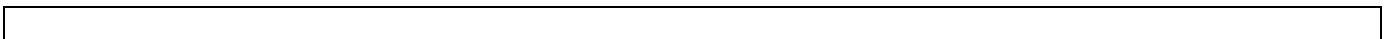


# Regionaal strategische verkenning IJssel

Krib & Scheepvaart van de Toekomst



 enabling delta life



## **Regionaal strategische verkenning IJssel** Krib & Scheepvaart van de Toekomst

### **Auteur(s)**

André Oldenkamp  
Anna Kusters  
Ellen Tromp  
Jurjen de Jong  
Leon Claassen  
Louis Post

### **Partners**

Provincie Gelderland  
Gemeente Zutphen, ZUTPHEN

**Regionaal strategische verkenning IJssel**  
Krib & Scheepvaart van de Toekomst


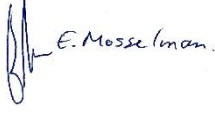

<b>Opdrachtgever</b>	Gemeente Zutphen
<b>Contactpersoon</b>	Louis Post
<b>Referenties</b>	Zaaknummer 164701
<b>Trefwoorden</b>	Rivierkunde, IJssel, kribben, vaarwegen, scheepvaart

**Documentgegevens**

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	25-05-2021
<b>Projectnummer</b>	11206037-004
<b>Document ID</b>	11206037-004-GEO-0001
<b>Pagina's</b>	40
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

**Auteur(s)**

	Ellen Tromp	
	André Oldenkamp (De Ruimte Advies)	
	Jurjen de Jong	
	Anna Kusters	
	Leon Claassen (Provincie Gelderland)	
	Louis Post (Gemeente Zutphen)	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
1.0	Ellen Tromp 	Erik Mosselman 	Remon Pot 	

# Samenvatting

De droge zomer van 2018 heeft het besef gebracht dat de (verwachte) klimatologische veranderingen de waterafvoer over de IJssel sterk zullen beïnvloeden. In de afgelopen jaren stroomde minder water door de IJssel, wat in droge perioden tot problemen leidde rondom de bevaarbaarheid, maar eveneens zorgde voor negatieve effecten rondom verdroging voor de landbouw en natuur. De IJssel staat bekend als een 'moeilijk bevaarbare rivier' omdat de rivier smal is met veel bochten, wat extra aandacht vraagt van de schipper om behendig te sturen. Een bekend knelpunt voor de bevaarbaarheid is de IJsselbrug bij Zutphen. Gedurende de extreem droge situatie in 2018 heeft dit geleid tot een verkenning naar de mogelijkheden van scheepvaart op de IJssel. Daarnaast zien we mede door klimaatadaptatie meerdere maatschappelijke opgaven samenkomen, wat vraagt om een integrale aanpak in de toekomst. Te denken valt aan de energietransitie, zoetwatervoorraden, biodiversiteit, voldoende woningbouw en werkgelegenheid, en de landbouwtransitie.

Gemeente Zutphen, Provincie Gelderland en Deltares hebben samen de handschoen opgepakt om voor twee concrete thema's, te weten 'Krib van de Toekomst' en 'Scheepvaart van de toekomst', inzichtelijk te maken wat de stand van zaken is en met de stakeholders te bepalen welke adaptatiemogelijkheden er zijn, rekening houdend met de toekomstige onzekerheden en ontwikkelingen.

In totaal hebben vier online sessies plaatsgevonden om de lopende initiatieven, de toekomstige mogelijkheden en concrete vervolgstappen te bepalen. Meer dan 60 deelnemers zijn betrokken geweest bij deze twee thema's, waarin de zogenaamde gouden driehoek breed was vertegenwoordigd. Vanuit de overheid waren het Rijk, provincies en gemeenten vertegenwoordigd. Naast Deltares waren enkele hogescholen betrokken vanuit de kennishoek. En vanuit het bedrijfsleven waren koepelorganisaties rondom scheepvaart, adviesbureaus, innovators/ ZZP'ers, maar ook bewonersinitiatieven aangehaakt.

## *Opgedane inzichten*

Vanuit de sessies kwamen de volgende inzichten naar boven:

- **Meer inzicht in bodem- en watersysteem**  
Reeds beschikbare kennis vanuit de programma's Integraal Riviermanagement (IRM) en Deltaprogramma Zoetwater zou beter ontsloten moeten worden, zodat regionale partijen de kennis kunnen gebruiken bij het oplossen van aanpalende regionale maatschappelijke opgaven. Vanuit de wens om meer inzicht te hebben in het bodem- en watersysteem werd ook gepleit voor een integrale toekomstvisie op het Nederlandse rivierengebied.
- **Noodzaak voor (logische) coalities voor beide thema's Krib en Scheepvaart van de Toekomst**  
In de praktijk blijkt het lastig voor partijen die een initiatief willen starten om een goede 'landingsplek' te vinden in het krachtenveld van de betrokken partijen rondom de rivier de IJssel. Dit vraagt om een goede koppeling van partijen in de zogenaamde 'gouden driehoek' (overheid, kennisinstellingen en marktpartijen). Voor beide thema's zijn diverse logische coalities te benoemen, maar regionale partners vragen om een voortvarende aanpak richting doen!
- **Loket voor initiatieven**  
Door aan de voorkant van een initiatief meer meedenkkracht te organiseren vanuit de regionale overheden, kunnen kansrijke voorstellen verder worden gebracht en wordt de meerwaarde vanuit een breed maatschappelijk perspectief gedragen. Door een loket voor initiatieven te initiëren vanuit de (regionale) overheden wordt voorkomen dat

voorstellen van het 'kastje naar de muur' worden gestuurd, waarbij het potentieel van deze voorstellen onbenut blijft.

### *Concrete vervolgstappen*

Het definiëren van concrete vervolgstappen is één van de resultaten van deze verkenning. Op basis van de opgedane inzichten zijn de volgende stappen gedefinieerd.

- **Opstellen van een integrale toekomstvisie voor de IJssel**  
Op basis van de maatschappelijke opgaven komen tot een gezamenlijk beeld en een gezamenlijke visie die als kapstok kunnen dienen voor het vormen van coalities en kunnen uitmonden in een 'IJsselprogramma' voor de komende decennia. We hebben hiervoor een aantal onderleggers genoemd, te weten:
  - Systeemverkenning van bodem- en watersysteem (naast de rivier ook de uiterwaarden en binnendijkse gebieden), met oog voor mogelijk conflicterende ruimteclaims.
  - (Economische) analyse van waar de meeste meerwaarde ligt van de waterafvoerdeling (opbrengst van water) voor alle betrokkenen.
  - Ambition paper (bedrijven en overheden).
- **Krib van de Toekomst**  
Ontwikkel een logische coalitie rond concrete pilots. Er zijn voldoende mogelijkheden om door te pakken (zie ook bijlage F en bijvoorbeeld de IJsselarm Rheden). Maar ook een concept van de krib van de toekomst in combinatie met energiewinning en recreatie gaat uitgewerkt worden bij Zutphen.
- **Scheepvaart van de Toekomst**  
In eerste instantie zijn de bedrijven aan zet voor de ambitie transport over water. VNO/NCW neemt het voortouw om te komen tot een ambition paper dat ook kan dienen als onderlegger van hierboven genoemde toekomstvisie. Het ontwikkelen van een waterstofhub op de IJssel is een concreet initiatief dat al wordt opgepakt en waar vervolgstappen genomen worden. Het ontwikkelen van andere vormen van scheepvaart die in de toekomst op de IJssel kunnen blijven varen gezien de klimaatveranderingen biedt ook een kans om verder op te pakken.
- **Loket van initiatieven**  
De wens is om in een eerder stadium en op basis van een gezamenlijk beeld initiatieven te ondersteunen. In overleg met VNO/NCW, Rijkswaterstaat en de regionale overheden zal dit worden opgepakt. Voor een dergelijk loket is geen blauwdruk voorhanden. Wel kan gebruik worden gemaakt van andere, vergelijkbare loketten en de daar ervaren succesfactoren.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding	7
1.2	De IJssel in perspectief	8
1.3	Doel en ambitie	9
1.4	Werkwijze	10
<b>2</b>	<b>Krib van de Toekomst</b>	<b>11</b>
2.1	Combineren van functies in het kribontwerp	11
2.2	Negatieve effecten van kribben	11
2.3	Aanpasbaarheid van kribben	11
2.4	Circulariteit van kribben	12
2.5	Logische vervolgstappen	12
<b>3</b>	<b>Scheepvaart van de Toekomst</b>	<b>15</b>
3.1	Probleembeschrijving	15
3.2	Potentie van transport over water	16
3.3	Duurzame vaarweg	16
3.4	Duurzame scheepvaart	17
<b>4</b>	<b>Hoe nu verder?</b>	<b>19</b>
4.1	Opgedane inzichten	19
4.2	Concrete vervolgstappen	21
4.2.1	Krib van de toekomst	21
4.2.2	Scheepvaart van de toekomst	21
4.2.3	Loket van initiatieven	22
4.2.4	IJsselprogramma	23
<b>A</b>	<b>Vorbereidingsdocumenten IJssel als economische en duurzame slagader</b>	<b>25</b>
<b>B</b>	<b>Memo energiepotentie krib</b>	<b>35</b>
<b>C</b>	<b>Verslag Werksessie Krib van de Toekomst (11 maart 2021)</b>	<b>36</b>
<b>D</b>	<b>Verslag Inhoudelijke brainstorm naar stuwen op de IJssel (9 maart 2021)</b>	<b>37</b>
<b>E</b>	<b>Verslag Werksessie Scheepvaart van de Toekomst (25 maart 2021)</b>	<b>38</b>
<b>F</b>	<b>Overzicht van lopende initiatieven</b>	<b>39</b>

# 1 Inleiding

De gemeente Zutphen treedt voor de verkenning op als penvoerder; de middelen zijn beschikbaar gesteld door de provincie Gelderland en Deltares. Samen met de regionale overheden heeft Deltares de regionaal strategische verkenning uitgevoerd. In deze rapportage beogen we niet om volledig te zijn, maar schetsen we welke (kansrijke) initiatieven in de regio leven.

## 1.1 Aanleiding

De Strategische verkenning de IJssel komt voort uit proeftuin duurzame rivier de IJssel van de TKI-Deltatechnologie. In 2017 heeft de topsector Water gekozen om proeftuinen te definiëren met als doel het vormen van coalities waarin samenwerking tussen overheden, bedrijven en kennisinstellingen tot stand komt. In de praktijk blijkt dat samenwerking tussen deze partijen wel wordt opgestart, maar niet vaak leidt tot het realiseren van initiatieven, omdat de belangen, verantwoordelijkheden en doelen van de samenwerkende partijen niet altijd hetzelfde zijn. De wens is om tot samenwerkingscoalities te komen waarin partijen met een gezamenlijk doel ook écht initiatieven doorzetten en realiseren. Dit heeft geleid tot het instellen van de proeftuinen.

Belangrijke insteek bij de proeftuin is dat partijen van het begin af aan samen een initiatief ontwikkelen en daarmee ook commitment ontwikkelen om het initiatief te realiseren en ook gezamenlijk in het initiatief te investeren.



*Figuur 1.1 Een mistige ochtend in Zutphen met de blik op de IJssel (foto genomen in noordelijke richting vanaf de Noorderhaven). Fotocredit Ellen Tromp*

### *Proeftuin duurzame rivier de IJssel*

Om gezamenlijk initiatieven op te pakken is het van belang om een gezamenlijk beeld te hebben van de rivier waarlangs initiatieven zich kunnen ontwikkelen en ook coalities kunnen worden gevormd.

In 2017 is in opdracht van de Cleantech Regio (regionale overheden en bedrijven) een eerste aanzet gemaakt voor een visie op de IJssel vanuit het perspectief van de regio om op basis daarvan gesprekken te kunnen voeren, met input van Deltares (zie bijlage A). Het is geen blauwdruk en staat open voor aanpassingen zodat in een volgende stap een gezamenlijke visie kan ontstaan.

Vertrekpunten in deze eerste aanzet tot een visie zijn:

- De IJssel als economische slagader.
- De IJssel als duurzame rivier.

In het kader van de opdracht van de Cleantech Regio is een inventarisatie gemaakt van lopende initiatieven waar bedrijven bij zijn betrokken. Daaruit is een aantal thema's naar voren gekomen, te weten:

- Energie uit water.
- Bouwen met natuur.
- Plastic uit de rivier.
- Scheepvaart van de toekomst.

## 1.2 De IJssel in perspectief

Jac. P. Thijsse omschreef in 1916 de schoonheid van de IJssel als volgt:

*“We hadden nogal moeite, om in 1915 een rustig stukje Nederland te vinden, waar we ongehinderd konden wandelen en tekenen. Op menige plaats vreesden we belemmerd te worden door de mobilisatie en wat daar al zo mee samenhangt. Ten slotte zijn we terecht gekomen aan den Gelderschen IJssel en dat heeft ons niet berouwd, want we vonden daar mooie oude steden, vriendelijke dorpen, trotsche kasteelen, fraaie buitens en bovenal een rijke natuur van woud en heuvelen, weilanden, boomgaarden en akkers en stille binnenwateren langs den breeden stroom.”*

Ook vandaag de dag vervult de rivier de IJssel (lengte 127 km) verschillende functies. De rivier takt bij Westervoort (de zogenaamde IJsselkop) ten oosten van Arnhem af van de Nederrijn en stroomt langs verschillende Hanzesteden (zie bijvoorbeeld Figuur 1.2) voordat deze uitmondt in het Ketelmeer en IJsselmeer.

In de afgelopen jaren stroomde minder water door de IJssel, wat in droge perioden tot problemen leidde rondom de bevaarbaarheid, maar eveneens zorgt voor negatieve effecten rondom verdroging voor de landbouw en de natuur. De IJssel staat bekend als een 'moeilijk bevaarbare rivier' omdat de rivier smal is met veel bochten, wat extra aandacht vraagt van de schipper om behendig te sturen. Een bekend knelpunt voor de bevaarbaarheid is de IJsselbrug bij Zutphen. Gedurende de extreem droge situatie in 2018 ontstond een behoefte om de mogelijkheden te verkennen om ook onder deze extreme omstandigheden door te kunnen varen op de IJssel. Daarnaast zien we mede voor klimaatadaptatie meerdere maatschappelijke opgaven samenkomen. Te denken valt aan de energietransitie, zoetwatervoorraden, biodiversiteit, voldoende woningbouw en werkgelegenheid, en landbouwtransitie. Dit vraagt om een integrale aanpak in de toekomst.





Figuur 1.2 Blik op de IJsselbrug in Zutphen, gezien vanaf de IJsselkade. Fotocredit <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Harry van Reeken)

Er wordt veel geld geïnvesteerd in infrastructuurprojecten die de bereikbaarheid van de regio via de IJssel en het Twentekanaal vergroten. De sluisen bij Kornwerderzand worden in capaciteit vergroot, in Zwolle wordt de haven ontwikkeld (zeehavenvergunning), de sluisen bij Eefde (ingang Twentekanaal) zijn verdubbeld, de dijken worden versterkt langs de Twentekanaal, het Twentekanaal wordt 30 centimeter dieper en de bruggen worden aangepast. Deze maatregelen zullen ongetwijfeld leiden tot meer vervoer over water en ontwikkeling van bedrijvigheid langs het water. In de afgelopen jaren hebben terminals als Doesburg en Emmerich al laten zien dat er ruimte is voor economische groei.

### 1.3 Doel en ambitie

De regionaal strategische verkenning IJssel heeft als doelstelling bij te dragen aan de klimaatopgave, de circulaire opgave, en de stikstofopgave. Daarbij is het uitgangspunt dat initiatieven ook bijdragen aan de economische opgave in de regio.

De ambitie voor economische ontwikkeling is meer transport over water en minder over de weg waardoor een belangrijke bijdrage wordt geleverd aan het verminderen van de CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-uitstoot.

In de verkenning is ervoor gekozen om rondom twee thema's inzichtelijk te maken wat er op dit moment speelt, welke innovaties en kennisontwikkelingsprojecten er zijn, en welke vervolgstappen er zijn. De keuze voor de twee thema's kwam voort uit het al lopen van meerdere initiatieven.

Het eerste thema richt zich op de "Krib van de Toekomst", waarbij we niet alleen kijken naar kribben maar ook naar langsdammen. Relevante vragen die we bekijken zijn hoe het gebruik en de vorm van de "Krib van de Toekomst" bij kunnen dragen aan beheer van de rivier en de genoemde maatschappelijke opgaven. Daarbij kijken we expliciet naar mogelijkheden voor meervoudig gebruik

Het tweede thema omvat de "Scheepvaart van de Toekomst". Hierbij kijken we hoe we kunnen blijven varen, ook in de toekomst, en welke mogelijkheden er zijn om de scheepvaart en relevante infrastructuur te verduurzamen.

Het beoogde resultaat van de regionaal strategische verkenning is om rond een aantal initiatieven van de twee thema's coalities te vormen die bestendig zijn en die initiatieven weten te realiseren, waardoor het wenkend perspectief ook concreet invulling krijgt.

## 1.4 Werkwijze

In eerste instantie hebben we inzichtelijk gemaakt welke initiatieven er op dit moment lopen, middels een inventarisatiesessie met deelnemers vanuit de partnerorganisaties. Dit vormde de basis om de werksessies te organiseren waarbij alle relevante partijen die betrokken zijn bij de IJssel uitgenodigd en vertegenwoordigd waren. Vanwege de vigerende COVID19-maatregelen vonden deze werksessies digitaal (MS Teams) plaats, waarbij gebruik is gemaakt van online tools om de interactie met en tussen alle aanwezigen te bevorderen.

Om de scheepvaartproblematiek op de IJssel scherp in kaart te brengen vond voorafgaand aan de werksessie Scheepvaart van de Toekomst een verdiepende sessie plaats naar het effect van waterstandsverhogende maatregelen op de IJssel, met vertegenwoordigers vanuit Rijkswaterstaat en Deltares.

De verkenning is vanuit de provincie Gelderland gestart, maar de rivier houdt zich niet aan 'grenzen'; vandaar dat ook partners uit Overijssel en andere delen van Nederland bij de sessies aanwezig zijn geweest. In Bijlagen B tot en met D zijn de deelnemers van de bijeenkomsten vermeld in de verslagen.

## 2 Krib van de Toekomst

Het centrale thema van de werksessie 'Krib van de Toekomst' was het vernieuwen van het kribontwerp om te voldoen aan huidige en toekomstige randvoorwaarden en wensen. Concreet betekent dit het volgende:

1. Het combineren van functies in het ontwerp van kribben.
2. Het mitigeren van negatieve effecten van kribben.
3. Het vergroten van de aanpasbaarheid van kribben.
4. Het gebruik van duurzame, herbruikbare of hergebruikte materialen in de kribconstructie.

Hierbij is het belangrijk om kribben niet als losstaande elementen te beschouwen, maar in samenhang met het systeem en het landschap waarin ze voorkomen. Daarnaast lag de focus tijdens de sessie ook op de vormgeving van het proces om de benodigde ontwikkelingen mogelijk te maken: welke stappen moeten worden gezet, en door wie?

Op basis van de discussie heeft Provincie Gelderland een toekomstbeeld geschetst, zie Figuur 2.2.) Het volledige verslag van deze sessie is opgenomen in Bijlage D. In dit hoofdstuk worden de hoofdlijnen uit de werksessie geschetst en wordt afgesloten met logische vervolgstappen.

### 2.1 Combineren van functies in het kribontwerp

Van oudsher werden kribben gebruikt om oevererosie te voorkomen. Tijdens de grootschalige normalisaties in de 19e en 20ste eeuw werden kribben ingezet om de vorming van ijsdammen tegen te gaan en vervolgens ook om de bevaarbaarheid te verbeteren. Inmiddels hebben kribben en kribvakken ook een recreatieve functie. Je kunt je afvragen welke functies hier nog bij kunnen. Het antwoord, zo bleek uit de sessie: vele! Zo wordt gedacht aan het opwekken van energie uit stroming bij kribben, het verbeteren van de ecologische omstandigheden rondom kribben, het gebruik van kribben als plasticvangers, de krib als bezinningsplek en zelfs waterboerderijen in kribvakken.

### 2.2 Negatieve effecten van kribben

Naast het toevoegen van nieuwe functies hebben we ook de geschiktheid van het kribontwerp voor zijn huidige functies besproken. Zo zorgt de grootschalige aanwezigheid van kribben voor opstuwning van hoogwaterstanden en bodemerosie en verkleinen de bij de kribvakken aanwezige kribvlammen de behaalde reductie van de baggerinspanning. Veranderingen in het kribontwerp, bijvoorbeeld het vergroten van de doorlatendheid, kunnen deze effecten verminderen.

### 2.3 Aanpasbaarheid van kribben

Aanpasbaarheid wordt gezien als een belangrijk aspect van de krib van de toekomst. Naar verwachting krijgen we te maken met hogere hoogwaters en langere perioden met zeer lage afvoeren. Door de kribconstructie aanpasbaar te maken kan op deze variatie aan omstandigheden worden ingespeeld. Ook kunnen kosten voor aanleg en onderhoud van kribben worden verminderd met een minder complexe en eenvoudig aan te passen constructie. Kribben opgebouwd uit X-streamblokken zijn een voorbeeld van zo'n eenvoudige constructie (Figuur 2.1).



Figuur 2.1 Monitoring van de pilot flexibele kribben met X-streamblokken

## 2.4 Circulariteit van kribben

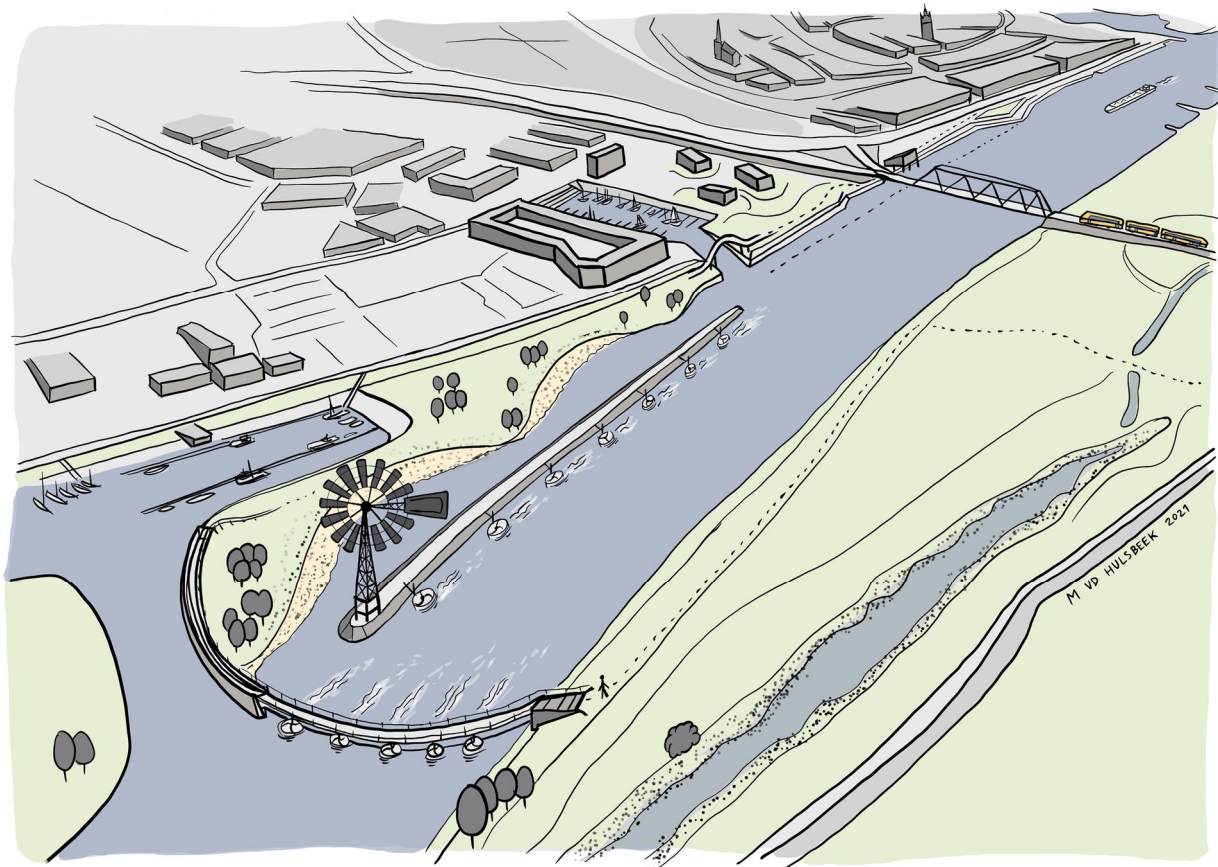
Door kribben van hergebruikt of lokaal beschikbaar materiaal te maken kunnen schadelijke emissies worden verminderd en kunnen grondstoffen optimaal worden gebruikt. Tijdens de werksessie werd bijvoorbeeld gedacht aan het hergebruiken van basalt of het toepassen van slib in de X-streamblokken voor de kribconstructie. Over hergebruik van plastic zijn de meningen verdeeld. Aan de ene kant draagt dit bij aan de doelstelling om afvalstromen te minimaliseren, aan de andere kant kan dit ertoe leiden dat plastic in het milieu terecht komt.

## 2.5 Logische vervolgstappen

De meest logische volgende stap is voor een meerderheid van de deelnemers glashelder: doen! Experimenteren met innovatieve ontwerpen en pilots starten wordt hierbij veel genoemd. Duidelijk is dat partijen hierin samen moeten optrekken. Naast overheden, marktpartijen en kennisinstellingen worden maatschappelijke organisaties, bewoners en de binnenvaartsector als mogelijke partners genoemd. Via innovatieplatforms kunnen ideehouders in contact worden gebracht met deze partijen.

Daarnaast wordt door verschillende deelnemers het belang van een integrale toekomstvisie op de IJssel benadrukt. Door innovaties op verschillende schaalniveaus te bekijken kunnen ze worden geoptimaliseerd en als onderdeel van grootschalige ontwikkelingen fungeren. De genoemde innovaties variëren van het halen van energie uit water (onder meer thermische energie uit oppervlaktewater: TEO), tot duurzaam sedimentbeheer. Deze innovaties vinden plaats in de Proeftuin Duurzame Rivieren. In de regio zijn diverse ideeën rondom het lokaal (her)gebruiken van slib als bouw materiaal, en daarmee het op diepte houden van bijvoorbeeld (industrie)havens in Rheden en Zutphen. Op dit moment loopt de pilot flexibele kribben onder het programma Self Supporting Rivier Systeem (SSRS), waarin wordt gestreefd naar duurzaam rivierbeheer met innovatieve beheersoplossingen. Ze maken hier gebruik van leerteams die innovatieve ideeën oppakken en door middel van pilots zowel technisch als organisatorisch verder brengen. Ook bij ontwikkelingen binnen het programma Integraal Riviermanagement (IRM) kan mogelijk aangehaakt worden.

Mede naar aanleiding van de werksessie heeft Provincie Gelderland een eerste toekomstbeeld geschetst van de oostelijke IJsseloever bij Zutphen. Dit beeld leidt weliswaar tot obstakels voor de scheepvaart, geringere vaardieptes en lagere stroomsnelheden bij de turbines, maar de waarde van de schets ligt in het genereren van ideeën en het vormen van een gemeenschappelijke basis voor verdere discussie.



*Figuur 2.2 Een toekomstbeeld van de oostelijke IJsseloever bij Zutphen, welke door Marian van de Hulsbeek (Provincie Gelderland) is opgesteld naar aanleiding van de werksessie 'Krib van de Toekomst'. Deze vogelvluchttekening geeft een impressie van een mogelijk toekomstbeeld van de IJsseloever ten noordoosten van het centrum van Zutphen. In dit beeld komen diverse ruimtelijke opgaven samen: meer ruimte die nodig is voor de rivier en hoogwater, een nieuw type rivierkrib in de vorm van een langsdam gebouwd op circulaire wijze, duurzame energiewinning door middel van waterturbines, natuurontwikkeling, de realisatie van een groen uitloopgebied en veilige strandrecreatie voor inwoners. Daarbij krijgt het noordelijke stadssilhouet Zutphen een bijzondere nieuwe blikvanger! De Amerikaanse windmolen krijgt als cultuurhistorisch bekend element uit de omgeving een nieuwe plek, op de Krib van de Toekomst!*

De Provincie Gelderland licht het toekomstbeeld als volgt nader toe:

### **Duurzame energiewinning**

*De kracht van Zutphen wordt hier benut: we wekken energie op door het langsstromende water aan de kade, en in de rivier, 24 uur per dag, en dit wordt ook nog een publiekstrekker; visvriendelijke (drijvende) waterturbines op plekken met veel stroming, dus gehangen aan de langskrib en aan de inschuifbare constructie, die tevens beloopbaar is. In dit ontwerp wordt de volle stroming benut van het rivierbed door een principe te gebruiken als bij een veerpont: inschuifbare drijvende turbines bij een passerend schip. Dit kan worden geautomatiseerd in combinatie met de functie van de brugbediening in Zutphen. Bovenop deze inschuifbare constructie is een looppad gemaakt van doorzichtig materiaal.*

*We zien ook nog mogelijkheden voor drijvende zonnepanelen, gekoeld door rivierwater voor een hogere opbrengst. Koelwater wordt aangesloten op een aquathermiesysteem dat tevens gebruikt maakt van het IJsselwater en op een plek wordt gelegd met stroming dus nabij de waterturbines, dan wel wordt de Amerikaanse molen, bedoeld om water op te pompen, hiervoor gebruikt om beweging in dat water richting de wal te maken, wat gunstiger is voor de warmte-uitwisseling. De molen kan ook dienen om bij watertekort water op te pompen*

*richting bijvoorbeeld de aan te leggen geul in de uiterwaard aan de andere kant ten behoeve van natuurontwikkeling. Weer een ander idee is dat de molen water in een grote doorzichtige buis omhoog pompt en dat deze potentiële energie (opslag) wordt gebruikt om via een turbine die er al ligt de stroom te leveren die nodig is om bij een passerend schip de turbines op de rivier in te trekken.*

### **Nieuwe multifunctionele langs- en dwarskrib**

*De langskrib is opgebouwd uit X-streamblokken die nog verplaatsbaar zijn. Naar verwachting zal de definitieve vorm van de langskrib verder worden geoptimaliseerd door het benutten van een optimale aanstroming, met als doel om de op te wekken energie te verbeteren.*

*Achter de langskrib ontstaat een luwte met enige geringe stroming, niet gehinderd door turbulentie vanuit de scheepvaart. Hierdoor ontstaat ruimte voor toename van ecologie (onder andere vissen) en recreatie kan er veilig plaatsvinden. De langskrib kan daarmee ook dienen als bezinningsplek. Om de langskrib mogelijk te maken is een verbreding van de IJssel uitgevoerd. Ook onder de IJsselbrug is een verbreding voorzien: meer ruimte voor aanpassing of verplaatsing van de huidige brugpijler en een upgrade van het IJsselpaviljoen (aan andere zijde van de brug) waar het water dan deels onderdoor loopt.*

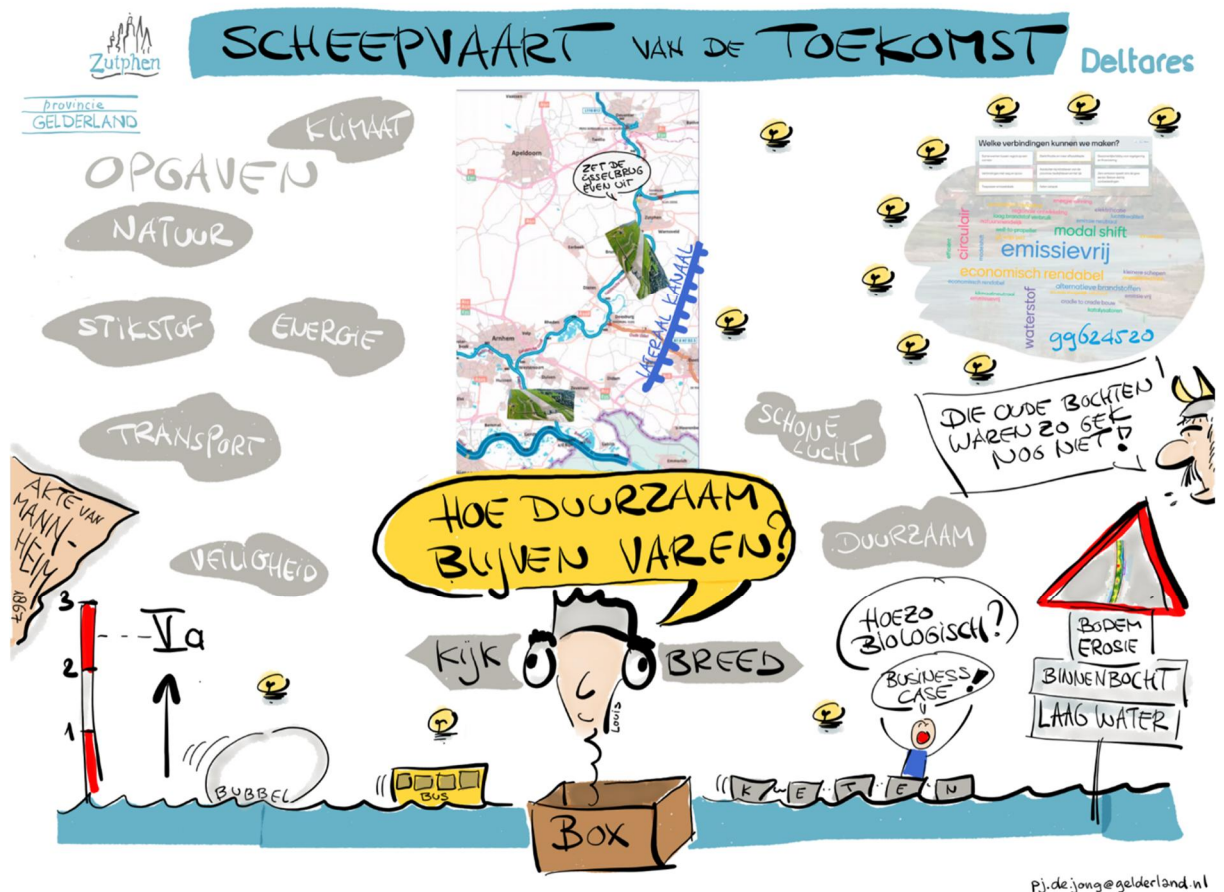
*De inschuifbare dwarskrib kan verder multifunctioneel worden gemaakt als deze een rol krijgt in het tijdelijk en flexibel sturen van waterstromingen die op de locatie per moment nodig zijn voor het water- en sedimentbeheer en zelfs het afvangen van bijvoorbeeld plastic. Door te schakelen met drijvers, rotorweerstand en openen of dichtzetten van de kleppen is er een extra fijnregeling in de vaarweg gemaakt, iets wat huidige vaste kribben niet kunnen.*

# 3 Scheepvaart van de Toekomst

In de werksessie ‘Scheepvaart van de Toekomst’ is gekeken naar het vergroten en benutten van de kansen van vervoer over water. Vanuit economisch perspectief en vanuit duurzaamheid wordt deze ambitie vaak onderschreven, maar het realiseren hiervan is een uitdaging. In de werksessie is de discussie opgedeeld in de volgende deelonderwerpen:

1. Ontwikkelingen naar een duurzame vaarweg.
2. Ontwikkelingen naar een duurzame scheepvaart.

Een visuele weergave van de discussie is gegeven in Figuur 3.1. Het volledige verslag van deze sessie is opgenomen in Bijlage E. In dit hoofdstuk worden de hoofdlijnen uit de verslagen geschetst en wordt afgesloten met kansrijke vervolgstappen.



Figuur 3.1 Visuele weergave van de werksessie ‘Scheepvaart van de Toekomst’. door Peter Jos de Jong van de Provincie Gelderland

## 3.1 Probleembeschrijving

De IJssel is een klasse Va vaarweg. Door baggerwerkzaamheden wordt getracht een diepte aan te bieden van 2,5 m. Desondanks laten reisgegevens van schepen zien dat het meeste transport plaats vindt met kleinere schepen (met name klasse IV). Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de kleinere vaarwegen in het aansluitende netwerk (de Twentekanaal zijn pas vanaf 2022 bevaarbaar voor klasse Va), maar ook doordat de IJssel oorspronkelijk is ontworpen als klasse IV vaarweg.

