

## Kennisplan Natte Kunstwerken 2023

Auteurs: Programmteam Kennisprogramma Natte Kunstwerken 2021-2024:  
Joost Bredeveld (Deltares), Joop Bovend'Eerdts en Ad van 't Zelfde (TNO),  
Dick ten Hove (MARIN), Albert Barneveld en Martine Brinkhuis (RWS).

Versie: definitief, vastgesteld door de KpNK-stuurgroep in jun-2023  
(*versie voor externe doeleinden*)

Website: [www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl](http://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl)

Het Kennisprogramma Natte Kunstwerken 2021-2024 (i.e. KpNK 2021-2024) is een publiek publieke samenwerking tussen Deltares, Marin, TNO en Rijkswaterstaat en heeft als doel de kennisbasis voor Vervanging en Renovatie van natte kunstwerken te versterken. De achtergronden en ambities voor de looptijd van het KpNK 2021-2024 zijn vastgelegd in een programmplan. Het programmplan wordt jaarlijks uitgewerkt in een Kennisplan Natte Kunstwerken met daarin onderwerpen en bijdragen van de deelnemende partijen. Beide documenten zijn gebaseerd op de Samenwerkingsovereenkomst Kennisprogramma Natte Kunstwerken 2021-2024 (zaaknummer 3165272) dat door de deelnemende partijen is ondertekend.

Het onderhavige document betreft het Kennisplan Natte Kunstwerken voor het derde jaar, dat betrekking heeft op de periode van januari 2023 tot aan december 2023. In het vervolg van het voorliggende document wordt dit afgekort tot Kennisplan 2023.

Waterschappen en marktpartijen – vertegenwoordigd door brancheverenigingen – hebben hun interesse geuit in deelname aan het KpNK 2021-2024. Individuele marktpartijen (advies, ir bureaus, aannemers, e.a.) worden nadrukkelijk uitgenodigd om te participeren in voor hen relevante onderzoeksprojecten uit het jaarlijkse kennisplan.

Het KpNK 2021-2024, de Samenwerkingsovereenkomst Kennisprogramma Natte Kunstwerken 2021-2024 en het jaarlijks te maken Kennisplan Natte Kunstwerken worden gepubliceerd op Teneder en op de website van het kennisprogramma [www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl](http://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl)

### Inhoudsopgave

- 1: Het Kennisplan 2023: invulling van het derde jaar van het KpNK 2021-2024 = p2
- 2: Het Kennisplan 2023: de Plannen van Aanpak tot december 2023 samengevat = p4
3. De contactpersonen voor het Kennisplan 2023= p12

## 1. Kennisplan 2023: invulling van het derde jaar van het KpNK 2021-2024

Rijkswaterstaat staat voor een forse vervangings- en renovatieopgave (VenR-opgave). Door veroudering en intensief gebruik komt het einde van de levensduur van de kunstwerken in de netwerken die RWS in beheer heeft, in zicht. De kunstwerken vervullen een belangrijke rol in deze netwerken. Ze stellen de beheerder in staat het netwerk zodanig te reguleren, dat deze maatschappelijk optimaal kan worden gebruikt. De netwerken vervullen een essentiële functie voor Nederland en dienen in stand te worden gehouden, met vaak hogere verwachtingen ten aanzien van de prestatie op het gebied van beschikbaarheid, betrouwbaarheid, toekomstbestendigheid, dan waar het oorspronkelijk voor is ontworpen. Dat illustreert de uitdaging.

Die VenR-opgave bij kunstwerken start met 3 kernvragen die door de beheerder worden gesteld:

1. Hoe lang gaat mijn kunstwerk nog mee (zowel technisch als functioneel)?
2. Welke opties heb ik, naast 1-op-1 vervanging, bij eindelevensduur van mijn kunstwerk?
3. Hoe weeg ik de verschillende opties af in termen van kosten en baten, nu en later?

Om de VenR-uitdaging bij een kunstwerk in het netwerk in het juiste perspectief te plaatsen, is het van belang te weten dat er bij kunstwerken onderscheid wordt gemaakt naar de civiele delen, bewegingswerken en (veilige) bediening, die elk een verschillende levensduurverwachting hebben.

Het KpNK – een samenwerkingsverband van MARIN, TNO, Deltares en Rijkswaterstaat – levert een bijdrage aan het behapbaar maken van de VenR-opgave. Dit doet zij door kennis en informatie te leveren over (rest)levensduur, helpen opties in beeld te brengen en af te wegen. Het richt zich op de civieltechnische draagconstructie en beweegbare delen van natte kunstwerken (sluizen, gemalen, stuwen, damwanden, keringen, duikers, sifons, etc). De kennisontwikkeling in het programma richt zich daarbij op een individueel kunstwerk, en de bijdrage die dat kunstwerk levert aan het functioneren van het netwerk waar het onderdeel van is.

Het samenwerkingsverband wenst uitbreiding met andere probleem- en kenniseigenaren, zoals waterschappen en marktpartijen. Het KpNK sluit aan op de uitvraag aan marktpartijen voor de RWS-innovatie-agenda met roadmaps (op [www.rwsinnoveert.nl](http://www.rwsinnoveert.nl)), in het bijzonder schutsluizen, stormvloedkeringen, tunnels, bruggen en lijninfra.

KpNK levert voor natte kunstwerken

- een toolbox eindelevensduur voor het vaststellen van de VenR-urgentie van een nat kunstwerk op basis van de actuele technische conditie en functionele prestatie en het voorspellen van de restlevensduur ervan,
- een aanpak voor de systematische ontwikkeling van VenR-opties, en
- een integraal afwegingskader om VenR-opties onderling te kunnen vergelijken.

