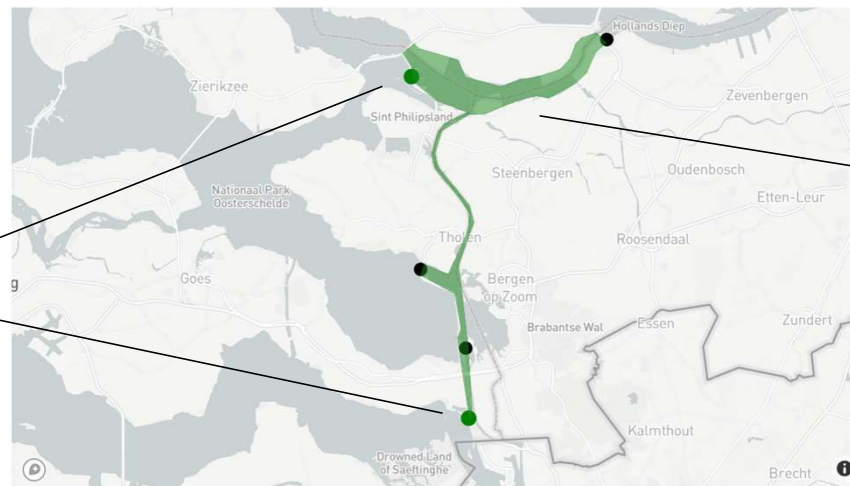


Stap 4a: Huidige functionele prestatie

- Huidige prestaties (bij 0 m ZSS) voor reguleren en handhaven waterpeil:
 - gemiddelde waarde spui vraag = $\sim 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$
 - gemiddelde waarde totale spui capaciteit = $\sim 152,8 \text{ m}^3/\text{s}$
 - > gemiddelde waarde spui capaciteit Krammer = $\sim 23,6 \text{ m}^3/\text{s}$
 - > gemiddelde waarde spui capaciteit Bathse spuisluis = $\sim 129,1 \text{ m}^3/\text{s}$
- Conclusie: op dit moment is spui vraag kleiner dan spui capaciteit (voldoet aan eis).



*beschouwde kunstwerken
zijn groen gekleurd*



watersysteem is groen gekleurd



Stap 2d: Veranderingen door drivers

- Beschouwde verandering van fZSS: van 0 tot 2 m (zie **slide 16**)

N.B. De effectieve spuicapaciteit onder vrij verval van de Krammersluizen en Bathse spuisluis neemt af met een zeespiegelstijging.



- Verandering van spuvraag door verwachte grotere variaties in rivierafvoer via Volkeraksluizen is buiten beschouwing gelaten (zie **slide 14**), mede doordat deze bijdrage aan de waterbalans van het VZM kan worden gestuurd.
- Beschouwde veranderingen van spuvraag door veranderende neerslag (vrije instroom):
 - Dintel en Steenbergse Vliet **bij scenario +5%:** van $\sim 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$ naar $\sim 49,7 \text{ m}^3/\text{s}$
 - bij scenario -5%:** van $\sim 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$ naar $\sim 45,0 \text{ m}^3/\text{s}$



Stap 2d: Veranderingen door drivers

- Om deze (complexere) beslisinformatie inzichtelijk te maken dient de gebruiker het dashboard te voeden met een 3D-matrix van data zoals hieronder weergegeven:

Volkerak-Zoommeer (netwerkniveau)						(netwerkniveau)				netwerkniveau)			
ZSS	gemiddelde waarden voor instroom en uitstroom					gemiddelde waarden voor instroom en uitstroom				gemiddelde waarden voor instroom en uitstroom			
[cm]	Q_vraag [m3/s]	Q_cap;Krammer [m3/s]	Q_cap;Bath [m3/s]	Q_cap;totaal [m3/s]	verschil [m3/s]	bij AFNAME vrije instroom van 5% in 2100				bij TOENAME vrije instroom van 5% in 2100			
						cap;Krammer [m3/s]	Q_cap;Bath [m3/s]	Q_cap;totaal [m3/s]	verschil [m3/s]	cap;Krammer [m3/s]	Q_cap;Bath [m3/s]	Q_cap;totaal [m3/s]	verschil [m3/s]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
				120	...	...	...	...	...	...	...	...	...
				130	...	...	...	...	...	...	...	...	...
						120	...	...	...	...	...	...	...
						130	...	...	...	...	...	...	...



Stap 2e: TOEKOMSTIGE eisen/ambities

- Toekomstige eisen qua beschouwde kerntaken en functies (zie **slide 17**):
 - Beschouwde 'oplossingsrichting' (OR) en *variant* (V) qua reguleren en handhaven waterpeil:
 - > 'niets doen' (**OR0-V1**) -> volume water in berging VZM blijft gelijk
- Eerste aanname (op basis van expert judgement): er wordt een maatregel nodig geacht als de netwerkprestatie minder dan 80% van de eis is.