Tijdens periodes van lage rivierafvoer neemt de waterdiepte op de IJssel af. Ondiepe locaties ontstaan op vele punten langs de gehele IJssel, met name bovenstreams van Deventer, en toenemend in aantal en significantie dicht bij de IJsselkop. Ten gevolge hiervan is een diepgang van 2,5 m niet langer mogelijk en wordt door de scheepvaart de beladingsgraad gereduceerd zodat gevaren kan worden met een lagere diepgang. Daarnaast ontstaan door de lage waterdiepte ook engtes (versmallingen) in de rivier, waardoor ontmoetingsverboden worden ingesteld. Deze omstandigheden zorgen ervoor dat de IJssel vooral bevaren wordt door ervaren schippers.

Door klimaatverandering komen perioden van lage rivierafvoer in de toekomst waarschijnlijk vaker voor. In het Deltascenario met snelle klimaatverandering in 2050 neemt de terugkeertijd van een jaar zoals 2018 toe van eens in de 60 jaar naar eens in de 10 à 20 jaar. Daarnaast zorgt voortschrijdende bodemerosie van de Boven-Waal voor veranderingen in de afvoerverdeling, resulterend in een verdere afname van de afvoer (20 à 30 m<sup>3</sup>/s) en waterdiepte op de IJssel.

Diverse watergebruikers onttrekken water aan de rivier. Een grote onttrekking vindt plaats door het pompen van water naar de Twentekanalen ter hoogte van sluis Eefde. Dit gebeurt enerzijds om het peil op de kanalen te handhaven en het schutdebiet te compenseren, anderzijds vanwege de vraag naar voldoende zoetwater voor de gebruikers van de Twentekanalen. Deze inzet van de pompen kost energie en zorgt voor een afname van de waterdiepte (ongeveer 1 cm per 1 m<sup>3</sup>/s) op de IJssel.

## 3.2 Potentie van transport over water

De IJssel als vaarweg en de aansluitende vaarwegen hebben een grote potentie om verder ontwikkeld te worden. Dit kan een bijdrage leveren aan de reductie van de uitstoot van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> aangezien vervoer over water schoner is dan transport over de weg. Ook vanuit economische perspectief kan het een oplossing zijn voor vervoersstromen.

Vanuit de Provincie Gelderland (zie sectie 4 van Bijlage E) wordt de industrie daarom ondersteund in het aanbieden van voldoende watergebonden bedrijfslocaties en het verbeteren en vergroten van kades.

## 3.3 Duurzame vaarweg

Voor de vaarweg is een aantal verbeteringen besproken (zie sectie 3.E van Bijlage E). Een selectie van mogelijke aanpassingen aan de infrastructuur is hieronder gegeven:

- Het vergroten van de waterdiepte door het versmallen van het stromende zomerbed van de rivier. Door de beperkte breedte van de IJssel is dit lastig in te passen zonder dat dit ook resulteert in breedtebeperkingen voor de scheepvaart (zoals ontmoetingsverboden).
- Door aanpassingen aan de afvoerverdeling over de verschillende Rijntakken kan de afvoer en diepte van de IJssel vergroot worden. Dit gaat dan ten koste van de afvoer op de andere Rijntakken. Momenteel wordt onderzoek uitgevoerd naar mogelijke aanpassingen aan de (flexibiliteit) van de afvoerverdeling.
- Ook door suppletie (het verhogen van de bodem) op de Boven-Waal wordt de afvoerverdeling beïnvloed ten gunste van de IJssel. In het programma Integraal Riviermanagement (IRM) wordt onderzoek gedaan naar deze maatregelen, voor het terugdraaien van vele jaren aan bodemerosie.
- Door de aanleg van stuwen op de IJssel kan een significante verbetering in de waterdiepte verkregen worden. De kanalisatie van de Maas (benedenstreams van Roermond) is hiervan een voorbeeld. Deze maatregel is verder uitgewerkt in een inhoudelijke brainstorm (zie bijlage D). Echter, bij een vergroting van de diepte over de



hele corridor zal sprake zijn van opstuwning tot de IJsselkop. Dit beïnvloedt de afvoerverdeling (de afvoer naar de IJssel neemt af). Deze lagere afvoer zal zorgen voor een kleinere waterdiepte op de ongestuwde delen van de IJssel. Ook kan hierdoor de vulling van het IJsselmeer (voor waterbeschikbaarheid) een probleem worden. Ook ecologische aspecten zijn als aandachtspunt benoemd.

- Door de aanleg van een lateraalkanaal kunnen functies gescheiden worden. De scheepvaart is op een kanaal weinig gevoelig voor lage afvoercondities, terwijl op de IJssel zelf de natuurontwikkeling meer kans krijgt. Een vergelijkbare maatregel is de realisatie van het Julianakanaal en het Lateraalkanaal langs de Maas (bovenstrooms van Roermond). Dit type maatregel heeft echter een grote impact op de inrichting rondom de IJssel.

Ten slotte is geconcludeerd dat rivierkundige maatregelen (zoals bovenstaande) tot bovenregionale effecten kunnen leiden. Bij het beoordelen van de maatregelen dient daardoor altijd landelijk gekeken te worden. Voor mogelijkheden om het optreden van lage rivierafvoeren in Nederland te beperken dient zelfs internationaal gekeken te worden naar bijvoorbeeld de aanleg van buffers.

Vanuit Rijkswaterstaat en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat worden diverse nationale programma's uitgevoerd voor een integrale afweging van de rivierfuncties. Voorbeelden hiervan zijn Integraal Riviermanagement (IRM), Deltaprogramma Zoet Water (DPZW) en Klimaatbestendige Netwerken (KBN). Voor het realiseren van aanpassingen aan de rivier wordt voorgesteld om maatregelen in te brengen binnen het raamwerk van deze programma's. De mogelijkheden om met lokale maatregelen de robuustheid van de IJssel als vaarweg te verbeteren lijken beperkt te zijn.

Vele overige initiatieven en mogelijke verbindingen zijn gedeeld tijdens de werksessie (zie sectie 3.B en 3.C van Bijlage E). Binnen dit project zijn deze mogelijkheden niet verder uitgewerkt. Aanbevolen wordt om met een selecte groep experts de meest realistische voorstellen hieruit te selecteren.

### 3.4 Duurzame scheepvaart

In het tweede deel van de sessie is gekeken naar de mogelijkheid om de scheepvaart duurzamer te maken. Diverse in-the-box en out-the-box ideeën zijn hiervoor opgenomen in het verslag (zie sectie 5 van bijlage E). Enkele bevindingen uit de discussie:

- Door de Just-in-Time logistiek van de scheepvaart is deze transportsector kwetsbaarder geworden voor perioden van lage rivierafvoer. Door een robuustere inrichting van de logistiek kan de schade van laagwater worden gereduceerd.
- De ontwikkeling van kleinere en ondiepere schepen wordt door de sector niet als noodzakelijk gezien omdat dit wordt afgevangen door met hetzelfde schip minder lading te transporteren. Er zijn beperkte ontwikkelingen in gang om bij gelijke diepgang meer lading mee te kunnen nemen (constructiemateriaal schip, type en locatie schroef, rompvorm). Er zijn geen economische prikkels voor de ontwikkeling van kleinere schepen waardoor bij het uitblijven van grote veranderingen in de sector, vooraansnog vooral doorgaande schaalvergroting wordt verwacht.
- Diverse onderzoeken kijken naar de mogelijkheden van autonome schepen (gebundeld bij SMASH<sup>1</sup>). Er zijn onder meer toepassingen met kleinere schepen op kleinere vaarwegen. Dit is gunstig voor de robuustheid van het transport over water, omdat het achterland beter kan worden bediend en deze schepen mogelijk ook bij lage waterstanden nog rendabel zijn.

---

<sup>1</sup> SMASH!, Nederlands Forum Smart Shipping: <https://smashnederland.nl/>

Voor vele andere lopende initiatieven, mogelijke verbindingen en mogelijke vervolgstappen wordt verwezen naar bijlage E. Voor de kansrijkheid van deze input wordt aanbevolen een gespecialiseerde partij te betrekken zoals het MARIN.

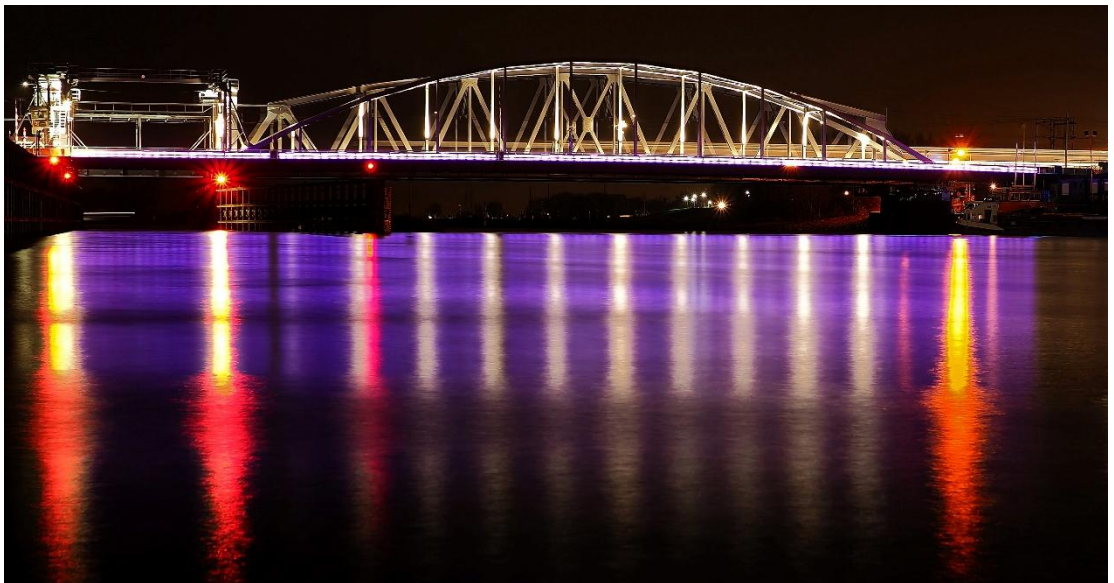
## 4 Hoe nu verder?

### 4.1 Opedane inzichten

Vanuit de gevoerde gesprekken en werksessies zien we veel energie ontstaan rondom een aantal onderwerpen:

#### *Meer inzicht in bodem- en watersysteem*

Vanuit de inhoudelijke brainstorm, gehouden op 9 maart, waarin werd gesproken over de droogteproblematiek en de vanuit diverse functies gevraagde waterstandsverhoging op de IJssel, kwam het inzicht dat de rivier de IJssel in het geheel van het Nederlandse riviersysteem beschouwd moet worden. Tevens ontstond een gedeelde behoefte aan een systeembenadering die duidelijk maakt aan welke knoppen we kunnen draaien om bepaalde effecten te bewerkstelligen, in relatie tot zowel hoogwaters als (extreme) droogte. Hierbij wordt dan het gehele systeem in ogenschouw genomen, met ook aandacht voor het grondwatersysteem en de ontwatering vanuit de Veluwe richting de IJssel. In de werksessie Krib van de Toekomst werd hierop aansluitend gepleit voor een gezamenlijk gedragen visie op de IJssel, maar ook op een integrale toekomstvisie op het Nederlandse rivierengebied. Deze kennis is deels al beschikbaar vanuit het programma Integraal Riviermanagement (IRM) en Deltaprogramma Zoetwater c.q. Rivieren, maar het vraagt nog aandacht om deze kennis integraal te ontsluiten naar alle betrokkenen.



*Figuur 4.1 De IJsselbrug bij nacht, welke als een knelpunt wordt ervaren bij transport over water (te laag).*

*Fotocredit Gemeente Zutphen*

In de werksessie Scheepvaart van de Toekomst kwam de suggestie om een economische analyse te maken van de opbrengst van het water in de rivier. Dit sluit aan op de waterafvoerverdeling van de Nederlandse rivieren. Relevante vragen zijn dan: Waar brengt water in tijden van schaarste meer op? Brengt het bijvoorbeeld meer op als het via de IJssel wordt afgevoerd? (minder economische schade? bestrijding zoutbellen IJsselmeer?), of brengt het meer op als het wordt afgevoerd via de Nederrijn en de Waal als westwaarts stromende rivieren? (bestrijding zoutindringing, beperking gewasschade, drinkwater, etc.).

### *Noodzaak voor (logische) coalities*

In de praktijk blijkt dat het lastig is voor partijen die een initiatief willen starten om een goede 'landingsplek' te vinden in het krachtenveld van de betrokken partijen rondom de rivier de IJssel. Veel partijen zijn betrokken bij het oplossen van de (maatschappelijke) opgaven van de IJssel. Dit vraagt om een krachtig samenspel met de betrokkenen. Zeker gelet op de verscheidenheid aan toekomstige opgaven zal het speelveld eerder complexer worden dan eenvoudiger. Om het hoofd te kunnen bieden aan de maatschappelijke opgaven zullen de partijen gezamenlijk moeten optrekken. Uit de werksessies bleek dat in de regio veel ideeën voor innovaties leven bij de verschillende beheervraagstukken. Dit vraagt om een gezamenlijke aanpak van de regionale overheden rondom een zogenaamd 'loket' voor initiatieven. In het kader van Self Supporting Rivier Systeem (SSRS) bestaat de mogelijkheid om initiatieven te melden bij Rijkswaterstaat, maar vanuit de regio is er behoefte aan meer 'meedenkkracht' vanuit een gezamenlijke (regionale) visie.

Gegeven de maatschappelijke opgaven lijkt het voor de hand te liggen om vanuit een systeembenadering te adresseren waarop de partijen rondom rivieren en specifiek de IJssel op korte en middellange termijn zouden kunnen focussen en waar welke kansen liggen om de maatschappelijke opgaven (gezamenlijk) het hoofd te bieden.

Een zogenaamd *IJsselprogramma* zou hiervoor een uitkomst kunnen zijn, waarbij vanuit de regio een logische coalitie gevormd kan worden, met daaronder wisselende uitvoeringsagenda's.

### *Coalitie Krib van de Toekomst*

Op dit moment lopen partijen met verschillende ideeën rond, het ene concreter dan het andere. De deelnemers hadden veelal de behoefte aan doen én doorpakken. Diverse vormen van pilots zijn gesuggereerd, waaronder het aanwijzen van een speeltuin, waarin meerdere innovaties getest kunnen worden, maar ook het organiseren van ontwerpateliers op drie schaalniveaus (krib, enkele kribvakken, de rivier) met als pilotgebied Zutphen. Dit sluit weer goed aan op het geschetste toekomstbeeld. De regionale overheden zouden gezamenlijk een open uitnodiging voor ideehouders kunnen uitschrijven, met daarbij een helder vervolgperspectief, om het 'doen' ook te realiseren. We moeten tevens leren en doorpakken vanuit de bestaande pilots zoals de monitoring van de flexibele kribben en de leerervaringen vanuit Self Supporting Rivier Systeem. Ervaringen rondom duurzaam sedimentbeheer worden ook opgedaan in andere gebieden die vallen onder de proeftuinen Duurzame Rivieren vanuit Topsector Water. Deze inzichten kunnen we gebruiken voor de mogelijkheden, bijvoorbeeld bij de Meteoer (zie bijlage F), voor het lokaal gebruiken van slib.

### *Coalitie Scheepvaart van de Toekomst*

Voor de coalitie 'Scheepvaart van de Toekomst' ligt het voor de hand om aan te sluiten bij lopende initiatieven, maar ook om de lead voor een deel bij de ondernemers te leggen. Regionale overheden zetten al in op het vergroten van de mogelijkheden van transport over water. Bedrijven zullen daarop moeten aanhaken.

### De infrastructuur

De overheid (Rijk en regio) is verantwoordelijk voor de aanleg en het beheer en onderhoud van de infrastructuur. Bedrijven zullen moeten aantonen wat het belang is om hierin te investeren en hoe ze hieraan kunnen bijdragen. Een coalitie zou gericht kunnen zijn op een 'ambition paper' transport over water (potentie en routekaart).

Scenario's kunnen zijn:

- Huidige transportcapaciteit over water veilig stellen.
- Transportcapaciteit uitbreiden met x procent.
  - Wat betekent dit voor de infrastructuur van de rivier en de havens?
  - Wat betekent dit voor de 'toeleidende' infrastructuur?

### Duurzame schepen

Op het verduurzamen van schepen loopt al een aantal initiatieven. Het gaat daarbij om zero-emission shipping. Daarbij gaat het niet alleen om de aandrijving van de motoren, maar ook om de logistiek die nodig is om schepen van 'nieuwe energie' te voorzien.

In dat kader wordt bij Zutphen nagedacht over een Hub Duurzame energie (Waterstof). Ontgassen van schepen kan bij een energy hub worden ingezet, omdat hieruit elektriciteit kan worden gegenereerd.

Duurzame scheepvaart gaat veel breder dan de IJssel, omdat een schip niet stopt bij Kampen of Arnhem. Er zal in breder perspectief moeten worden gekeken. Een energy hub is wel gebonden aan de regio en het ligt voor de hand om de bestaande coalitie te versterken.

In de nieuwe R&Dregeling Maritiem ligt de focus op zero-emission en digital shipping. Het verdient aanbeveling om vanuit de IJssel geredeneerd input te leveren voor digital shipping mogelijk in combinatie met ondiep varen. De IJssel is de moeilijkst bevaarbare rivier van Nederland; dus welke parameters horen daarbij voor digital shipping?

### *Loket voor initiatieven*

Uit de werksessies bleek dat er voor beide thema's veel ideeën en initiatieven leven van 'derden'. Zij weten vaak niet waar zij met deze ideeën en initiatieven terecht kunnen. In de praktijk melden initiatiefnemers zich vaak via een traject van vergunningverlening. Omdat het hier gaat om wel of niet toestemming verlenen is dit vaak niet de goede plek. Bij initiatieven van 'derden' rond de rivier is het van belang om vanaf het beginstadium een initiatief te leiden naar de goede landingsplek. Door aan de voorkant van een initiatief meer meedenkkracht te organiseren vanuit de regionale overheden, kunnen kansrijke voorstellen verder worden gebracht en wordt de meerwaarde vanuit een breed maatschappelijk perspectief gedragen.

## 4.2 Concrete vervolgstappen

### 4.2.1 **Krib van de toekomst**

Tijdens de werksessie 'Krib van de Toekomst' zijn diverse mogelijkheden voor een pilot genoemd. Belangrijke eerste vervolgstap is om te onderzoeken welke pilotlocatie het meest geschikt is en wat het doel van de pilot is. Zo werd energieopwekking als onderdeel van de RES (Regionale Energie Strategie) genoemd, maar ook de verlengde monitoring van de verlengde flexibele kribben werd genoemd (zie tevens bijlage F voor de bekende, lopende initiatieven). In lijn met de futuristische schets (figuur 2.1) kan de mogelijke pilotlocatie in of nabij Zutphen zijn.

Daarnaast is een vervolgstap dat de regionale overheden de mogelijkheden verkennen voor het uitschrijven van een open uitnodiging voor ideehouders. Dit kan in aansluiting met de ervaringen met de andere proeftuinen Duurzame Rivieren vanuit Topsector Water.

### 4.2.2 **Scheepvaart van de toekomst**

De scheepvaart van de toekomst beslaat een aantal onderwerpen. Enerzijds gaat het om de ambitie om meer transport over water te realiseren ten koste van vervoer per as. Anderzijds gaat het om duurzame aandrijving van schepen waarmee CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-uitstoot kan worden voorkomen.

### *Transport over water*

Transport over water zal gedragen moeten worden door bedrijven (opdrachtgevers). Bestaande bedrijven die nu per as vervoeren maar ook via water kunnen transporteren zullen de ambitie moeten realiseren. Daarnaast betekent de mogelijkheid om meer via water te transporteren een belangrijke vestigingsfactor waarmee nieuwe bedrijven zich in de regio kunnen gaan vestigen. Op dit moment zijn en worden veel investeringen gedaan die meer vervoer over water tot gevolg hebben (Kornwerderzand, Twentekanaal). Als hierop niet wordt ingespeeld kan er sprake zijn van desinvesteringen, ook voor bedrijven.

De ambitie is om 20% meer vervoer over water te realiseren. Op basis van deze ambitie zal het gesprek met bedrijven worden aangegaan. VNO/NCW neemt hiervoor het voortouw. Doel van het gesprek is om de ambitie een gezamenlijke ambitie te laten worden en in beeld te brengen welke maatregelen hiervoor nodig zijn. Continuïteit van transport is een belangrijke randvoorwaarde en de maatregelen zullen onder andere de waarborging van voldoende hoge waterstanden om te kunnen varen betreffen, dan wel de ontwikkeling of inzet van transportmiddelen die bij lage waterstanden ook uit de voeten kunnen. Daarnaast betreffen mogelijke maatregelen uitbreiding van voorzieningen als havens en terminals, maar ook de infrastructuur om deze voorzieningen vanuit de regio goed te kunnen bereiken. Er zal een sessie met bedrijven worden georganiseerd die met een aantal cruciale spelers zal worden voorbereid. Doel van de sessies is om te komen tot een plan op hoofdlijnen waarmee een lobby voor agendering kan worden gestart. Gezien de complexe samenhang in het watersysteem (watervdeling van Nederland) zullen, op basis van commitment van bedrijven, naast de beheerder van het systeem (Rijkswaterstaat), ook de waterschappen, provincies en een aantal gemeenten worden betrokken.

#### *Duurzame aandrijving*

Er zijn al veel ontwikkelingen in de scheepvaart aan de gang die gericht zijn op het verduurzamen van de aandrijving van schepen. Het ligt niet voor de hand om hiervoor voor de IJssel een separaat traject op te starten. Wel van belang is de logistiek om de duurzame aandrijving mogelijk te maken. In dat kader wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor het ontwikkelen van een groene-waterstofhub bij Zutphen waarmee schepen van brandstof kunnen worden voorzien. GLD-H2 is de partij die het initiatief voor deze ontwikkeling heeft genomen (zie ook Bijlage F).

#### **4.2.3 Loket van initiatieven**

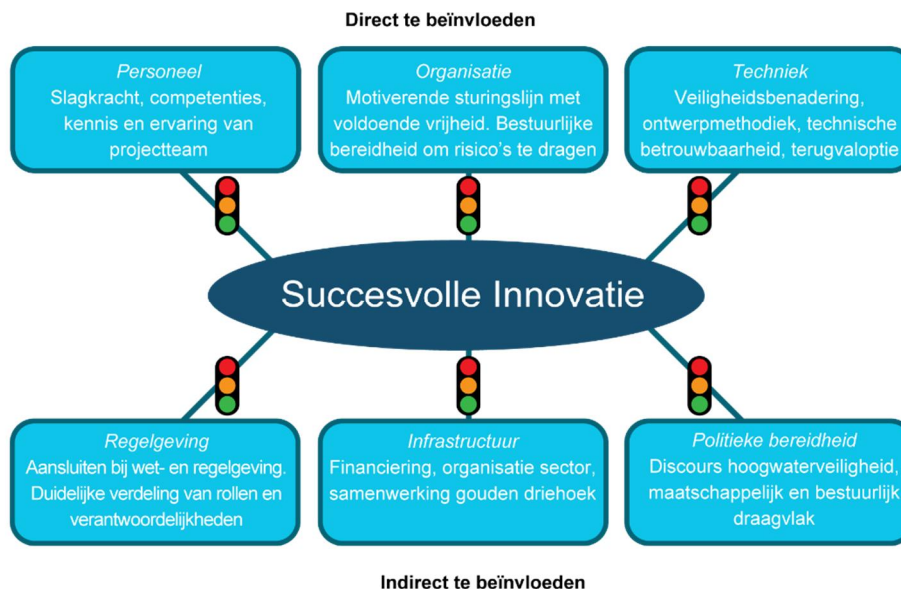
De constatering is dat voor initiatieven van 'derden' meer meedenkkkracht georganiseerd kan worden. In het kader van de nieuwe omgevingswet zullen overheden in de nabije toekomst ook meer samen gaan optrekken.

Het is niet mogelijk om een blauwdruk voor het loket van initiatieven neer te leggen; het is een traject waarin samenwerking tussen partijen zich organisch kan ontwikkelen. Wel is het van belang om aan te sluiten bij al lopende initiatieven. De leerruimte binnen Self Supporting Rivier Systeem (SSRS) is zo'n initiatief waarop kan worden aangehaakt. Hier kunnen 'derden' zich melden met een initiatief waarbij vervolgens het leerteam onder leiding van Rijkswaterstaat beoordeelt of het aan dit initiatief mee wil doen of het initiatief wil faciliteren. Deze initiatieven zijn dan vaak al concreet en gericht op uitvoering. Het is van belang om ook al in een eerder stadium, vanuit de maatschappelijke opgaven en het economisch perspectief, na te denken over de manier waarop het watersysteem dit kan faciliteren. Samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen is hierbij een belangrijke succesfactor. Een tweede succesfactor is het brede perspectief waaruit gedacht wordt. Europese en nationale financiering (bv Groiefonds) stellen dit als voorwaarde. De wateropgave zal moeten bijdragen aan de maatschappelijke opgaven, niet alleen milieu maar ook aan de ontwikkeling van de regio in economische zin en in termen van welzijn van de bevolking.

Vanuit waterveiligheid is eerder onderzoek gedaan naar de kritische succesfactoren om een innovatie van idee naar geaccepteerde techniek of proces te brengen. Binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma worden deze kritische succesfactoren gebruikt bij de uitvoering van de kennis- en innovatieagenda om zo de overall programmadoelstellingen te halen.

Bij een innovatieve oplossing wordt per definitie buiten de bekende kaders gewerkt, omdat er nog geen ervaring mee is. De hiermee gepaard gaande onzekerheden worden in de praktijk

als risico's gezien. Naast technische risico's gaat het ook om financiële en politiek-bestuurlijke risico's. Om de kansen van innovaties te benutten is het nodig om alle risico's goed in beeld te brengen. Dit kan middels het langslopen van zes kritische succesfactoren (zie Figuur 4.2). Om de organisatorische kant van innovatie te monitoren kan gebruik worden gemaakt van de Stakeholder Readiness Levels (SRL). Deze geeft aan in hoeverre de organisatie en omgeving klaar zijn voor de toepassing van een bepaalde innovatie. De SRL-tool helpt om dit inzichtelijk te maken en te kijken waar actie nodig is, zie ook <https://srl-tool.nl/>.



Figuur 4.2 De zes kritische succesfactoren voor succesvolle innovatie (Deltares, 2016)

#### 4.2.4 IJsselprogramma

Om de krachten vanuit de (regionale) overheden, kennisinstellingen (inclusief universiteiten en hogescholen) en marktpartijen te bundelen om zo de maatschappelijke opgaven rondom de rivier de IJssel het hoofd te bieden wordt geadviseerd om een ambition paper op te stellen met daarin een visie voor de komende decennia. Vanuit de visie zien we mogelijkheden om additionele financiering voor bepaalde plannen te realiseren op de korte en middellange termijn, om zo de lange-termijnuitdagingen het hoofd te bieden. Te denken valt aan verschillende investeringsfondsen, Europese mogelijkheden, etc. Dit kan tevens leiden tot bovenregionale afstemming over bijvoorbeeld de (toekomstige) waterafvoerverdeling en de economische en maatschappelijke consequenties ervan. Concrete vervolgstap is om een (economische) analyse te maken waar de meeste meerwaarde ligt in de waterafvoerverdeling met de hoogste baten voor alle betrokkenen.

Tijdens de werksessies is de IJsselbrug in Zutphen meerdere malen benoemd als knelpunt. Bij hoge waterstanden zijn de oude IJsselbruggen namelijk te laag, bij lage waterstanden vormen de naar de bodem toe verdikkende brugpijlers een probleem. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, ProRail en Gemeente Zutphen zijn al in gesprek met elkaar. De voortgang hierin zal ook de voortgang bij Scheepvaart van de Toekomst (kunnen) beïnvloeden.

We zien eveneens veel beweging en energie rondom het thema circulair sedimentbeheer. In andere delen van het land wordt kennis en expertise (bijvoorbeeld rondom Duurzaam sedimentbeheer in de haven van Rotterdam) opgedaan die in de regio gebruikt kan worden. Zo wordt een Community of Practice Sediment opgericht. Daarnaast heeft een consortium

van verschillende partners, waaronder Provincie Gelderland, Watersportvereniging de Engel, Gemeente Rheden en Deltares een PPS-LWV-voorstel ingediend genaamd 'Circulaire nuttige toepassing van sediment uit rivier als grondstof'.

Het doel is om te onderzoeken of sediment uit de haven van Rheden circulair kan worden toegepast. De focus zal daarbij liggen op toepassing in de landbouw (verbetering van schrale gronden). Daarnaast zien we dat ook andere binnenhavens langs de IJssel minder toegankelijk zijn door aanslibbing en aanzanding. Dit beperkt de overslag van goederen en daarmee de toegankelijkheid voor toeleveranciers (met gevolgen voor werkgelegenheid en economie). Het sediment uit de havens is mogelijk nuttig toe te passen voor economische, ecologische en morfologische doelen. Door het gebaggerd sediment dichterbij de winlocatie toe te passen kunnen de onderhoudskosten en de transportkosten dalen en kan de milieubelasting verminderen, waardoor meerwaarde ontstaat voor natuur, biodiversiteit, waterveiligheid en leefbaarheid. Ideeën vanuit de regio (ondernemers) en RWS zijn om het sediment te hergebruiken voor het maken van X-streamblokken ten behoeve van de aanleg van flexibele kribben. Het voorstel is om een ketenbenadering toe te passen en nadrukkelijk de kennis vanuit andere proeftuinen en Ecoshape (pilot Kleirijperij) te gebruiken en vertalen naar deze regionale gebiedsgerichte setting om te komen tot een kansrijke pilot voor hergebruik van sediment voor een flexibele krib of tot een innovatief inrichtingsconcept voor hergebruik van het sediment met lokale partners. Dit kan aansluiten op de reeds geplande onderhouds- en ontwikkelprojecten.



# A Voorbereidingsdocumenten IJssel als economische en duurzame slagader



## Proeftuin duurzame rivieren: de IJssel (I)

- Topsector Water
- Gericht op samenwerking (3 O's), vanuit elkaars belangen denken
- Kennisontwikkeling
  - Kennisgeld naar onderwerpen proeftuinen
- Experimenteeruimte
- Commitment van alle partijen: tijd, geld en betrokkenheid
- Focus op economische ontwikkeling en energie
- Status: vastgesteld en enthousiasme voor de proeftuin (niveau minister)
  
- Kans
  - Voorsorteren op (toekomstige) geldstromen
  - Benutten kennisgeld voor regionale onderwerpen
  - IRM 2029, regiodeals, Europese budgetten
  - Agenderen op de juiste plaatsen



## Proeftuin duurzame rivieren: de IJssel (II)



- Doelen

- Versterken samenwerken en opzoeken van meer toegevoegde waarde
  - Gezamenlijk ontwikkelperspectief
- Realiseren succesvolle innovaties, door gebruik van experimenteerruimte, showroomfunctie
- Opschalen en exporten
- Economische ontwikkeling IJsselvallei
- Duurzaam IJssel-systeem en duurzaam gebruik van het systeem

- Kans

- Voorsorteren op (toekomstige) geldstromen
- IRM 2029, regiodeals, Europese budgetten
- Agenderen op de juiste plaatsen



## Proeftuin duurzame rivieren: de IJssel (IV)



- Opgave

- Vanuit de regio kennisvragen definiëren
  - Strategische verkenning IJssel (Deltares)
- Vanuit de regio pilots en proeftuin elementen definiëren
  - Voorsorteren op een gewenste toekomstige situatie
    - Infrastructuur
- Vanuit de regio een aanbod doen voor de proeftuin



# De IJssel

## economische en duurzame slagader

oktober 2019



## De knelpunten en de opgave Oost Nederland

- De historische sociale context aantal steden aan de IJssel
  - Grote groep met een kwetsbare achtergrond
  - Moeilijk te plaatsen in het huidige banen bestand
  - Relatief hoge werkloosheid en mensen in uitkeringen
  - Veel vraag naar bij behorende zorg
- Te kort aan personeel in de technische sector
- Congestie op wegen: A15, A12 en A1
  - Veel CO2 uitstoot
  - Veel Stikstof uitstoot
- Droogte opgave



## Kansen

- **Gunstige omgeving bedrijven uit de randstad**
  - Beweging in de logistieke sector
- **Goede woon- en leefomgeving met veel ruimte**
- **Sterke positie van Zwolle**
  - Zeehaven Zwolle
  - Achterland laten profiteren
- **Transport over water heeft veel potentie**
  - Nu nog maar 2%
- **Veel ruimte voor het vestigen van watergebonden bedrijvigheid**
- **Potentie in energie uit water (proeftuin)**
- **Potentie cultuur, recreatie en toerisme gebonden aan de IJssel (Hanze)**



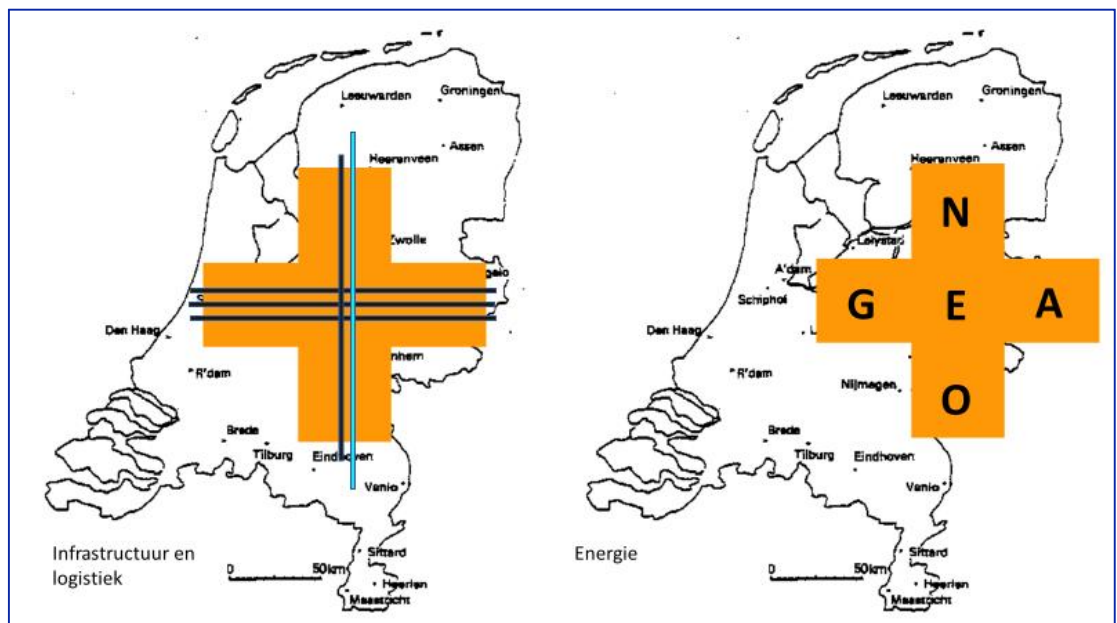
## Zoekrichtingen

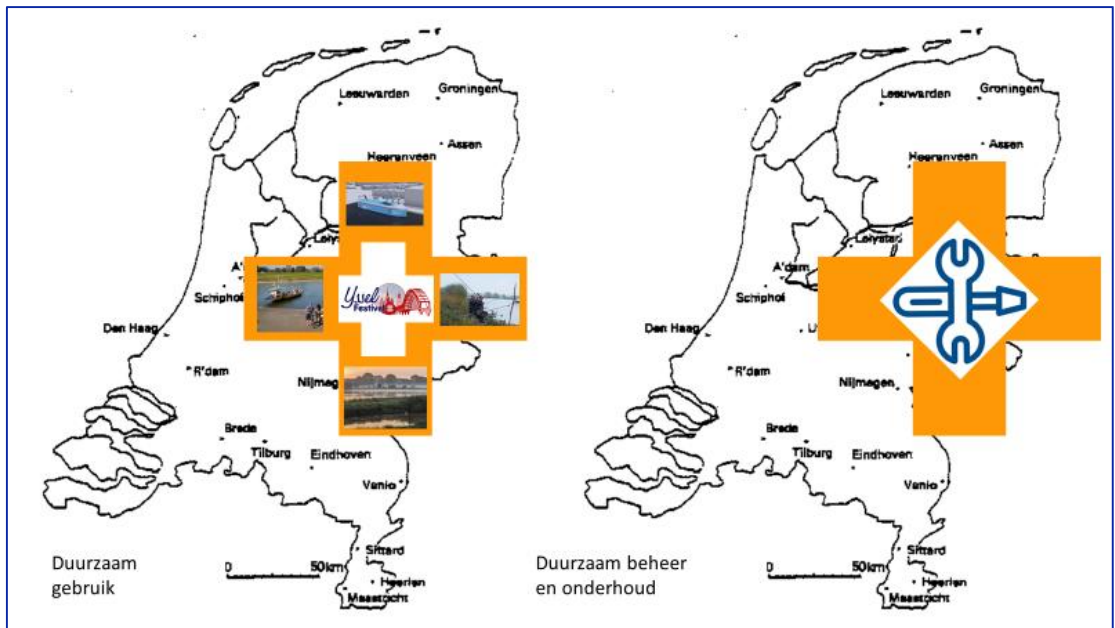
- **Creëren van banen op verschillende niveaus**
  - Ruimte creëren voor bedrijvigheid en daarop voorsorteren met een goede infrastructuur
  - Water logistiek versterken en wegen ontlasten
  - Energie uit water
  - Recreatie en Toerisme versterken
- **Nieuwe vormen van gericht opleiden**
  - Bijvoorbeeld Codidact en Business School Circulaire Economie



## Plus denken

- Wat te doen om kansen te benutten?
  - Samenwerken (niet onderhandelen en eigen belang)
  - Geen grenzen hanteren (fysiek)
  - Werken op basis van inhoudelijke toegevoegde waarde, relevante contacten in het netwerk en gunfactor
  - Alle niveaus doen mee (geen trechters en zandlopers)
- Plusdenken: Nederland is al een postzegel





## Infrastructuur



## Infrastructuur en logistiek (II)

- Grotere schepen naar Zwolle en op de IJssel mogelijk
  - Zeehaven, rechtsreeks naar westen en oosten
- Delfzijl ook binnendoor te bereiken
- Scheepswerven aan het IJsselmeer profiteren
- Meer boten op de IJssel en in de havens
- Meer bedrijvigheid die zich gaat ontwikkelen
  
- Welke aanpassingen IJssel en Twentekanaal om te kunnen transporteren?
- Welke aanpassingen regionale infrastructuur om water te benutten?
  