Doel is dat resultaten worden toegepast en geïntegreerd in het VenR-proces, in het bijzonder bij het Prognoserapport (onderdeel Onderzoeksprogramma VenR) en de 3 voorbereidende fasen van het Uitvoeringsprogramma VenR ('Objecten In Beeld', 'RegioAnalyse en -Advies (uitgangspunten-overleg)' en de 'PlanFase'). De onderwerpen binnen KpNK worden vanuit de urgentie (vraag-gestuurd) geadresseerd: stuwen (Maas en Julianakanaal), duikers (Julianakanaal), damwandoevers (Roggebotsluis en Twentekanaal), sluizen (Roggebotsluis) zijn daarbij enkele voorbeelden. Er wordt daarbij nadrukkelijk gezocht naar mogelijkheden om onderzoeksresultaten bij het ene type kunstwerk ook bruikbaar te laten zijn voor andere typen, bijvoorbeeld omdat deze qua materiaalgebruik of belastingcondities overeenkomen.

**Dit leidt tot een verbeterde prognose van de (rest)levensduur van de kunstwerken in de tijd en tot optimalere interventies in een netwerk waar een nat kunstwerk onderdeel van uitmaakt.**

Het KpNK zet in 2023 inhoudelijk in op:

### **Kernvraag 1 'Hoe lang gaat mijn kunstwerk nog mee?'**

Onder kernvraag 1 zijn 3 werkpakketten met onderzoeksprojecten geformuleerd:

- werkpakket 1.1 'Einde levensduur Sluizen': Er wordt ingezet op areaal-analyses die leiden tot inzicht in een top 7 van aan te pakken sluizen in het kader van VenR. In 2023 omvat dat ten

eerste het verbreden van de inzet van een kennisstelsel dat tot voor sluisen tot betere beslisinformatie moet leiden voor onder andere het Prognoserapport. Daarnaast maakt (niet-) destructief onderzoek bij de Roggebotsluis (die op dit moment wordt gesloopt) binnen dit werkpakket het mogelijk om inspectiemethoden en voorspellingsmodellen (van degradatie bij stalen en betonnen onderdelen) te valideren, hetgeen op termijn meer betrouwbare voorspellingen van de eindelevensduur bij sluisen mogelijk maakt.

- werkpakket 1.2 'Einde levensduur Damwanden': Ook voor damwandconstructies wordt ingezet op het (met praktijkmetingen) komen tot een betrouwbaardere voorspelling van restlevensduur, en daarmee tot een kosten-efficiënte VenR-beslissing op het juiste moment. Het in 2023 uit te voeren (niet-)destructieve onderzoek aan legankers en damwandplanken bij de Roggebotsluis is onder werkpakket 1.1 geprogrammeerd. In dit werkpakket wordt gekeken welke impact die datasets en meer kennis over de grondsterkte op een beoordeling hebben. Zowel op object- als areaalniveau. En naast een vervolgbespreking op de duurzaamheidsaspecten rondom dit objecttype, wordt ook handelingsperspectief geschetst om een afweging tussen mogelijke alternatieven van oeverconstructies te stroomlijnen. Een betere doorwerking van de ontwikkelde kennis blijft in dit werkpakket centraal staan.
- werkpakket 1.3 'Einde levensduur overige HWS-objecten': Ook voor de overige objecttypen (zoals stuwten, stormvloedkeringen en gemalen) wordt ingezet op een betrouwbaarder voorspelling van eindelevensduur. In het te ontwikkelen end-of-life model is ruimte voor zowel de technische als functionele aspecten, waarbij ook onderzoek wordt gedaan naar de impact van beschouwingen waarin beide aspecten in samenhang worden beschouwd. In één van de onderdelen wordt specifiek gekeken naar het aspect faalkans in combinatie met degradatie. Het tweede deel van het onderzoek richt zich op het in kaart brengen van de risico's voor (verouderde) kunstwerken die met de functie scheepvaart samenhangen, waaronder het risico op aanvaren. Hierbij wordt ook nader verkend welke bijdrage AIS-data aan deze risicobesprekingen kunnen leveren.

### **Kernvraag 2 'Welke opties heb ik' en kernvraag 3 'Hoe weeg ik de verschillende opties af in termen van kosten en baten, nu en later?'**

De onderzoeksresultaten uit projecten onder zowel kernvraag 2 als kernvraag 3 haken in op dezelfde stappen in de Procesketen VenR. Om de 'onderzoekskrachten' te bundelen en, nog veel belangrijker, eventuele dubbelingen te voorkomen zijn de activiteiten hier in één samenhangend werkpakket 2.1/3.1 (in plaats van in twee aparte werkpakketten) geprogrammeerd:

- werkpakket 2.1/3.1 'Aanpak VenR-optie uitwerking en afwegingskader': Binnen dit onderzoek ontwikkelen we, vanuit één gecombineerd plan van de werkgroepen die hiervoor afzonderlijk werkten aan de optie-uitwerking en afweging, een eenduidige aanpak voor het transparant uitwerken, onderbouwen en afwegen van opties voor natte kunstwerken die qua levensfase in aanmerking komen voor VenR. We zetten in op de ontwikkeling en inbedding van een werkwijze, alsmede het ontwikkelen van methodieken en tools. Ook toetsen we periodiek de bruikbaarheid hiervan bij gebruikers (via interviews) en in praktijkcases.