Plot dashboard



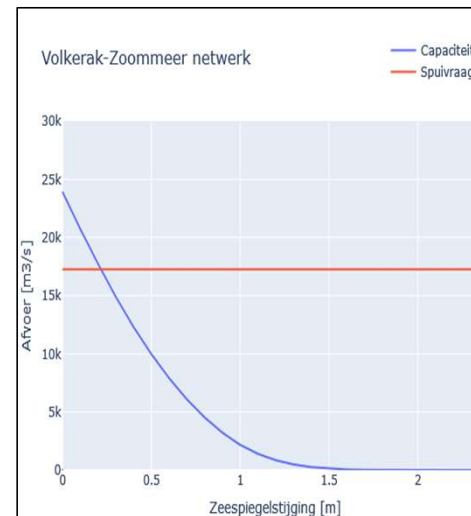
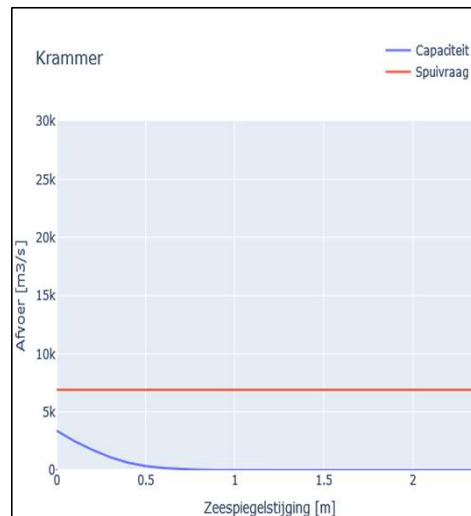
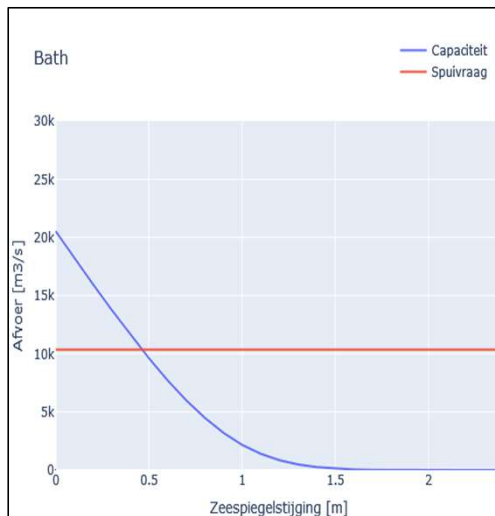
Stap 3: Andere oplossingsrichtingen

- Toekomstige eisen wat betreft de beschouwde kerntaken en functies:
 - Beschouwde 'oplossingsrichting' (OR) en *variant* (V) qua reguleren en handhaven waterpeil:
 - > 'niets doen' (OR0-V1) -> *volume water in berging VZM blijft gelijk;*
 - > 'uitbreiding' (OR1-V1) -> *spuicapaciteit VZM vergroten door extra pompcapaciteit bij Krammersluis*
 - > 'uitbreiding' (OR1-V2) -> *spuicapaciteit VZM vergroten door bouw extra spuikokers bij Bathse spuisluis*
 - > 'uitbreiding' (OR1-V3) -> *spuicapaciteit VZM Krammersluis (pompen) én Bathse spuisluis (spuikokers) vergroten*
- Eerste aanname (op basis van expert judgement): er wordt een maatregel nodig geacht als de netwerkprestatie minder dan 80% van de eis is.



Stap 4b: TOEKOMSTIGE functionele prestatie

- **OR0-V1** (zie slide 30)
- Conclusie objecten:
 - Spuivraag Bathse spuisluis tot aan fZSS 0,5 m kleiner dan nu beschikbare spuicapaciteit.
 - Spuivraag Krammersluis is bij fZSS 0 m al kleiner dan nu beschikbare spuicapaciteit.
- Conclusies netwerk:
 - Spuivraag VZM tot aan circa fZSS 0,2 m kleiner dan totale nu beschikbare spuicapaciteit.

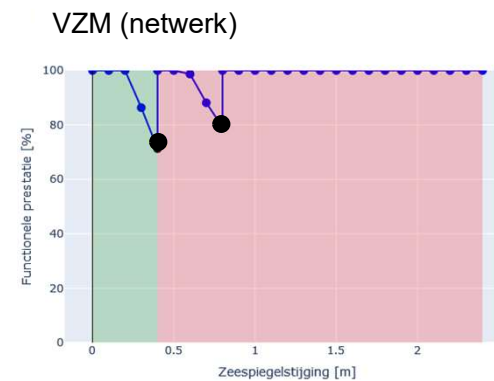
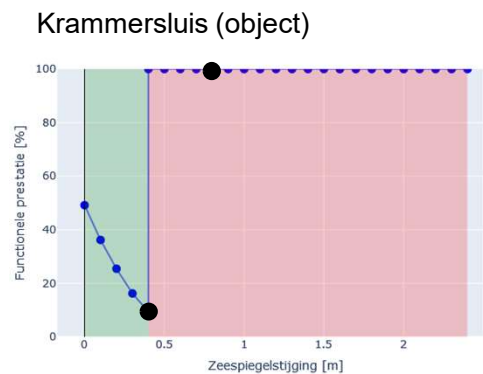
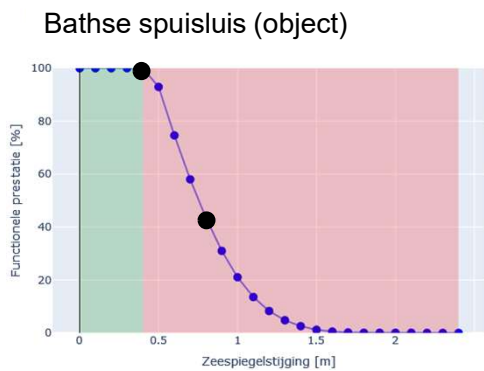


fZSS staat voor fictieve zeespiegelstijging (zie toelichting slide 16)



Stap 4c: TOEKOMSTIGE functionele prestatie

- **OR1-V1** bij netwerkprestatie < 80% van huidige prestatie (zie slide 31)
- Conclusie objecten:
 - Bijdrage Bathse spuisluis aan spuicapaciteit VZM neemt af met de zeespiegelstijging.
 - Spuicapaciteit Krammersluis dient bij zowel fZSS 0,40 m als fZSS 0,8 m met pompen te worden vergroot.
- Conclusies netwerk:
 - Spuivraag VZM door niets doen bij Bathse spuisluis en 2x vergroten pompcapaciteit Krammersluis tot aan fZSS 0,8 m kleiner dan spuicapaciteit
 - Bij hogere waarden van fZSS is spuicapaciteit VZM (vanwege de pompen) niet meer afhankelijk van ZSS).