- Corridor snelweg Oost-West wordt ontlast
  - A1, A12, A15
  - CO2 reductie (60-80% minder per eenheid transport)
  - Stikstofreductie (> 50%)
  - Geen stilstand transporteurs



## Energie uit water

- Thermische energie uit de IJssel
- Stromingsenergie (kribben)
  - Icm bv scheepvaart van de toekomst
- Biomassa
- Opslag
  - H2
  - Watervoorraad
  - Zoet Zout
- Concrete projecten
  - Eefde, Doesburg, Kribkracht Zutphen, Fennenoord, Stadskantoor Deventer



## Duurzaam gebruik

- Cultuur, recreatie en toerisme
- Sportvisserij
- Scheepvaart van de toekomst (proeftuin)
- Concreet
  - Nieuwe Hanze (veel initiatieven)
  - Hanzesteden concept
  - Pontjes op H2
  - Zelfvarende schepen/containers (elektrisch)





## Duurzaam beheer en onderhoud

- Circulaire principes
- Hergebruik biomassa
- Slim contract (SSRS)

- Concreet:

- B&O Twentekanaal en IJssel, pilot Steegse haven, pilot ontgassen boten, Clear Rivers Kampen (plastic), kribben kruisblokken (Meteoor)



## Innovatief organiseren

- Netwerk zonder fysieke grenzen
- Netwerk zonder organogram
- Samenwerking kennispartijen
- Proeftuin Duurzame rivier de IJssel
  - Pilots en experimenten
  - Ruimte voor innovatie
- Flexibele omgeving
  - Geen Blauwdruk
  - Schuiven met ideeën en budget
- Op basis van inhoudelijke waarde
- Organisch programma, geen directeur, geen ego
- Zetjes in het netwerk



# De IJssel



- Economische drager van de toekomst
- Levensader voor de regio
- Duurzaam icoon



## B Memo energiepotentie krib

# Energie uit rivierkribben

Erik Mosselman, februari 2021

## 1 Inleiding

Deepwater-Energy BV stelt voor om bij de kopen van rivierkribben energie te winnen uit stromend water, bijvoorbeeld met behulp van Oryon Watermills (Deepwater-Energy, 2018). Deze notitie bespreekt de te verwachten energieopbrengst en enkele praktische en juridische aspecten bij toepassing op rivierkribben. De getallenvoorbeelden in tabel 1 zetten de energieopbrengst in perspectief.

Tabel 1. Kenmerkende ordes van grootte voor energieproductie en energieverbruik in verschillende eenheden.

		kW	MW	kWh per jaar
Productie	Grootste stuwdammen	10 000 000	10 000	100 miljard
	Gas- of kolencentrale	1 000 000	1 000	10 miljard
	Grote windturbine	10 000	10	100 miljoen
Verbruik	Gloeilamp van 50 W	0,05	0,00005	500
	Stofzuiger	1	0,001	10 000
	Tweepersoons huishouden	0,3	0,0003	3 000

## 2 Berekening van energieopbrengst

De kinetische energie  $E$  van een bewegende massa wordt gegeven door de formule

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

waarin  $m$  de massa voorstelt en  $v$  de snelheid. De massa van water volgt uit

$$m = \rho V$$

waarin  $\rho$  de massadichtheid van water is en  $V$  het volume.

De energie die stromend water per tijdseenheid kan leveren is gelijk aan het vermogen  $P$ . Voor constante massadichtheid  $\rho$  en stroomsnelheid  $v$  is dit uit te schrijven als

$$P = \frac{dE}{dt} = \frac{1}{2}v^2 \frac{dm}{dt} = \frac{1}{2}\rho v^2 \frac{dV}{dt}$$

De massadichtheid van water bedraagt  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Het volume  $V$  dat per tijdseenheid door een dwarsprofiel met oppervlak  $A$  stroomt is gelijk aan het debiet  $Q$  door dat dwarsprofiel:

$$\frac{dV}{dt} = Q = Av$$

Invullen in de uitdrukking voor het vermogen geeft

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

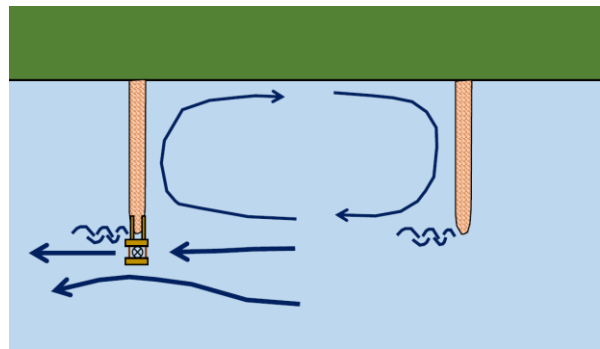
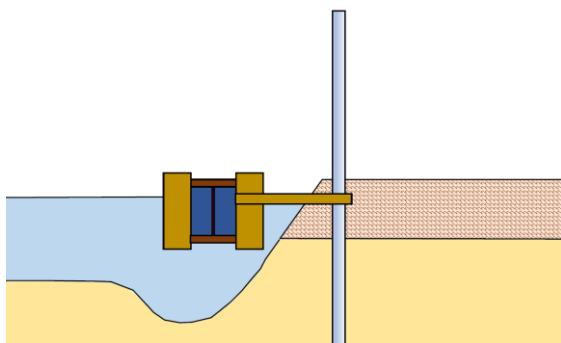
Slechts een deel van deze kinetische energie kan gewonnen worden. Immers, als alle kinetische energie gewonnen zou worden zou het water meteen daarachter tot stilstand komen en verdere stroming blokkeren. De energieopbrengst volgt uit vermenigvuldiging met een rendementsfactor  $\eta$  die altijd kleiner is dan 1:

$$P = \frac{1}{2} \eta \rho A v^3$$

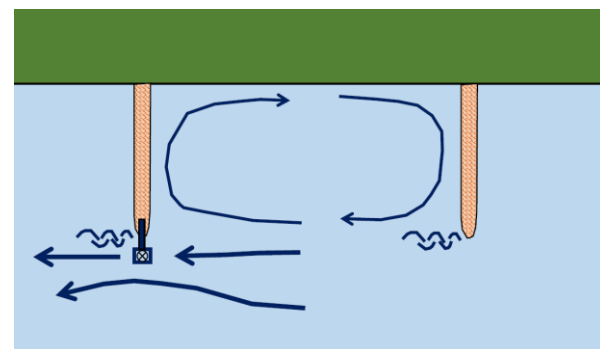
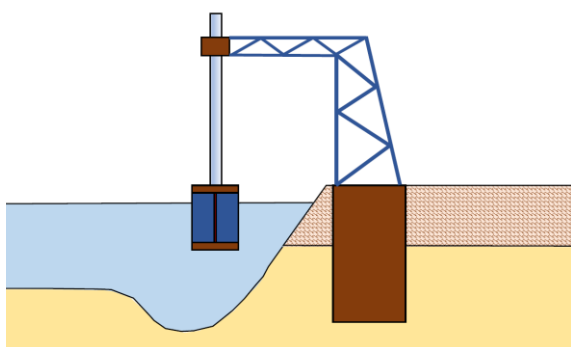
Royal HaskoningDHV geeft als absolute bovengrens de Betz-limiet  $\eta = 0,6$ , met de kanttekening dat de waarde in de praktijk veel lager ligt (Van den Noortgaete, 2016). Een representatieve schatting is  $\eta = 0,3$ .

### 3 Energieopbrengst bij verschillende configuraties van watermolens bij kribkoppen

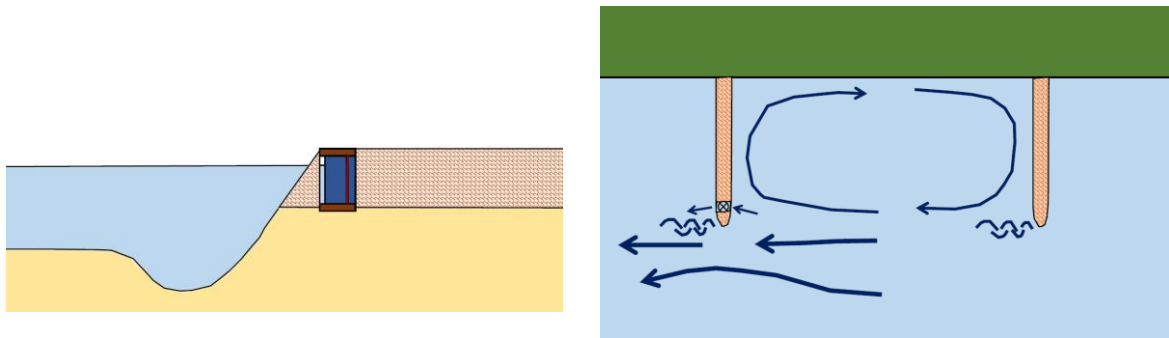
Turbulentie veroorzaakt diepe uitschuringskuilen bij de kribkoppen. De geringe weerstand van deze kuilen trekt stroming aan die lokaal hoge snelheden kan bereiken. Een representatieve schatting voor deze stroomsnelheden bedraagt 2 m/s. Watermolens in deze zone zouden kunnen drijven (figuur 1) of worden opgehangen aan een stelling met verstelbare hoogte (figuur 2). De watermolens zouden ook buiten de volle stroom in de krib ingebouwd kunnen worden (figuur 3). Daar kunnen mogelijk nog stroomsnelheden van 0,3 m/s bereikt worden. Numerieke berekeningen met hydrodynamische rekenmodellen zouden de stroomsnelheden meer precies kunnen schatten.



Figuur 1. Configuratie met drijvende watermolen in volle stroom bij kribkop ( $v \approx 2$  m/s).



Figuur 2. Configuratie met opgehangen watermolen in volle stroom bij kribkop ( $v \approx 2$  m/s).



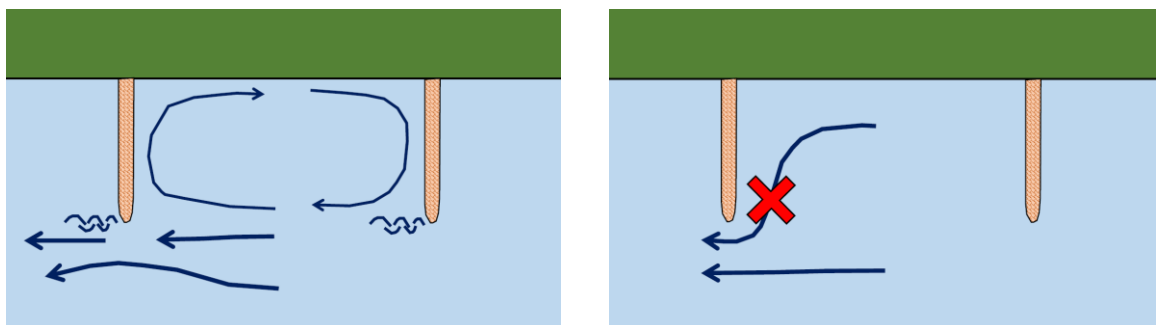
Figuur 3. Configuratie met watermolen in kribkop ( $v \approx 0,3$  m/s).

Door de verschillen in stroomsnelheid tussen de verschillende configuraties zijn ook de bijbehorende energieopbrengsten verschillend. Voor  $\eta = 0,3$ ,  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup> en  $A = 10$  m<sup>2</sup>:

- Energieopbrengst  $P = 12\ 000$  W = 120 000 kWh per jaar voor configuraties met een watermolen in de volle stroom ( $v \approx 2$  m/s). Dit komt overeen met het gemiddelde energieverbruik van 40 tweepersoons huishoudens.
- Energieopbrengst  $P = 40$  W = 400 kWh per jaar voor configuraties met een watermolen in de kribkop ( $v \approx 0,3$  m/s). Dit komt overeen met het energieverbruik van een gloeilamp.

Van den Noortgaete (2016) noemt stromingsturbines in het algemeen rendabel vanaf stroomsnelheden van ongeveer 1,5 à 2 m/s. Deze komen in de Nederlandse rivieren voor op bijzondere locaties (zoals boven de uitschuringskuilen bij kribkoppen) en daar waar het water door vernauwingen gedwongen wordt. Er is wel eens gesuggereerd dat dergelijke vernauwingen ook optreden bij kribkoppen of doorstroomopeningen in kribben. Figuur 4 illustreert echter dat daarvan geen sprake is. Kribben vernauwen de stroming niet lokaal maar geleiden de hoofdstroom min of meer gelijkmatig. Bovendien wordt de stroming niet door de doorstroomopening gedwongen. De stroming waaiert er veeleer uit.

Een aandachtspunt is het effect van passerende schepen. De retourstroom rond schepen kan de stroming langs een krib afremmen of zelfs van richting laten omdraaien.



Figuur 4. Werkelijk stroombeeld in kribvakken (links) en ten onrechte aangenomen stroming door nauwer dwarsprofiel bij kribvakken (rechts).

#### 4 Overige aspecten

Alle varianten voor waterkracht bij kribkoppen vormen ingrepen in de rivieren. Ze moeten voldoen aan de eisen van het Rivierkundig Beoordelingskader ofwel RBK (Rijkswaterstaat 2019). Deze eisen

betreffen vooral de effecten op hoogwaterveiligheid en scheepvaart. Een ingreep mag geen obstakel vormen dat de waterstanden opstuwt. Dergelijke opstuwingen zijn eventueel te compenseren met verruimingen bij de obstakels. De configuraties met een drijvende of opgehangen watermolen versmallen de vaarweg. Een mogelijke denkrichting kan zijn om de kribben dan te verkorten. Dat tast echter de belijning van de vaarweg aan, met vorming van ondieptes als gevolg.

In Artikel 30 van de Herzene Rijnvaartakte van Mannheim van 17 oktober 1868 verbinden de oeverstaten van de Rijn zich om ervoor te zorgen dat de scheepvaart niet door molens of andere in de stroom geplaatste werktuigen wordt belemmerd. Er kunnen geen vergunningen verleend worden voor het oprichten van nieuwe drijvende molens. Deze akte geeft aan geldig te zijn voor alle Rijntakken die uitmonden in open zee, inclusief de Lek en de Waal. Het lijkt er dus op dat dit internationale verdrag niet van toepassing is op de IJssel.

Sportvissers zijn belangrijke gebruikers van kribben. Kribkoppen vormen voor hen een favoriete stek omdat ze daar veel vis kunnen vangen. Zij zullen daarom een watermolen binnenin een krib makkelijker accepteren dan een drijvende of opgehangen watermolen voor de kribkop.

## 5 Literatuurverwijzingen

Deepwater-Energy (2018), Energie uit rivierkribben. PowerPoint-presentatie, Arnhem, 2018.

Rijkswaterstaat (2019), Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de grote rivieren. Rijkswaterstaat WV, versie 5.0, 4 juni 2019.

Van den Noortgaete, T. (2016), Aanvullende werkzaamheden: Onderzoek potentie energie uit waterkracht in Provincie Gelderland; Quick-scan Waterkracht Nijmegen. Rapport IEMR001D01, Royal HaskoningDHV, Nijmegen, november 2016.

# C Verslag Werksessie Krib van de Toekomst (11 maart 2021)



**Contactpersoon**

Ellen Tromp

**Doorkiesnummer**

+31(0)88 335 7340

**E-mail**

Ellen.Tromp@deltares.nl

**Datum bespreking**

11 maart 2021

**Vergadering**

Werksessie Krib van de Toekomst

**Aanwezig**

Harry Matser / Hermjan Barneveld / Anna Kusters / Stefan Schrader / Yuri Wolf / Jan Dijkman / Monique van de Dungen / Jeroen Rijke / Dianne Hoogendoorn / Arnout de Bruijn / Marja Hamilton-Huisman / Albert Lentink / Joris Benninga / Marian van de Hulsbeek / Kees Hulsbergen / Daniëlle Verhoeven / Kasper Jungerling / Eddy Steenbergen / Louis Post / Leon Claassen / Erik Mosselman / André Oldenkamp / Ellen Tromp

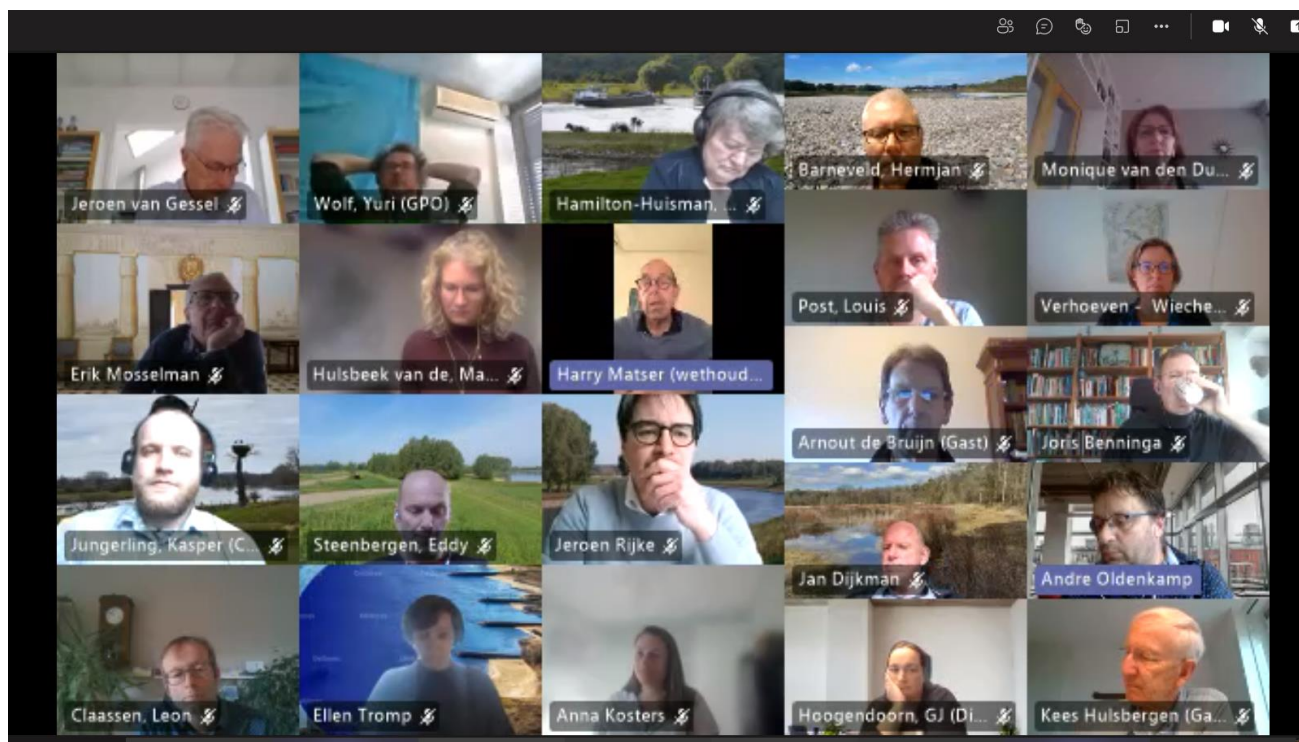
## Welkom en aftrap sessie

André trapt de werksessie af met een korte introductie dat Gemeente Zutphen, Provincie Gelderland en Deltares samenwerken rondom een tweetal thema's. Vandaag richten we ons specifiek op de 'Krib van de Toekomst'. Met de term 'Krib van de toekomst' bedoelen we niet alleen kribben maar ook langsdammen. Gezamenlijk werken we aan een langetermijnvisie voor de rivier de IJssel rondom dit thema. De rivier de IJssel vormt een belangrijke slagader, zowel in economische zin als voor de wateraanvoer en afvoer. In de regio zullen verschillende maatschappelijke opgaven opgepakt moeten worden, die elk hun weerslag hebben op deze rivier. Tegelijk is 'krib van de toekomst' een regio-overstijgend thema dat in een breder geheel gezien moeten worden.

Harry Matser, wethouder in de Gemeente Zutphen, vindt het een belangrijk onderwerp, en hij wil vooral niet in problemen praten en nieuwe problemen erbij halen. Hij roept op om in oplossingen te denken en in termen van wat wel kan. Met water kan immers veel: genieten, energie winnen, spelen, bevaarbaarheid bekijken, circulair, flexibel: 'The best of many worlds'. Hij ziet nadrukkelijk mogelijkheden dat Oost Nederland zich hiermee kan profileren en denkt ook werkgelegenheid daarmee te scheppen. Hij wordt blij van positieve energie en niet van denken in problemen.

Hierna legt André kort de digitale huisregels uit en licht het programma toe (zie hieronder). Doel van de sessie is het inventariseren en in beeld brengen van de mogelijkheden en we zouden hier met z'n allen positieve energie moeten kunnen ontwikkelen.

Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 - 09.40 uur	Welkom	Harry Matser – wethouder Gemeente Zutphen
09.40 - 10.00 uur	<i>Pitch</i> : De krib: het hoe en waarom	Hermjan Barneveld (HKV)
10.00 - 10.20 uur	<i>Pitch</i> : De krib in ontwikkeling	Anna Kusters (Deltares)
10.20 - 10.40 uur	<i>Pitch</i> : Circulaire krib	Yuri Wolf (Rijkswaterstaat) & Stefan Schrader (Meteoor)
10.40 - 10.50 uur	Koffiebreak	
10.50 - 11.50 uur	<i>Interactieve sessie</i> : "Hoe realiseren we de krib van de toekomst"	André Oldenkamp & Ellen Tromp
11.50 - 12.15 uur	Samenvatting van de opbrengst Reflectie Afsluiting	workshopleider Harry Matser – wethouder Gemeente Zutphen



Figuur 1 Groepsfoto van de werksessie 'Krib van de toekomst'

## Pitch 'De krib: het hoe en waarom' – Hermjan Barneveld (HKV)

Zie slides in de bijlage

In zijn presentatie licht Hermjan de rol en functie van de krib toe. In dit verslag richten we ons op de vragen en aanvullingen naar aanleiding van de presentatie.

Na de presentatie vraagt Leon zich af of we kribben, die toentertijd zijn ontworpen voor de ijsgang, vandaag de dag nog zo zouden ontwerpen, zeker gegeven de huidige stand der techniek. We hebben immers nu mogelijkheden om ijsbrekers in te zetten, Zijn stelling is dat we geen kribben meer zouden inzetten.

Hermjan en ook Erik geven aan dat de functie van ijsgang nog steeds actueel is. De rivieren kunnen nog steeds dichtvriezen, maar dankzij de kribben leidt dat niet meer tot rampen. Erik haalt nog de volgende voorbeelden aan: Het meest recent voor de IJssel dicht bij Zalk in 1987 en bij Kampen in 1997. Dit probleem loste zichzelf op voordat gevaarlijke situaties ontstonden, maar het was wel een punt van zorg. Ook met de huidige techniek kunnen ijsdammen niet worden verwijderd met ijsbrekers, explosieven of straaljagerbombardementen.

Marian vraagt zich af waarom in het verleden kribben veelal schuin op de rivier zijn geplaatst en nu veel meer haaks worden aangelegd. Is dat iets voor de toekomst?

Hermjan en Erik reageren hierop dat men in vorige eeuwen dacht dat een scheve stroomafwaarts gerichte krib de rivier beter geleidt. Inmiddels weet men dat deze kribben de stroming naar de oever trekken en daar meer erosie veroorzaken. Bij korte tussenafstanden tussen kribben speelt dit effect niet; dan zijn kribben loodrecht op de oever gunstiger vanwege het geringere materiaalgebruik.

Ook benadrukt Hermjan dat er vandaag de dag verschillende mogelijkheden zijn om kribben te plaatsen.

## Pitch 'De krib in ontwikkeling' – Anna Kusters (Deltares)

*Zie bijlage voor de presentatie*

Bij de laatste twee slides zijn er recente ideeën en mogelijkheden ingeleverd, waaronder een ontwerp van Albert Lentink en de haalbaarheidsstudie rondom Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) in Zutphen.

Eddy vraagt zich af wat het effect is van turbines voor energiewekking op hoogwaterstanden. Je creëert meer weerstand en dat heeft effect op de rivier. Anna beaamt dit, maar zegt tegelijkertijd dat het effect afhangt van de configuratie die wordt gekozen. Bij de verlenging van de krib levert dit meer weerstand op, maar daar zitten nog wel optimalisatiemogelijkheden in.

Arnout vertelt dat zij bezig zijn met energieopwekking uit vrije stroming (met name bij kribben) en begint met complimenten voor het verhaal van Anna. Hij herkent zich in de presentatie. In een reactie op Eddy vertelt hij vanuit zijn expertise dat de stuwing in de zin van het vertragen van de rivier verwaarloosbaar optreedt. De stuwing van water door een binnenvaartschip, zoals Hermjan in zijn presentatie liet zien, is vele malen groter dan die door turbines.

Leon vraagt ook aandacht voor de kribvakken zelf, omdat daar veel turbulente stroming optreedt wanneer een schip passeert. Als je wat voor ecologie wil doen bij Krib van de toekomst, zou je juist wat in een kribvak moeten doen. Op de een of andere manier zou je daar minder turbulente stroming moeten creëren. Anna beaamt dit en vertelt dat zij in haar presentatie hier niet expliciet op in is gegaan, maar dat de ideeën die zij heeft genoemd in haar presentatie wel degelijk een bijdrage hieraan proberen te leveren.

Monique stelt dat rivieren sinds jaar en dag grondstoffen leveren, en vraagt zich af of dat in de toekomst een rol zou kunnen spelen bij het combineren van functies. Anna reageert hierop dat dat een goede vraag is, want in de grote rivieren is bodemerosie een probleem geweest. In de afgelopen jaren is winning van zand en grind uit de rivier sterk aan banden gelegd. Er zijn wel initiatieven om bijvoorbeeld gebaggerd (haven)slib als bouwstof te gebruiken (zand en grind dat bij baggeronderhoud uit de rivier wordt gehaald moet worden teruggestort in de rivier).

## Pitch : 'Circulaire Krib' – Stefan Schrader (Meteoor Groep) en Yuri Wolf (Rijkswaterstaat)

*Zie slides in de bijlage*

Binnen de pilot flexibele kribben hebben diverse partijen nauw met elkaar samengewerkt. Door in een kader van co-creatie en coproductie te zitten is het gelukt om een nieuw Xstream-blok op de markt te brengen. De duur van het innovatietraject is ongeveer de helft korter dan gebruikelijk. In de komende periode wordt één van de kribben verlengd met het materiaal van de twee kribben die er naast liggen.

Jan spreekt zijn complimenten uit en zegt dat hij deze ontwikkelingen van harte toejuicht.

Leon vraagt zich af of het een idee is om ergens met dit materiaal een langsdam te maken. Yuri reageert: ja graag, wijs maar aan waar!

Marian vertelt dat het vanuit haar rol als landschapsarchitect bepaalde reacties oproept en ze vraagt aandacht bij grootschalige toepassing om ook oog te hebben voor de visuele impact (looks en beleving) (ook vanuit Rijkswaterstaat). Yuri reageert daar begrijpend en instemmend

op, en geeft daarbij ook aan dat daar de laatste tijd niet de aandacht op lag. Hij verwacht dat vergroening op zal treden.

Arnout vraagt of al is overwogen om gerecycled kunststof toe te voegen aan beton. Stefan geeft aan dat ze nu in de fase zitten waarin ze nagaan welke producten toegevoegd kunnen worden aan beton. Zo vertelt hij dat ze nu zien dat in andere producten kunststofvezels worden toegevoegd, maar hij heeft daarbij nog wel vragen rondom verwerkbaarheid van het materiaal. Tegelijkertijd vraagt Yuri ook aandacht voor de herbruikbaarheid van materialen (circulariteit). Via de chat beaamt Jan dit door toch vooral het product zo natuurlijk mogelijk te houden in verband met hergebruik.

Tot slot houdt Yuri nog een pleidooi om er een 'IJssel van de toekomst' van te maken in plaats van de krib van de toekomst, en dit zegt hij mede als inwoner van Zutphen.

Tijdens de presentatie van Yuri en Stefan maakte Hermjan de volgende opmerking in de chat "Interessant. Gezien de flexibiliteit van aanbrenge lijkt het mij erg interessant om te experimenteren met de vorm van de kribkop. Bijvoorbeeld een horizontaal eind van de kribkop (een soort hamervorm) of andere vorm. In het veld experimenteren (met variërende stroming en scheepvaart) levert toch weer een ander beeld dan een proef in een goot."

Na een korte koffiebreek vervolgen we de werksessie met een interactief gedeelte via mentimeter.

## Interactieve sessie 'Hoe realiseren we een krib van de toekomst?'

Na de oefenvraag gaan we door naar de 1<sup>e</sup> inhoudelijke vraag.

### 1. Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/ niet?

Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?

Nee: Niet aanpasbaar aan nieuwe situaties of wensen. Te hoog

Nee, zorgen voor teveel uitslijting, opstuwing en benutten niet kansen voor ecologie en energietransitie.

Nee, duurzaamheid, waterbouwkundig en ecologie

Nee, onvoldoende diepgang, klimaatverandering

nee, krib wordt grotendeels apart beschouwd, kan meer in samenhang met landschap

Zijn de wensen duidelijk gedefinieerd?

Nee, er zijn te grote negatieve effecten op de bodemligging

Nee

Nee: Duurzaamheid

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?

Nee, want bodemerosie geeft steeds grotere problemen voor scheepvaart, landbouw, natuur en infrastructuur

Nee, Actuele ontwikkelingen moeten nog meegenomen worden

Nee. Ontwerp is klassiek en kan beter benut worden met de huidige kennis.

nee, ze zijn niet simpel aanpasbaar

Nee, vragen om 'nieuwe blik op' + combi met energietransitie onderzoeken

Nee ze liggen te hoog, teveel erosie rivierbed en ze zijn vanwege turbulente stroming ecologisch niet waardevol en zorgen voor onderhoud kribvlammen

nee, tbv energiewinning niet altijd 'handige' vorm, sedimentatie/onderhoud is aandachtspunt en omstroming kan anders

Nee, innovatie is nodig om de negatieve effecten te verbeteren

Nee Te hoog, te inflexibel, te onnatuurlijk, teveel erosie van de bodem

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

**Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?**

De weerstand in de stroming van de rivier kan bij nieuwe kribben veranderen

Niet in hun huidige en grootschalige toepassing in het riviersysteem, vanwege hun effecten op stroming en sedimenttransport.

Nee, er is onderzoek nodig naar effecten bij hoogwater én bij laagwater

Ecologie (paaiplaatsen, macrobenthos), landschap, recreatie, energie, circulaire gebruik, kunst, aanlegplaats

Zutphen Provincie GELDERLAND Deltares

De meerderheid vindt dat de kribben niet voldoen aan de wensen voor de toekomst. De meerderheid vindt dat er nu kansen liggen om na te denken over de huidige kribben, met veel variatie voor mogelijkheden.

Leon ervaart dat het nu het moment is om te herontwerpen met kansen voor functiecombinaties (natuur, erosie, energieopwekking. We zouden nu een krib kunnen ontwerpen die aan zoveel mogelijk waarden recht doet.

Marja vindt dat we nu op het punt staan om te onderzoeken om beter gesteld te staan voor de toekomst. Wel moeten we breed kijken. We moeten toe naar het riviersysteem waarmee we ook adaptief kunnen omgaan met hoog- en laagwateromstandigheden.

Daniëlle omarmt de uitnodiging en wens van Marja, en zeker als je het combineert met Integraal Riviermanagement, wetende dat er zoveel gaat wijzigen en veranderen in de toekomst, is dit nu hét moment om anders te kijken naar de kribben.

Arnout valt het op dat veel de begrippen onderzoek en aanpassen worden gebruikt. Hij lijkt modelproeven te missen in de ontwikkeling. Hij vraagt aandacht voor de praktische faciliteiten die bij hem beschikbaar zijn en nodigt uit deze te gebruiken. Erik vertelt dat op dit moment in het Waterlab van TU Delft experimenteel onderzoek wordt uitgevoerd naar de stromingsweerstand van kribben. Ook in de afgelopen jaren is dergelijk onderzoek uitgevoerd, onder meer in het kader van de prijsvraag naar innovatieve kribben.

Marian sluit zich aan bij Marja en anderen om de kribben meer als onderdeel van het riviersysteem te bekijken, en hoe je de rivier als geheel kunt verbeteren. Zelf vindt ze het aandachtspunt interessant om de kribben te zien als belevingselementen (ook al mag je dit niet doen, iedereen lijkt het toch doen). Haar oproep is om bij stedelijke ontwikkelingen ook aandacht te hebben voor het toegankelijk maken van kribben.

Dit is een mooi bruggetje naar de volgende vraag.

## 2. Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib (benoem de verschillende functies)

### Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)

Zie presentaties Anna en Stefan/Yuri

natuurvriendelijke krib

Recreatie, ecologie,

Energiecombi, stroming, wind, en zon. Minimaal 250 kW per krib

Flexibiliteit, manier van aanleg, circulariteit, integratie fauna

Beleving van de rivier voor recreanten, energiewinning, natuurontwikkeling, doorstroming, contemplatieplek.

Uitdaging is vermindering van bodemerose. Recent innovatie in die richting is vervanging door langsdammen

Hoogwaterveiligheid, scheepvaart; tegengaan erosie, verminderen baggerwerk, energie, natuur (stroombeelden), recreatie

Bodemerosie voorkomen en schuilplaats en paaigrond voor vissen en andere fauna

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

26

### Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)

watergeleiding voor veiligheid; energie: stroming / thermisch

Mogelijkheid om in te spelen op lage afvoeren voor scheepvaart. Natuur; langsdammen zijn interessant voor vissen, misschien kan er nog meer

Invloed op waterstand + stroomsnelheid in het kader van opwek energie + TEO. (Wind en Zonparken liggen gevoelig) Als 'vangarm' om o.a. plastic uit de IJssel te filteren

- energiewinning - afwatering - erosie/sedimentatie - onderhouden verder: - recreatie - flora en fauna - duurzaamheid

Beleving. Energie opwekking. Modelleren betel afgestemd op afvoer functie ook bij met name bij laagwater. Deze perioden zijn groter dan hoogwater

Naast de al genoemde functies zou beleving van het landschap rond de IJssel en recreatie een rol kunnen spelen.

ecologische habitat (soms ook voor mensen)

reiniging van de rivier / plastic vangen

Sediment winnen. Bodem rivierbed verhogen. Energie opwek. Lineaire stroming tbv natuur. Een uitschuifbare krib met aan de kop een turbine tbv energie opwek en finetuning waterverdeling. Bestuurbaar via satelliet tbv doorgang scheepvaart.