### **Kernvraag-overstijgende activiteiten**

Tot slot wordt ingezet op de volgende generieke zaken:

- werkpakket 4.1 'Organisatie & kennisecosysteem': De activiteiten richten zich op het ontwikkelen van het KpNK tot een professionele kenniscommunity (met als scope: de civiele en bewegende delen van natte kunstwerken), die zichtbaar geïntegreerd is in het kennislandschap van assetmanagement en de einde levensduurproblematiek. *Voor het realiseren van al deze plannen brengen de partners een aanvullende in-kind bijdrage in.*
- werkpakket 4.2 'Kennisdoorwerking & -disseminatie': De activiteiten richten zich op het effectief bij laten dragen van de ontwikkelde kennis aan oplossen van de VenR-vraagstukken van assetmanagers in de waterinfrastructuur. *Voor het realiseren van al deze plannen brengen de partners een aanvullende in-kind bijdrage in.*

## 2. Kennisplan 2023: de Plannen van Aanpak voor 2023 samengevat

### Kernvraag 1: Hoe lang gaat mijn kunstwerk nog mee (zowel technisch als functioneel)?

#### Werkpakket 1.1 'Einde levensduur sluisen'

Projecten in de periode tot aan december 2022:

- WP1.1-1 Einde levensduur bodembescherming
- WP1.1-2 Destructief onderzoek sluisen (Roggebotsluis)
- WP1.1-3 End-of-life model (sluisen)

#### WP1.1-1 'Einde levensduur bodembescherming'

Geen (gezamenlijke) inspanningen geprogrammeerd in 2023.

#### WP1.1-2 'Destructief onderzoek sluisen (Roggebotsluis)'

**Probleem:** Sloopsluisen kunnen waardevolle gegevens over degradatie en eindelevensduur leveren die nu nog ontbreken. Moeilijk bereikbare plaatsen kunnen worden geïnspecteerd, onderzocht en beoordeeld op hun conditie. In het KpNK is in 2021/2022 voor de Roggebotsluis nagegaan welk onderzoek het meest relevant en technisch haalbaar zou zijn. Hierbij ook is gekeken naar mogelijkheden om de diverse geledingen in de civiele sector bij dit onderzoek te betrekken (in de vorm van TKI-projecten).

**Oplossingsrichting:** Begin 2023 is het besluit genomen om systematisch op moeilijk bereikbare plaatsen de degradatie van stalen damwandplanken (samen met marktpartijen) en legankers, de conditie van de betonnen kolkwanden en een panamawiel daadwerkelijk te onderzoeken.

**Doelstelling:** Het uitvoeren van het voorgestelde (niet-)destructieve onderzoek om zodoende datasets over de degradatie van (moeilijk bereikbare) onderdelen van een sluis te verzamelen, om eerder ontwikkelde kennis – en nieuwe kennis bij een TKI – over inspectiemethoden te valideren zodat dit bij diagnoses en prognoses rondom sluisen kan worden toegepast.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage van de bevindingen uit de Roggebotsluis-deelonderzoeken.

#### WP1.1-3 'End-of-life model (sluisen)'

**Probleem:** Het end-of-life model is een kennisstelsel waarmee op basis van decompositie, domeinkennis en onderlinge relaties, de technische en functionele conditie per object/areaal wordt verkregen uit de datasystemen van RWS. Om beheerders te ondersteunen in het vaststellen van kandidaat-objecten voor VenR. Het model is in 2021/2022 gevalideerd op een beperkt aantal sluisen. Het model is op dit moment nog niet bruikbaar voor dagelijks gebruik voor de opstellers van het prognoserapport en asset managers.

**Oplossingsrichting:** Voortbouwend op het werk van 2022 – i.e. overleg/workshops en een stakeholderanalyse om de opschaling van het end-of-life model, en inbedding hiervan in het prognoseproces mogelijk maken – zal het onderzoek in 2023 zich richten op de consistentie van methoden die worden gebruikt. Het model moet zo worden opgeschaald, dat het later ook voor andere objecten dan sluisen kan worden toegepast.

**Doelstelling:** Afhankelijk van de beschikbare informatie en tooling, en op basis van een aantal parameters (degradatie mechanismen) en eerdere KpNK-resultaten (waaronder mogelijk degradatie damwand en invloed van zettingen), wordt een hotspot analyse uitgevoerd.

**Kennisbijdrage(n):** Aanzet hotspot analyse en memo end-of-life model vs aanpak sluisen.

### Werkpakket 1.2 'Einde levensduur damwanden'

Projecten in de periode tot aan december 2023:

- WP1.2-1 Degradatie damwanden en kademuren
- WP1.2-2a Methodiek bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (areaal)
- WP1.2-2b Methodiek bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (object)
- WP1.2-3 Toolkit voor het bepalen van einde levensduur damwanden
- WP1.2-4 CO2-impact en primair grondstofverbruik
- WP1.2-5 Handlingsperspectief bij einde levensduur damwand of kademuur (nieuw)

#### WP1.2-1 'Degradatie damwanden en kademuren'

**Probleem:** Damwandconstructies die geplaatst zijn in de jaren 50, 60 en 70 van de vorige eeuw zijn aangetast door corrosie, waardoor o.a. de diameter van ankerstangen is afgenomen. Het is onzeker hoeveel deze afname bedraagt, en dus welke impact het heeft op de restlevensduur van de constructie. De onzekerheid neemt ook toe in de tijd. Een extra complicerende factor bij de ankerstangen is dat betrouwbare modellen voor het bepalen van het effect van corrosie op de reststerkte van de ankerstang ontbreken.

**Oplossingsrichting:** De betrouwbaarheid van bestaande modellen over de reststerkte van ankerstangen te vergroten, door het gebruik van actuele informatie over de conditie (o.a. uit inspecties) mogelijk te maken. Hierbij gebruik maken van meetgegevens over de afname in diameter van ankerstangen die bij het Twentekanaal en de Roggebotsluis zijn vrijgekomen.