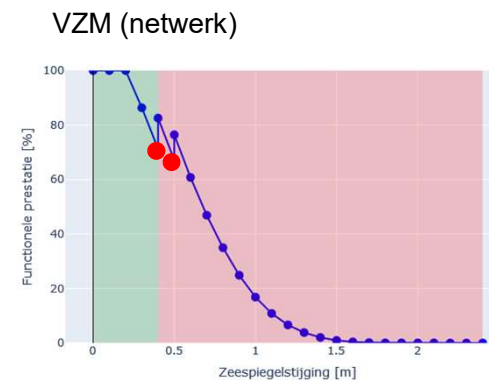
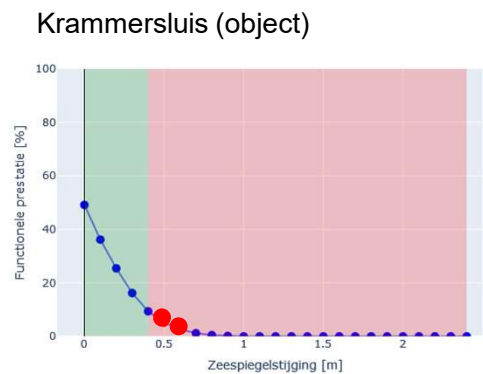
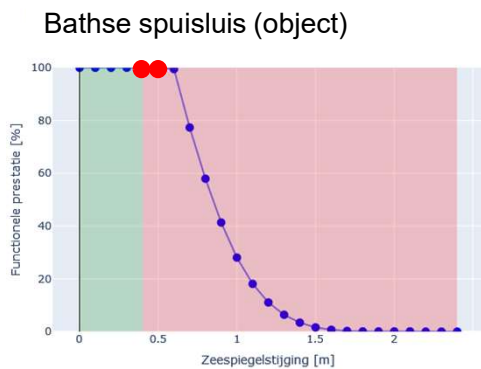
fZSS staat voor fictieve zeespiegelstijging (zie toelichting slide 16)

- ● Bouw extra spuicapaciteit Bathse spuisluis
- ● Bouw pompcapaciteit Krammersluizen
- ● Datapunt zonder maatregel



Stap 4d: TOEKOMSTIGE functionele prestatie

- **OR1-V2** bij netwerkprestatie $< 80\%$ van huidige prestatie (zie slide 31)
- Conclusie objecten:
 - Bijdrage Krammersluis aan spuicapaciteit VZM (onder vrij verval) neemt af.
 - Spuicapaciteit Bathse spuisluis dient bij fZSS 0,4 m en fZSS 0,5 m met extra spuiokers te worden vergroot.
- Conclusies netwerk:
 - Extra spuiokers zijn vanaf fZSS 0,4 m weinig effectief; bijdrage aan spuicapaciteit VZM is klein.
 - Spuivraag VZM is vanaf fZSS 0,5 m – dus ook met het in gebruik nemen van extra spuiokers – niet onder beschikbare spuicapaciteit te houden.



fZSS staat voor fictieve zeespiegelstijging (zie toelichting slide 16)

- ● Bouw extra spuicapaciteit Bathse spuisluis
- ● Bouw pompcapaciteit Krammersluizen
- ● Datapunt zonder maatregel

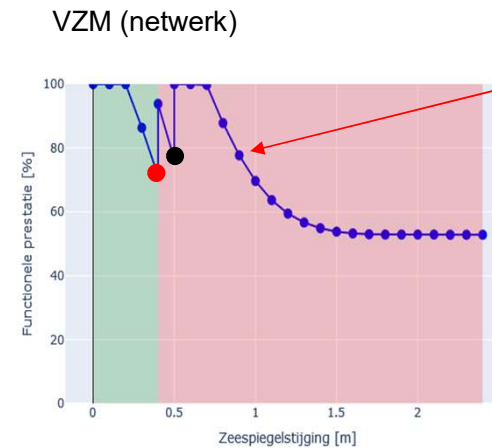
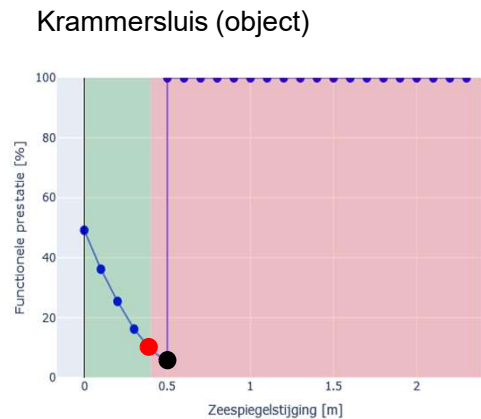
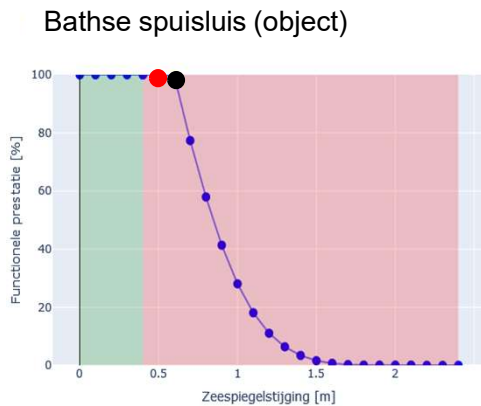


Stap 4e: TOEKOMSTIGE functionele prestatie

- **OR1-V3** bij netwerkprestatie $< 80\%$ van huidige prestatie (zie slide 31)
- Conclusie objecten:
 - Spuicapaciteit Bathse spuisluis wordt bij fZSS 0,4 m met extra spuikokers vergroot.
 - Spuicapaciteit Krammersluis wordt bij fZSS 0,5 m met pompcapaciteit vergroot.
- Conclusies netwerk:
 - Spuivraag VZM door vergroten spuicapaciteit Krammer én Bath tot aan fZSS 0,9 m kleiner dan benodigde spuicapaciteit (en vanaf ZSS 1,5 m is spuicapaciteit niet meer afhankelijk van ZSS).



Plot dashboard



Bij fZSS = 0,80 m dient de pompcapaciteit nogmaals te worden vergroot om te voorkomen dat de netwerkprestatie minder dan 80% van de eis zakt; deze is nog niet in deze verkenning meegenomen.