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

26

**Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)**

Energie: het levert misschien niet heel veel op, maar als je toch aanpast is het wel interessant. Liever dat dan windmolens of zonneparken in de uiterwaard

is energieopwekking wel zo wenselijk?

grondstoffen terugwinnen uit de rivier

Combinatie met energie opwekking, minder onderhoud, toch dezelfde functies blijven behouden op diepte van alle mogelijke waterstanden

waterboerderijen in kribvakken

Niet zozeer kwestie van functie, maar flexibele aanpasbaarheid spreekt me aan

Energie

Sturen afvoerverdeling splitsingspunten?

Zutphen Provincie GELDERLAND Deltares

Marian vertelt dat je de krib ook kan zien als een plek van bezinning (contemplatieplek). Het maakt je hoofd leeg als daarin teveel omgaat. Hierdoor krijgt de term kribkop een andere betekenis.

Kees vult aan dat de recreatievoorzieningen voor kribben breed geïnterpreteerd kan zijn. Er zijn verschillende recreatievoorzieningen mogelijk vanuit de rivier, zoals recreatiebootjes, aanlegplaatsen, maar hij constateert dat de bereikbaarheid van de kribben vanuit de uiterwaarden beperkt is. Dit vraagt om nadere afspraken met de grondeigenaren.

Marja legt uit dat het begrip waterboerderij is gebaseerd op het achteroever-concept uit Nood-Holland (Koopmanspolder bij Andijk (natuur); Boerderij bij Wieringermeer (oude Zeug); drijvende teelten en teelten in het water (wolhandkrab).

Via de chat worden de volgende aanvullende reacties gegeven:

Louis

- <https://floatingfarm.nl/>
- <https://www.cleantechregio.nl/columns/1194-ligt-er-straks-een-floating-farm-in-de-ijssel>

Erik: Beleving van de rivier op kribkopen: zelfs in Bangladesh 😊

- <https://www.youtube.com/watch?v=6nYLMTRymk&list=UUkhVvV1SdGi0g3gDcL1IUDA&index=11>



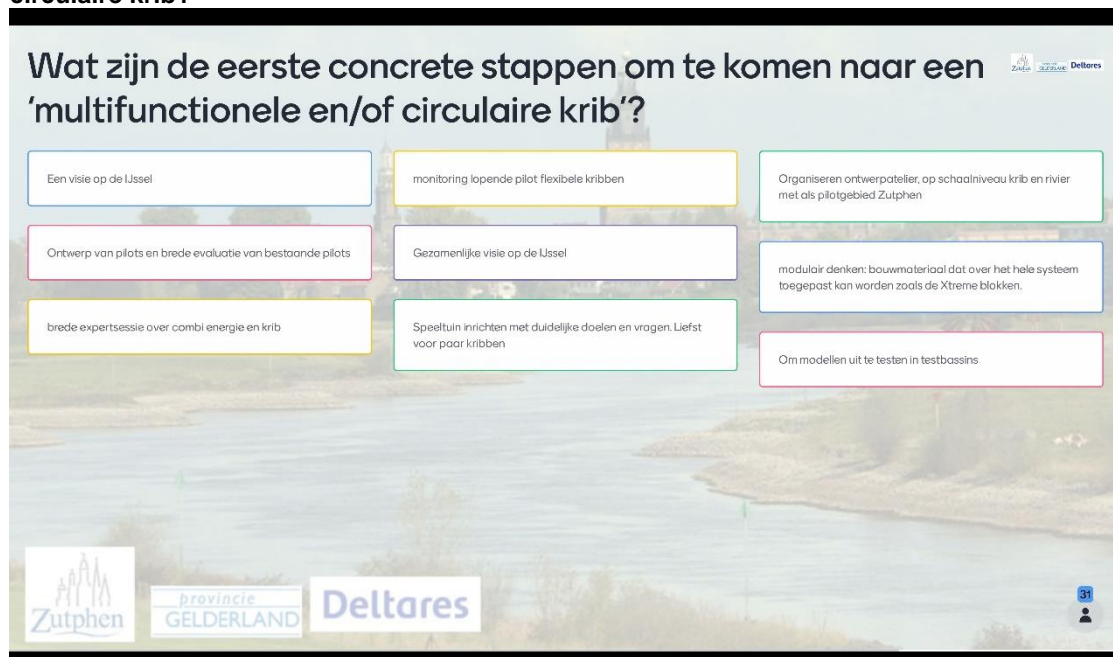
### 3. Welke beelden heeft u bij een 'circulaire krib'?



Kees vraagt zich af waarom klimaatverandering niet genoemd staat. Hij vraagt ook aandacht voor toekomstig gedrag van water, met name de hydraulische randvoorwaarden zullen veranderen.

Jeroen stelt dat de aanpasbaarheid haaks staat op de vorige discussie rondom multifunctionaliteit. Hij stelt dat je beter zo weinig mogelijk functies aan de krib kunt verbinden ook omdat het zo'n kleine unit is in het systeem. We moeten veel meer vanuit het gehele riviersysteem kijken. De reacties hierop zijn wisselend, maar het is zondermeer een aandachtspunt.

### 4. Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?



## Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

onderzoek naar slib/gebiedseigen materiaal als grondstof

Pilot/haalbaarheid energie combi 250 kW

functionele / technische specs beschrijven -> slim aantal krib-vormen kiezen -> modelleren en testen op doelstellingen

Ontwikkel business case voor circulariteit aan de hand van troep die is blijven liggen bij verwijdering van kribben voor de langsdammen

onderzoek naar verschillende kribontwerpen met behulp van (numerieke) modellen, schaalmodellen en pilots.

Meer vergelijkbare proeftuinen

betrek ook RVB als 'eigenaar' van de kribben

Denken in uitvoering, dus doen + Pilot(s) starten. Zijn verschillende disciplines en instanties voor/bij nodig. Gaat verder dan huidige gezelschap. Kan een opmaat zijn naar meer/vervolg

Expirimenteer met andere vormen van kribben in de praktijk dmv aanleg x stream blok. Daarbij tegelijk een drijvende turbine uittesten en effecten gaan meten. Wijs testplek aan zoals kribben in Zutphen vervangen want daar zit flessehals



Deltares



## Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Pilot never scale and never fail

Een integrale toekomstvisie op het Nederlandse rivierengebied.

Link naar IRM en samen een serie pilots opzetten

helder krijgen welk probleem opgelost kan worden met kribaanpassingen

Realistische doelstelling voor dit jaar: experiment in de IJssel vervanging van 3 typen kribben samenwerking meerdere partijen

Proeftuin realiseren

krib als plek waar je uit de rivier kunt drinken (drinkabriveren)

Ideeen laten ontwerpen vanuit de verschillende expertises laten doen en daarna met deze uitkomsten aantal opties integraal uitwerken in ontwerpend onderzoek. Verschillende schaalniveau's meenemen.

Huidige kribben liggen op ander mans gebied



Deltares



The slide features a background image of a river landscape with a windmill. It contains several text boxes and logos. The title is 'Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?' with logos for Zutphen, Provincie Gelderland, and Deltares. Three text boxes are present: a blue box with 'Geld', a yellow box with 'Als secretaris van Kees Hulsbergen: update van eerdere prijsvraag voor innovatieve kribben.', and a green box with 'Laten we iets met Hanze doen!'. A pink box at the bottom left says 'Vraag-aanbod keten bij elkaar brengen'. Logos for Zutphen, Provincie Gelderland, and Deltares are at the bottom left, and a small '31' icon is at the bottom right.

Meerdere mensen spreken zich uit voor verschillende pilots.

Hermjan spreekt zich uit voor een speeltuin: Richt drie kribben anders in en ga daar ook actief monitoren en maak ook de koppeling met IRM.

Arnout geeft aan dat het behalen van energieopwekking middels vrij stromend water niet 250 kW kan behalen. Hij geeft aan dat 250 kW halen uit een krib op één plek niet kan, dan gaat het juist om grotere gebieden. Joris vult hierop aan dat de genoemde 250 kW gaat om een combinatie van stroming, zon en wind. En dat is met name bedoeld om schaal en haalbaarheid in het idee te krijgen.

We kijken tegelijkertijd naar een multifunctionele krib, waarbij energie opwekking uit vrije stroming opgevat kan worden als bijvangst in het sturen in stroomsnelheden. Dit zou mogelijk voordelen kunnen opleveren voor natuur en erosie. De energiedeskundigen zien juist meerwaarde om een combinatie te maken van verschillende (duurzame energie) opwekkingsmogelijkheden om te voldoen aan de energievraag.

Kees haalt nog aan dat er in het verleden Kribben van de toekomst studie is uitgevoerd. Hij stelt voor om hierop een aanvulling te maken. Kees refereert aan de volgende studie:

*Royal Haskoning (2006) Kribben van de Toekomst kennisdocument over kribben in binnen- en buitenland 5 mei 2006 Definitief rapport 9R8485.A0 (in opdracht van Rijkswaterstaat Bouwdienst)*

## 5. Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

### Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Terreigenaren en beheerders uiterwaarden

Energiebedrijven die goed zicht hebben op aandeel en impact van energiewinning bij kribben als onderdeel van totaal

bij HAN hebben we specialistische kennis over bouwen met slib, we zouden graag meedenken met Meteor en RWS.

Kennisinstellingen Marktpartijen Overheden

RWS Waterschappen Provincie Innovatie platforms/bedrijven Afnemers van de functies van de krib

Rijkswaterstaat, Provincie, Gemeente, experts op gebied water en rivier, ontwerp onderzoekers

Rijkswaterstaat uiteraard

Overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen, maar ik mis nog de maatschappelijke organisaties

RES regio's / gemeentes (TVW)

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

22

### Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Rijkswaterstaat ingenieurs bureaus, provincie, gemeentes en bewoners

Rijkswaterstaat, provincies, riviergemeentes, RES partijen, deltares, hkv, natuur organisaties, scheepvaart, lokale (energie)coöperaties

Om een integrale toekomstvisie te ontwikkelen: experts op het gebied van het riviersysteem, gebruikers van de rivier, overheden, economen, ecologen, landschapsarchitecten, etc.

RWS, natuurpartijen, recreatie, energiebedrijven, onderzoeksbureaus, uni's

Open uitnodiging voor ideehouders

tbv energie en kribvormen: Provincies, RWS, Deltares, gemeenten, energiebedrijven, Lintur (en evt. collega's) tbv andere onderwerpen: de daarbij betrekkenen - zoals André nu net bewoners stelt, bijvoorbeeld

Provincie, RWS, Gemeenten, Waterschappen, Onderzoeksinstellingen, Gelders Energieakkoord, Cleantech Regio, Lander/Firan/Orion,

Aanbieders en vraagstellers

Iets met de 'oude' Hanze

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

22

**Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?**

Taakgroep IJssel

Binnenvaart en recreatievaart

Vereniging Nederlandse Riviergemeenten

Scheepvaart Schuttevoer

Zutphen Provincie GELDERLAND Deltares

Het gegeven overzicht is vrij compleet. In het gesprek komen nog suggesties om bewoners en gebruikers erbij te betrekken.

Marja stelt voor om een open uitnodiging aan ideehouders te organiseren. Ellen reageert hierop dat de partijen dan wel een vervolgperspectief moeten bieden, en mogelijk liggen er kansen om als overheden (Rijkswaterstaat, Provincies, enkele gemeenten) gezamenlijk op te trekken langs het systeem van de IJssel.

Marian reflecteert dat zij drie schaalniveaus ziet: (1) krib, (2) enkele kribvakken, en (3) rivier. Elk schaalniveau vraagt weer een andere expertise.

Kees geeft als leestip om het boek van Jac P Thijssen: de IJssel te lezen.

Monique geeft verder aan dat in warme zomers behoefte is aan verblijf bij en in het water. Hoe kun je ervoor zorgen dat dit veilig kan plaatsvinden.

## Afronding

In de afronding van de sessie geeft Harry Matser nog enkele overwegingen mee, namelijk dat hij aan de ene kant behoefte heeft aan een visie, maar dat het nu ook de tijd is om iets te doen. Hij wil aan de slag, maar hij realiseert zich ook dat de ene krib de andere niet is. Dit sluit naadloos aan bij het aanbod van Rijkswaterstaat om toe te werken naar een riviersysteem waarmee adaptief omgegaan kan worden met hoog- en laagwateromstandigheden.

In een reactie op de kribben als bezinningsplekken vertelt Harry dat ze al een tijdje op zoek zijn naar een IJsselstrand om veilig langs de IJssel te kunnen recreëren. Dit biedt naast circulariteit ook mogelijkheden voor recreatie. Het is aan de ene kant mooi om te laten zien dat je bezig bent met verduurzaming, maar dit lijkt soms ook een besmet woord te zijn. Een combinatie met economische of recreatieve mogelijkheden helpt om handen op elkaar te krijgen.

Hij geeft de ambitie mee om te zorgen dat de visie in korte tijd op papier staat, immers een visie geeft houvast, maar we moeten vervolgens wel van daaruit acties oppakken. Hij legt de ambitie neer om binnen een half jaar met een pilot te starten, waarbij dingen mogen mislukken. Ga vooral doen!

.

Losse opmerkingen in de chat:

- Stefan : Jeroen Rijke ; interessant! (in reactie op uitnodiging om mee te denken)
- Leon : bijv door prijsvraag krib vd toekomst organiseren?
- Marja: met langsdammen kunnen we de binnenvaart scheiden van de recreatie

### **Bijlage(n)**

- Bijlage 1 Deelnemerslijst
- Bijlage 2 Presentaties'Werksessie Krib van de Toekomst
- Bijlage 3 Resultaten interactieve sessie

## Bijlage 1 Deelnemerslijst

	<b>Naam</b>	<b>Organisatie</b>
1	Harry Matser	Gemeente Zutphen
2	Hermjan Barneveld	HKV
3	Anna Kusters	Deltares
4	Stefan Schrader	Meteoor Groep
4	Yuri Wolf	Rijkswaterstaat
5	Jan Dijkman	FOR – consult
6	Monique van den Dungen	
7	Jeroen Rijke	HAN
8	Dianne Hoogendoorn	Provincie Overijssel
9	Arnout de Bruijn	LINTUR
10	Marja Hamilton - Huisman	RWS Oost-Nederland
11	Albert Lentink	Klimaatactief Dieren-Zuid
12	Joris Benninga	Gelders Energieakkoord
13	Marian van de Hulsbeek	Provincie Gelderland
14	Kees Hulsbergen	Hulsbergen Hydraulic innovation & Design H2iD
15	Daniëlle Verhoeven	Provincie Gelderland
16	Kasper Jungerling	Rijkswaterstaat
17	Eddy Steenbergen	Waterschap Vallei en Veluwe
18	Louis Post	Gemeente Zutphen
19	Leon Claassen	Provincie Gelderland
20	Erik Mosselman	Deltares
21	André Oldenkamp	Proeftuin Rivieren
22	Ellen Tromp	Deltares

Afwezig met afmelding

<b>Naam</b>	<b>Organisatie</b>
Jaap Ory	Oryan Watermill
Dolf Pasman	Oryan Watermill
Kees Jan Leuvenink	Waterschap Rijn en IJssel
Rob Westerdijk	HAN

## Bijlage 2: Presentaties



# Pilot Flexibele Kribben

Januari 2020

## Prestatiecontract IJsseldelta-Twentekanalen als pilot

Binnen Rijkswaterstaat is het prestatiecontract voor de IJsseldelta-Twentekanalen aangewezen als pilotproject voor SSRS. Het is de bedoeling om ervaring op te doen met het actief stimuleren van verbeter- en investeringsvoorstellen en met de concrete uitwerking en toepassing daarvan binnen het contract. Samenwerking tussen aannemer, kennisinstituut Deltares en RWS Oost-Nederland is nodig om deze pilot tot een succes te maken.

# Inhoud

- Aanleiding / doel
- Aanpak / te doorlopen stappen pilot / planning
- Hoe contractueel geregeld?
- Technological Readiness Level
- Locatiekeuze en Ontwerp Flexibele Kribben
- Uitgevoerde testen en proeven
- Valproeven
- Productie Xstream blokken
- Realisatie Flexibele Kribben
- Monitoringsprogramma
- Eerste resultaten

## Aanleiding / doel

- Prestatiecontract onderhoud Twentekanalen / IJsseldelta
- Leerruimte Self Supporting River System
- Onderhoud van rivier en riviergebied centraal
- Reductie onderhoudskosten met een ambitie van 40%
- Lagere life cycle costs en duurzamer
- Innovatie, ketenaanpak, delen van kennis,
- Innovatie voor geheel NL en voor export
- Positief imago



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



# Praktische voorbeelden van sedimentsturing in de IJssel

Aanzet tot pilotprojecten op knelpunten



De voorbeeldlocaties voor dit inspiratieboek zijn gekozen op basis van een aantal criteria:

1. verschillende typen knelpunten, met verschillende soorten mogelijke oplossingen;
2. het moet een bestaand knelpunt zijn, er moet direct een probleem opgelost worden, zodat er ook direct zichtbare baten zijn;
3. geen locaties waar in het kader van Ruimte voor de Rivier nog maatregelen genomen gaan worden (want dan is het effect van een ingreep niet te bepalen);
4. geen locaties waar in het kader van KRW maatregelen oevers aangepast worden (want dan is het effect van een ingreep niet te bepalen).

Er zijn verschillende soorten maatregelen, die een bepaald type invloed op de rivierstroming of -geometrie hebben. Uitgesplitst op basis van de werking zijn dit:

- Geleiden van de stroming (afsluiten kribvak of vernauwen hoofdgeul). Daaronder vallen bijvoorbeeld:
  - palenrijen;
  - wilgenschermen.
- Beïnvloeden van het dwarsprofiel (vernauwen of verondiepen hoofdgeul), bijvoorbeeld door:
  - palenrijen;
  - wilgenschermen;
  - big bags gevuld met sediment;
  - erosiebestendig sediment.
- Verhogen van de turbulentiegrad van de stroming (lokaal opwekken bodemerosie, bijvoorbeeld door
  - boomstronken.

## Belangen

- Opdrachtnemer:
- Geld verdienen met positieve business cases
  - Ruimte om innovatie te testen
  - Product ontwikkeling die elders kan worden verkocht
  - De opdracht groter maken met verbeter en investeringsvoorstellen
  - Het krijgen van deskundige ondersteuning
- Opdrachtgever:
- Lagere beheerskosten
  - Ontwikkeling samenwerking met markt/ allianties
  - Betere focus op beheer
  - SSRS in praktijk
- Gebruikers:
- Minder hinder
  - Mooie, schone rivier
  - Meer natuurwaarde
  - Betere doorvaart

## Het concept van Flexibele Kribben

Vraag: Sedimentsturing en reductie onderhoudskosten

Functie kribben: Vaargeul op diepte houden, ijsvorming tegengaan

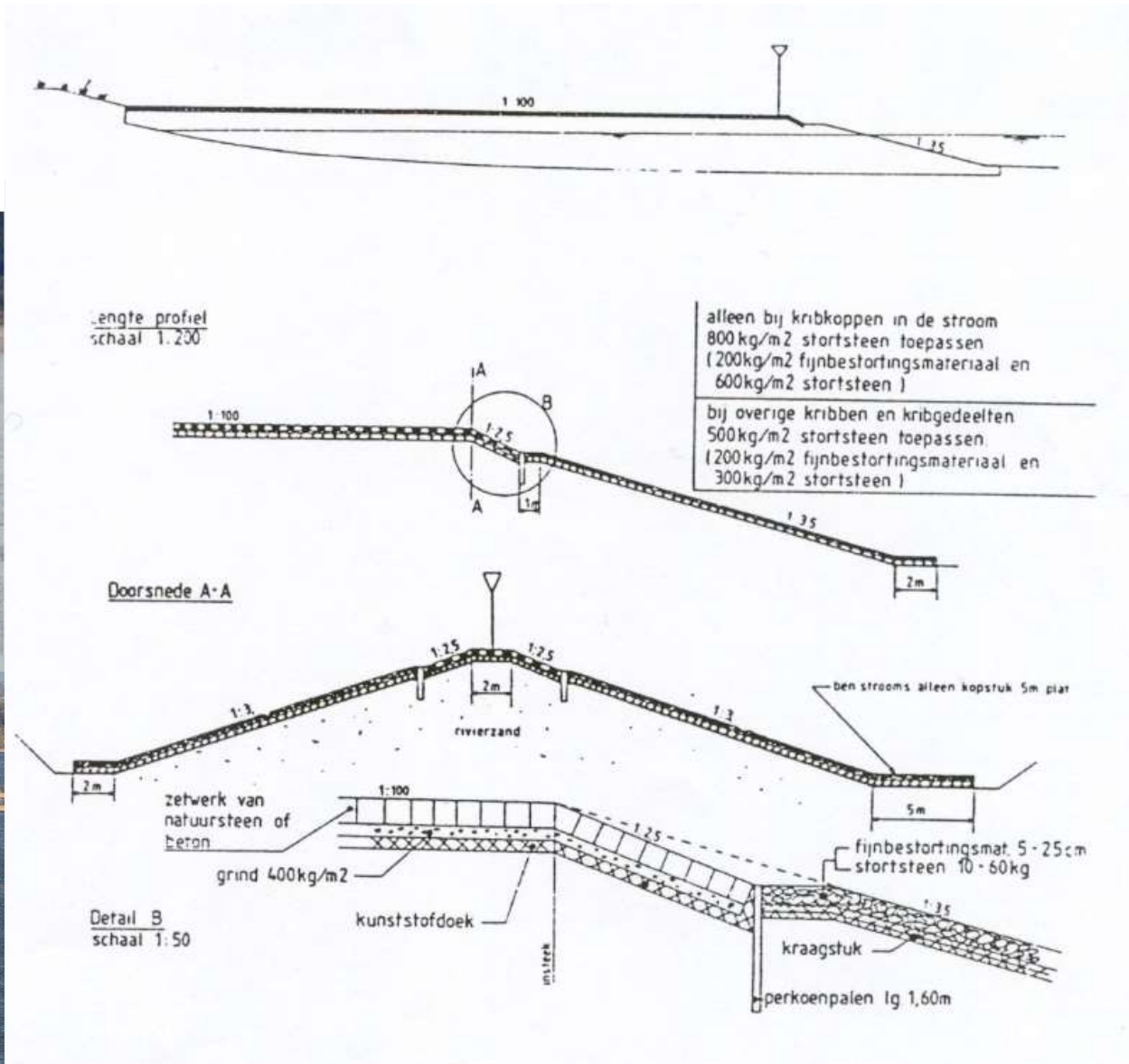
Idee: Huidige kribben zijn traditionele dichte constructies  
Veel materialen en aansluitingen en overgangen, kraagstukken, breuksteen, zetsteen, zand, geotextiel, perkoenpalen, schotten

Door klimaatverandering, rivierbodemdaling en grotere scheepvaart meer onderhoud en grote aanpassingen nodig

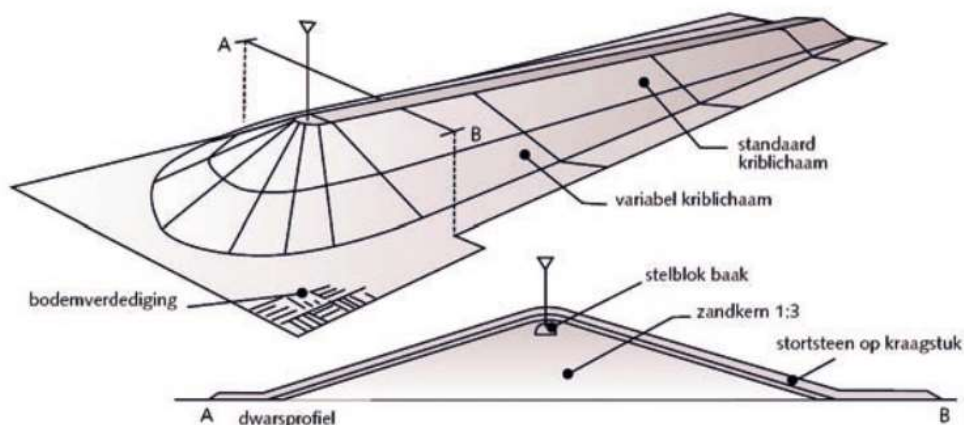
Huidige kribben veroorzaken grote ontgrondingskuilen en kribvlammen, ondieptes, tussen de kribben in

Dus: Flexibele Kribben met maar 1 materiaal, Xstream, robuust, makkelijk aan te passen, minder lokale sedimentatie in de vaargeul, minder onderhoud

# Traditionele krib (leidraad rivieren)



## Onderhoud traditionele kribben (leidraad rivieren, OBR 2010, IBO 2012)



*Kribben en kribvakken (onderdeel OBR oevers)*

Type maatregel	Kostenverdeling in %
Vervangen/renovatie kribkop/worteleind krib	+/- 20%
Vervangen/renovatie onderwatertalud/zetwerk	+/- 10%
Vast onderhoud kribben verwijderen gewas, inspecties, kleinere reparaties, inwassen zetsteen, onderhoud stortsteen.	+/- 35%
Vast onderhoud kribvakken (maaien, snoeien, inspecties)	+/- 35%

	EPK's per jaar [kC]		
	2007	2009	Vershil
Gestreckte oevers	14.595	14.871	276
Havenoevers	1.084	5.860	4.776
Kribben	5.504	8.342	2.838
Kribvakken	2.669	5.723	3.054
Strek- en leidammen	167	440	273
Uiterwaarden	2.252	1.821	-431
Waddenzeekwelders	167	1.250	1.083
<b>Totaal</b>	<b>26438</b>	<b>38.306</b>	<b>11.868</b>

3871 kribben

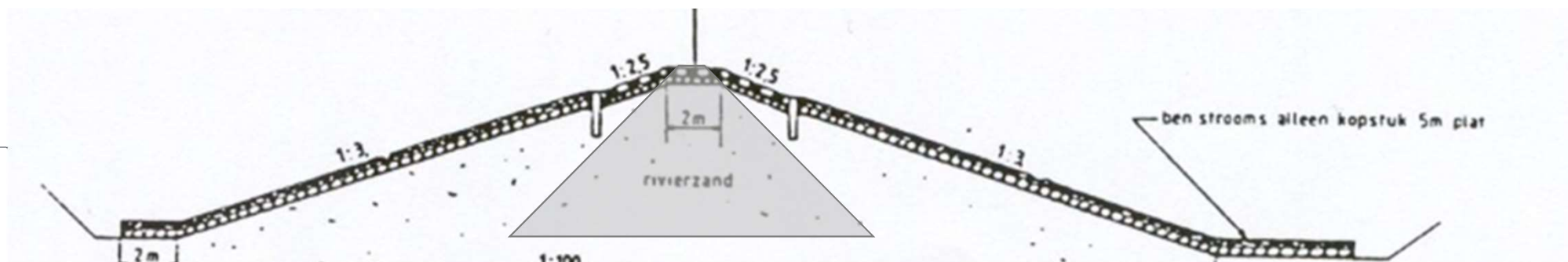


## Wat is Xstream

- Kleine Xblocs, industrieel geproduceerd
- Hoge stabiliteit, steile taluds

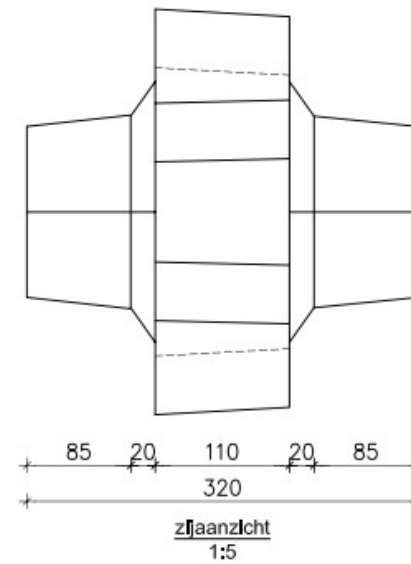
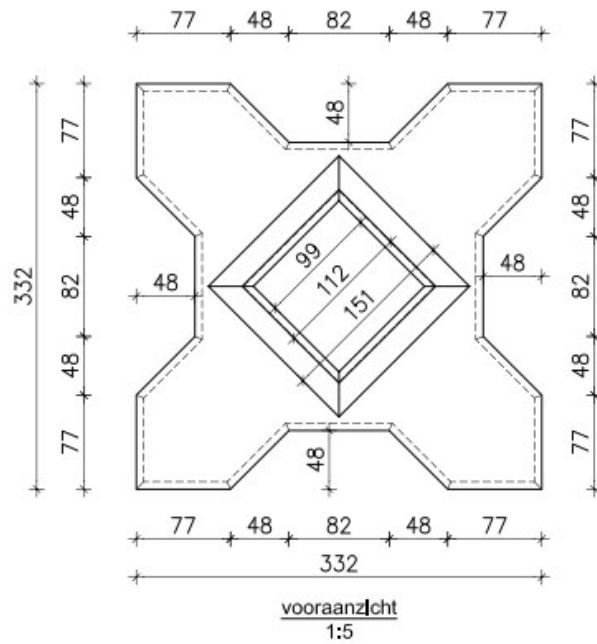


## Afmetingen Traditionele krib – Flexibele krib



- Traditionele krib met 1:3 taluds en kraag/zinkstukken
- Flexibele Krib alleen uit Xstream blokken met 1:1 taluds
- Flexibele Krib heeft 60% poriën!
- Xstream blokken van 33 cm hoogte, 27 kg per stuk

# Xstream afmetingen



## Voordelen Flexibele kribben

- Minder onderhoud door ontbreken aansluitingen, overgangen, zinkstukken
- Makkelijk aanpasbaar, inkorten, verlengen, verlagen of verhogen
- Hockeystick kribben/eilandkribben en langsdammen kunnen ook, sedimentsturing
- Krib is makkelijk aan te passen op klimaatverandering/bodemdaling
- Krib is poreus → minder harde stromingsovergang bij krib-kop → mogelijk minder erosie bij krib-kop en sedimentatie in vaargeul → minder baggeronderhoud
- Porositeit neemt af met tijd: mogelijk kan een flexibele krib die even lang is als een traditionele krib dezelfde functies vervullen
- Poreuze krib biedt beschutting voor rivierleven
- Poreuze krib absorbeert scheepsgolven, vermindert achterloopsheid
- Xstream blokken kunnen gemaakt worden met lokaal rivierzand/grind

# Aanpak en te doorlopen Stappen

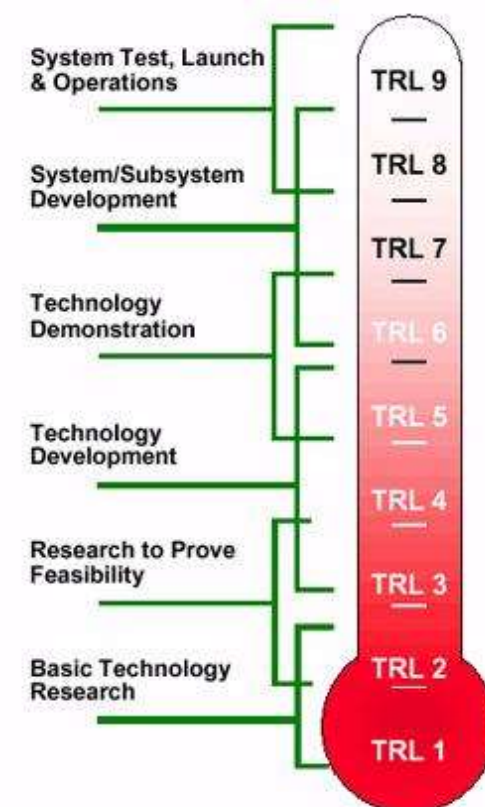
- Uitvraag door RWS tijdens aanbesteding 2013
- Innovatievoorstel tijdens aanbesteding door Bam-Van der Herik 2013
- Pitch, Storm sessies, Business Case 2015-2016
- Laboratorium proeven Flexibele Kribben 2016
- Uitwerking Plan van Aanpak Flexibele Kribben, locatie Zalk 2016
- Toekenning TKI subsidie 2017
- Samenwerkingsovereenkomst 2018
- Aanpassing Plan van Aanpak, ontwerp, locatie Kampen 2018
- Vergunning, productie Xstream blokken en bouw 2019
- Monitoring en MKBA 2019-2020

## Contractueel

- Set bepalingen die ingaan op organisatie van de leerruimte, werkzaamheden van het leerteam, werkmethode en voor welke opgaven de leerruimte bedoeld is
- Initiatieven van derden is mogelijk gemaakt
- Co-productie en co-financiering is uitgangspunt
- Bevorderen van gelijkwaardige houding en gedrag in het leerteam
- Koppeling met areaal om te experimenteren
- Annex 18 is inmiddels standaard modeltekst in prestatiecontracten
- Geen BPKV, blijvende vrijheid in keuze aanbestedingsvorm

# Technology Readiness Level Flexibele Kribben

<b>TRL9</b>	<b>Verdere toepassing</b>	2020	2021
TRL8	Monitoring door Deltares	2019	2020
TRL7	Bouw 3 Flexibele Kribben met Xstream	✓	2019
TRL6	Valproeven Putman	✓	2019
TRL5	Productie bij de Meteoort	✓	2019
TRL4	Productie en sterkteproeven TU Delft	✓	2016
TRL3	Lab testen in stroomgoot en golfgoot	✓	2016
TRL2	Conceptontwikkeling en Business Case	✓	2015
TRL1	Doelstelling Flexibele Kribben	✓	2013