**Doelstelling:** Het reduceren van de onzekerheid in de restlevensduur voorspelling van ankerstangen op basis van actuele informatie over de conditie van het areaal. En met deze kennis een wijzigingsvoorstel voor de NEN6766 over ankerstangen onderbouwen, om uiteindelijk de nauwkeurigheid van het prognoserapport met betrekking tot de vervangingsopgave van damwandconstructies te vergroten.

**Kennisbijdrage(n):** Overkoepelend rapport over de dikteafname van ankerstangen uit gesloopte damwandconstructies langs de Twentekanaal en bij de Roggebotsluis. Op basis hiervan kan later de betrouwbaarheid van bestaande reststerkte-modellen worden vergroot.

#### WP1.2-2a 'Methodiek bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (areaal)'

**Probleem:** Damwandconstructies die geplaatst zijn in de jaren 50, 60 en 70 van de vorige eeuw zijn aangetast door corrosie, waardoor o.a. de diameter van ankerstangen is afgenomen. Het is onzeker hoeveel deze afname bedraagt, en dus welke impact het heeft op de restlevensduur van de constructie. De onzekerheid neemt ook toe in de tijd. Een extra complicerende factor bij de ankerstangen is dat betrouwbare modellen voor het bepalen van het effect van corrosie op de reststerkte van de ankerstang ontbreken. Dit maakt dat VenR-beschouwingen op areaalniveau (in het prognoserapport) door beheerders onzeker zijn.

**Oplossingsrichting:** Via een probabilistische aanpak de betrouwbaarheid van de end-of-life inschattingmethodiek verbeteren door gebruikmaking van actuele inspectieresultaten vanuit het programma "Objecten in Beeld". Hierbij zal gebruik gemaakt worden van:

- informatie die mogelijk beschikbaar komt uit de sloop van de Roggebotsluis.
- informatie over de huidige conditie van de damwanden als object en in het systeem;
- voorspellingsmodellen van de conditie van de elementen van de damwand;
- een aanpak voor de beoordeling van de constructieve veiligheid in de toekomst.

**Doelstelling:** Het komen tot een geaccepteerde aanpak om, met verbeterde modellen en het gebruik van resultaten uit inspecties en proefbelastingen, de onzekerheid in de restlevensduur voorspelling van stalen damwandconstructies te reduceren. En uiteindelijk de nauwkeurigheid van beslisinformatie voor het Prognoserapport verbeteren.

**Kennisbijdrage:** Rapport over de methodiek voor het bepalen van de technische restlevensduur van bestaande damwandconstructies (alleen op basis van de constructieve veiligheid).

#### WP1.2-2b 'Methodiek bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (object)'

**Probleem:** Het nauwkeurig bepalen van einde levensduur van een damwandconstructie is een complexe taak. Zo is het onzeker hoeveel afname van wand- en diameterdikte er door corrosie tot nu toe is opgetreden, hoe deze in de tijd verder toeneemt, waar deze het grootst is en dus welke impact het heeft op de restlevensduur van constructie. Er is nog geen richtlijn met een duidelijke omschrijving van criteria en aanpak die ingenieurs rechtsreeks kunnen gebruiken. Dit bemoeilijkt het voorkomen van te vroeg of onnodig vervangen/versterken.

**Oplossingsrichting:** Ten behoeve van een beoordelingsrichtlijn zijn – naast de verdieping van kennis over de degradatie van damwandplank en ankerstang – ook verkenningen naar andere relevante aspecten nodig. Hierbij wordt in ieder geval gedacht aan:

- de modellering van terreinbelastingen bij bestaande damwandconstructies;
- de invloed van de ongedraineerde grondsterkte (verschillende typen  $c_u$ ) op de beoordeling;
- hoe (de resultaten uit) proefbelastingen te gebruiken in de beoordeling.

Een beoordelingsrichtlijn voor bestaande damwandconstructies geeft werkelijkheidsgetrouwere input voor het beschouwen van de technische restlevensduur vanuit "Objecten in Beeld".

**Doelstelling:** Een geaccepteerde aanpak om, met verbeterde modellen en resultaten uit proefbelastingen en inspecties, onzekerheid in de restlevensduur voorspelling bij stalen damwandconstructies te reduceren. En dus nauwkeurigere beslisinformatie voor het Prognoserapport.

**Kennisbijdrage:** Deelrapporten over (1) de verkenning van de invloed van de ongedraineerde schuifsterkte op de beoordeling van ene bestaande damwandconstructie en (2) een handreiking hoe bij een beoordeling een proefbelasting te gebruiken.

#### WP1.2-3 'Toolkit voor het bepalen van einde levensduur damwanden'

In 2023 beperken de vervolgwerkzaamheden rondom de toolkit einde levensduur damwanden zich tot het (in samenhang met werkpakket 4.2) ontsluiten van hetgeen in 2022 bij elkaar is gebracht.

#### WP1.2-4 'CO2-impact en primair grondstofverbruik'

**Probleem:** De nauwkeurigheid van een voorspelde restlevensduur speelt een cruciale rol bij het beoordelen van de opties van hergebruik van stalen damwandplanken (next-life analyse). Het is de vraag welke hergebruik opties er zijn bij technisch of functioneel eindelevensduur.

**Oplossingsrichting:** In het kader van het Transitiepad Kunstwerken en voor de herziening van CUR-rapport 166 ontwikkelen van kennis en middelen waarmee beheerders voor hun areaal aan stalen damwandplanken het moment waarop deze constructies eindelevensduur bereiken, en daarmee de mogelijkheid tot hergebruik van deze planken, accurater te voorspellen.