- ● Bouw extra spuicapaciteit Bathse spuisluis
- ● Bouw pompcapaciteit Krammersluizen
- ● Datapunt zonder maatregel



Stap 5: Economische uitgangspunten

- Economische uitgangspunten:

- Referentiejaar 2024
- Rentepercentage 1,6%
- Evaluatieperiode 75 jaar
- Geen significante verschillen in prestatie tussen de varianten



- Investerings- en onderhoudskosten:

- Extra spuicapaciteit via bouw spuikokers: € 11.000.000
- Extra spuicapaciteit via aanbrengen pompcapaciteit (25 m³/s): € 17.187.500

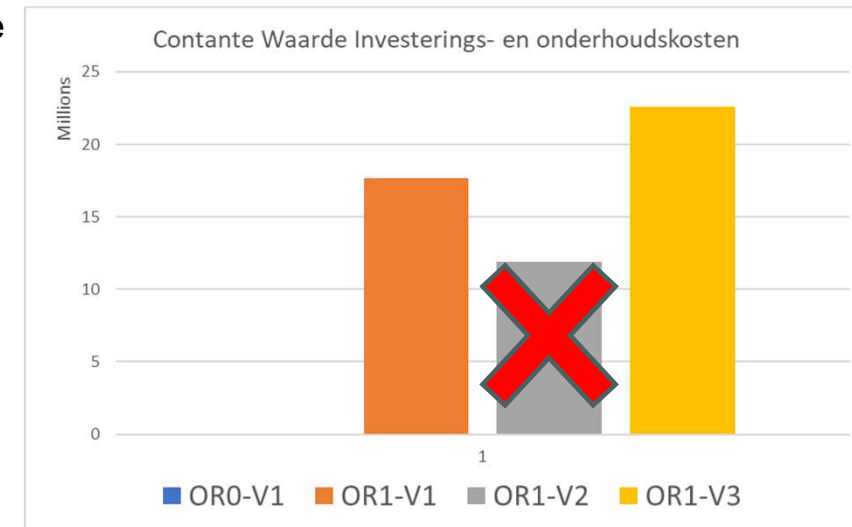
- Zo realistische mogelijke vertaling via fZSS in cm naar jaartallen (zie **slide 15** en **slide 16**):

	2024	2030	2040	2050	2060	2080	2100	2120	2140
fictieve zeespiegelstijging in cm	(120)	+10	+ 20	+30	+40	+60	+80	+100	+120



Stap 5: Economische afweging

- Samenvatting per combinatie **OR-V** in termen van fictieve zeespiegelstijging (fZSS):
 - **OR0-V1** 'niets doen' -> volume water in berging VZM blijft gelijk → VZM functioneert tot fZSS 0,2 m
 - **OR1-V1** 'extra pompcapaciteit Krammersluis' bij netwerkprestatie < 80% → VZM blijft met investering bij fZSS 0,4 m (2060) en fZSS 0,8 m (2100) functioneren; daarna is spuicapaciteit niet meer afhankelijk van ZSS.
 - **OR1-V2** 'extra spuikokers Bathse spuisluis' bij netwerkprestatie < 80% → Deze investering is niet effectief. Spuikokers dragen bij fZSS 0,4 m al weinig meer bij aan spuicapaciteit VZM, en ondanks bouw van extra spuikokers bij fZSS 0,5 m (2070) functioneert VZM vanaf dat moment al niet meer.
 - **OR1-V3** 'extra spuicapaciteit Bathse spuisluis en extra pompcapaciteit Krammersluis' bij netwerkprestatie < 80% → VZM blijft functioneren door investering extra spuikokers bij fZSS 0,4 m als deze nog effectief zijn) en twee keer extra pompcapaciteit bij fZSS 0,5 m en fZSS 0,8 m.