# Locatiekeuze en Ontwerp Flexibele Kribben



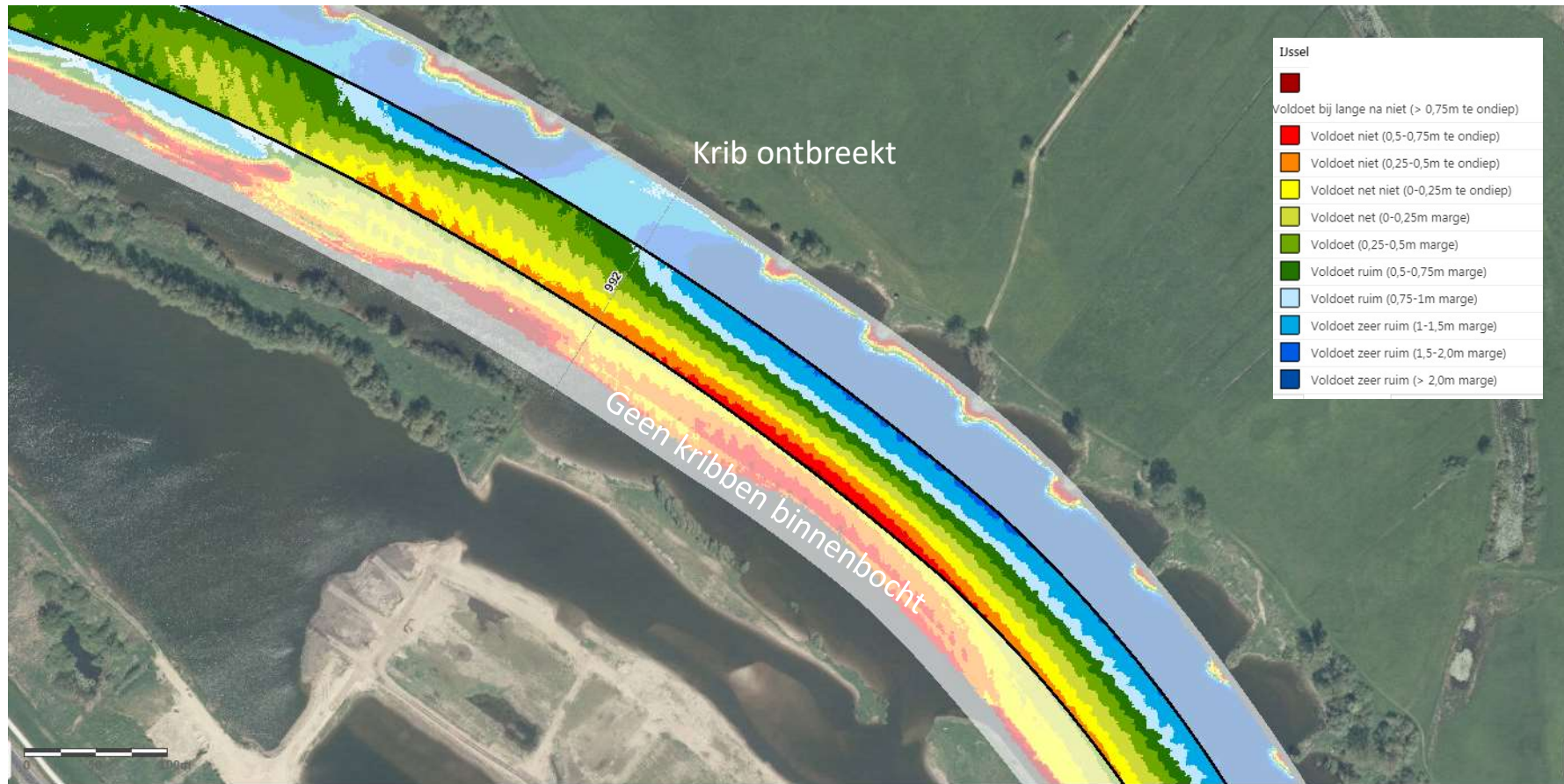
IJssel bij Kampen

Vaargeul OLR -2,5 m

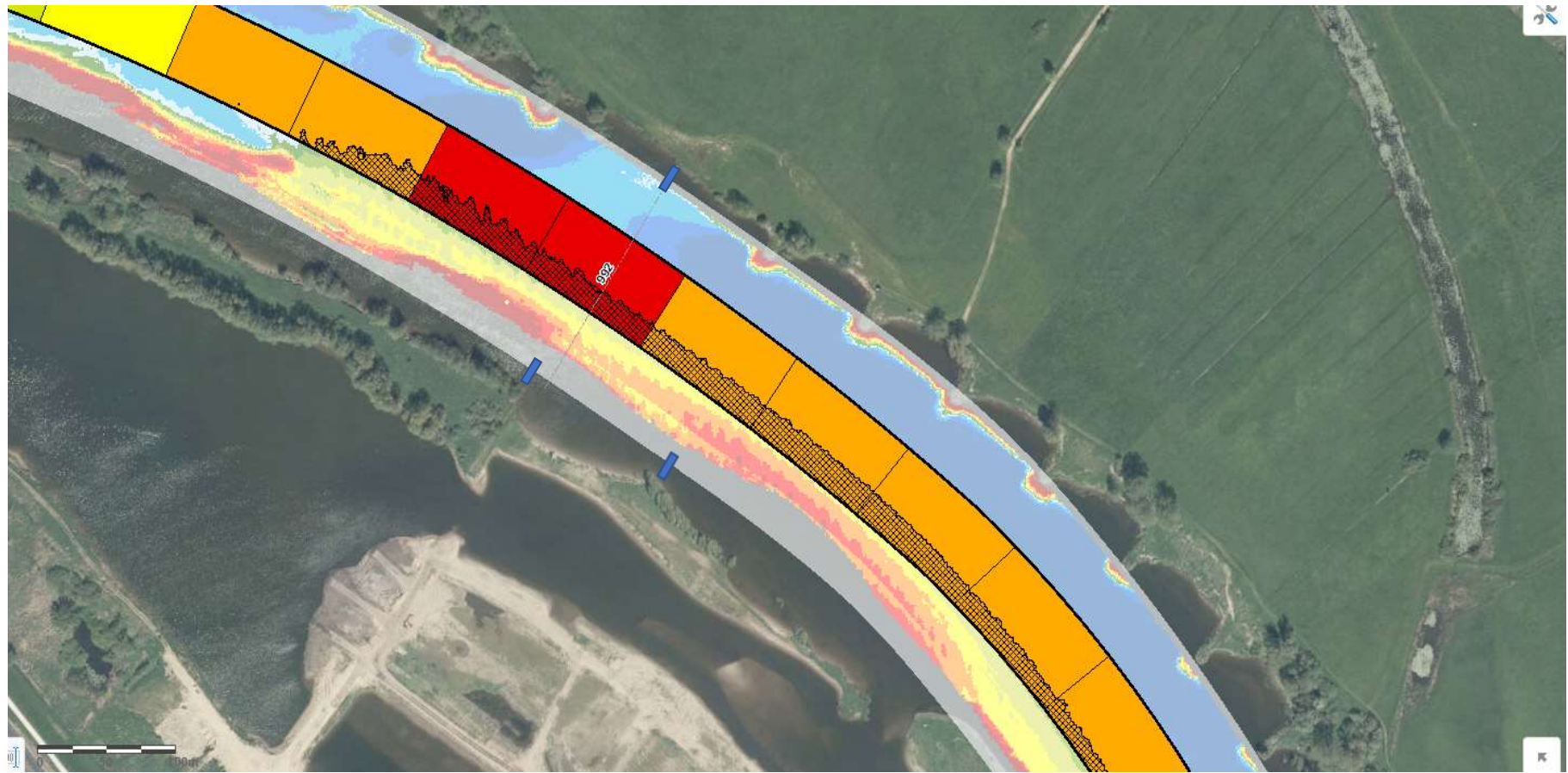
OLR = -0,2 m NAP



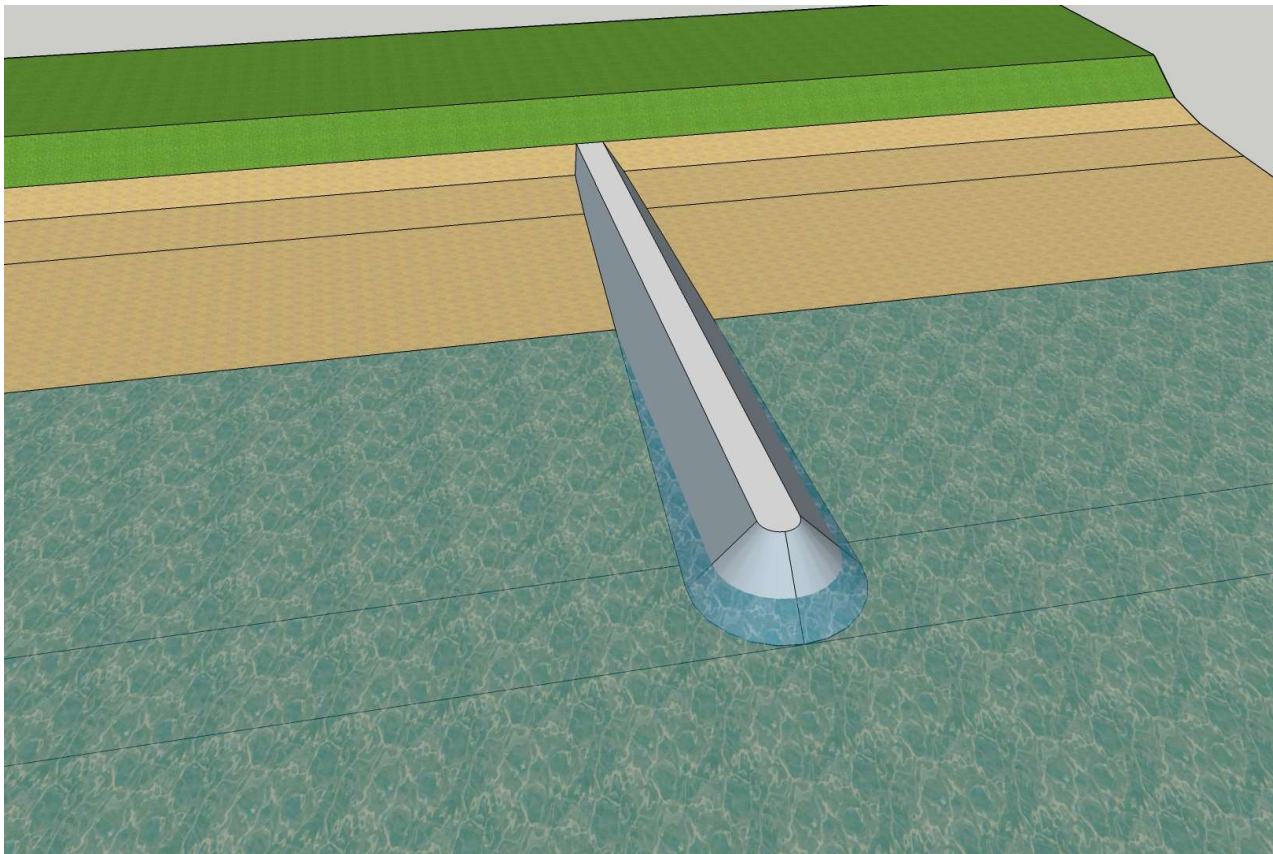
# Bodemligging t.o.v. norm (GeoWeb)



# Waterdiepte minder dan norm (GeoWeb)



## 2 kribben linkeroever, 1 krib rechteroever



- Kruin op + 1 m OLR
- Taluds 1:1
- Kruinbreedte 1 m
- Lengte circa 15 m
- 2 kribben direct op zandbodem
- 1 krib met filterlaag
- Teendiepte rechteroever -4 m OLR
- Linkeroever -2,4 m OLR
- 27 kg Xstream blokken (11liter)
- Xstream 33 cm hoog
- 13.500 blokken voor 3 kribben
- 150 m<sup>3</sup> beton
- 36 blokken per m<sup>3</sup> krib
- 60% poriën

## Laboratorium onderzoek



Figuur 1 – Links: houten bak met gaas op de bodem waardoor water kan stromen. Rechts: bak gevuld met model Xstreams

- Doorlatendheid
- $K = 0,11 - 0,15 \text{ m/s}$
- Porositeit 60%

## Proeven in stroomgoot TU Delft



- Stabiliteit stroming
- Tot 2,8 m/s (prototype) stroming boven kruin geen beweging

Figuur 5 – Proefopstelling stabiliteit test stroomgoot zijaanzicht. Links: helling 1:1,5, Rechts: helling 1:1.

## Proeven in stroomgoot TU Delft



- Erosiekuil bij kop krib

Figuur 8 – Links: zij aanzicht proefopstelling, rechts: bovenaanzicht proefopstelling



Figuur 13 – Links: bovenaanzicht na t=59 minuten, rechts: Benedenstroomse zijde van de krib aan de voorzijde na t= 59 minuten

- Erosiekuil krib-kop
- Snelheid opgeschaald naar prototype tot 1,8 m/s langs kop



Figuur 14 - Boven aanzicht na t=64 minuten

## Proeven golfgoot Bam



- Stabiel tot 0,5 - 0,8 m golfhoogte prototype
- Reflectiecoëfficiënt 0,2 – 0,3

Figuur 25 – Proefopstelling Kruin en waterstand gelijk

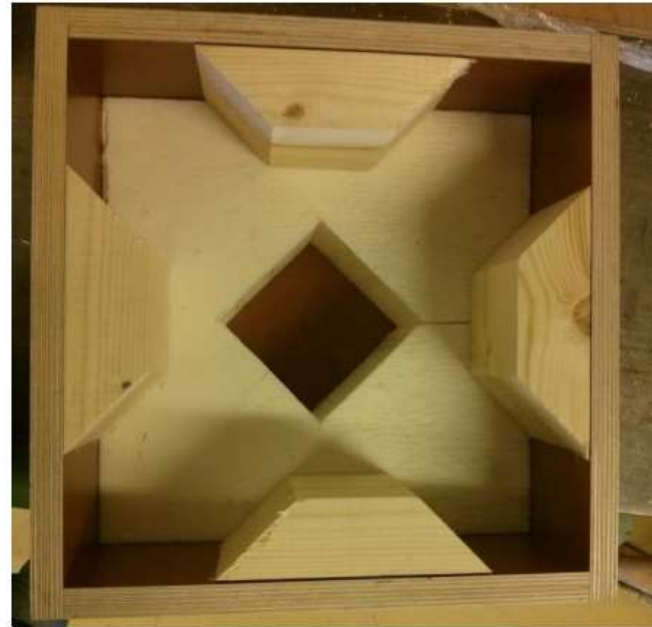
Figuur 29 - Kruin boven gemiddelde waterstand. Golven komen van rechts.



## Druksterkte testen TU Delft



Figuur 31- Proefopstelling druktest Xstream



Figuur 33 –Mal Xstream, bovenaanzicht

- 290 en 340 kg/m<sup>3</sup> cement
- Weinig verschil in sterkte

# Valproeven Xstream blokken

Vóór de opschaling van de pilot-productie zijn diverse valproeven uitgevoerd (tot 4m hoog)

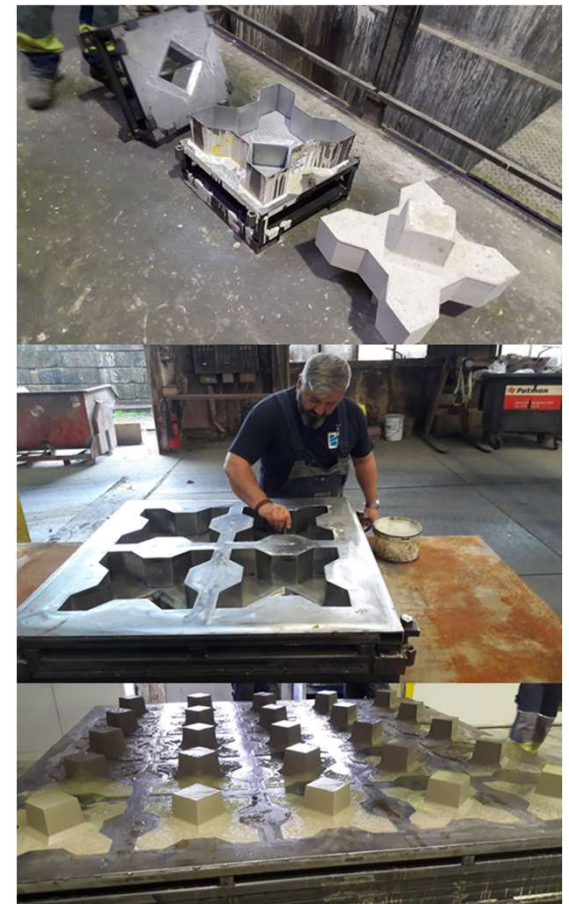
De meest intense handelingsproef betreft de poliepgrijper test

Hierbij is geconcludeerd dat het totaal aantal beschadigde blokken waarbij maximaal één nok afbreekt binnen de norm blijft



# Productie Xstream blokken

- Voor Xstream productie zijn verschillende productielocaties en methodes onderzocht
- Hierbij is een afweging gemaakt tussen schaalbaarheid en snelheid passende bij de serie-grote van 10.000 Xstream blokken.
- Het malontwerp voor de Xstream is ontwikkeld van:
  - Sample productie met enkelvoudige mal
  - Productie testen met een viervoudige mal met diverse beton soorten
  - Productie van ~14000 Xstream blokken met 150 blokken per dag in 25-voudige mallen



# Productie Xstream blokken

- Optimalisaties zijn mogelijk voor
  - Volume
    - Mechaniseren en automatiseren
  - Verduurzaming (MKI)
    - CO2 arme cement vervanging
  - Product innovaties
    - Toepassing van secundaire/circulaire grondstofstromen
  - Opslag en transport
    - Geschikt voor industriële volumes



# Realisatie Flexibele kribben

- Start bouw 7 November 2019
- Feestelijke opening 13 november 2019
- Kraanschip Prins 6 van Van der Herik
- Blokken geladen in Prins 6 bij Westervoort, langs IJssel
- Bouw gepland: 2 dagen per krib
- Bouw gerealiseerd: circa 1 dag per krib



- Circa 20 blokken in grijper
- Geladen max. diepgang schip is 2,4 m



Deltares  
Delta Life 



Rijkswaterstaat







Deltares  
Delta Life 



Rijkswaterstaat







Deltares  
Delta Life



Rijkswaterstaat

# Monitoring

## Bodemligging (m NAP)

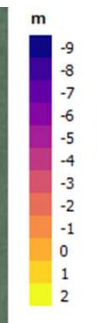
- Multibeam (vanaf varende drone)
- Peilstokmetingen
- Lidar voor deel boven water

## Visuele inspectie

Wat	Waar	Wie	Wanneer (tijd in maanden na realisatie)	Wanneer (datum)
Multibeam peiling meetschip in en op rand vaargeul	km 991 - km 994	BAM/van den Herik	-9	24-2-2019
			-1	15-10-2019
			0	X
Lidar en Multibeam peiling varende drone tot zover mogelijk de kribvakken in	km 991 - km 994	Aquatic drone	-1	23-10-2019
			0	MBES: 13-11-2019 Lidar vd Herik: 15-11-
			1	12-12-2019
			3	
			6	
			9	
			12	
			Extra (hoogwater)	
			Extra (hoogwater)	
			Peilstokmetingen rondom de flexibele kribben tot ongeveer <1,5 m waterdiepte	km 991 - km 994
0	15-11-2019			
12				
Extra (hoogwater)				
Extra (hoogwater)				
visuele inspectie en foto's: kribben en oever	Bij km 992	Deltares	0	13-11-2019
			6	
			12	

## Eerste resultaten

- Bodemligging tijdens 0-meting
- Verschil bodemligging tussen moment aanleg (0-meting) en 1 maand later (+1 meting)
- Met de volgende peilstokmetingen kunnen we de erosiekuil bij de kribkop zien

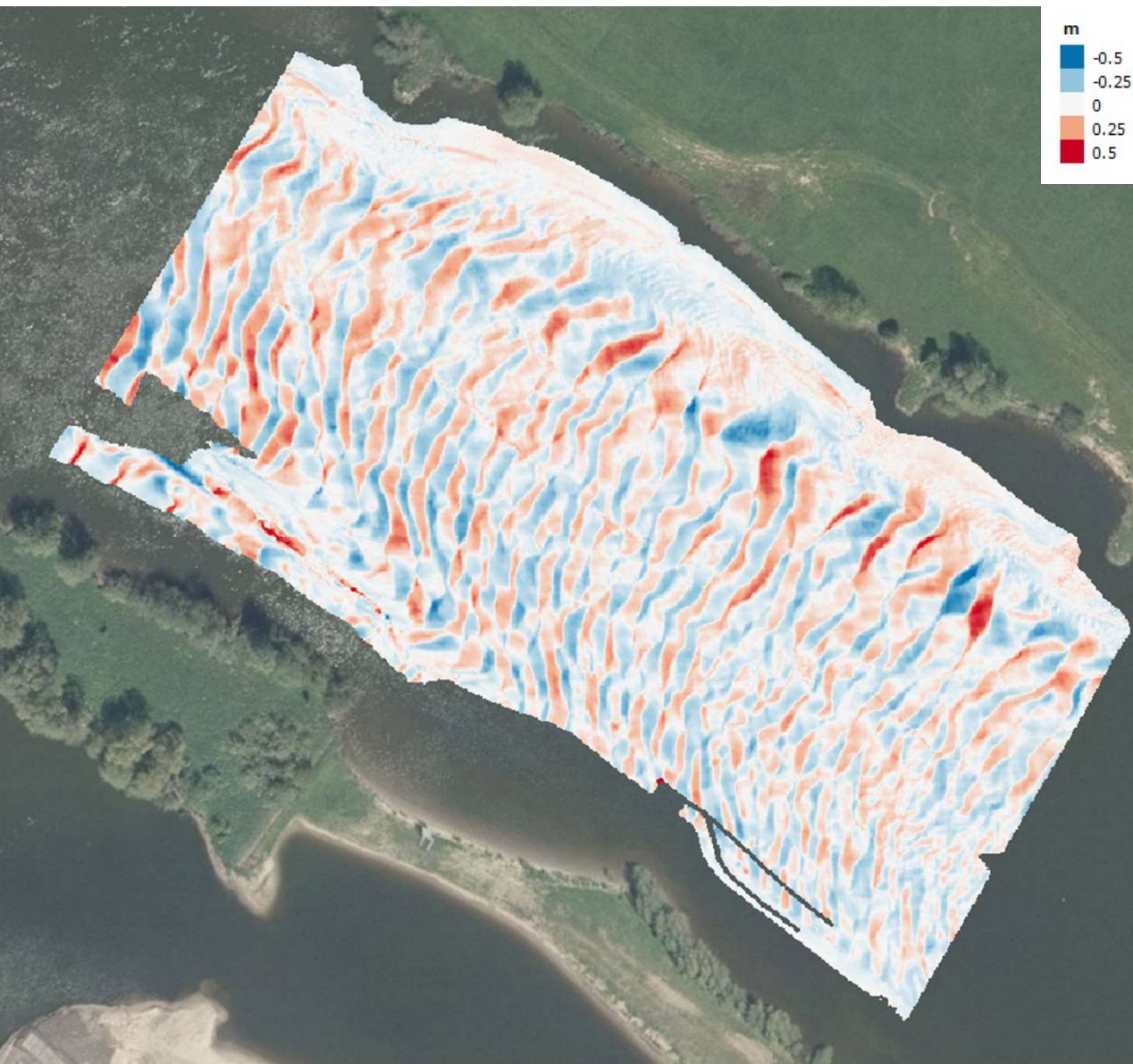


Rijkswaterstaat

0 meting \_\_\_\_\_

MBES:  
13/11/2019

Peilstok:  
15/11/2019  
(Aquatic Drone)



m  
-0.5  
-0.25  
0  
0.25  
0.5



Rijkswaterstaat

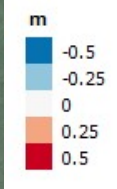
## MBES +1 – MBES 0

Positief = sedimentatie  
Negatief = erosie

- MBES 0: 13/11/2019 (Aquatic Drone)
- MBES +1: 12/12/2019 (Aquatic Drone)

We zien vooral migratie van rivierduinen

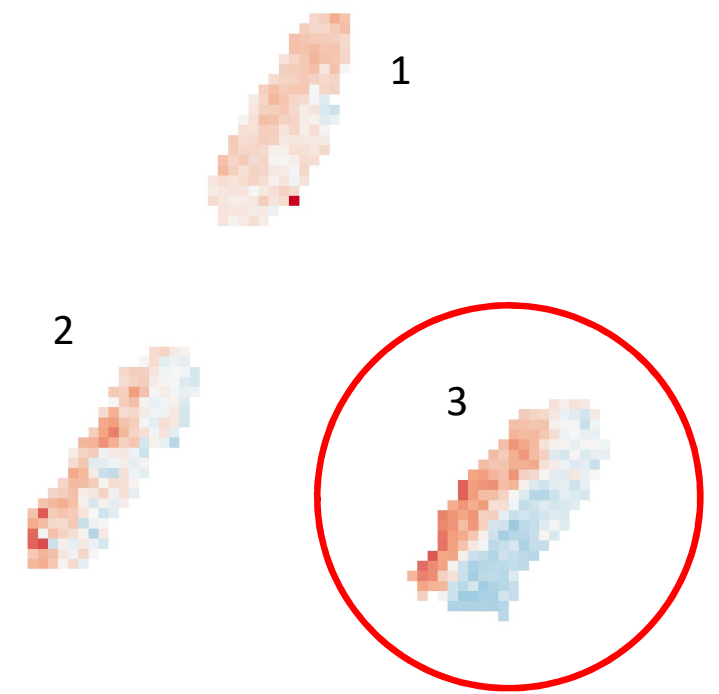




Rijkswaterstaat

Lidar +1 – Lidar 0

Lidar 0: 15/11/2019 (van den Herik)  
Lidar +1: 12/12/2019 (Aquatic Drone)





Deltares  
Delta Life



Rijkswaterstaat

16 januari 2020



Deltares  
Delta Life



Rijkswaterstaat

16 januari 2020



Deltares  
Delta Life



Rijkswaterstaat

16 januari 2020

16 januari 2020



Rijkswaterstaat



Rijkswaterstaat

Vragen?



Zutphen

provincie  
GELDERLAND

**Deltares**

## Krib van de toekomst Werksessie

donderdag 11 maart

Ellen Tromp  
Erik Mosselman  
Leon Claassen  
Louis Post  
André Oldenkamp

 enabling delta life

21-1-2021

## 'Chat discipline' 😊



Zet je microfoon standaard uit



Stel je vragen in de chat



Steek je 'virtuele' hand op



Werksessie Krib van de toekomst

2

**Deltares**

Zutphen

provincie  
GELDERLAND

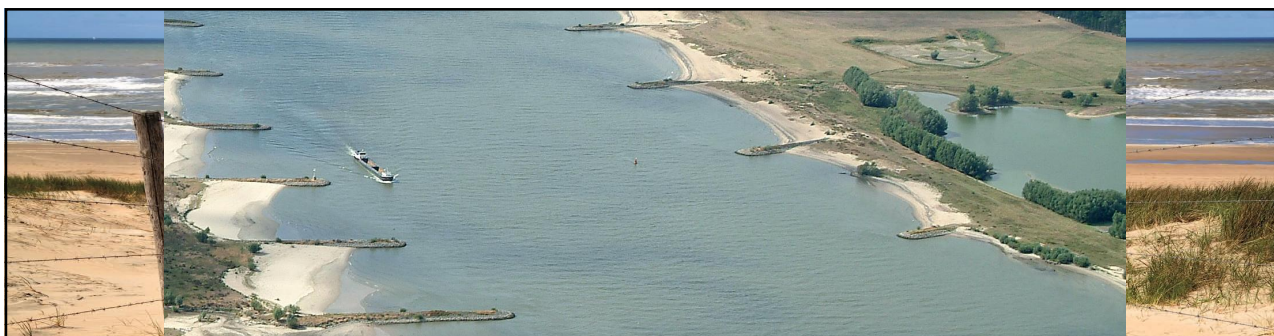
## Programma

Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 - 09.40 uur	Welkom	Harry Matser – wethouder Gemeente Zutphen
09.40 - 10.00 uur	<i>Pitch</i> : De krib: het hoe en waarom	Hermjan Barneveld (HKV)
10.00 - 10.20 uur	<i>Pitch</i> : De krib in ontwikkeling	Anna Kusters (Deltares)
10.20 - 10.40 uur	<i>Pitch</i> : Circulaire krib	Yuri Wolf (Rijkswaterstaat) & Stefan Schrader (Meteoor)
10.40 - 10.50 uur	Koffiebreak	
10.50 - 11.50 uur	<i>Interactieve sessie</i> : "Hoe realiseren we de krib van de toekomst"	André Oldenkamp & Ellen Tromp
11.50 - 12.15 uur	Samenvatting van de opbrengst Reflectie Afsluiting	workshopleider Harry Matser – wethouder Gemeente Zutphen

Deltares



provincie  
GELDERLAND



**HKV**  
LIJN IN WATER

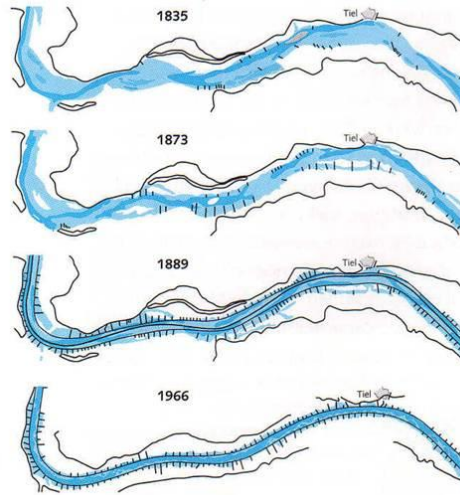
## De krib: het hoe en waarom

Hermjan Barneveld  
11 maart 2021



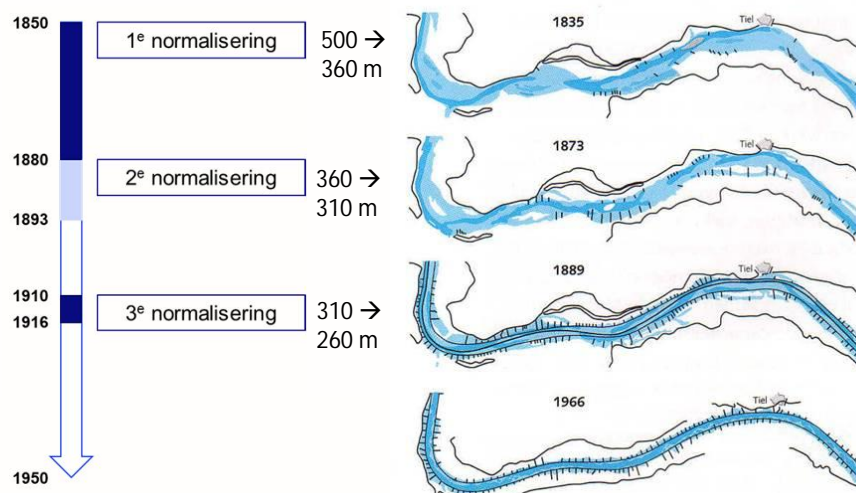
## Normalisering

- Voorkomen aangroei en ophopen van ijs
- Gelijkmatische afvoer van water en sediment



**HKV**  
LIV IN WATER

## Normalisering



**HKV**  
LIV IN WATER

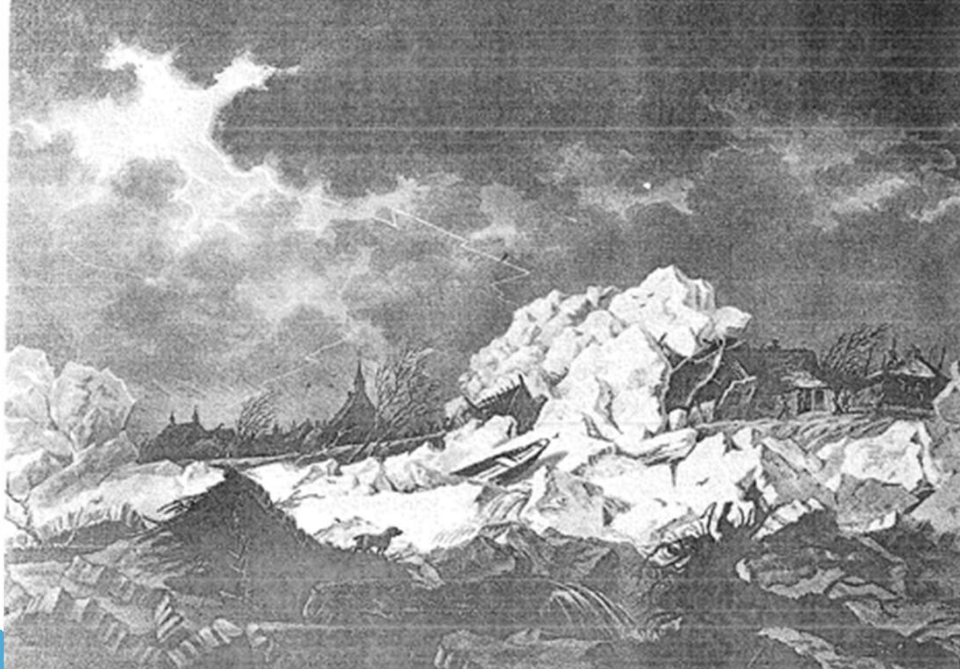
## Op en tegens den dijk gekruit



Roeland van Eynden, 1789. Rijksmuseum



Linson, H.W. (Ed., 1993). Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890. Deel II. Gezondheid en openbare hygiëne. Waterstaat en infrastructuur. Papier, druk en communicatie. Walburg Pers, Zutphen 1993.



## Oorzaken van dijkdoorbraken

Langs de rivieren  
1757-1926:

- IJsdammen: 29
- Geen ijsdam: 18
- Onbekend: 4

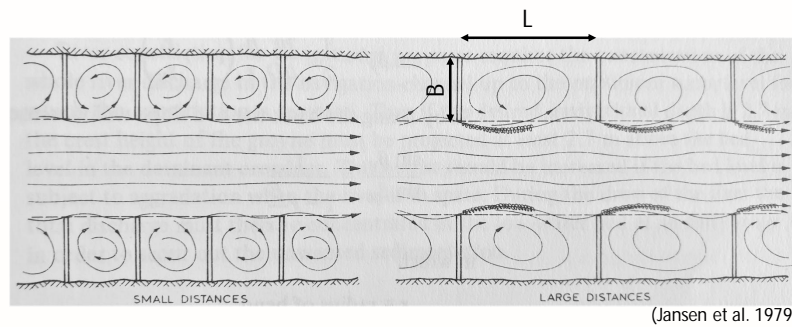
Jaar	oorzaak geen ijsdam	oorzaak niet bekend	oorzaak ijsdam
1757			
1760			
1761			
1764			
1769			
1770			
1771			
1772			
1775			
1776			
1778			
1781			
1784			
1789			
1793			
1794			
1795			
1799			
1803			
1804			
1805			
1806			
1809			
1811			
1814			
1816			
1820			
1821			
1823			
1824			
1825			
1827			
1830			
1834			
1836			
1838			
1841			
1845			
1846			
1849			
1850			
1853			
1855			
1861			
1876			
1880			
1881			
1920			
1926			

## Waarom kribben?

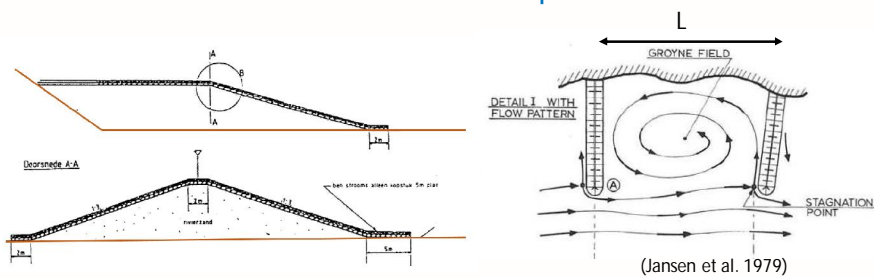
- Lely: kribben zijn goedkoper te verlengen of te verkorten dan langsdijken (langsdammen) te verplaatsen

## Krib ontwerp

- Afstand tussen kribben
  - Max.  $L=0.5-1$  keer de breedte geul
  - $L/B$  klein dan minder hinder voor scheepvaart
  - Economisch belang:  $L$  zo groot mogelijk



## Krib ontwerp

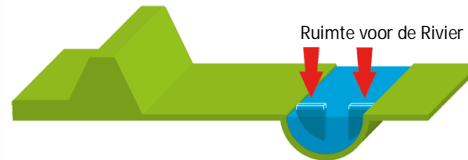


Voor een sterke neer  $L/h < 48$

(Jansen et al. 1979)

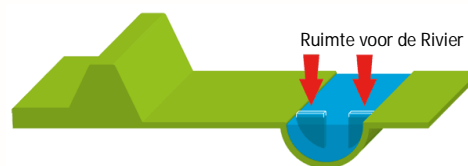
## Krib ontwerp

- Afstand tussen kribben
- Hoogte krib
  - Hoogwaterveiligheid
  - Bodemerosie



## Krib ontwerp

- Afstand tussen kribben
- Hoogte krib
  - Hoogwaterveiligheid
  - Bodemerosie

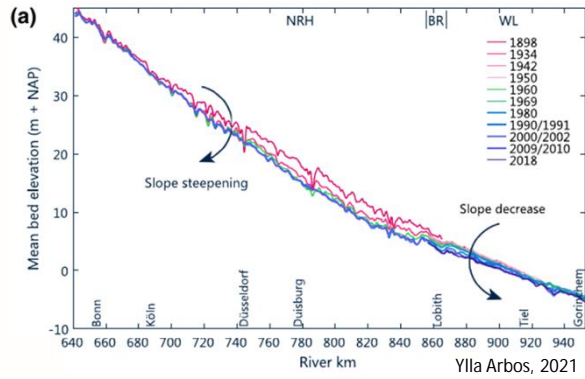


- Hoge kribben verminderen het doorstroom oppervlak bij hoogwater
- Ruwe en steile kribben vertragen de stroming en verhogen daarmee de waterstand

### Uitwerking kribben?

Nadelen

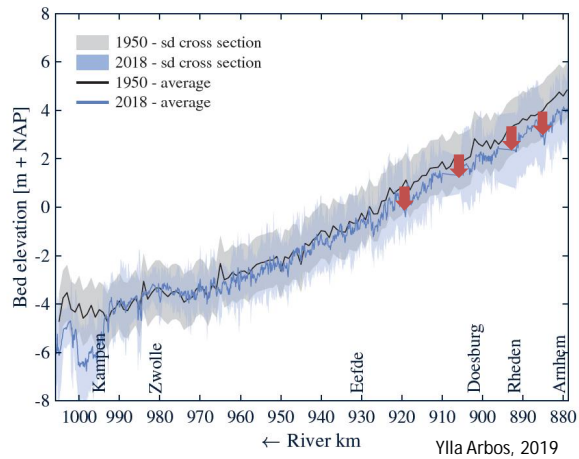
- Bodemerrosie



### Uitwerking kribben?

Nadelen

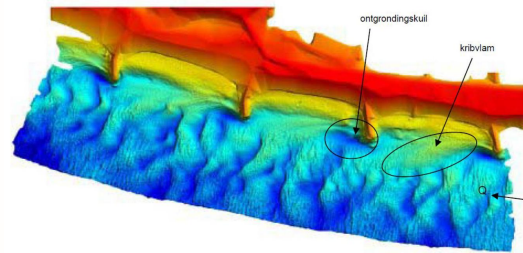
- Bodemerrosie



## Uitwerking kribben?

### Nadelen

- Bodemerosie
- Kribvlammen



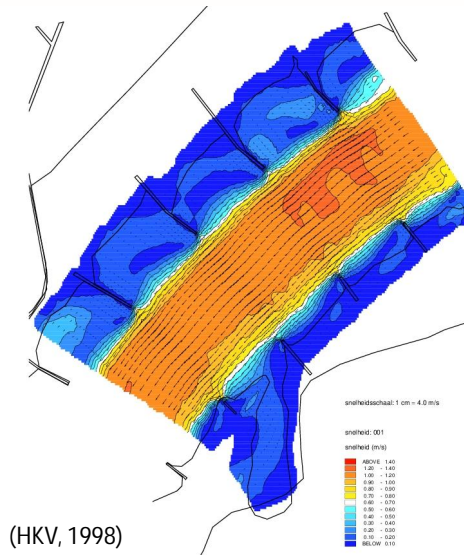
## Uitwerking kribben?