**Doelstelling:** Het inventariseren van mogelijke scenario's voor hergebruik van stalen damwandplanken (inclusief analyse van de bijbehorende economische kosten) alsmede het vaststellen van de minimaal benodigde informatie over de vrijkomende planken en de beoordelingsaanpak (i.e. methodiek en technische eisen) voor de herbruikbaarheid van damwandconstructies. Dit verrijkt het besluitvormingsproces over circulariteit bij stalen damwandplanken.

**Kennisbijdrage(n):** Notitie over aanpak beoordeling van de geschiktheid van damwanden voor hergebruik (next-life analyse) en impact op milieudatabase en MKI (MilieuKostenIndicator).

#### WP1.2-5 'Handelingsperspectief bij einde levensduur damwand of kademuur (nieuw)'

**Probleem:** Een beheerder heeft voor het kunnen nemen van een kosten-efficiënte beslissing over VenR bij eindelevensduur van een specifiek object (bijv. damwand bij een sluis) of traject (bijv. damwandstrekking langs een kanaal) een handelingsperspectief nodig.

**Oplossingsrichting:** Het aanreiken van een aanpak om de meest geschikte technische opties voor vervanging of versterking van damwandconstructies af te wegen.

**Doelstelling:** Op basis van een MKBA-doorrekening voor een voorbeeldcasus (in samenwerking met werkpakketten 2.1 en 3.1) komen tot een generieke aanpak voor deze afweging.

**Kennisbijdrage:** Notitie over aanpak en voorbeeldcasus voor het handelingsperspectief.

### Werkpakket 1.3 'Einde levensduur overige HWS-objecten'

Projecten in de periode tot aan december 2023:

- WP1.3-1 Methodiek voor het bepalen einde levensduur object(en)
- WP1.3-2 Voorspelling eindelevensduur object (bezien vanuit risico's die met de functie scheepvaart samenhangen)
- WP1.3-3 Koppeling technische en functionele levensduur (focus op object- en systeemniveau)

#### WP1.3-1 'Methodiek voor het bepalen einde levensduur object(en)'

**Probleem:** Het goed en volledig functioneren van de kunstwerken in het hoofdwatersysteem is essentieel om de taak van waterregulering en hoogwaterbescherming te kunnen uitvoeren. Dit zal mogelijk in de toekomst een grotere uitdaging worden door de variatie in waterafvoer en de stijging van de zeespiegel. Er is nog geen methode voor het bepalen van eindelevensduur bij objecten voor waterregulering en hoogwaterbescherming (in combinatie), maar het beschikbaar komen hiervan is (gezien het belang van het hoofdwatersysteem) van belang.

**Oplossingsrichting:** Het verbeteren van de eindelevensduur prognose door kunstwerken als object binnen een deelverzameling (areaal) van objecten met een gelijksoortige functie en constructie te beschouwen en daarvoor een probabilistische end-of-life methodiek (voor zowel technische als functionele aspecten) te ontwikkelen. Er wordt voorzien dat deze ruimte biedt aan huidige, toekomstige en nieuwe beoordelingsmethoden en materiaaldegradatie kennis.

**Doelstelling:** Het voor één object (of type) met een functie in de waterregulering en hoogwaterbescherming in het Hoofdwatersysteem verbeteren van de restlevensduur voorspelling, om hier mogelijk een gemene deler uit te halen voor een typologie. En uiteindelijk de nauwkeurigheid van het prognoserapport m.b.t. de vervangingsopgave van natte kunstwerken te vergroten.

**Kennisbijdrage(n):** Rapport 2e fase, bestaande uit deel A (doorrekening constructieve faalmechanismen en assemblage faalkans constructie) en deel B (verdieping kennis degradatiemechanismen), over de probabilistische methodiek voor het bepalen van de restlevensduur van objecten, rekening houdend met degradatiemechanismen en inspecties.

#### WP1.3-2 'Voorspelling eindelevensduur object (bezien vanuit risico's die met de functie scheepvaart samenhangen)'

**Probleem:** Het is onduidelijk in hoeverre de toename van de scheepvaart en scheepsgrootte tot een vergrote kans op de willekeurige gebeurtenis van een aanvaring leidt, en in hoeverre hiermee het bedrijfszeker functioneren van een kunstwerk wordt ondermijnd. Het is vooral onzeker of de huidige voorschriften, zoals die gebruikt worden bij ontwerp en beoordeling van objecten, passend zijn bij de aanvaarbelastingen. Mogelijk is bijstelling van de voorschriften nodig. Als de kans op falen van een object door een vergrote kans op een ernstige aanvaring de geldende voorschriften overschrijdt, dan is het object aan het einde van zijn functionele levensduur.

**Oplossingsrichting:** Op basis van een data-gedreven aanpak komen tot een probabilistisch aanvaringsmodel (zoals SAMSON) waarin een gedragen set aanvaarscenario's, kansen van optreden en bepalingsmethode voor de aanvaarenergie zijn geïmplementeerd.

**Doelstelling:** Het (mede op basis van AIS-data) kunnen kwantificeren van de impact die een toenemend risico op aanvaring heeft op de beoordeling van de functionele restlevensduur van een object, om daarmee een update van het prognoserapport mogelijk te maken.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage met resultaten over onderzoek aanvaarrisico naar de kans van optreden van scenario's en de belasting (energie) die daarbij wordt veroorzaakt.