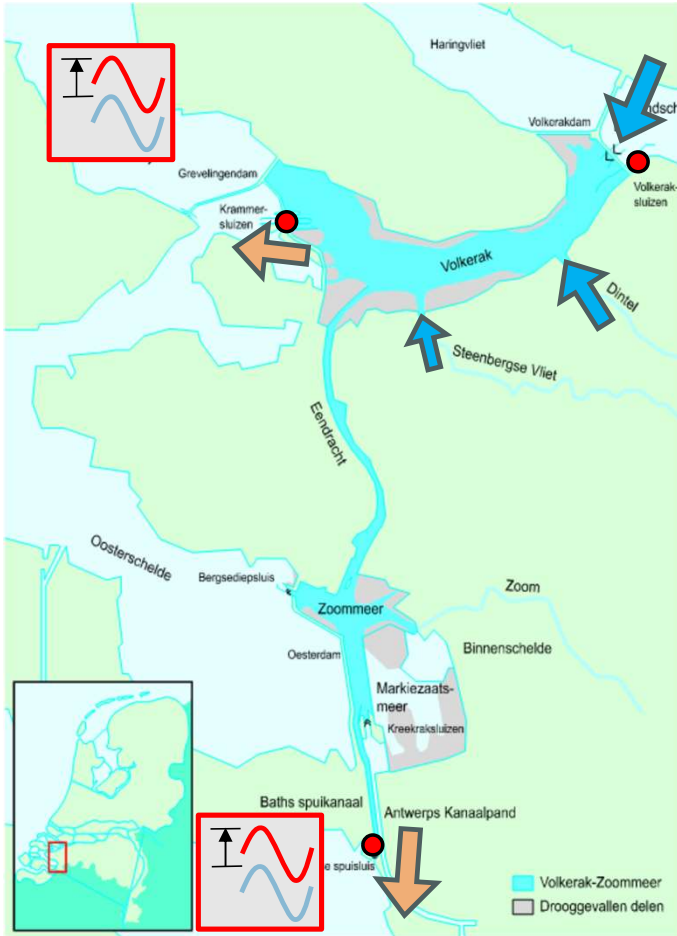


Stap 6: Advies

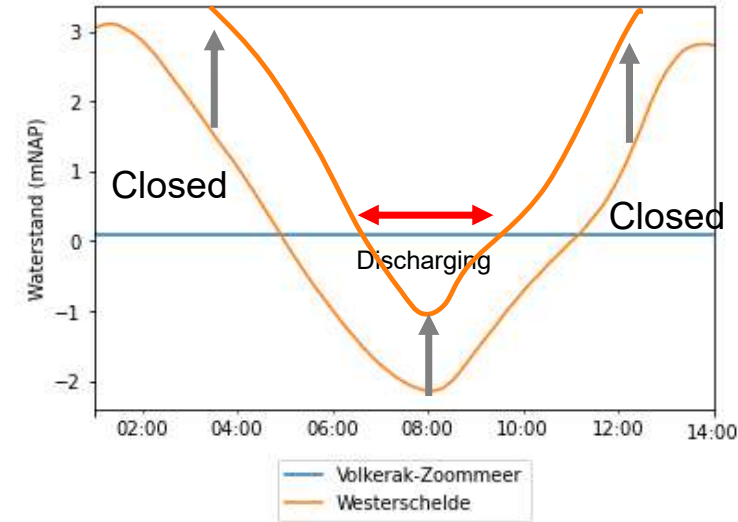
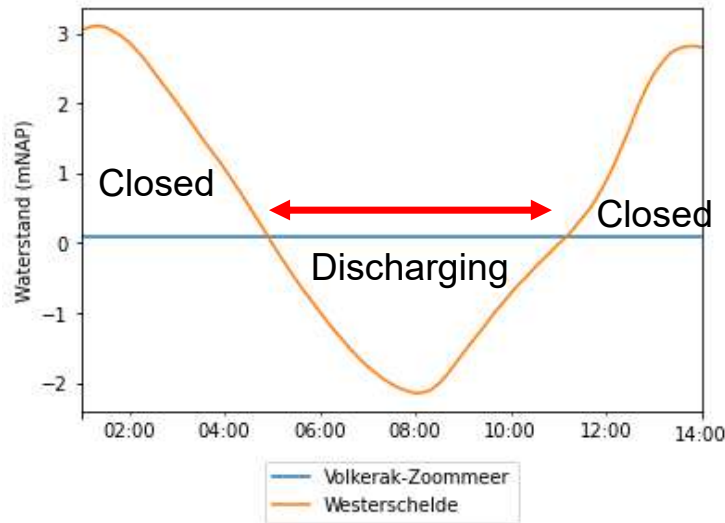
- **Voor de duidelijkheid**: dit is een fictieve case. Er zijn verschillende aannames nodig gebleken om met deze case het doel (zie **slide 3**) te bereiken, waaronder:
 - qua drivers is 1,2 m van de geprojecteerde ZSS (**slide 15 en 16**) op dit moment al opgetreden, waardoor we het steeds hebben over een fictieve ZSS (fZSS);
 - qua timing van investeringen is aangehouden dat een maatregel bij de Bathse spuisluis en/of de Krammersluis nodig is als de netwerkprestatie van het VZM minder dan 80% van de eis is.
- Op basis van functionele prestatie én economische analyse – binnen de context van dit fictieve voorbeeld – geldt dan wat betreft de toekomstbestendigheid van investeringen:
 - Het VZM kan met **OR0-V1** en **OR1-V2** slechts voor een beperkte resterende tijd naar behoren blijven functioneren. Dus deze investeringen worden als niet-toekomstbestendig aangenomen.
 - Het VZM kan met **OR1-V1** én **OR1-V3** blijven functioneren; **OR1-V1** lijkt daarbij economisch gezien (gezien de laagste CW van de investerings- en onderhoudskosten) de beste aanpak binnen de beschouwde opties.



Toelichting op samenhang driver-objectbijdrage Invloed zeespiegelstijging (ZSS) op verandering spuicapaciteit



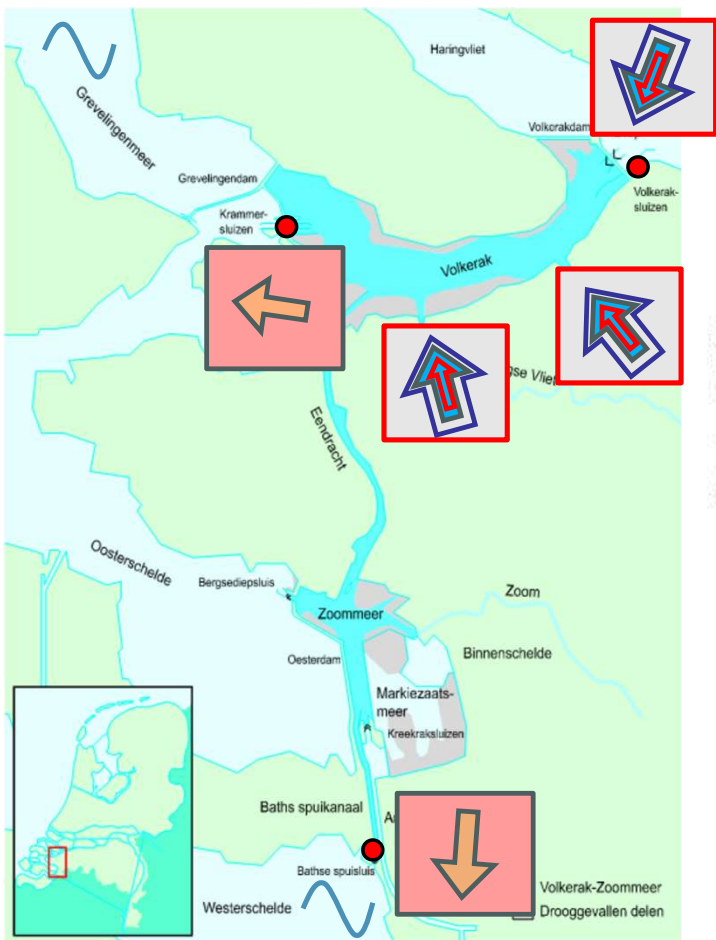
ZSS -> verkorting spuislut (afname spuicapaciteit)