### Nadelen

- Bodemerosie
- Kribvlammen
- Gevaar achterloopsheid



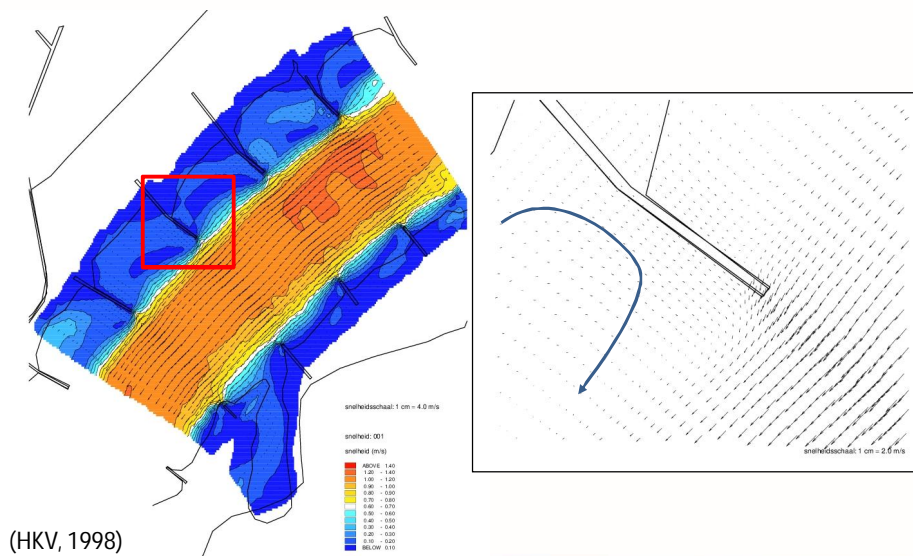
### Bij lage waterstanden



(HKV, 1998)



### Bij lage waterstanden



(HKV, 1998)

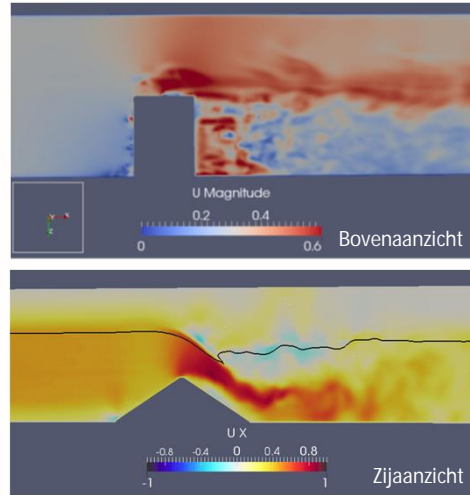




## Bij hoge waterstanden

Andere stroompatronen

- Stroomversnelling
- Veel turbulentie



(Huthoff et al., 2013)

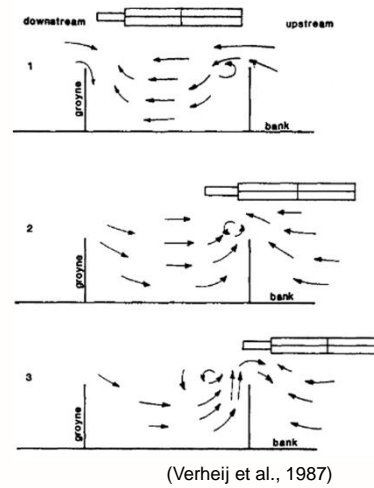
## Invloed scheepvaart



(Pasman, 2020)

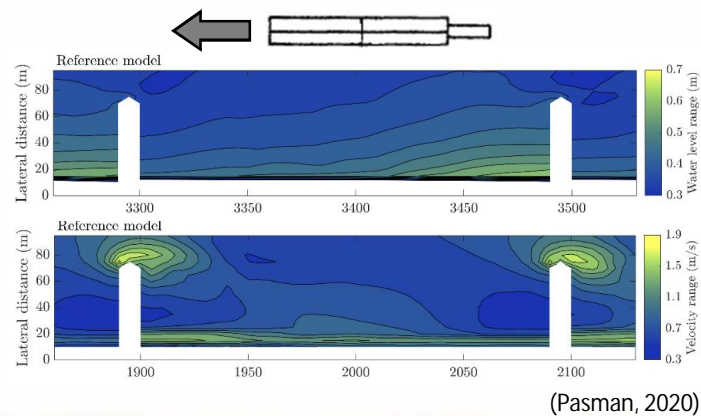
## Invloed scheepvaart

- Scheepvaart verandert de stroompatronen
- Golven zorgen voor stranden en oevererosie



## Invloed scheepvaart

- Waterstandsvariatie in de kribvakken
- Grote snelheden bij de kribkoppen



## Kribben in de IJssel

- Kribben bijna over de gehele lengte
- Grote verschillen geometrie



## Kribben in de IJssel

- Kribben bijna over de gehele lengte
- Grote verschillen geometrie



## Kribben in de IJssel

- Kribben bijna over de gehele lengte
- Grote verschillen geometrie



## Kribben in de IJssel

- Kribben bijna over de gehele lengte
- Grote verschillen geometrie



## Pilots in de Elbe

Geknikte kribben voor minder  
aanzanding en verbeterde stroming



Lokale verlaging van de krib  
minder waterstandsvariaties  
tgv bijv. scheepvaart



## Pilots in de Elbe



## Samengevat

- Kribben zowel lokaal als over de hele tak grote effecten op de rivier
- Kribben zijn belangrijk voor beweging van water, zand en ijs. En voor scheepvaart, hoogwaterveiligheid en natuur.
- Potentie voor optimalizatie
  - Ecologie
  - Natuurvriendelijke oevers
  - Energietransitie



# Deltares

# Deltares



## Deltares

### **De krib in ontwikkeling** Inventarisatie bestaande initiatieven en innovaties

Anna Kusters  
11 maart 2021

## Waarom kribontwerp vernieuwen?

### Verbeteren functioneren bestaande kribben

- Bodemerosie
  - kribligging te hoog
- Kribvlammen
- Weerstand
- Complexe constructie
- Contrast met natuurlijke omgeving



## Waarom kribontwerp vernieuwen?

### Verbeteren functioneren bestaande kribben

- Bodemerosie
  - kribligging te hoog
- Kribvlammen
- Weerstand
- Complexe constructie
- Contrast met natuurlijke omgeving

### Combineren van functies

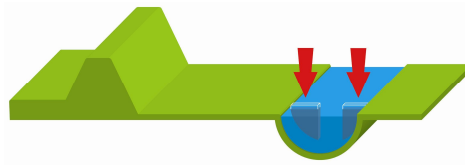
- Ecologische functie
- Energiewinning
  - uit stroming
  - uit warmte/koude





## Ontwerpmogelijkheden

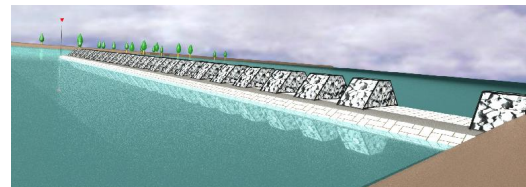
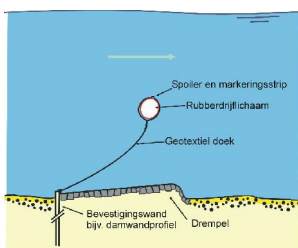
- Bestaande kribben aanpassen
  - Verlagen
  - Verkorten
  - Elementen toevoegen
- Nieuw kribontwerp



Deltares

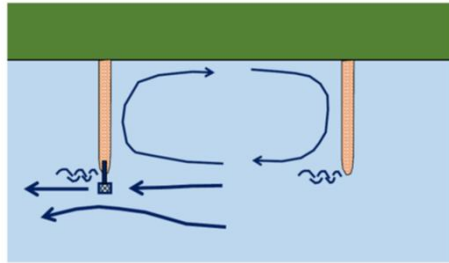
37

## Innovatieve kribconcepten

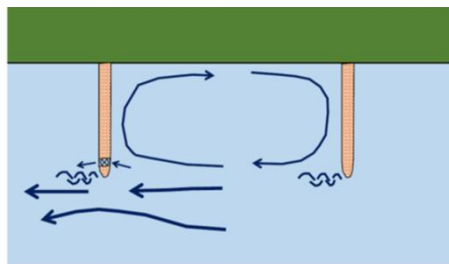


38

## Energiewinning – stroming bij rivierkribben



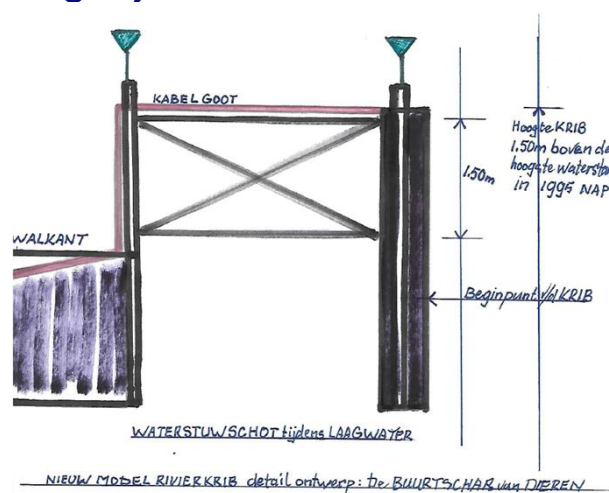
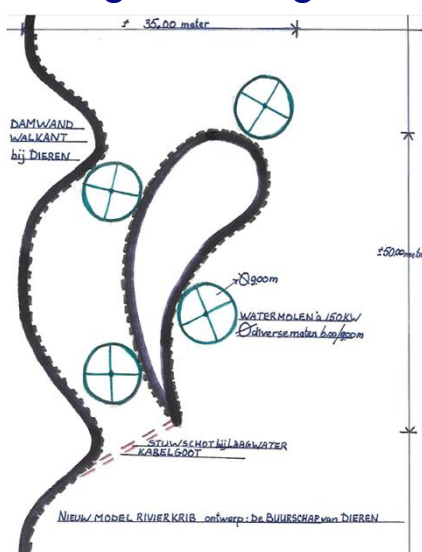
12 000 W



40 W

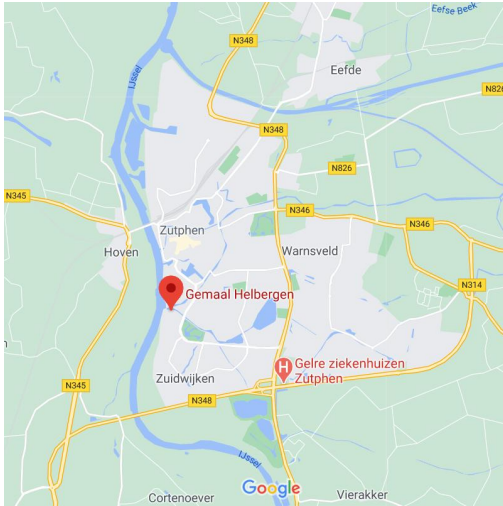


## Energiewinning – stroming bij rivierkribben

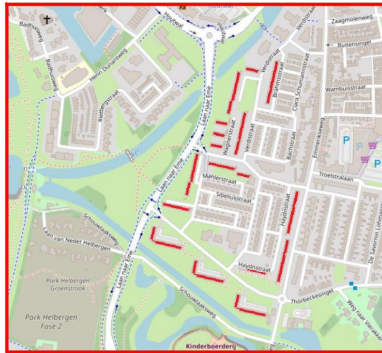


NIEUW MODEL RIVIERKRIB detail ontwerp: de BUURTSCHAP van DIEREN

## Energiewinning – TEO



Deltares



41

## Contact

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

[@deltares](https://twitter.com/deltares)

[linkedin.com/company/deltares](https://www.linkedin.com/company/deltares)

[info@deltares.nl](mailto:info@deltares.nl)

[@deltares](https://www.instagram.com/deltares)

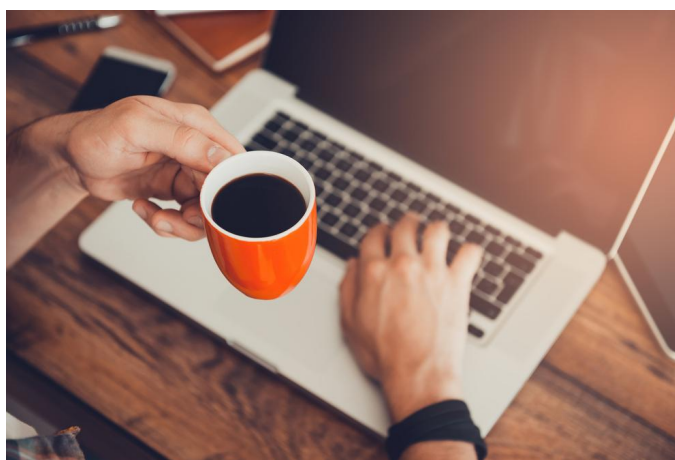
[facebook.com/deltaresNL](https://www.facebook.com/deltaresNL)



# Pitch Circulaire krib

Yuri Wolf (RWS) / Stefan Schrader (Meteoor Groep)

# Koffiepauze



## Interactieve sessie “Hoe realiseren we de krib van de toekomst”

Ga naar: [www.menti.com](http://www.menti.com)  
Toegangscode: 5037 3466

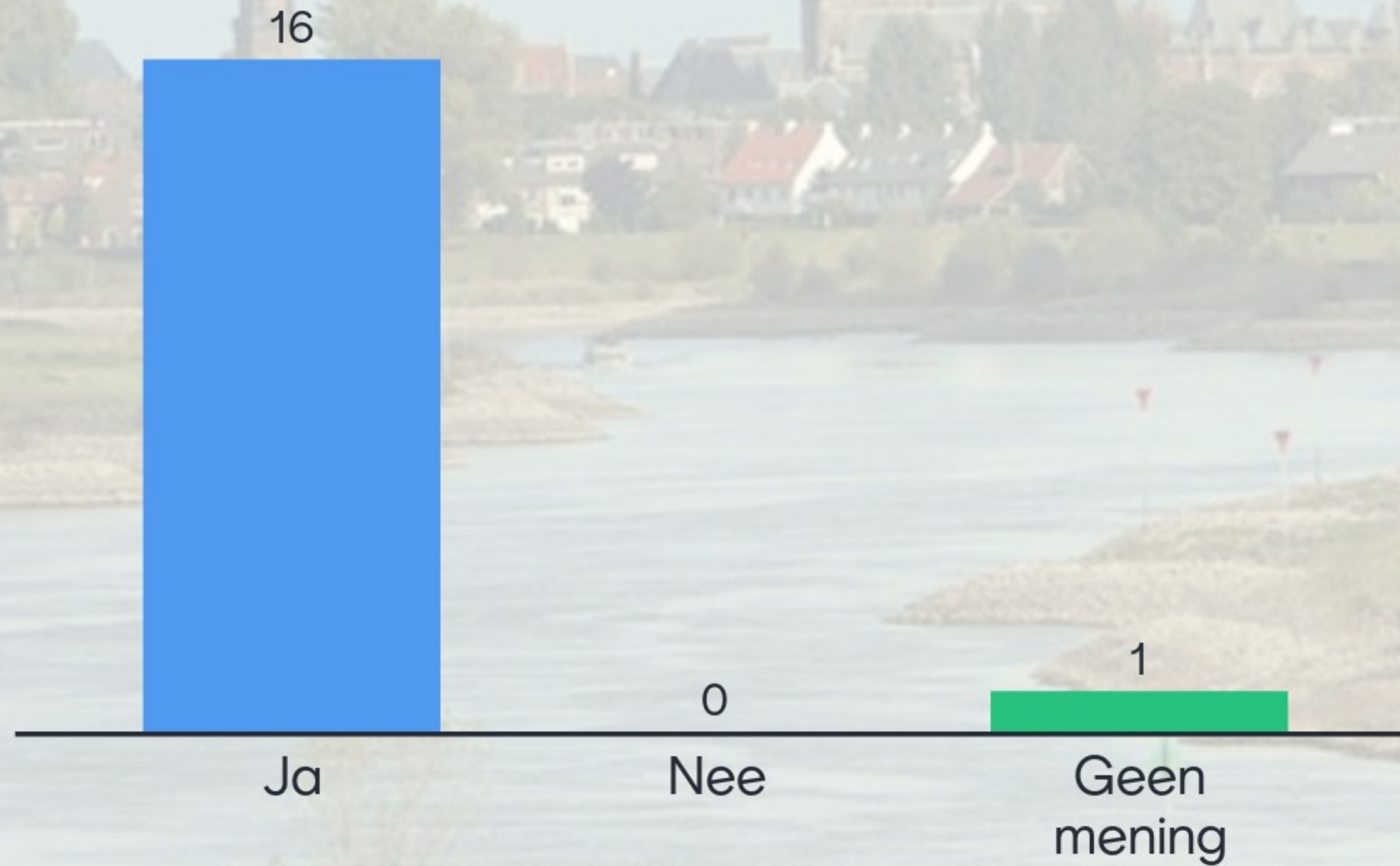


## Afronding sessie



## Bijlage 3: Resultaten interactieve sessie m.b.v. Mentimeter

# Leven in een democratisch land is een voorrecht: Bent u het ermee eens dat zoveel mogelijk mensen hun stem moeten uitbrengen?



# Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?

Nee: Niet aanpasbaar aan nieuwe situaties of wensen  
Te hoog

Nee, zorgen voor teveel uitslijting, opstuwning en benutten niet kansen voor ecologie en energietransitie.

Nee, duurzaamheid, waterbouwkundig en ecologie

Nee, onvoldoende diepgang, klimaatverandering

nee, krib wordt grotendeels apart beschouwd. kan meer in samenhang met landschap

Zijn de wensen duidelijk gedefinieerd?

Nee, er zijn te grote negatieve effecten op de bodemligging

Nee

Nee: Duurzaamheid



# Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?

Nee, want bodemerosie geeft steeds grotere problemen voor scheepvaart, landbouw, natuur en infrastructuur

Nee, Actuele ontwikkelingen moeten nog meegenomen worden

Nee. Ontwerp is klassiek en kan beter benut worden met de huidige kennis

nee, ze zijn niet simpel aanpasbaar

Nee, vragen om 'nieuwe blik op' + combi met energietransitie onderzoeken

Nee ze liggen te hoog, teveel erosie rivierbed en ze zijn vanwege turbulente stroming ecologisch niet waardevol en zorgen voor onderhoud kribvlammen

nee, tbv energiewinning niet altijd "handige" vorm, sedimentatie/onderhoud is aandachtspunt en omstroming kan anders

Nee, innovatie is nodig om de negatieve effecten te verbeteren

Nee Te hoog, te inflexibel, te onnatuurlijk, teveel erosie van de bodem

# Voldoen de huidige kribben aan de wensen voor de toekomst ja/nee en waarom wel/niet?

De weerstand in de stroming van de rivier kan bij nieuwe kribben veranderen

Niet in hun huidige en grootschalige toepassing in het riviersysteem, vanwege hun effecten op stroming en sedimenttransport.

Nee, er is onderzoek nodig naar effecten bij hoogwater én bij laagwater

Ecologie (paaiplaatsen, macrobenthos), landschap, recreatie, energie, circulaire gebruik, kunst, aanlegplaats

# Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)

Zie presentaties Anna en Stefan/Yuri

natuurvriendelijke krib.

Recreatie, ecologie,

Energiecombi, stroming, wind, en zon. Minimaal 250 kW per krib

Flexibiliteit, manier van aanleg, circulariteit, integratie fauna

Beleving van de rivier voor recreanten, energiewinning, natuurontwikkeling, doorstroming, contemplatieplek.

Uitdaging is vermindering van bodemerrosie. Recent innovatie in die richting is vervanging door langsdammen

Hoogwaterveiligheid, scheepvaart, tegengaan erosie, verminderen baggerwerk, energie, natuur (stroombeelden), recreatie

Bodemerrosie voorkomen en schuilplaats en paaigrond voor vissen en andere fauna

# Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)

watergeleiding voor veiligheidenergie: stroming / thermisch

- energiewinning- afwatering- erosie/sedimentatie-  
onderhouden verder:- recreatie- flora en fauna-  
duurzaamheid

ecologische habitat (soms ook voor mensen)

Mogelijkheid om in te spelen op lage afvoeren voor  
scheepvaart.Natuur; langsdammen zijn interessant voor  
vissen, misschien kan er nog meer

Beleving. Energie opwekking. Modellering beter afgestemd  
op afvoer functie ook bij met name bij laagwater. Deze  
perioden zijn groter dan hoogwater

reiniging van de rivier / plastic vangen

Invloed op waterstand + stroomsnelheidIn het kader van  
opwek energie + TEO. (Wind en Zonparken liggen  
gevoelig)Als 'vangarm' om o.a. plastic uit de IJssel te filteren

Naast de al genoemde functies zou beleving van het  
landschap rond de IJssel en recreatie een rol kunnen spelen.

Sediment winnen. Bodem rivierbed verhogen. Energie  
opwek. Lineaire stroming tbv natuur. Een uitschuifbare krib  
met aan de kop een turbine tbv energie opwek en  
finetuning waterverdeling. Bestuurbaar via satelliet tbv  
doorgang scheepvaart

# Als we nu een krib zouden herontwerpen, welke functies kunnen we dan combineren in een 'multifunctionele' krib. (benoem de verschillende functies)

Energie: het levert misschien niet heel veel op, maar als je toch aanpast is het wel interessant. Liever dat dan windmolens of zonneparken in de uiterwaard

is energieopwekking wel zo wenselijk?

grondstoffen terugwinnen uit de rivier

Combinatie met energie opwekking, minder onderhoud, toch dezelfde functies blijven behouden op diepte van alle mogelijke waterstanden

waterboerderijen in kribvakken

Niet zozeer kwestie van functie, maar flexibele aanpasbaarheid spreekt me aan

Energie

Sturen afvoerverdeling splitsingspunten?

# Welke beelden heeft u bij een 'circulaire' krib?



# Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

Een visie op de IJssel

monitoring lopende pilot flexibele kribben

Organiseren ontwerpatelier, op schaalniveau krib en rivier met als pilotgebied Zutphen

Ontwerp van pilots en brede evaluatie van bestaande pilots

Gezamenlijke visie op de IJssel

modulair denken: bouw materiaal dat over het hele systeem toegepast kan worden zoals de Xtreme blokken.

brede expertsessie over combi energie en krib

Speeltuin inrichten met duidelijke doelen en vragen. Liefst voor paar kribben

Om modellen uit te testen in testbassins

# Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

onderzoek naar slib/gebiedseigen materiaal als grondstof

Pilot/haalbaarheid energie combi 250 kW

functionele / technische specs beschrijven -> slim aantal krib-vormen kiezen -> modelleren en testen op doelstellingen

Ontwikkel business case voor circulariteit aan de hand van troep die is blijven liggen bij verwijdering van kribben voor de langsdammen

onderzoek naar verschillende kribontwerpen met behulp van (numerieke) modellen, schaalmodellen en pilots.

Meer vergelijkbare proeftuinen

betrek ook RVB als 'eigenaar' van de kribben

Denken in uitvoering, dus doen + Pilot(s) starten. Zijn verschillende disciplines en instanties voor/bij nodig. Gaat verder dan huidige gezelschap. Kan een opmaat zijn naar meer/vervolg

Expirimenteer met andere vormen van kribben in de praktijk dmv aanleg x stream blok. Daarbij tegelijk een drijvende turbine uittesten en effecten gaan meten. Wijs testplek aan zoals kribben in Zutphen vervangen want daar zit flessehals



# Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

Pilot never scale and never fail

Een integrale toekomstvisie op het Nederlandse rivierengebied.

Link naar IRM en samen een serie pilots opzetten

helder krijgen welk probleem opgelost kan worden met kribaanpassingen

Realistische doelstelling voor dit jaar: experiment in de IJssel vervanging van 3 typen kribben samenwerking meerdere partijen

Proeftuin realiseren

krib als plek waar je uit de rivier kunt drinken (drinkablerivers)

Ideeen laten ontwerpen vanuit de verschillende expertises laten doen en daarna met deze uitkomsten aantal opties integraal uitwerken in ontwerp onderzoek. Verschillende schaalniveau's meenemen.

Huidige kribben liggen op andermans gebied

# Wat zijn de eerste concrete stappen om te komen naar een 'multifunctionele en/of circulaire krib'?

Geld

Als secretaris van Kees Hulsbergen: update van eerdere prijsvraag voor innovatieve kribben.

Laten we iets met Hanze doen!

Vraag-aanbod keten bij elkaar brengen

# Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

Terreineigenaren en beheerders uiterwaarden

Kennisinstellingen Marktpartijen Overheden

Rijswaterstaat uiteraard

Energiebedrijven die goed zicht hebben op aandeel en impact van energiewinning bij kribben als onderdeel van totaal

RwsWaterschappen Provincie Innovatie platforms/bedrijven  
Afnemers van de functies van de krib

Overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen, maar ik mis nog de maatschappelijke organisaties

bij HAN hebben we specialistische kennis over bouwen met slib. we zouden graag meedenken met Metoor en RWS.

Rijkswaterstaat, Provincie, Gemeente, experts op gebied water en rivier, ontwerpend onderzoekers

RES regio's / gemeentes (TVW)

# Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

Rijkswaterstaat ,ingenieurs bureaus ,provincie ,gemeentes en bewoners

Rijkswaterstaat, provincies, riviergemeentes, RES partijen, deltares, hkv, natuur organisaties, scheepvaart, lokale (energie)coöperaties

Om een integrale toekomstvisie te ontwikkelen: experts op het gebied van het riviersysteem, gebruikers van de rivier, overheden, economen, ecologen, landschapsarchitecten, etc.

RWS, natuurpartijen, recreatie, energiebedrijven, onderzoeksbureaus, uni's

Open uitnodiging voor ideehouders

tbv energie en kribvormen: Provincies, RWS, Deltares, gemeenten, energiebedrijven, Lintur (en evt. collega's) tbv andere onderwerpen: de daarbij betrokkenen - zoals André nu net bewoners stelt, bijvoorbeeld

Provincie, RWS, Gemeenten, Waterschappen, Onderzoeksinstituten, Gelders Energieakkoord, Cleantech Regio, Liander/Firan/Qirion,

Aanbieders en vraagstellers

lets met de 'oude' Hanze

# Welke partijen zouden – volgens u – samen moeten optrekken?

Taakgroep IJssel

Binnenvaart en recreatievaart

Vereniging Nederlandse Riviergemeenten

Scheepvaart: Schuttevaer

# D Verslag Inhoudelijke brainstorm naar stuwen op de IJssel (9 maart 2021)

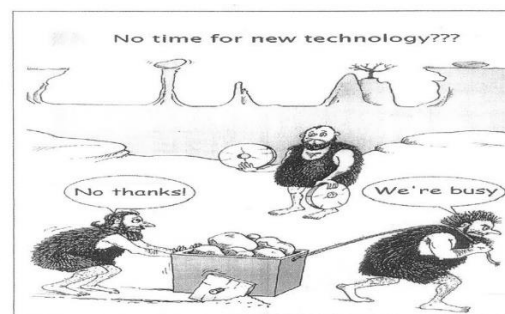
## VERSLAG VAN INHOUDELIJKE BRAINSTORM OVER STUWEN OP DE IJSSEL

Datum: 9 maart 2021, 13:00-14:40 uur

Deelnemers: Nathalie Asselman, Johan Boon, Leon Claassen, Jan Dijkman, Monique van den Dungen, Jurjen de Jong, Erik Mosselman, André Oldenkamp, Louis Post, Milou Wolters

**Monique** zit de bijeenkomst voor. Helaas hebben Rijkswaterstaatcollega's (met uitzondering van **Milou**) afgezegd. **Milou** neemt deel voor vrije discussie vanuit haar inhoudelijke kennis, niet voor standpuntbepaling namens Rijkswaterstaat. **Leon** maakt de kanttekening dat we achteraf beter waterstandsverhoging en droogteproblematiek in de titel hadden kunnen zetten dan stuwen.

Na een voorstelronde houdt **Jan** een pitch (ondersteund door onderstaande afbeeldingen) over zijn voorstel voor een stuw in de IJssel. Het riviersysteem is nu ingericht op extreme hoogwaters, niet op extreme droogte. Laagwaters bedreigen de lokale economie en daarmee welvaart, leefbaarheid en welzijn. Ze krijgen nu ook aandacht in andere agenda's: Laagwater Event 2021 (op 11 maart 2021) van Schuttevaer ("Er moet nu geïnvesteerd worden in vaarwegen"); studies in Duitsland naar stuwen voor waterbuffers en naar minder diep stekende schepen. **Jan** merkt op dat de jaarlijkse neerslag in Nederland in de afgelopen eeuw is toegenomen, maar dat dit zoete water zo snel mogelijk wordt afgevoerd en gemengd met zout water. Hogere waterstanden dankzij een stuw leveren de volgende baten: hogere grondwaterstanden (in het licht van de droogteproblematiek van Oost-Nederland); betere bevaarbaarheid en hogere beladingsgraad; betere bereikbaarheid van havens (ook voor recreatievaart met baten voor de toerismesector); vermindering van schutverliezen bij de sluis van het Twentekanaal bij Eefde (tientallen miljoenen m<sup>3</sup>/jaar); realisatie van een verval voor energiewinning (productie van waterstof met waterkracht).



**Johan** vraagt of **Jan** ook andere oplossingen dan stuwen ziet voor het verhogen van grondwaterstanden. **Jan** ziet die wel, maar heeft zich gericht op het aanpakken van het laagste punt in het grondwatersysteem. Dat is de rivier. Bovendien levert een stuw ook andere baten zoals het opwekken van energie.

**Milou** vraagt of water per se in de rivier moet worden vastgehouden of ook kan worden vastgehouden op de hogere zandgronden. **Jan** antwoordt dat vasthouden elders ook kan, maar dat een stuw op de rivier tevens de bevaarbaarheid verbetert. Scheepvaart is een natuurvriendelijke vorm van transport die positief bijdraagt aan duurzaamheid.

**Leon** meldt dat Rijkswaterstaat tijdens de droogte van 2018 1 miljoen liter diesel verstookte om water uit de IJssel op te pompen naar het Twentekanaal. Hier valt dus zeker het nodige te winnen.

In de discussie wordt twijfel uitgesproken of Rijkswaterstaat voldoende communiceert met de drie waterschappen rond de IJssel. **Milou** verzekert alle deelnemers ervan dat Rijkswaterstaat en de

waterschappen frequent met elkaar communiceren. Omdat dit andere collega's betreft, weet ze niet in hoeverre de problematiek van onze brainstorm daarbij aan de orde komt.

Aansluitend presenteert **Jurjen** een inhoudelijke verkenning van de effecten van een stuw in de IJssel (de slides zijn opgenomen in de bijlage). Tijdens droogte vormt de bovenmond van de IJssel bij de IJsselkop het knelpunt voor de scheepvaart. Hydrodynamische computerberekeningen laten zien dat een stuw bij Zutphen slechts over een beperkte afstand de waterstanden verhoogt omdat het verhang van de Boven-IJssel betrekkelijk steil is. Daardoor heeft de stuw nauwelijks invloed op de vaardiepte op het knelpunt bij de IJsselkop. De geringe waterstandsverhoging verlaagt echter wel de afvoer door de IJssel. Daardoor nemen de waterstanden en vaardieptes stroomafwaarts van de stuw af. Dat heeft nadelen voor de watervoorziening voor de zoetwaterbuffer in het IJsselmeer. Een tweede stuw dicht bij de IJsselkop zou de afvoer ook verlagen. Stuwten leveren bovendien het scheepvaartnadeel van oponthoud in de bijbehorende sluizen.

**Leon** oppert de aanleg van een hoge stuw of overstroombare dam bij Kampen. Die tast de afvoer door de IJssel niet aan. **Jurjen** licht toe dat deze evenmin de vaardiepte vergroot op het scheepvaartknelpunt bij de IJsselkop. Waterstanden vormen geen beperkingen voor de scheepvaart in de benedenloop. **Leon** merkt op dat de hogere waterstanden dankzij zo'n dam de uiterwaarden vaker laten onderlopen en zo infiltratie naar het grondwater mogelijk maken, al zet het waarschijnlijk meer zoden aan de dijk als dit water actiever wordt geïnfiltreerd in bijvoorbeeld oevers of op de hoger gelegen zandgronden zoals die van de Veluwe. Dit speelt met name in droge periodes als veel IJsselwater dat uitstroomt in het IJsselmeer verdampt. **Jan** spreekt zijn interesse uit voor oplossingen benedenstrooms van Zutphen.

**André** vraagt of het knelpunt in de Boven-IJssel te maken heeft met het feit dat vroeger de Oude IJssel naar de Rijn toe stroomde terwijl de IJssel nu Rijnwater afvoert naar het IJsselmeer. Onderzoek van Kim Cohen (Universiteit Utrecht) heeft hiervan meer details in kaart gebracht. **Erik** antwoordt dat de IJssel al in het eerste millennium van de jaartelling ontstaan is, terwijl de voor het knelpunt relevante lay-out van de IJsselkop, normalisering en bochtafsnijdingen van de laatste paar eeuwen dateren.

**Milou** wijst erop dat hogere waterstanden ook knelpunten voor de scheepvaart veroorzaken omdat ze de doorvaarthoogte bij bruggen beperken.

Er ontstaat discussie over de afstand waarover hogere waterstanden op de rivier ook de grondwaterstanden verhogen. **Nathalie** en **André** betwijfelen of het effect echt maar tot 1 à 3 km beperkt is. Studies voor de Veluwe langs de linkeroever van de IJssel suggereren dat de invloed verder reikt. **Leon** geeft aan dat 1 à 3 km typisch de afstand is waarover kortdurende waterstandsfluctuaties uitdempen. Langdurige structurele waterstandsverhogingen beïnvloeden een groter gebied. **Jan** beaamt op basis van zijn ervaring met wateronttrekkingen dat een beperking tot 1 à 3 km te kort door de bocht is. **Erik** geeft aan dat adviesbureaus in het kader van Ruimte voor de Rivier geohydrologische modellen gemaakt moeten hebben van de omgeving. Die bevatten informatie over de opbouw van de ondergrond. **Leon** weet dat er uittreeverliezen zijn: kwel naar de diep in de ondergrond ingesneden IJssel kent nauwelijks weerstand door het ontbreken van kleilagen. We constateren een kennisleemte ten aanzien van de wisselwerking tussen de rivier en het grondwater in een groter gebied. Volgens **Leon** is deze kennis waarschijnlijk wel al beschikbaar.

**André** pleit voor een integrale benadering waarin ook de mogelijkheden beschouwd worden van maatregelen in de Waal om meer water naar de IJssel te sturen. Molens voor waterkracht in de Waal kunnen de gewenste opstuwing leveren. **Nathalie** merkt op dat een stuw in de Waal niet haalbaar is vanwege het enorme sluizencomplex dat nodig zou zijn om het drukke scheepvaartverkeer te laten



passeren. **Milou** en **Johan** beamen het belang van een systeembenadering. **Milou** denkt daarbij aan optimalisering van de *trade-offs* tussen enerzijds de toename van het aantal vaardagen dankzij hogere waterstanden en anderzijds het reistijdverlies en de benodigde aanpassing van bruggen als gevolg van stuwen.

**Jan** licht toe dat ondernemers in Oost-Nederland nu door de ervaringen in 2018 niet geneigd zijn om in scheepvaart te investeren. Ze vinden vervoer over water niet betrouwbaar.