WP1.3-3 'Koppeling technische en functionele levensduur (focus op object- en systeemniveau)'

**Probleem:** Het prognoserapport gaat vooral uit van de technische (rest)levensduur, terwijl de functionele (rest)levensduur van objecten nauwelijks wordt geadresseerd. In werkelijkheid zijn beide aan elkaar gerelateerd. Het hierbij ontbreken van een kwantitatieve aanpak, i.e. om het tijdstip voor '*niet meer naar behoren functioneren*' van een netwerk (inclusief een hieraan gerelateerd tijdstip einde functionele levensduur van de kunstwerken daarbinnen), staat een scherpe diagnose/prognose van een object als onderdeel van het netwerk in de weg. Hetgeen ook de mogelijkheid om tot proportionele VenR-maatregelen te besluiten beperkt.

**Oplossingsrichting:** Buiten de VenR-praktijk worden er modellen (DEZY/DEVO) gebruikt waarin technisch en functioneel falen zijn gekoppeld. Deze activiteit gaat na in hoeverre de aanpak in dit soort modellen (op verschillende detailniveaus) kan worden gebruikt of doorontwikkeld, om ze vervolgens ook geschikt te maken voor het voeden van VenR-besluitvorming.

**Doelstelling:** Het mogelijk maken van een scherpe en functie-overstijgende diagnose/prognose van de restlevensduur van een object als onderdeel van systeem, waarin de koppeling tussen technisch en functioneel falen is meegenomen.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage van de pilot (uitgevoerd door HKV) voor het watersysteem Noordzeekanaal-Amsterdam-Rijnkanaal (NZK-ARK) over het effect van het uitbreiden van de bestaande DEZY-aanpak met drempelwaarden, samenhang en invloed tijd (op het technisch falen van kunstwerken) op de resulterende VenR-beslisisinformatie over de kunstwerken.



**Kernvraag 2: Welke opties heb ik, naast 1-op-1 vervanging, bij eindelevensduur van mijn kunstwerk?**

**Kernvraag 3: Hoe weeg ik de verschillende opties af in termen van kosten en baten, nu en later?**

Zoals eerder aangegeven haken beide kernvragen in op dezelfde stappen in de VenR-procesketen. Daarom worden de kernvraag 2 en kernvraag 3 gezamenlijk opgepakt middels één gezamenlijk werkpakket 2.1/3.1.

Werkpakket 2.1/3.1 'Aanpak VenR-optie uitwerking en afwegingskader'

Projecten in de periode tot aan december 2023:

- WP2.1/3.1-1 Vorm van het raamwerk en inpassing in VenR-structuren (nieuw)
- WP2.1/3.1-2 Methode Functionele Prestatie (nieuw)
- WP2.1/3.1-3 Economische afwegingen (nieuw)
- WP2.1/3.1-4 Cases in samenwerking met gebruikers (nieuw)
- WP2.1/3.1-5 Visie en planvorming 2024 (nieuw)

WP2.1/3.1-1 'Vorm van het raamwerk en inpassing in VenR-structuren (nieuw)'

**Probleem:** Het doorlopen van de Procesketen VenR is complex met meerdere, deels parallelle, deelprocessen en VenR-afwegingen die in verschillende maar afhankelijke besismomenten uitmonden. Ook spelen vaak veel aspecten een rol, wat het een uitdaging maakt om onnodige vertraging (of zelfs verlamming) van de besluitvorming te voorkomen.

**Oplossingsrichting:** De ontwikkeling van een 'raamwerk' met processtappen dat de beoogde doelgroep helpt om de besluitvorming binnen de Procesketen VenR gestroomlijnd te doorlopen, en de analyseresultaten voor gebruik in een latere fase beschikbaar houden (stapelbaarheid).

**Doelstelling:** In afstemming met beleid en de potentiële gebruikers, het vaststellen van de optimale vorm van het raamwerk (voor het transparant uitwerken, onderbouwen en afwegen van VenR-opties) en hoe dit in te bedden in de bestaande VenR-organisatie binnen RWS.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage over het raamwerk in de organisatorische inbedding ervan.

WP2.1/3.1-2 'Methode Functionele Prestatie (nieuw)'

**Probleem:** Er mist een eenduidige aanpak voor het transparant uitwerken, onderbouwen en afwegen van opties voor natte kunstwerken die qua levensfase in aanmerking komen voor VenR. Daardoor is de onderbouwing van VenR-beslissingen vaak kwalitatief van aard, en niet op eenduidige en vergelijkbare methoden en instrumenten gebaseerd. En kan daardoor geen praktische uitwerking van de VenR-alternatieven plaatsvinden (rekening houdende met de onzekere toekomst en vanuit de integraliteit van het object binnen een systeem).

**Oplossingsrichting:** Het komen tot een samenhangende set van tools (i.e. Methode Functionele Prestatie, MFP) om per functie tot relevante beslisinformatie van het juiste abstractieniveau te komen. In een vroege fase kan deze nog grof en kwalitatief van aard zijn (uit 'light' tools), om gevoel te krijgen welke aspecten het meest onderscheidend zijn voor het kiezen tussen VenR-oplossingsrichtingen. In een latere fase zal (meer) kwantitatieve informatie (uit 'medium' of zelfs 'heavy' tools) nodig zijn om de keuze tussen VenR-alternatieven te onderbouwen.

**Doelstelling:** Vaststellen hoe de functionele prestatie voor verschillende functie-driver combinaties bij verschillende aspecten – *in 2023 richten we ons in ieder geval op de functies biodiversiteit, zoutmanagement en scheepvaartveiligheid* – te kwantificeren en wat er aan basisdata, ontwikkeling en implementatie voor nodig is om voor alle functies een MFP-analyse uit te voeren.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage Methode Functionele Prestatie.