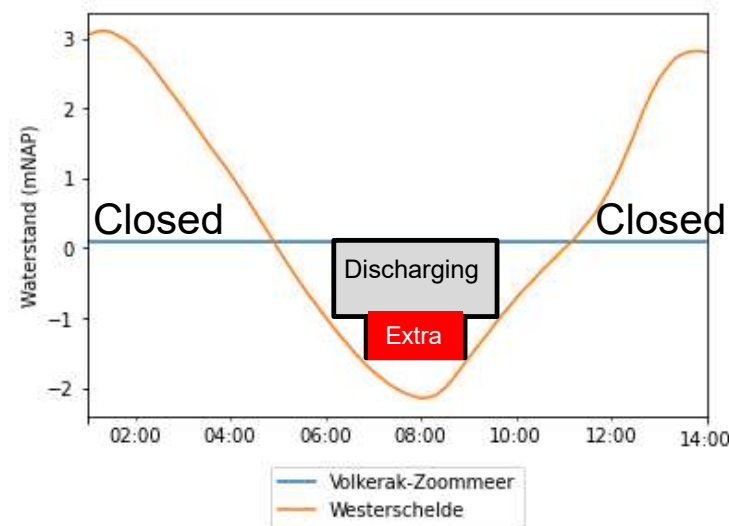
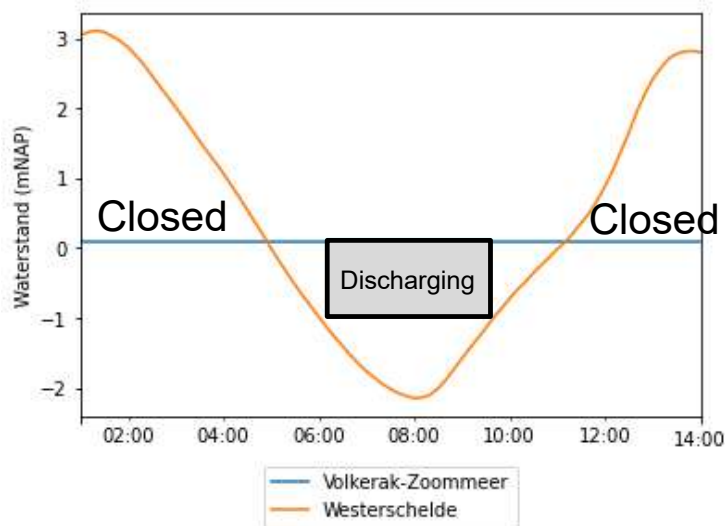


Toelichting op samenhang driver-objectbijdrage

Invloed verhoogde instroom op verandering spuihoogte



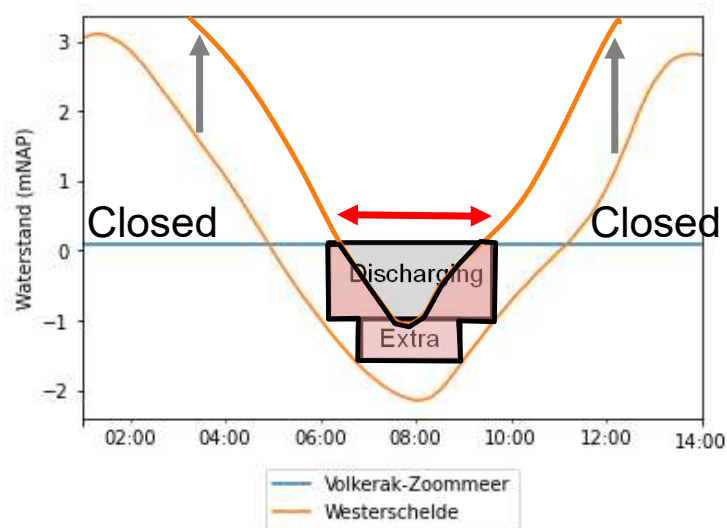
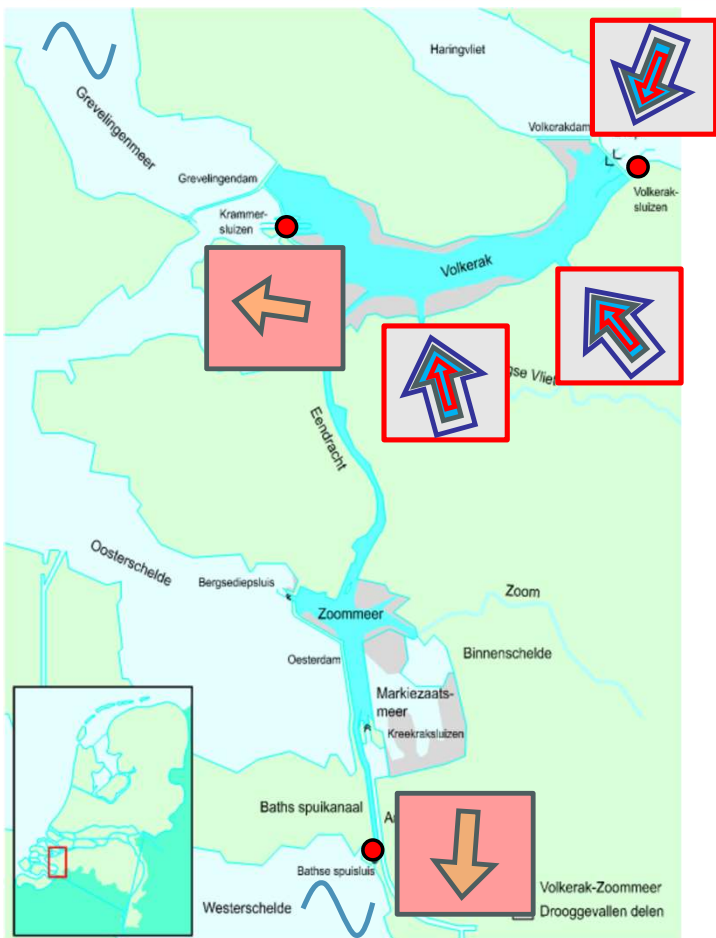
Verhoging instroom -> Hogere spuihoogte