**Nathalie** vraagt aandacht voor de ecologische effecten van een stuw. Hogere waterstanden hebben een positief effect omdat ze de grondwaterstanden verhogen. Het effect op de overstroming van uiterwaarden is neutraal omdat een stuw bij hogere afvoeren open zal staan. Een negatief beeld ontstaat uit ervaringen met de Maas. Daar wisselen periodes waarin de rivier stroomt zich af met periodes waarin de stuwpannen bakken met stilstaand water vormen. Soorten zijn vaak ingesteld op één van de twee omstandigheden. Er zijn weinig soorten die in beide omstandigheden goed gedijen. Dit heeft geleid tot een verarming van het ecosysteem. We constateren dat we bij de IJssel kunnen leren van ervaringen uit de Maas. Een stromende rivier is volgens **Leon** het KRW-doel voor de IJssel. Daarom pleit hij voor een stuw in de monding waar de stroming toch al tot stilstand komt.

**Johan** vat samen dat deze brainstorm heeft geleid tot (i) een behoefte aan meer kennis over het grondwatersysteem; (ii) het nut van de analogie met de Maas; (iii) een behoefte aan een systeembenadering die duidelijk maakt aan welke knoppen we kunnen draaien om bepaalde effecten te bewerkstelligen.

**Milou** memoreert dat de bodemligging van de IJssel en andere Rijntakken volop aandacht krijgt binnen het programma IRM (Integraal RivierManagement).

**Jan** noemt de brainstorm leerzaam en geeft aan dat zijn interesse uitgaat naar de kleinere schaal van de regio. Dit betreft steden en haventjes, en welvaart volgens Kracht van Oost 2.0. Hij stelde weliswaar een stuw voor, maar het is natuurlijk ook goed als problemen langs een andere weg kunnen worden opgelost. Belangrijk is dat ondernemers weer vertrouwen krijgen in vervoer over water.

# BIJLAGE: PRESENTATIE VAN INHOUDELIJKE VERKENNING DOOR JURJEN

(in hogere resolutie beschikbaar in afzonderlijk bestand)



**Deltares**

**Brainstorm  
Stuwen op de IJssel**  
Inhoudelijke verkenning

Jurjen de Jong

9 maart 2021

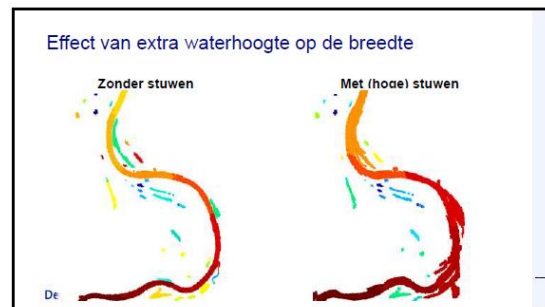
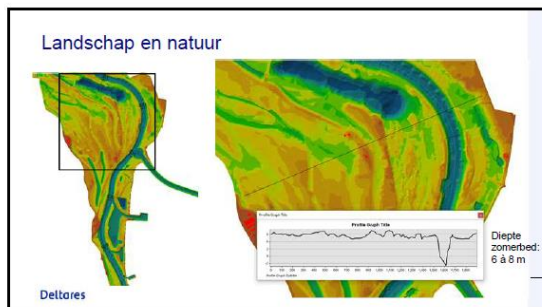
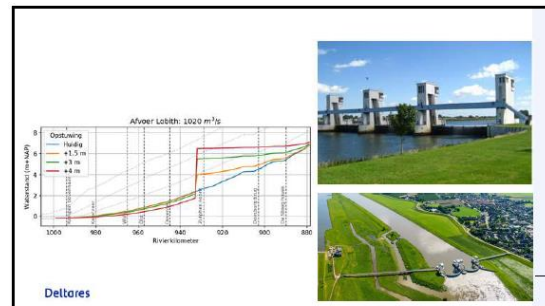
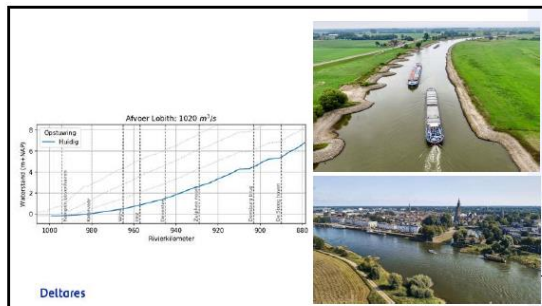
enabling delta life



**Een kwetsbare rivier**

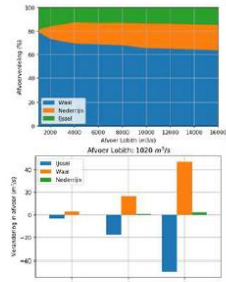
- Kwetsbare rivier voor lage rivierafvoer
  - Ondieptes (in 2018 tot 100 cm onderschrijding OLR, 2,5 m)
  - Niet lokale knelpunten, maar kritische trajecten
  - Engtes (met ontmoelingsverboden)
- Klimaatverandering
  - Vaak droge jaren, meer laagwater dagen per jaar
  - Bij snelle klimaatverandering neemt de terugkeertijd van een jaar als 2018 af van 60 jaar, naar 10 jaar.
- Bodemerrosie en afvoerandering
  - Door bodemerrosie op de Waal, kan in 2050 bij lage afvoeren ongeveer 20 tot 30 m<sup>3</sup>/s minder naar de IJssel (30 tot 40 cm)
  - Door bodemerrosie op de IJssel zal de bodem en waterstand tot 10 cm extra dalen.

**Deltares**



## Inloed op afvoerverdeling

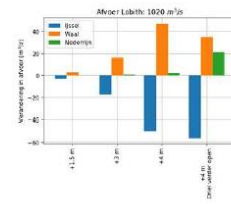
- Stuwen zorgen voor een lagere afvoer op de IJssel
- Vanuit zoetwatervoorziening en bufferwerking juist meer afvoer naar IJsselmeer
- Wel een toename in afvoer naar de Waal



Deltares

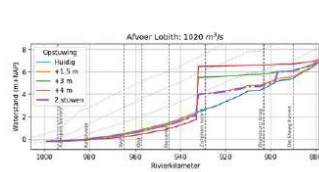
## Sturing met Driël?

- Beperkte sturingsmogelijkheden met Driël.
  - Enkel meer afvoer naar Nederrijn
  - Nog minder afvoer naar IJssel (en Waal)



Deltares

## Meer stuwen



- Tweede (lage) stuw boven Doesburg
- Zelfde effect op afvoerverdeling

Deltares

## Sluiskolken

- Huidige intensiteit per dag
  - 50 schepen
  - 30.000 ton
- Vergelijkbaar met de Maasroute:
  - 2 (of meer) kolken



Sluis en Sluis Beleid

Deltares

## Integraal systeem

### Zoetwatervoorziening

- Het schutdebiet bij Eefde is maximaal 3 m³/s bij 8 m verval.
- Een stuw reduceert dit met 1/3

### Hoogwaterveiligheid

- Beperkt effect (stuw open bij hoge afvoer)

### Waterkrachtcentrale

- 2 m verval, 300 m³/s → 6 MW (helft van Linne, Lith, Amerongen)

### Grondwaterstand

- In een buffer (1 tot 3 km) rond de IJssel neemt de waterstand toe

Deltares



[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)
[@deltares](https://twitter.com/deltares)
[linkedin.com/company/deltares](https://www.linkedin.com/company/deltares)

[info@deltares.nl](mailto:info@deltares.nl)
[facebook.com/deltaresNL](https://www.facebook.com/deltaresNL)



Deltares

# E Verslag Werksessie Scheepvaart van de Toekomst (25 maart 2021)

# Verslag

**Datum verslag**

25 maart 2021

**Contactpersoon**

Ellen Tromp

**Doorkiesnummer**

+31(0)88 335 7340

**E-mail**

Ellen.Tromp@deltares.nl

**Aantal pagina's**

1 van 31

**Datum bespreking**

25 maart 2021

**Vergadering**

Werksessie Scheepvaart van de Toekomst

**Aanwezig**

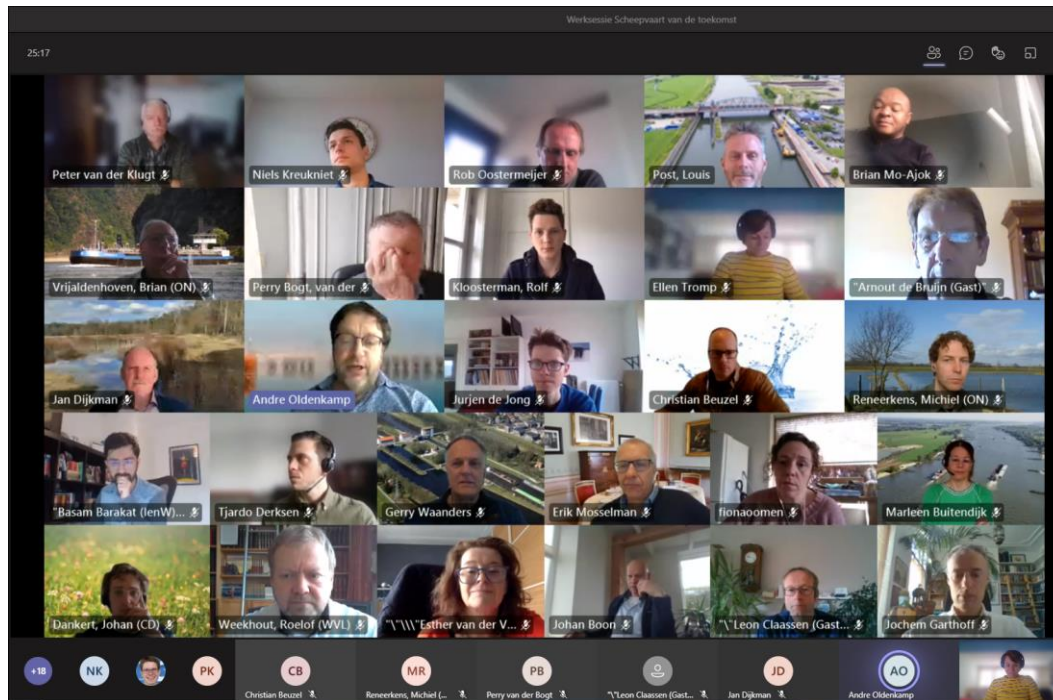
André Oldenkamp / Arnout de Bruijn / Bas Kelderman / Basam Barakat / Brian Mo-Ajok /  
 Brian Vrijaldenhoven / Christian Beuzel / Ellen Tromp / Erik Mosselman / Esther van der Velden /  
 Fiona Oomen / Frederik de Raat / Gerry Waanders / Jan Dijkman / Jeroen Rijke / Jeroen van der Ende /  
 Jochem Garthoff / Johan Boon / Johan Dankert / Jurjen de Jong / Leon Claassen / Louis Post /  
 Marja Hamilton-Huisman / Marleen Buitendijk / Michiel Reneerkens / Niels Kreukniet / Perry van der Bogt /  
 Peter Jos de Jong / Peter van der Klugt / Rob Oostermeijer / Roelof Weekhout / Rolf Kloosterman /  
 Tjardo Derksen / Ton van Meegen

## 1 Welkom en aftrap werksessie

Zutphen is een Hanzestad gelegen aan de rivier de IJssel. Louis Post (gemeente Zutphen) geeft aan dat de IJssel belangrijk voor Zutphen is. Vanuit oogpunt recreatie en toerisme, maar ook vanuit oogpunt transport en overslag van goederen. Louis geeft aan dat we “de kansen van vervoer over water moeten vergroten en benutten; Vanuit een economisch perspectief, maar ook vanuit duurzaamheid (CO<sub>2</sub> + NO<sub>x</sub> reductie). Meer transport over water kan leiden tot minder stikstofuitstoot, zeker in relatie tot congestie op de weg. Landelijk wordt vooral gekeken naar congestie Rotterdam/A15, echter moeten we ook pleiten voor de noordelijke route Kornwederzandsluizen + North Sea Baltic corridor en hierin ook de wegen A1, A12, A50 meenemen. Uiteraard is het wel een voorwaarde dat havens goed bereikbaar zijn en de IJssel bevaarbaar is en blijft, dit ook in relatie met het Twentekanaal”.

Het is algemeen bekend dat het grootste infrastructurele knelpunt op de IJssel de Oude IJsselbrug bij Zutphen is. Vrijdag 19 maart jongstleden heeft een schipper zijn stuurhuis er nog afgevaaren. De boodschap aan het begin is: denk in mogelijkheden en niet in beperkingen. Hierna legt André Oldenkamp (workshopleider) kort de digitale huisregels uit en licht het programma toe (zie hieronder). Doel van de sessie is het inventariseren en in beeld brengen van de mogelijkheden

Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 - 09.40 uur	Welkom	Louis Post – Gemeente Zutphen
09.40 - 10.00 uur	<i>Pitch</i> De IJssel als klimaatrobuuste vaarweg	Jan Dijkman (FOR-consult) & Jurjen de Jong (Deltares)
10.00 - 10.50 uur	<i>Interactieve sessie:</i> “Hoe kunnen we blijven varen?”	André Oldenkamp & Ellen Tromp
10.50 - 11.00 uur	Koffiebreak	
11.00 - 11.20 uur	<i>Pitch</i> Hoe kunnen we de scheepvaart en relevante infrastructuur verduurzamen?	Rolf Kloosterman (Provincie Gelderland)
11.20 - 12.00 uur	<i>Interactieve sessie:</i> “Duurzame Scheepvaart”	André Oldenkamp & Ellen Tromp
12.00 - 12.15 uur	Samenvatting van de opbrengst Reflectie Afsluiting	workshopleider



Figuur 1 Groepsfoto van de werksessie 'Scheepvaart van de toekomst'

## 2 De IJssel als klimaatrobuuste vaarweg

Jan Dijkman (For-consult) en Jurjen de Jong (Deltares)  
Zie slides in de bijlage

Jan Dijkman (vanuit het perspectief van het bedrijfsleven) houdt een pleidooi voor het vormen van een "IJsselplatform" waar overzicht is wat er gebeurt en van waaruit op basis van een integrale visie regie wordt gevoerd. Het platform kan ook als vraagbaak dienen. VNO-NCW (Rob Oostermeijer) onderschrijft dit.

Het gaat niet alleen om aanpassingen in de rivier; het is ook de vraag hoe de kwetsbare transportsector om kan gaan met de dynamiek van de rivier. Jurjen de Jong schetst hier meer achtergrond van, waarbij hij dieper ingaat op de risico's die op ons afkomen. De IJssel is een natuurlijke rivier, en in de binnenbochten ontstaan ondiepten, dat is lastig manoeuvreren voor schepen. Gegeven de klimaatscenario's in geval van snelle klimaatverandering lijkt de droge zomer van 2018 in de toekomst elke 10 à 20 jaar voor te kunnen gaan komen; de herhalingstijd is nu nog eens in de 60 jaar. Een andere bedreiging is de doorgaande bodemerrosie, met consequenties voor de vaarweg bij (1) vaste lagen, (2) aansluitingen, en (3) afvoerverdeling.

Jurjen schetst het volgende mogelijke pallet aan maatregelen (1) vergroten waterdiepte, (2) herstellen rivierbodem, en (3) aanleg van 'stuwen'. Elke maatregelen heeft zijn voors en tegens en wordt soms in een programma als Integraal Rivier Management (IRM) al meegenomen.

De volgende vragen werden in de chat en na afloop van de presentaties gesteld:

Basam Barakat (MinlenW) stelt de vraag waarom met name kleinere schepen (Va) over de IJssel varen en is dit beeld anders dan bij andere klasse Va vaarwegen? Jurjen legt uit dat dit heeft te maken met enerzijds de eindlocatie en dat de schepen vroeger kleiner waren, en schepen worden ook niet snel vervangen. Roelof Weekhout (RWS) vult aan dat de IJssel is 'ontworpen' als een klasse IV- vaarweg. Gerry Waanders (port of Twente) duidt dat de Twentekanalen nu worden verruimd naar een klasse Va vaarweg met een afluaddiepte van 2,80 m (gereed december 2022) wat ook effect zal hebben op de schepen op de IJssel.

### 3 Interactieve sessie 'Hoe kunnen schepen blijven varen?'

Hiervoor maken we gebruik van Mentimeter. De oefenvraag laat zien dat de meerderheid kan leven met de verlenging van de lock down (dit verder terzijde).

#### A. Welke opgaven kunnen we combineren?

**Welke opgaven kunnen we combineren?**

Natuurontwikkeling en energieopwekking

Water infiltreren in natuur

Natuur ontwikkeling met meanders en herontwerp kribben en natuurvriendelijke brede oevers. Zoetwater winnen in de oevers

Innovatief scheepontwerp op gebied van laagwatervaren & verduurzaming scheepvaart

Modelshift en economische ontwikkeling

- water vasthouden tov vlot afvoeren- innovatieve ontwikkelingen schepen- andere indeling rivier

Toerisme gericht op het beleven van de rivier

Alles, im denkt hier ook over na

Innovatieve schepen

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

46

**Welke opgaven kunnen we combineren?**

Grondwaterbeheer, waterstand, schutsluizen

Recreatie als economische kans

Verhogen waterniveau, grondwaterpeil, ontwikkeling havens, energietransitie

Opstuwen van water om te blijven varen, Verhoogd grondwaterstanden, Natuurontwikkeling en ecomische ontwikkeling, Brede welvaart

Ondieper varen dus laat rivier natuurlijk zonder teveel baggeren

Hubs maken: beetje old Skool model shift (een overloop: diepe schepen waar kan, verder vervoeren producten met andere kleine schepen of andere lichte elektrische vervoer)

Bereikbaarheid voor alle transportmodaliteiten in combinatie met verdere economische ontwikkeling

Co2 en Nox reductie

Ruimtelijke opgave west nl

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

46

## Welke opgaven kunnen we combineren?



- Natuurontwikkeling en energieopwekking
- Water infiltreren in natuur
- Natuur ontwikkeling mbt meanders en herontwerp kribben en natuurvriendelijke brede oevers. Zoetwater winnen in de oevers
- Innovatief scheepsontwerp op gebied van laagwaterveren & verduurzaming scheepvaart
- Modelshift en economische ontwikkeling
- water vasthouden ipv vlot afvoeren- innovatieve ontwikkelingen schepen- andere indeling rivier
- Toerisme gericht op het beleven van de rivier
- Alles, Im dankt hier ook over na
- Innovatieve schepen



## Welke opgaven kunnen we combineren?



- Grondwaterbeheer, waterstand, schutsluizen
- Recreatie als economische kans
- Verhogen waterniveau, grondwaterpeil, ontwikkeling havens, energietransitie
- Opstuwen van water om te blijven varen. Verhoogd grondwaterstanden. Natuurontwikkeling en ecologische ontwikkeling. Brede veerwaart
- Onderpeper varen dus laat rivier natuurlijk zonder teveel baggeren
- Hubs maken: beetje old Skool model shift (een overloop: dispe schepen waar kon, verder vervoeren producten met andere kleine schepen of andere lichte elektrische vervoer)
- Bereikbaarheid voor alle transportmodaliteiten in combinatie met verdere economische ontwikkeling
- Co2 en Nox reductie
- Ruimtelijke opgave west nl



## Welke opgaven kunnen we combineren?



- Waterbeheer van de Rijn met die van de IJssel
- Werken als waterbuffer net als het IJsselmeer
- zorg dragen voor milieu en energie winning, lucht/waait: Fijnstof en VOC, energie uit het water halen > getijden en warmte en koude verschillen enz. zodat de schepen op waterstof en/of elektrisch kunnen bij tanken wat lokale business genereert
- Een soort van PieNic maar dan maritiem platte snelle elektrische lichte vervoer vanuit hubs
- Overslag hubs realiseren / modal shift bevorderen / multimodaal
- Aanpakken obstakels in de IJssel zoals bruggen
- Onderzoek suppletie bodem (IRM)
- Onderzoek naar onbemande schepen waardoor kleine schepen in theorie aantrekkelijk kunnen blijven/worden
- Rijn en IJssel kunnen niet los van elkaar worden gezien







We moeten ook naar het spoor van de ruimtelijke ordening kijken. Er is ruimte voor bedrijven aan het water, maar tegelijk zitten veel bedrijven (~35%) aan het water die geen relatie met het water hebben of overslagfaciliteiten hebben. Hier is beter op te sturen, aldus Gerry Waanders.

Marleen Buitendijk (Schuttevaer) vraagt ook aandacht voor de ambitie van de Rijksoverheid om meer transport over water en rail te laten gaan. Dit sluit aan bij de modalshift beweging.

## B. Wat gebeurt er al qua initiatieven?



## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

**Slimme logistieke concepten**

Digitale Twin Vaarwegcorridor

IRM (programma Integraal Riviermanagement) bij rijksoverheid

Digitalisering en Smart logistiek concepten.

Klimaatpark IJsselpoort

Praktijkgericht onderwijs bij HBO: civiele techniek, logistiek, bedrijfskundig etc.

Het integraal bespreekbaar maken van het nut van de IJssel.

Wij ontwikkelen een innovatie tbv varen met verminderde diepgang bij eenzelfde hoeveelheid lading. Doel is tevens brandstofbesparing

Beheersmaatregelen voor veilige en vlotte vaart.

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Verduurzaming scheepvaart via waterstofproductie, nav GLDH2 initiatief

Krib van de toekomst: Plan oude meanders opnieuw aansluiten zoals Fraterwaard Doesburg

Strategische verkenning rivieren

Veel Irm. Kneelpunten rivieren. Robuustheid voorwegen. Modaal shift inzet. Kademuuren actie.

Rivierklimaatpark (Traject Westervaart - Haverkerwaard) heeft o.a. de ambitie om een 8-tal scheepvaartpunten tegen te gaan gecombineerd met het tegengaan van bodemerosie (secundair doel).

Bredere scoop vanaf de kust naar het achterland (het hoeft immers niet allemaal via Rotterdam of andere zeehavens in het westen)

Resilient IWT in het kader van Horizon Europe (Green Deal)

Nieuwe scheepsontwerpen

Er wordt gelukkig al veel verbonden

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Ook professionals uit bijvoorbeeld Nord West R uitnodigen en hubs als Straatsburg (dan krijgen we meer oog op de behoeften aldaar)

Toekomst onderzoek naar logistieke stromen

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Gebruikte afkortingen:

- IRM=Integraal Rivier Management
- KBN=Klimaatbestendige Netwerken
- KRW=Kaderrichtlijn Water
- PAGW=Programmatische Aanpak Grote Wateren (natuurontwikkeling)

Reacties via de chat:

Erik Mosselman (Deltares) voegt toe dat het IJsselwater al gebruikt wordt voor drinkwater via infiltratie in uiterwaarden. B.v. Koppelerwaard? Jurjen de Jong vult aan dat het opzetten niveau IJsselmeer onderzocht wordt om een groter zoetwaterbekken te hebben. Een onderdeel van deze maatregel kan zijn dat er op momenten meer water aangevoerd moet worden naar het IJsselmeer via de IJssel.

Christian Beuzel (Cleantech regio) vraagt wat het verschil is in wateraanvoer vanuit Duitsland en Frankrijk over de afgelopen 20 jaar? Roelof Weekhout en Erik Mosselman reageren hierop: Rijn heeft een zeer groot verzorgingsgebied in Duitsland. De Maas heeft een heel smal verzorgingsgebied in Noord-Frankrijk en België. De hoeveelheden zijn anders maar hoge en lage afvoeren van Maas en Rijn zijn sterk gecorreleerd omdat ze afhangen van dezelfde weerspatronen. Binnen de jaarlijkse variaties zijn over afgelopen eeuw geen trends te onderscheiden. De lage waterstanden van 2018 braken records vanwege de bodemerrosie; de afvoeren zelf braken geen records.

## C Welke verbindingen kunnen we maken? (gezien de opgave en op basis van wat er al loopt)

The slide features a background image of a river landscape. It contains several text boxes with the following content:

- risicodiagnose over klimaatbestendigheid
- Er wordt gelukkig al veel verbonden
- IRM verbindt al de belangrijke rivierfuncties incl. ecologie & natuur
- Aansluiting HBO onderwijs kan beter
- Rivierontwikkelingen op lange termijn in relatie tot grondwaterhuishouding
- Recreatie en verduurzaming: H2 Safari
- Van grote ruimte "systeem" schaal naar regionale schaal
- RES regionale energie strategie en opwek uit water (energie + TEO)
- IJsselwater gebruiken als drinkwater

Logos at the bottom include Zutphen, provincie GELDERLAND, and Deltares.

## Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

**Oplossen knelpunten bij kruisingen weg/spoor met water.**

**Verduurzaming en modaal shift.**

**IRM is nog teveel gestoeld op sediment. De omgeving zou dat breder willen zien bij energie opwek en recreatie toevoegen.**

**Level IJsselmeer en level IJssel**

**- veel "los" onderzoek soms zelfs haaks op ander onderzoek samenwerken beter ontwikkelen**

**energie winning, emissies omzetten, getijden in combinatie warmte en koude verschillen...waardoor er energie (waterstof en /of electric) aan aa de schepen kan worden geleverd.**



**Level Rijn en level IJssel**

**IRM en economische doelen uit de regio**

**Vaarwegontwikkeling benaderen vanuit de hele corridor**



## Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

**Havenontwikkelingen/wensen**

**Verkorten reistijden door verminderen wachttijden bij sluisen.**

**Verladers goed betrekken in dit vraagstuk.**

**Natuur en economische ontwikkeling. Verduurzaming door vermindering uitstoot met vervoer over water. Dit leeft te weinig en moet met cijfers concreet gemaakt worden.**


**Logistiek kan wat meer afstemmen op uitwisseling van transport over water naar weggen vice versa door ontwikkeling soort nieuwe kleinere stapelbare containers**

**Oude IJsselbrug => weg, water, spoor**

**Zoetwater winning door oppervlakte water ipv water laten wegstromen of verdampen in IJsselmeer**

**Internationale aansluiting**

**Wijzigen drinkwater voorziening randstad waardoor meer water beschikbaar is om meer water richting IJssel**



## Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

**Laatste jaren is ook zeer kleinschalige binnenvoort voorzichtig aan een opmars bezig. Denk aan vervoer op stadsgrachten. Aantal nieuwbouwprojecten- veelal elektrisch.**



## D Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (bv. Is ondiepe scheepvaart een optie?)

### Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie?)

Een schip kan heel eenvoudig ondieper laden. De diepgang is immers flexibel, hij neemt gewoon minder mee

Ondiepere scheepvaart is vaak genoemd, maar haast niet uitvoerbaar

Autonomie kan in theorie kleine schepen aantrekkelijk houden, ook al omdat die beter passen bij fijnmazigheid van waterwegen

Schepen zijn al kleiner, en schippers kunnen flexibel hun lading aanpassen

Laagwaterschepen. Ketens van kleinere schepen

Ondiepe scheepvaart heeft tot gevolg dat er meer schepen komen en dat geeft extra drukte bij de knelpunten zoals sluisen en bruggen

Ondiepe scheepvaart -> moet wel economisch blijven

Verdienmodellen om ook ondiepere scheepvaart wel rendabel te maken

Ja... schip kan technisch ondieper ontwikkeld worden. Maar dat is voor bestaande schepen denk ik lastig

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

### Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie?)

Geautomatiseerd varen.

De trein/vrachtwagen nemen tijdens laagwater

Als er 9 maanden in een jaar voldoende water is. Zoiet er geen prikkel zijn een ondiep schip te bouwen

Laagwaterschepen. Ketens van kleinere schepen

Dromen: een drone in de vorm van een bubbel die goederen verplaatst middels waterstroom

André, is dit de vraag die jij zoekt bedoelde? Ondiepere scheepvaart lijkt namelijk mogelijk - nader onderzoek noodzakelijk

Ontwerp kleinere stapelbare containers die minder wegen zodat dieptelegging kan worden beïnvloedt en koppel de containers meer in de lengte zodat er meer kan worden meegenomen

In kader van meer vervoer via water juist meer volume mee kunnen nemen.

Ontwerp de bodem van schepen zodanig dat die de bodem enigszins kunnen schrappen bij langsvaren

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

### Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie)?

Bredere schepen welke minder diep liggen, maar wel meer mee kunnen nemen. Maar dan moet je helaas wel éénrichtingsverkeer instellen :-)

Een schipper die investeert in een nieuw schip voor komende 30 jaar heeft voor geringe meerkosten een groter schip. Alleen met subsidies of belasting over te halen naar kleiner

Amfibe voertuig: Rotterdam kent de waterbus die zowel vaart als rijdt. Wellicht een toevoeging

Zijn verschillende groottes van te duwen delen mogelijk. Groot/klein, veel/weinig. Zodat met verschillende dieptes gevaren kan worden?

Aanpassingen aan voorstuwing

Bij en afladen van containers en bulk makkelijk maken ( hubs)

Lichtere lading vervoeren

Rust schepen uit met een flexibele schil die je op kunt pompen mbt drijfvermogen

Subsidies en belasting - ook reggeving

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Opgemerkt wordt dat het lastig is om de diepgang van bestaande schepen te veranderen. Met minder belading gaat het uiteraard wel, maar dit is al geoptimaliseerd. Nieuwe transportmiddelen bieden wel mogelijkheden.

### E Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

### Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Langsdammen

Dam in IJsselmonding

Voor langsdammen is de IJssel te smal

Suppleren

Verhogen bodem viaal en pannerdems kanaal en ijssel.

Langsdammen in IJssel is geen optie

Verhogen rivierbodem. Langsdammen. Sluizen.

Verhouding splitsingspunt, wijzigen. Meer sediment op de bodem.?

Afvoerverdeling aanpassen

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Rijn ondieper maken stroomafwaarts van de splitsing met de IJssel

Sedimentsuppletie

De waal wat meer knijpen ten gunste IJssel. Knijpen door flexibele constructies die meebewegen met waterstanden en scheepvaart.

Hoger waterpeil IJsselmeer

Vernieuwing bodem

Sluis/stuw bij IJsselmeer (aan het eind)

Niet mijn knowhow, dus een poging zijn er mogelijkheden zoals waterberging die we in de stedelijke ontwikkeling tegenkomen die ook voor rivieren kan dienen oid

Stuwen van water in waal en IJssel

Afvoerverdeling beter reguleren

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Extra geulen aanleggen om water langer in gebied te houden

Op de IJssel zijn voorwegaatregelen beperkt: er is weinig ruimte voor langsdammen en kribben. Suppleties van sediment middels van een semi-vaste laag (te beginnen in de overdeplees) werkt het meest duurzaam.

Langsdammen

Grote watergebieden inrichten in de buurt die gevuld/geleegd worden afhankelijk van de waterstand

Afvoer beperken, maar eerste reactie is niet per se IJsselmeer verhogen

Afvoerverdeling herstellen naar oorspronkelijke instelling

Leuk dat voorstel om Wadafvoer te knijpen

Vasthouden water in landelijk gebied

Scheiden van functies: een lateraal kanaal aanleggen

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Water stroomt in westen nu teveel naar zee

IJsselmeer verhogen in het voorjaar

Drinkwatervoorziening westen van land anders organiseren.

Bufferen van water

Vanuit landschappelijk perspectief wil je zo lang mogelijk regen water in het land vasthouden in plaats van afvoeren naar rivier.

Wel blijven accepteren dat er een onderscheid is tussen een snelweg en een provinciale weg (vanuit economisch oogpunt voor de scheepvaart)

Kan het land niet als opslag gebruikt worden. Overal de sloten ed vullen op momenten van hoger water. Als buffer voor drogere periodes

Meer water tijdens drogere periode door tijdelijke waterbuffering tijdens natter e periode (ook buiten NL)

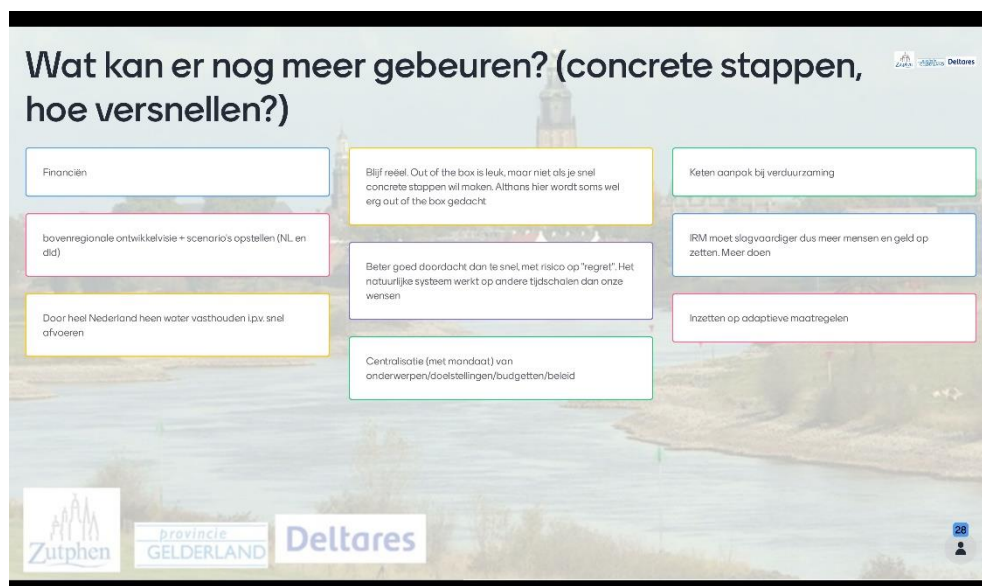
Met zeespiegelstijging kan westen beter insteken op drijvend wonen en daarmee kan waterstand omhoog

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares



Bij lage waterstanden gaat er meer water via de Waal naar het westen, mede veroorzaakt door de erosie. Dit zou hersteld moeten (kunnen) worden. Andere vaak benoemde reden is dat het water in het westen nodig is voor drinkwater, voor terugdringen verzilting en voor bedrijven. De vraag is of de opbrengst van het water in het westen daarmee hoger is dan de opbrengst in Oost-Nederland? Dit is, voor zover de aanwezigen bekend, nooit uitgezocht. Jeroen Rijke (HAN) pleit ook om niet alleen naar korte-termijn afhankelijkheden te kijken, maar kijk ook naar lange-termijn ontwikkelingen, want de economische waarde kan in de toekomst in ten gunste van het oosten van het land omslaan. Aanbevolen wordt om een nadere onderbouwing te geven (economische analyse) van de afvoerverdeling.

## F Wat kan er nog meer gebeuren (concreet)?





## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Relevante en prioritering duidelijk stellen (en oantonen) om budget te alloceren vanuit Rijk en Regio.

Kopgroep van deskundigen en gebiedseigenaren opdracht geven voor nadere invulling integrale visie op de IJssel

Versnippering initiatieven voorkomen. Pak problemen op vanuit een centraal plan.

Lateraal kanaal?

IJsselmeer heeft veel meer potentie om water beter te benutten. Zet daar meer energie op

systeembetere

Grondwaterbeheer moet accepteren dat er hogere standen zijn t.b.v. opvangen van te lage standen

Goed doordenken wat de consequenties zijn van te veel en te weinig water in de regio, van hieruit afwegingskader creëren voor concrete stappen

Goede afstemming tussen overheden en projecten

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Een nieuw schip bouw je niet snel en voor langere tijd. Dus het ontwerp moet wel future proof zijn

Hoe past de IJssel in de totale waterbalans van de regio?

voor de proeftuin samenwerking met scholing enz... vergunning voor innovatie-testen sneller vergunnen i.v.m. de ROI berekenen vanuit de praktijk> provinciale, RWS, I&W enz...

Waarom een kanaal aanleggen? Als het alleen om water gaat, kun je ook een buis aanleggen

Kunnen schepen naast hun radar, ook de diepgang continu monitor terwijl ze varen om zo de ondiepe stukken in het kanaal of rivier realtime te ontlopen

Pilot(s) starten

Maak Europees geld vrij voor de grate

Vanuit verschillende sectoren bepalen wat nu precies het probleem is dat we op proberen te lossen

Nauwkeuriger voorspellen van de waterdiepte er

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

De regeltechniek biedt handvatten voor een systeembetere

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

In het gesprek wordt mede door Brian Vrijaldenhoven (RWS) benadrukt om reëel te blijven, juist ook om concrete stappen te kunnen zetten die realistisch, haalbaar en betrouwbaar zijn. Vanuit VNO-NCW worden de opmerkingen herkend, maar wordt opgemerkt dat op basis van het geïnterviewde nog wel een bredere raadpleging cq. bijeenkomst georganiseerd zou kunnen worden.

Maak een deskundigen-kopgroep en zorg voor een vervolg op deze sessie. Het is van belang om met elkaar het gesprek te voeren.

Via de mentimeter wordt ook een lateraal kanaal (zoals het Julianakanaal) gesuggereerd, die wellicht op korte termijn niet realistisch is, maar ons wel uitdaagt om naar oplossingen buiten de IJssel te kijken.