#### WP2.1/3.1-3 'Economische afwegingen (nieuw)'

**Probleem:** Het doorlopen van de Procesketen VenR is complex met meerdere, deels parallelle, deelprocessen en VenR-afwegingen die in verschillende maar afhankelijke beslismomenten uitmonden. Het blijkt ook lastig te zijn om eenduidig de beoordelingscriteria te bepalen en de wijze van weging bij afwegingen vast te leggen. Ook spelen vaak veel aspecten een rol, wat het een uitdaging maakt om onnodige vertraging (of zelfs verlamming) te voorkomen. .

**Oplossingsrichting:** De beoogde doelgroep handelingsperspectief geven bij het kwantificeren en wegen van (investerings)kosten en baten per VenR-alternatief, en het vervolgens efficiënt en effectief maken van een integrale afweging tussen verschillende alternatieven.

**Doelstelling:** Het ontwikkelen van een integrale methode/toolbox om economische afwegingen aan te vullen met andersoortige aspecten zoals risico's en tijdsplanning van de realisatie.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage over het kwantificeren van de economische impact van verschillende technische functies (aan de hand van cases).

#### WP2.1/3.1-4 'Casussen in samenwerking met gebruikers (nieuw)'

**Probleem:** Gezien de complexiteit die bij VenR komt kijken bij een investeringsbeslissing en het bijbehorende proces, is het essentieel te blijven toetsen bij de beoogde doelgroep hoe goed de ontwikkelingen aansluiten op de praktijkbehoefte.

**Oplossingsrichting:** Het uitvoeren van praktijkcase(s) rondom VenR in de waterinfrastructuur waarop we het te ontwikkelen raamwerk (WP2.1/3.1-1) en de MFP (WP2.1/3.1-2) met behulp van een of meer leervragen per case kunnen testen.

**Doelstelling:** Het bestuderen van casusmateriaal en zelf doorlopen van praktijkcases om de toepasbaarheid van bestaande tools te verkennen/verbeteren en na te gaan hoe gebruikers op een passende wijze integraal inzicht te geven in complexe beslism informatie.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage per praktijkcase (vooralsnog zijn er twee voorzien).

#### WP2.1/3.1-5 'Visie en planvorming 2024 (nieuw)'

**Probleem:** Gezien de complexiteit die bij VenR komt kijken bij een investeringsbeslissing en het bijbehorende proces, is het essentieel periodiek te toetsen of de visie op de benodigde KpNK-ontwikkelingen richting afgeronde en gebruiksklare producten nog staat. Dit dient een kernvraag-overstijgende toets te zijn!

**Oplossingsrichting:** Periodiek updaten van de gezamenlijke visie op de ontwikkelingen, inclusief de bijbehorende kennisagenda en kennisproducten.

**Doelstelling:** Aan het einde van 2023 samenbrengen van de visie en (kennis)leemten.

**Kennisbijdrage(n):** Rapportage visie en kennisagenda.

## **Kernvraag-overstijgende activiteiten: Kennisecosysteem en kennisdisseminatie**

### Werkpakket 4.1 'Organisatie & kennisecosysteem'

Activiteiten in de periode tot aan december 2023:

- WP4.1-1      Organisatie & kennisecosysteem

#### WP4.1-1 'Organisatie & kennisecosysteem'

**Probleem:** De door KpNK ontwikkelde kennis dient aan het (door beslissers) oplossen van de VenR-opgave van de beheerders van natte kunstwerken ten goede te komen. Dat vereist van de KpNK-organisatie een vraagarticulatie, het leggen van verbindingen met aanbieders van state-of-the-art kennis en zichtbaarheid in het kennislandschap. De vraag is hoe dit op een professionele manier plaats kan gaan vinden.

**Oplossingsrichting:** Het voeren van programmamanagement gericht op het formuleren van kennisvragen vanuit de VenR-opgave die beheerders van natte kunstwerken hebben (niet alleen KpNK-partners) in een jaarlijks kennisplan, en deze vertalen naar concrete onderzoeksvragen. Verder het (meer) focussen op exposure van de resultaten in het kennislandschap.

**Doelstelling:** Het ontwikkelen van het KpNK tot een professionele kenniscommunity (met als scope: de civiele en bewegende delen van natte kunstwerken), die zichtbaar gepositioneerd is in het kennislandschap van assetmanagement en de einde levensduurproblematiek van natte kunstwerken.

**Kennisbijdrage(n):** Openbare (jaarlijks kennisplan, TKI-verkenning naar aanleiding van TenderNed-verkenning, raakvlakken met anderen delen van en samenwerking binnen het kennislandschap) en interne publicaties (stuurgroep, programmateam)

### Werkpakket 4.2 'Kennisdoorwerking & -disseminatie'

Activiteiten in de periode tot aan december 2023:

- WP4.2-1      Kennisdoorwerking & -disseminatie

#### WP4.2-1 'Kennisdoorwerking & -disseminatie'

**Probleem:** De meeste stakeholders in het VenR-proces zijn geen KpNK-deelnemer, waardoor de binnen KpNK ontwikkelde kennis voor hen moeilijk toegankelijk is. De vraag is dan ook hoe stakeholders te informeren over de onderzoeksresultaten en voor eenieder de binnen KpNK ontwikkelde kennis laagdrempelig vindbaar en toegankelijk te maken. Het is ook de vraag hoe feedback te verzamelen over welke ontwikkelde kennisproducten wel/niet werkbaar zijn.

**Oplossingsrichting:** Het op onderscheidende wijze ontsluiten van de opgedane kennis binnen KpNK – gericht op zowel het aanzetten tot samenwerking met waterbeheerders en uitvoerende partijen als het toepassen van de KpNK-resultaten door de sector – en het verzamelen van praktijkervaringen met KpNK resultaten voor het richting geven van nadere doorontwikkeling.