Toelichting op samenhang driver-objectbijdrage

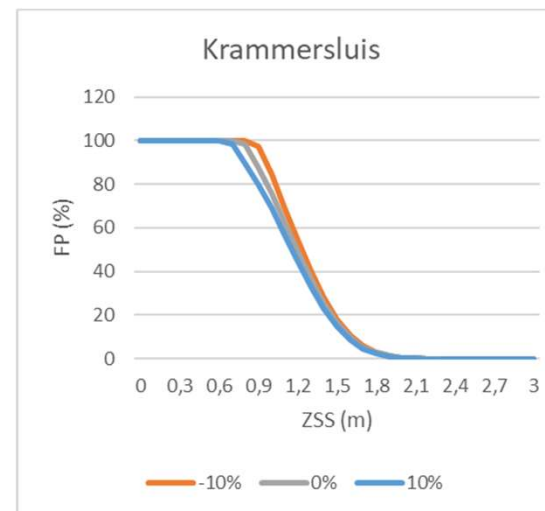
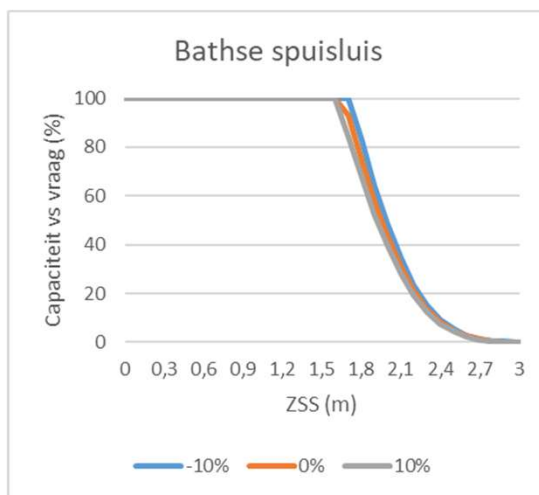
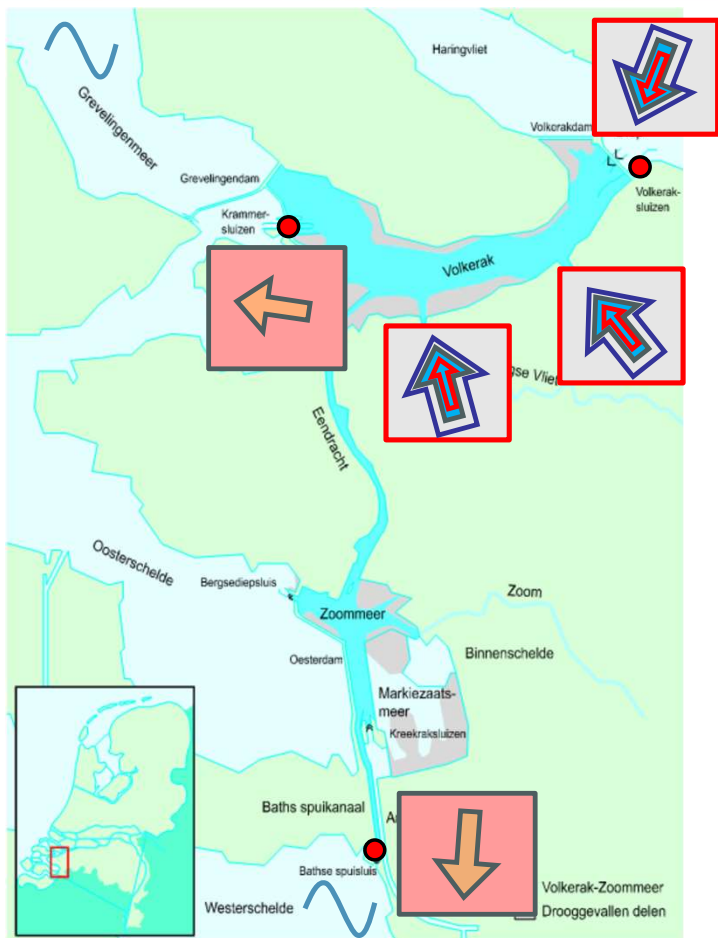
Invloed combinatie ZSS en verhoogde spuihoogte op verandering spui capaciteit





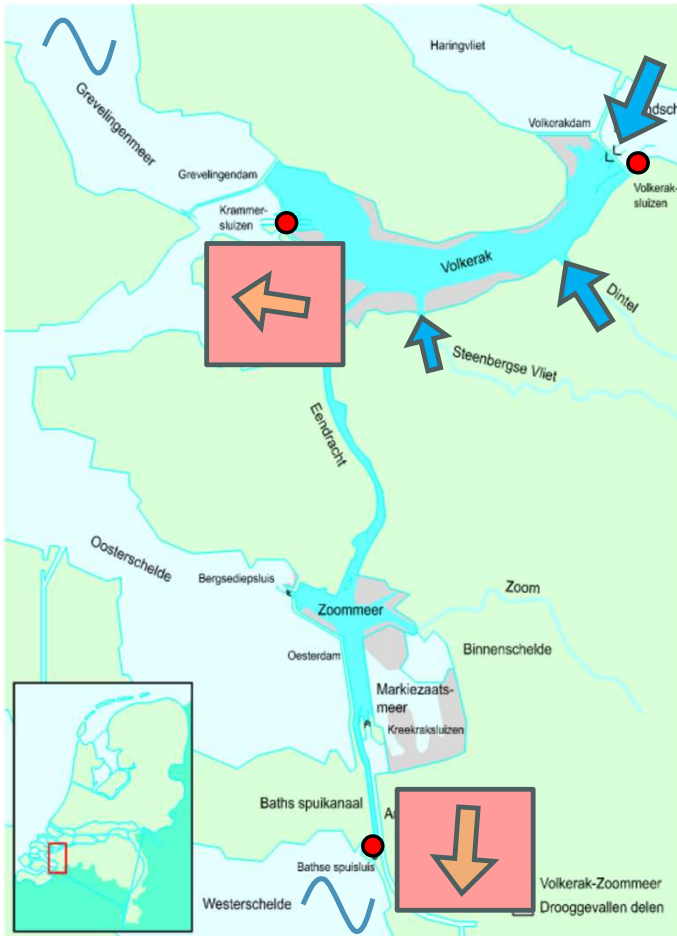
Toelichting op samenhang driver-objectbijdrage

Invloed combinatie ZSS en verhoogde spuihoogte op verandering spui capaciteit

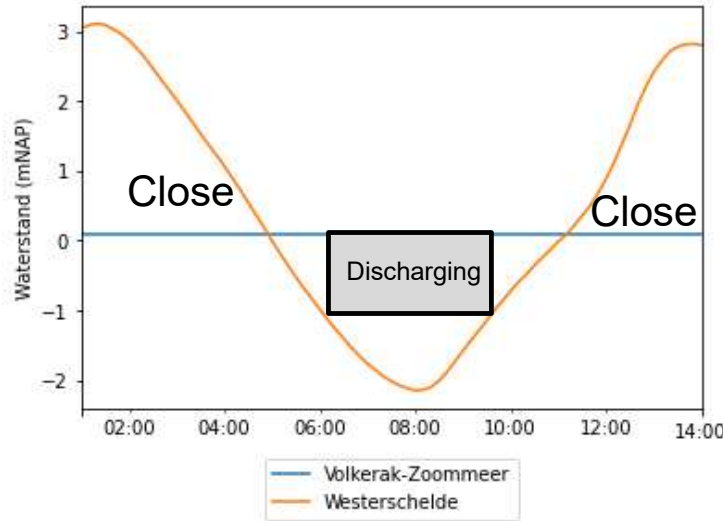




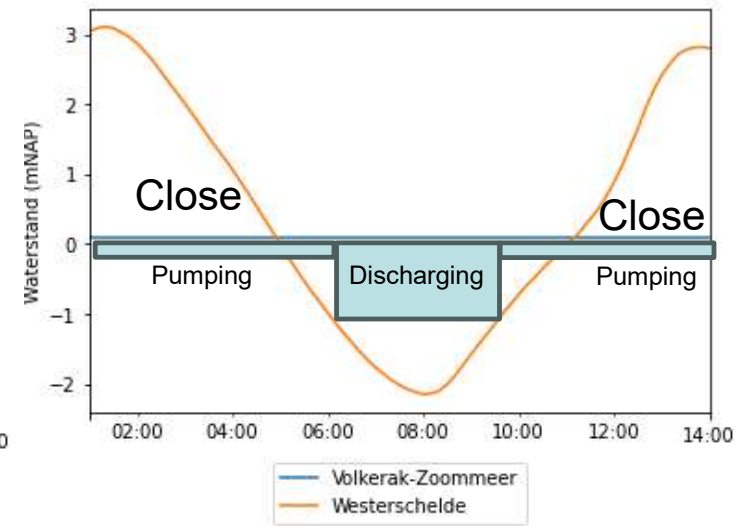
Toelichting op alternatieven voor vergroten spuicapaciteit Mogelijkheden bij Krammersluizen



Alleen spuien via sluisdeuren



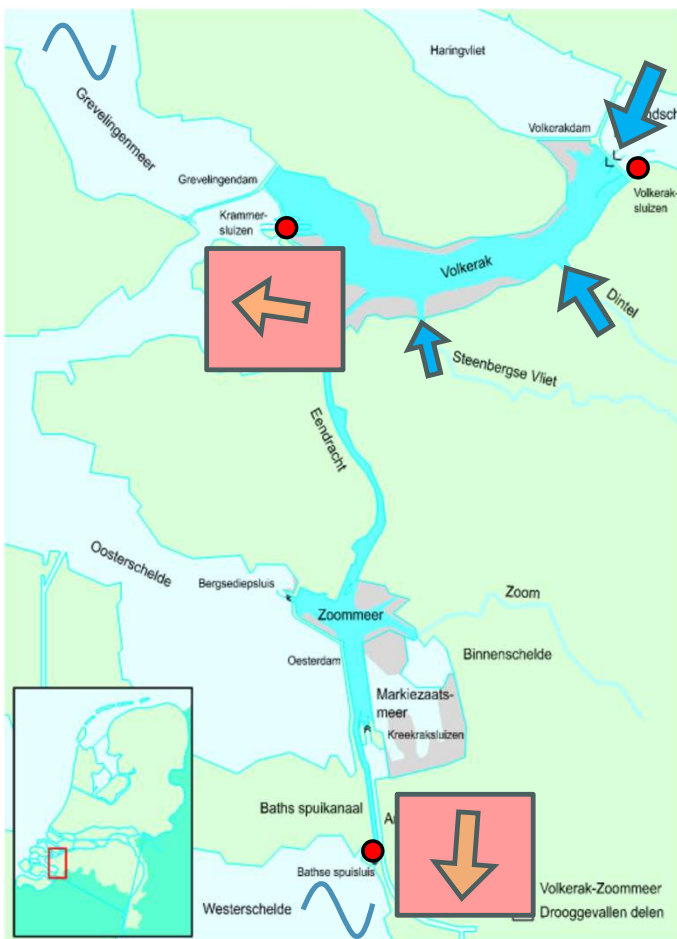
Spuien via sluisdeuren én pompen



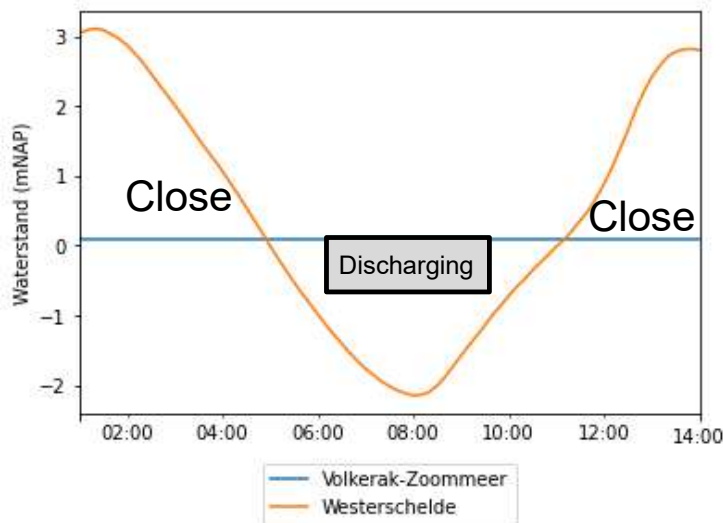
*Bij Krammersluis is het Oosterschelde



Toelichting op alternatieven voor vergroten spuicapaciteit Mogelijkheden bij Bathse spuisluis



3 spuikokers (huidige situatie)



4 spuikokers