**Doelstelling:** De ontwikkelde kennis effectief bij laten dragen aan oplossen van de VenR-vraagstukken van assetmanagers in de waterinfrastructuur.

**Kennisbijdrage(n):** Het realiseren van een KpNK-website waarbij de binnen KpNK gerealiseerde producten gestructureerd zijn weergegeven en zijn te downloaden of aan te vragen, publicaties waarin de KpNK-resultaten toepasbaar worden gemaakt en kennisdoorwerkingsessies.

### 3. De contactpersonen voor het Kennisplan 2023

#### Stuurgroep kennisprogramma natte kunstwerken

- Peter van den Berg (Deltares, voorzitter)
- Martine Brinkhuis (Rijkswaterstaat, secretaris)
- Hugo Ammerlaan (MARIN)
- Willy Peelen (TNO)
- Katja Portegies (Rijkswaterstaat)
- Pieter van Berkum (Rijkswaterstaat)

#### Programmateam Natte Kunstwerken

- |  |  |             |
|--|--|-------------|
| - Martine Brinkhuis (Rijkswaterstaat, trekker) | <a href="mailto:Martine.Brinkhuis@rws.nl">Martine.Brinkhuis@rws.nl</a>       | 06-21364947 |
| - Dick ten Hove (MARIN)                        | <a href="mailto:D.t.Hove@marin.nl">D.t.Hove@marin.nl</a>                     | 06-25074384 |
| - Ad van 't Zelfde (TNO)                       | <a href="mailto:Ad.vantZelfde@tno.nl">Ad.vantZelfde@tno.nl</a>               | 06-21693109 |
| - Joop Bovend'Eerd (TNO)                       | <a href="mailto:Joop.Bovendeerd@tno.nl">Joop.Bovendeerd@tno.nl</a>           | 06-22832402 |
| - Joost Bredeveld (Deltares)                   | <a href="mailto:Joost.Bredeveld@deltares.nl">Joost.Bredeveld@deltares.nl</a> | 06-23035982 |
| - Albert Barneveld (Rijkswaterstaat)           | <a href="mailto:Albert.Barneveld@rws.nl">Albert.Barneveld@rws.nl</a>         | 06-12968393 |

Kernvraag 1	Deltares	MARIN	RWS	TNO
<b>WP1.1</b>				
1. Einde levensduur bodembescherming	Tom O'Mahoney		Patrizia Bernardini Marloes Baijens	
2. Destructief onderzoek sluizen	Joost Bredeveld Hans Brinkman Remco v/d Berg		Bart Noordman Daan Dunsbergen	Andreas Höllbacher Ad van 't Zelfde
3. End-of-life model (sluizen)	Joost Bredeveld		Jeroen Luursema Martijn de Jong	Esra Bektas
<b>WP1.2</b>	<i>voor gehele WP:</i>			
1. Degradatie damwanden en kademuuren	Hans Landwehr Hans Brinkman Joost Bredeveld		Renger vd Kamp Johan van Sloten	
2a. Methodiek voor het bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (areaal)				Diego Allaix
2b. Methodiek voor het bepalen einde levensduur object(en) tbv prognose rapport (object)				
3. Toolkit bepalen einde levensduur damwanden				Diego Allaix
4. CO2-impact en primair grondstofverbruik				
5. Handelingsperspectief bij einde levensduur damwand of kademuur				
<b>WP1.3</b>				
1. Methodiek bepalen einde levensduur object(en)	Esther van Baaren Joost Bredeveld		Niek Verdijck	Raphaël Steenbergen
2. Voorspelling eindelevensduur object (bezien vanuit risico's die samenhangen met functie scheepvaart), inclusief gebruik AIS-data	Migena Zagonjoli Anastasia Zubova Fedor Baart	Dick ten Hove Marjolein Hermans	Johan van Sloten Wilfred Molenaar	Mirjam Nelisse Andreas Höllbacher Pierre van Laar

3. Koppeling technische en functionele levensduur (focus op object- en systeemniveau)	Joost Breedevelt		Hans van Twuiver	Ad van 't Zelfde
---	------------------	--	------------------	------------------

<b>Kernvragen 2 en 3 (gecombineerd)</b>	<b>Deltares</b>	<b>MARIN</b>	<b>RWS</b>	<b>TNO</b>
<u>WP2.1/3.1</u> 1. Vorm raamwerk en inpassing in VenR-structuren 2. Methode Functionele Prestatie 3. Economische afwegingen 4. Cases in samenwerking met gebruikers 5. Visie en planvorming	<i>voor gehele WP:</i> Esther van Baaren Joost Breedevelt Mark de Bel Matthias Hauth Nienke Kramer Sam Majjvis Tom O'Mahoney Noor ten Harmsen van der Beek Otto Weiler		Herbert Berger Albert Barneveld  Herbert Berger  Gerben Dekker Jantine Hoekstra  Herbert Berger  Herbert Berger Jan Helmer	Ad van 't Zelfde

<b>Kernvraag-overstijgend</b>	<b>Deltares</b>	<b>MARIN</b>	<b>RWS</b>	<b>TNO</b>
<u>WP4.1</u> 1. Organisatie & kennis-ecosysteem	Joost Breedevelt Esther van Baaren		Martine Brinkhuis Albert Barneveld	Joop Bovend'Eerd Ad van 't Zelfde
<u>WP4.2</u> 1. Kennisdoorwerking & -disseminatie	Hans Landwehr Joost Breedevelt Tom O'Mahoney Helena dos Santos		Martine Brinkhuis Albert Barneveld Martin Rouw	Joop Bovend'Eerd Ad van 't Zelfde