In de chat volgen hier nog enkele reacties op, te weten

Een lateraal kanaal vraagt ook water (om te schutten bijvoorbeeld), maar hier komt wel de reactie dat dit aanzienlijk minder vraagt dan de IJssel op dit moment. Het voorbeeld van het Julianakanaal wordt aangehaald waar 20m<sup>3</sup>/s benodigd is.

## G Wat én wie hebben we hiervoor nodig?

The slide features a background image of a river landscape. It contains a grid of nine text boxes with the following content:

- IJssel-ambassadeur
- Ligt aan de doelstelling
- Ontwikkelingsleider Oost NL
- Triple helix aanpak
- Iedereen aan tafel met een open mind
- Mandaat met deskundigheid en draagvlak
- Inzicht, Experts: De juiste instanties (met bevoegdheid).
- De Duitsers
- Schippers

Logos at the bottom include Zutphen, Provincie Gelderland, and Deltares. A small icon in the bottom right corner shows a person and the number 92.

## Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Nodig zijn: concrete doelstellingen, budgetten, bevoegdheden, kennisWie mensen met benodigde kennis en uitvoeringscapaciteit

Mandaat en budget van prov. Overijssel/Gelderland om breed onderzoek te starten door de koplopersgroep

Goede systeembeschouwing opgestelde door experts. Vervolgens doorkrachtige overheid om de plannen integraal te verzilveren

Iemand die mbt een riviertak meer mandaat en middelen heeft rechtstreeks onder een ministerie

"proeftuin ruimte"

Actor die belangen van toekomstige generaties bewaakt

elkaar : publiek en privaat

Samenwerkingsinitiatieven met budget

2 miljard

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Inspiratie

Commitment, doorzettingsmacht, reductie overlegstructuren en verminderen polderen

Rijkswaterstaat meer middelen geven om meer san alleen hun kerntaken mee te nemen.

Logistieke keten welke bereid is om vervoer over water met kleinere schepen economisch interessant te maken en te houden. Dan kan er rendabel transport over water plaatsvinden.

Verladers, producenten

Glazen bol om te weten wat er in de toekomst gebeurt

Collega's uit Zwitserland, Hongarije en Duitsland waar het water immers vandaan komt.En zeker ook vice versa omdat veel van onze goederen ook naar bijvoorbeeld Duitsland gaan

een lastig gesprek met stakeholders over verwachtingen, haalbaarheid en belangen

Een systeembenadering betekent een structuur waarin een ieder die zich met een deelprobleem bezig houdt zichzelf herkent als onderdeel van een geheel.

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Ook gewoon l'eff, idd met een aanpak zoals met Lely in het verleden Soort van Maritieme en Nautische approach

100 jaar geleden was klimaatverandering geen issue. Wat weten we nu hoe het er over 100 jaar uitziet? En hoe zeker is dat?

Inzicht in klimaat invloeden op lange termijn en hoe daar mee om te gaan of kansen te benutten

Een systeembenadering vergt een systeembeheerder

Betrokkenheid van de "jonge" generatie

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

In de discussie kwam naar voren dat regie op 'takniveau' (IJssel) benodigd is; zorg voor mandaat op dit niveau. Kijk wel naar het hele systeem (ook internationaal, immers bufferen van water heeft alleen zin in bijvoorbeeld Duitsland).

## Koffiebreak

Tijdens de koffiebreak vraagt Ton van Meegen aandacht voor de volgende verduurzaming van de scheepvaart: <https://www.youtube.com/watch?v=Jlpv8rwblbl> . Op dit moment is het casco klaar voor de afbouw.

## 4 Hoe kunnen we scheepvaart en relevante infrastructuur verduurzamen?

Rolf Kloosterman (Provincie Gelderland)  
*Zie slides in bijlage*

Rolf Kloosterman geeft een overzicht van alle activiteiten vanuit Provincie Gelderland rondom de verduurzaming van de scheepvaart en relevante infrastructuur, waarvan hij verwacht dat veel zaken bekend zouden zijn. Zo heeft de provincie Gelderland een modalshift ambitie, om meer van weg naar water en spoor te gaan. Daarnaast kijkt de provincie naar voldoende watergebonden bedrijfslocaties. Ze zien ook bedrijven die juist aan het water willen liggen, daar heeft de Provincie ook in de verordening zaken opgenomen. Rolf merkt op dat schepen op zichzelf duurzaam zijn; ze gaan lang mee, maar daarmee gaan de motoren ook lang mee en zijn daardoor vervuilender dan je zou willen. De provincie richt zich ook op Clean Energy Hubs voor zowel binnenvaart als vrachtverkeer.

In het gesprek wordt ook nadere uitleg gegeven over de CCR, een commissie bestaande uit de landen NL, DE, FR, CH en BE, opgericht naar aanleiding van de Akte van Mannheim, a.k.a. Herziene Rijnvaartakte (1868). Zo werken CCR en EU samen aan o.a. technische standaarden (ESTRIN) voor de scheepvaart in het kader van een gezamenlijke commissie CESNI. De emissie van motoren wordt nu al gereguleerd door de EC. Emissienormering gaat heel langzaam, vertelt Roelof Weekhout, ook vanwege de lange levensduur van motoren. Perry van der Bogt (24/7 Nature Power) vraagt ook aandacht voor het belang van de luchtkwaliteit, en dat daar nu te weinig aandacht voor lijkt te zijn. Rolf haalt het Schone Lucht akkoord (SLA) aan; Basam Barakat geeft aan dat SLA wordt meegenomen in een voorstel rondom energielabels binnenvaartschepen. Bas Kelderman (prov Zuid Holland) geeft aan dat binnen pilot schone scheepvaart van SLA inderdaad een link gelegd wordt met energielabels (vanuit Green Deal binnenvaart etc.) en stimulering/zonering.

Niels Kreukniet (expertise- en InnovatieCentrum Binnenvaart) vertelt dat binnenkort de conceptversie energielabels beschikbaar komt. Tevens deelt Niels de subsidieregeling Verduurzaming Binnenvaartschepen (<https://www.eicb.nl/projecten/subsidie-verduurzaming-binnenvaart/>). Dit is de pagina over de subsidieregeling die zich richt op modernere motoren en SCR-katalysatoren voor schippers. Een en ander komt neer op vermindering van emissies als PM en NOx (subsidie is beschikbaar voor aanschaf van Stage V motoren, elektromotoren en SCR-katalysatoren). Hier liggen mogelijk kansen voor Provincie Gelderland en partners.

## 5 Interactieve sessie 'Duurzame Scheepvaart'

A Welke beelden heeft u bij duurzame scheepvaart?



De vraag die wordt gesteld is of waterstof de voorkeur heeft boven elektrisch? De aanwezigen reageren dat je altijd elektriciteit nodig hebt om waterstof te gebruiken. Voor alle alternatieve vormen van verbrandingsmotoren geldt dat de voortstuwing elektrisch moet zijn en dat de energiebron kan variëren.

## B. Wat gebeurt er al qua initiatieven?

### Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Brandstofcel onderzoek

Green deal scheepvaart

ETShub Nijmegen

LNG brandstof

CLINSH

RH2INE

Clean Energy Hubs (CEH); Walstroom; AFID

Europese initiatieven oa interreg

Locatie voor Clean energy hubs worden gezocht

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

### Wat gebeurt er al qua initiatieven?

SWASH (autonoom varen)

Waterstof als voorstuwing

Onderzoek bunkeren/opladen alternatieve energiebronnen

Rh2ine

Laadinfrastructuur elektrisch varen

Waterstof generatie als buffer voor windmolenparken

Varen op lng. Investerings in schonere motoren

brandstof besparing, optimalere voortstuwingsinstallatie, zoals aanpassing roer en schroef

Waterstof hubs in verschillende steden (helaas lijkt het vooral ieder voor zich)

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

CCR-rondetafel alternatieve energiebronnen

GLDH2

Momenteel wordt er reeds een schip gebouwd wat 100% emissieloos gat varen

Pilots elektrisch varen. Bio LNG productie en toepassing als transitiebrandstof (circulaire economie)

Schone Luchtakkoord

Energy hubs langs strategische plekken langs rivieren

Green award

Lijkt me een goed idee om jullie te bewegen om deze animatie te bekijken.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Jlpx8rwb1bl>

Future Proof Shipping: motorschip MS Maas op H2

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Walstroom

Verbreding twentekanaal

ZES: elektrificatie initiatief met batterijcontainers

Redox Flow Battery Technologie

WEVA: NPRC project om motorschip op H2 te laten varen

Brug bij Zutphen aanpassen

H2 type brandstof onderzoek Kiwa, Han, HyMatters

Onderhoud via twin shipping

Verduurzaming binnenvaart Zuid-Holland

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Sowieso lopen er meer dan 20 waterstofprojecten van enige ambitie in NL.

Rompoptimalisatie

Walstroom om voorstuwingsbatterij op te laden tijdens laden/lossen/rusten

PortLiner helpt de binnenvaart te financieren als ze naar een groen schip willen ombouwen of te bouwen

Zo snel mogelijk een financierings vehicle opzetten om vergroening mogelijk te maken

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares



Marleen Buitendijk geeft aan dat het bekostigen van vergroening voor een binnenvaartondernemer moeilijk is. Hij of zij kan dit niet eenvoudig doorberekenen aan de klant. Subsidieregelingen vanuit provincies en gemeenten helpen het proces te versnellen. Dit beeld wordt herkend door Rolf Kloosterman.

CLINSH staat voor Clean Inland Shipping.

Aan het verslag wordt informatie toegevoegd met betrekking tot de recente afspraken van de sector maritiem met het kabinet. Er wordt 80-100 miljoen geïnvesteerd in een R&D-programma duurzame scheepvaart (zie bijlage).

### C. Welke verbindingen kunnen we maken?

**Welke verbindingen kunnen we maken?**

- Samenwerken tussen regio's op een corridor
- Elektrificatie en meer afloaddiepte
- Gezamenlijke lobby voor regelgeving en financiering
- Verbindingen met weg en spoor.
- Aansluiten bij initiatieven van de provincie, bedrijfsleven en het rijk
- Zero emission speelt al in de gww sector. Beloon dat bij aanbestedingen
- Toepassen emissielabels
- Keten aanpak
- Europese samenwerking

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

**Welke verbindingen kunnen we maken?**

- Schone autonome kleine schepen en ontsluiten van kleine voorwegen
- Betrekken verladers en het bankwezen. Verduurzamingsprojecten die ver zijn, hebben over het algemeen een verlader die bijdraagt. Bankwezen is nodig voor nieuwe financieringsvormen.
- Wolstroom ook om voortstuwingen op te laden tijdens laden/lossen/fusten
- Binnen het Goederenvervoerprogramma Oost en Zuid Oost wordt al veel verbinding gemaakt. Dat als voorbeeld nemen voor verdere samenwerking.
- Containers flexibeler ontwerpen dus allerlei stapelbare formaten en losbaar ook aan onderkant tbv bulk
- Afstemming locaties laadinfrastructuur (bv. met Clean Energy Hubs)
- Aanbestedingen en andere mogelijkheden waar de overheid als klant actueel zijn uitgelezen kansen. Neem naast provincies/rijk ook gemeenten daarin mee.
- Als er meer via het water gaat, heeft dat consequenties voor de automotive industrie. Wellicht incorporeren in dit dossier, om hen als investeerder (nieuwe business en daarmee bestaansrecht) mee te nemen.
- Smart energy hubs koppelen aan scheeps laad infra

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Welke verbindingen kunnen we maken?

Ontwikkelen financieringsconcepten en incentives om schoner varen te stimuleren.

Overheidstarieven sterk verlagen voor schone schepen

Laad en los hubs kade optimaliseren geschikt voor kleinere eenheden ipv alleen bulk.

Financieringswerkgroep binnen Goederenvervoercorridors

Wolstroom verbinden aan waterkracht en zon op water

NS Cargo en DBShenker betrekken, om modaliteiten op elkaar te laten aansluiten.

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

Roelof Weekhout legt uit dat nu met elektrificatie en meer aflaaddiepte nu geëxperimenteerd wordt in Duitsland. Wanneer je een elektrische voorstuwing hebt kun je de schroeven anders positioneren op het schip dan in vergelijking met een conventionele voortstuwing. De romp kan anders geoptimaliseerd worden waardoor de schepen met laag water langer kunnen doorvaren.

Het is ook belangrijk om naar financieringsmodellen en -vormen te kijken. Het gaat om grote investeringen die niet alleen door schippers gedragen kunnen/mogen worden. Het is het belang van de hele keten.

### D. Wat kan er nog meer? (concreet)

## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Emissienormering voor bestaande motoren

Door zoals door andere provincies en gemeenten eerder al de vergroening financieel ondersteunen.

verdere brandstofbesparende maatregelen/ideeën uitwerken

Losse lopende projecten moeten meer kennis met elkaar delen bijv via een centrale website en nieuwsbrief

Samen dezelfde aanpak. Wordt iig bij clean energy hubs al gedaan - landelijk wordt dit opgepakt

Website die alle ontwikkelingen samenbrengt en tevens iets zegt over hun samenhang

Kennis gebruiken, zoals aanwezig bij Roelof voorbeeld (electric aandrijving) meer van gelijksoort mensen inbrengen.

Delen met de burea. Plannen uitwerken en ten uitvoer brengen. Doen in plaats van alleen praten.

Subsidieregeling om de vergroening van de grond te krijgen.

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

De betrokken keten partijen bij elkaar zetten en werken aan integrale oplossing

Financieringsmix (leningen; subsidies; CAPEX naar OPEX) voor hele waarde keten beter op elkaar afstemmen

Ondersteuning op Capex en Opex

Private partijen meer betrekken in rol en verantwoordelijkheid

Emissienormering voor bestaande motoren

geen subsidie maar alleen goed leningen verstrekken.

Interregionale samenwerking (met bv. Duitse deelstaten, Vlaanderen)

Autonoom varen waarbij er een nieuwe elektrakabel in pif langs IJssel wordt gelegd die voor versterking net ook meerwaarde heeft

Level playing field tov fossiel



## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Invoelc uitoefenen op verladers: eisen stellen bij aanbestedingen, vergunningen en grondtuitgften op gebied van duurzaam transport.

Subsidie toekennen alleen als er ook oog is voor samenhang

Bereidheid klant vergroten om extra te betalen voor een groen schip

Innovatie stimuleren, stagnatie straffen

holistische aanpak

Marleen heeft helemaal gelijk!!

Meer structuur, minder fragmentatie en duidelijke info mbt kosten opbrengsten en outcome. Kortom wat is nu het beste

De kosten van groene investeringen laten verrekenen met kosten opgelegd door overheden

Iedereen



## Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

verbod op het bouwen van diesel aangedreven schepen

De gehele Binnenvaart op de hoogte brengen van wat er staat te gebeuren en wat ze gaan verliezen als ze niet mee gaan in de vergroening



Basam Barakat benadrukt dat door het betrekken van private partijen die hun verantwoordelijkheid nemen er meer kan worden bereikt'; dit punt wordt onderschreven door VNO-NCW (Rob Oostermeijer).

Roelof Weekhout vult aan dat banken/investeringsfondsen (bijv. EIB) pas willen gaan investeren als het echt móet, dus emissienormering voor bestaande motoren is nodig.

Wetgeving en handhaving daarvan speelt een belangrijke rol bij luchtkwaliteit. Dit heeft draagvlak bij schippers (die staan zelf in de dampen en willen daar graag van af).

## E. Wat en wie hebben we erbij nodig?

**Wat én wie hebben we daarvoor nodig?**

- Iedereen
- Rijk, regio, verladers, vervoerders
- Gezamenlijke (en gedragen) verantwoordelijkheid
- Emissienormering bestaande motoren
- Europese aanpak in een uniform tempo (niet zoals bij ontgasverbod)
- Verladersvereniging EVOFENEDEX
- Ander beloningsbeleid dus beloon schoon en belast de vervuiler
- Bereidheid binnen de volledige katen om samen te werken en verder te kijken dan de individuele business case
- Iedereen

Zutphen provincie GELDERLAND Deltares

**Wat én wie hebben we daarvoor nodig?**

- Bedrijfsleven - binnenwaartsector financiers en overheid.
- Iets als keurmerk de biologische schipper
- Van producent tot consument
- Binnen overheden: de 'afdelingen' procurement, vergunningverlening, grondtoelagen en soortgelijk.
- Publiek-privaat (zowel Europees als nationaal en (inter)regionaal. Financieringsmix; regelgeving, stimulering, normering/zonering
- Keurmerk moet Europees geaccepteerd worden (door alle logistieke partijen)
- Breed draagvlak
- Fictief groen "geld" om de kosten van vervuiling mee te nemen in de kosten van transport
- opschalen van beleid, innovatie en uitvoering stimuleren

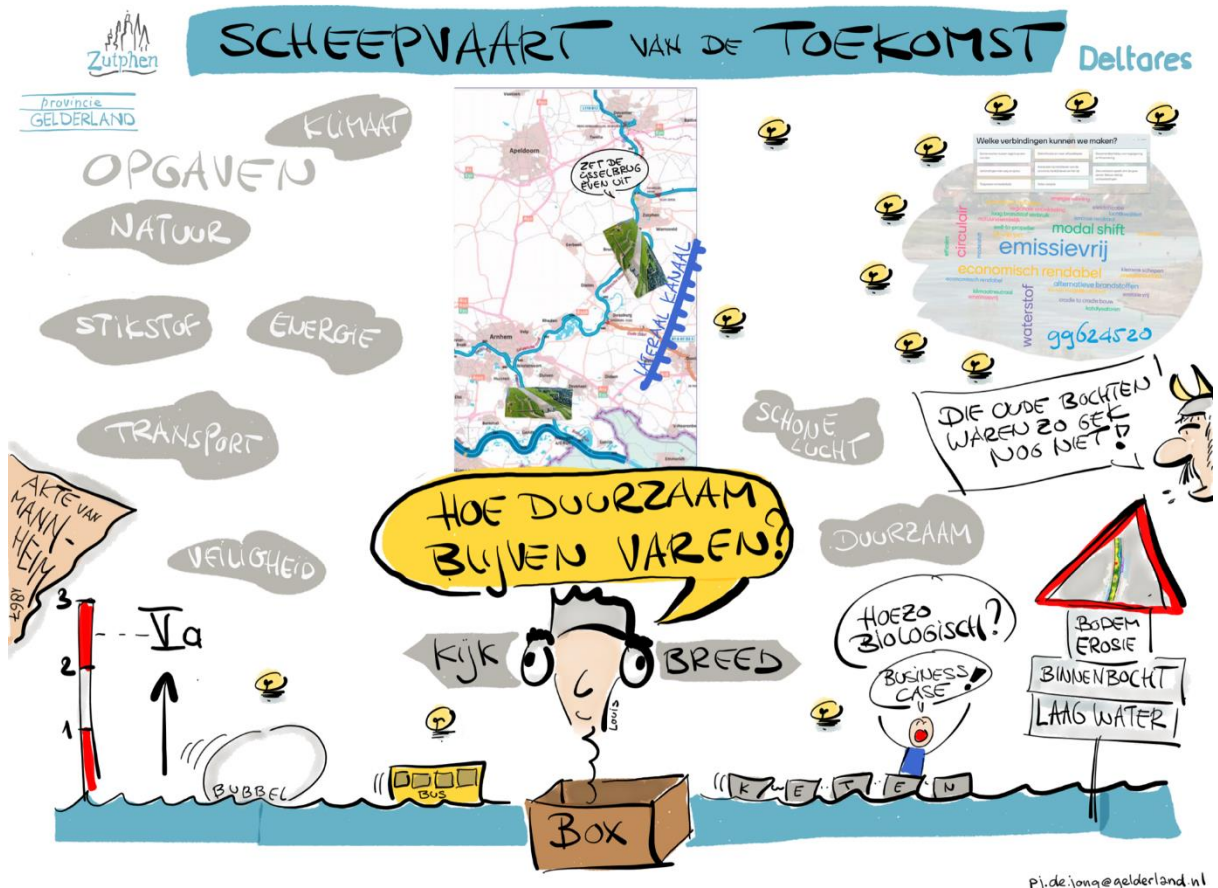
Zutphen provincie GELDERLAND Deltares



Enkele deelnemers hebben iedereen genoemd, hiermee wordt bedoeld alle betrokkenen in de keten van producent tot aan consument. In het gesprek gaat het ook nog kort over het Gasolieverdrag, en afwijkingen zijn mogelijk maar dan zouden alle betrokken landen hiermee eens moeten zijn.

## 6 Samenvatting & afsluiting

De samenvatting is te vinden in de tekening van Peter Jos de Jong.



De aanwezigen vinden het een treffende schets van deze werksessie.

**Bijlage(n)**

- Bijlage 1 Deelnemerslijst
- Bijlage 2 Presentaties
- Bijlage 3 Resultaten Mentimeter
- Bijlage 4 PvA Maritiem
- Bijlage 5 Additionele informatie LINTUR: Weerstandverlagend Additioneel Drijfvermogen (WADs)

## Bijlage 1 Deelnemerslijst

	<b>Naam</b>	<b>Organisatie</b>
1	André Oldenkamp	Proeftuin Duurzame Rivieren
2	Arnout de Bruijn	Lintur BV
3	Bas Kelderman	Provincie Zuid-Holland
4	Basam Barakat	MinlenW
5	Brian Mo-Ajok	Gemeente Schiedam
6	Brian Vrijaldenhoven	RWS - ON
7	Christian Beuzel	Cleantech Regio
8	Ellen Tromp	Deltares
9	Erik Mosselman	Deltares
10	Esther van der Velden	Riverboard (Maassluis, Vlaardingen en Schiedam)
11	Fiona Oomen	Koninklijke BLN Schuttevaer
12	Frederik de Raat	Rijkswaterstaat
13	Gerry Waanders	Port of Twente
14	Jan Dijkman	FOR Consult
15	Jeroen Rijke	HAN
16	Jeroen Van den Ende	Port of Zwolle
17	Jochem Garthoff	Stichting Kiemt
18	Johan Boon	Deltares
19	Johan Dankert	Rijkswaterstaat
20	Jurjen de Jong	Deltares
21	Kloosterman, Rolf	Province Gelderland
22	Leon Claassen	Provincie Gelderland
23	Louis Post	Gemeente Zutphen
24	Marja Hamilton-Huisman	RWS-ON
25	Marleen Buitendijk	Koninklijke BLN Schuttevaer
26	Michiel Reneerkens	RWS - ON
27	Niels Kreukniet	EICB
28	Perry van der Bogt	24/7 Nature Power
29	Peter Jos de Jong	Provincie Gelderland
30	Peter van der Klugt	PK Marine
31	Rob Oostermeijer	VNO-OCW
32	Roelof Weekhout	Rijkswaterstaat
33	Tjardo Derksen	Stichting Kiemt
34	Ton van Meegen	Portliner

## Bijlage 2 Presentatie





Zutphen

provincie  
GELDERLAND

**Deltares**

## Scheepvaart van de toekomst

### Werksessie

donderdag 25 maart

Ellen Tromp  
Erik Mosselman  
Leon Claassen  
Louis Post  
André Oldenkamp

 enabling delta life

## 'Chat discipline' 😊



Zet je microfoon standaard uit



Stel je vragen in de chat



Steek je 'virtuele' hand op



Werksessie Scheepvaart van de toekomst

2

**Deltares**

Zutphen

provincie  
GELDERLAND

## Programma

Tijd	Onderwerp	Spreker
09.30 - 09.40 uur	Welkom	Louis Post – Gemeente Zutphen
09.40 - 10.00 uur	<i>Pitch</i> De IJssel als klimaatbuuste vaarweg	Jan Dijkman (FOR-consult) & Jurjen de Jong (Deltares)
10.00 - 10.50 uur	<i>Interactieve sessie</i> : “Hoe kunnen we blijven varen?”	André Oldenkamp & Ellen Tromp
10.50 - 11.00 uur	Koffiebreak	
11.00 - 11.20 uur	<i>Pitch</i> Hoe kunnen we de scheepvaart en relevante infrastructuur verduurzamen?	Rolf Kloosterman (Provincie Gelderland)
11.20 - 12.00 uur	<i>Interactieve sessie</i> : “Duurzame Scheepvaart”	André Oldenkamp & Ellen Tromp
12.00 - 12.15 uur	Samenvatting van de opbrengst Reflectie Afsluiting	workshopleider

Deltares



provincie  
GELDERLAND

nederlands limbenutten





Deltares


 provincie  
**GELDERLAND**

# Aanbeveling

## Kracht van Oost 2

Perspectieven op de ruimtelijke economie van Oost-Nederland





 enabling delta life

**Deltares**

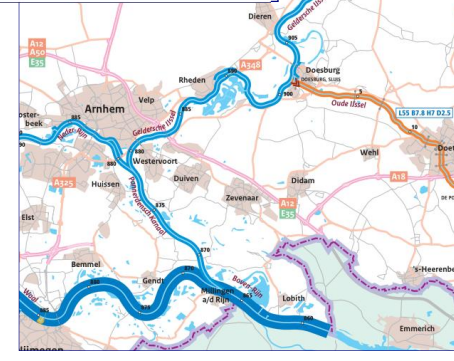
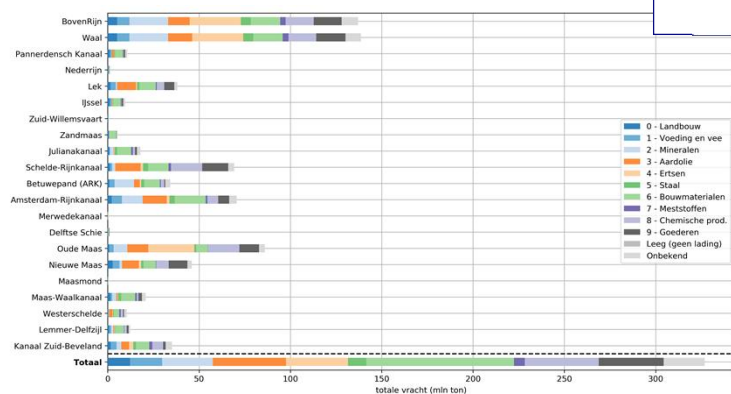
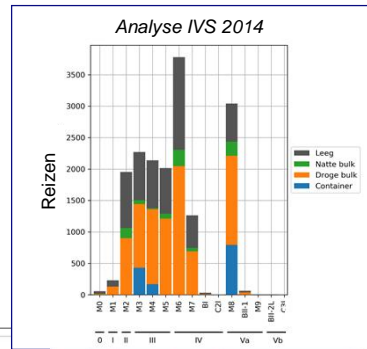
## De IJssel als vaarweg

Jurjen de Jong

Werksessie Scheepvaart van de Toekomst  
25 maart 2021

### Het belang van de IJssel

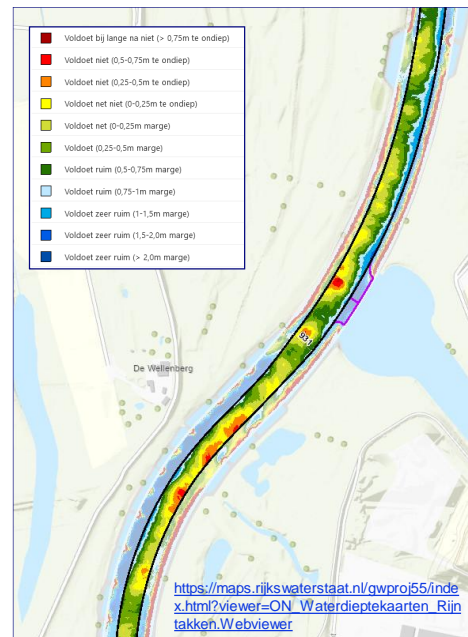
- Vaarwegklasse Va (diepte 2,5 m)
- Transport echter grotendeels met kleinere schepen
- Intensiteit (Boven-)IJssel veel lager dan de Waal, maar nog steeds een aandeel van 10 mln ton per jaar



Scheepvaart van de toekomst

## Waterdiepte

- Overeengekomen lage rivierafvoer (OLA) (definitie: 20 dagen per jaar)
  - 1020 m<sup>3</sup>/s bij Lobith
  - +/- 170 m<sup>3</sup>/s op de IJssel
- Vaardiepte van 2.5 m niet overal mogelijk
  - Traject bovenstrooms van Deventer
- Tijdens lage afvoeren (droogte):
  - Engtes (smalle doorvaart)
    - Ontmoetingsverboden
  - Ervaren schippers



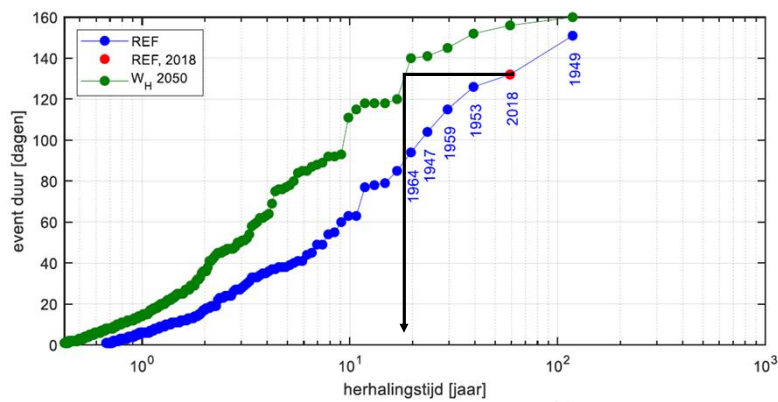
Deltares

Scheepvaart van de toekomst

9

## Laagwater van 2018

- Herhalingstijd Huidig klimaat: 60 jaar
- Herhalingstijd Toekomstig klimaat (WHdry 2050): 10 à 20 jaar



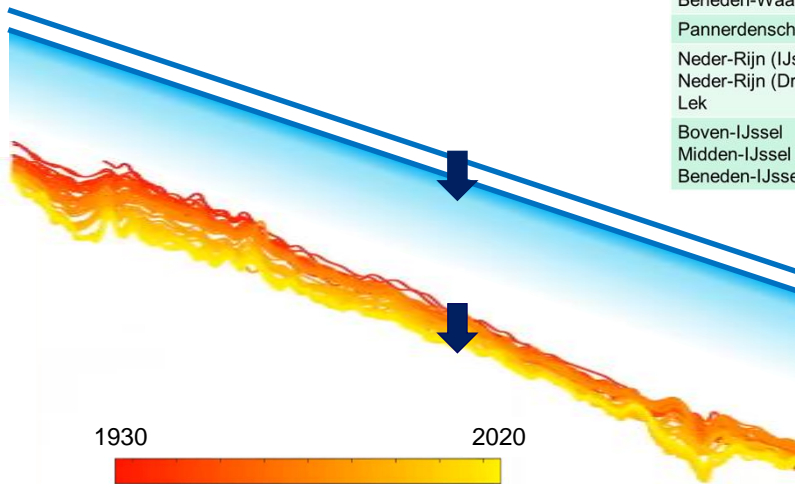
Deltares

Bron: Deltares: Kramer et al. (2019)

Scheepvaart van de toekomst

10

## Doorgaande bodemerosie

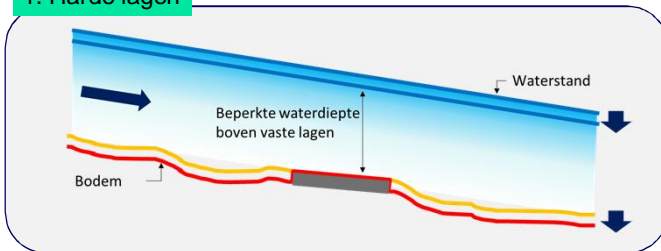


Riviertraject	Historie (cm/jr)	Prognose (cm/jr)
Boven-Rijn	+0,2	0,0
Boven-Waal	-2,0	-1,6
Midden-Waal	-0,2	-0,6
Beneden-Waal	+0,1	+0,1
Pannerdensch Kanaal	-1,2	-1,0
Neder-Rijn (IJsselkop – Driel)	0,0	-0,1
Neder-Rijn (Driel – Hagestein)	+0,5	+0,3
Lek	+0,2	+0,3
Boven-IJssel	-0,4	-0,3
Midden-IJssel	-0,2	-0,1
Beneden-IJssel	n/a	+0,1

Bron: Deltares: Sloff (2019)

## Doorgaande bodemerosie – consequenties vaarweg

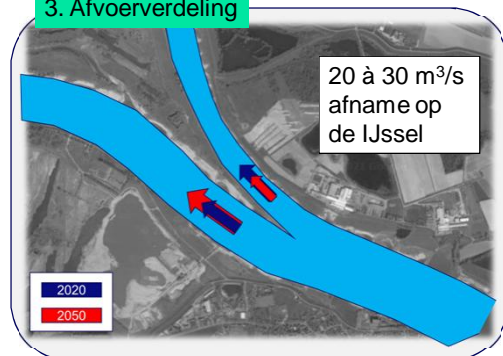
### 1. Harde lagen



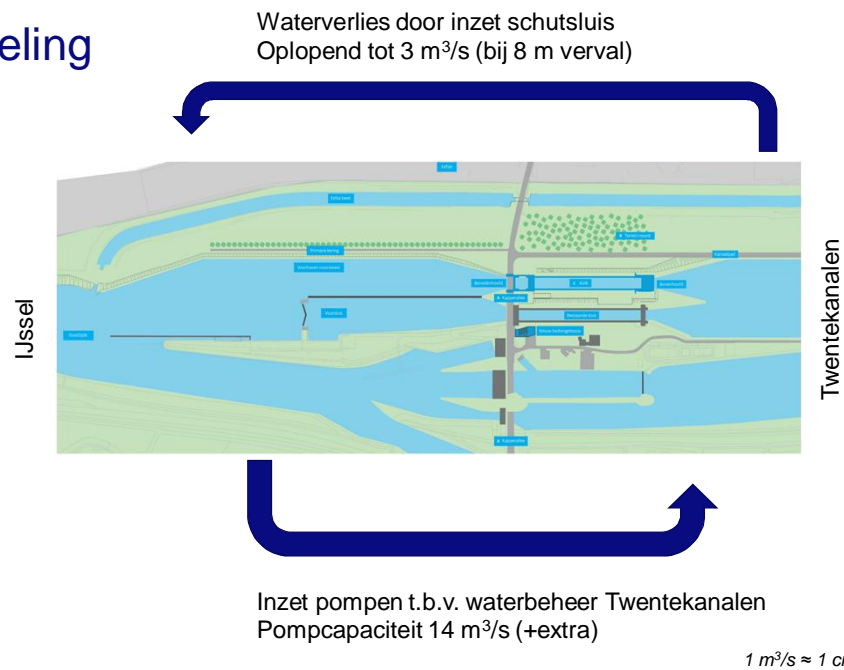
### 2. Aansluitingen



### 3. Afvoerdeling



## Waterverdeling



Deltares

## Maatregelen (1/3) – Vergroten waterdiepte

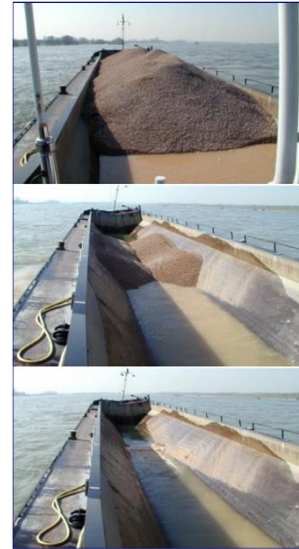
- Versmallen zomerbed:
  - Verlengen kribben
  - Langsdammen
- Verbeteren lokale ondiepten
  - Meer baggeronderhoud
  - Vaste laag



Deltares

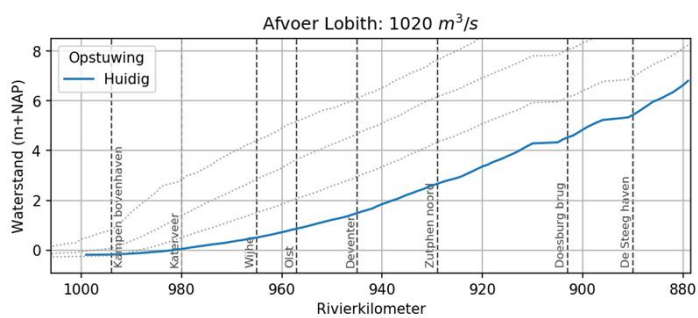
## Maatregelen (2/3) – Herstellen rivierbodem

- Extra sediment inbrengen
- Heractiveren oude IJsselbochten
- Andere inrichting van de rivier (langsdammen)



Deltares

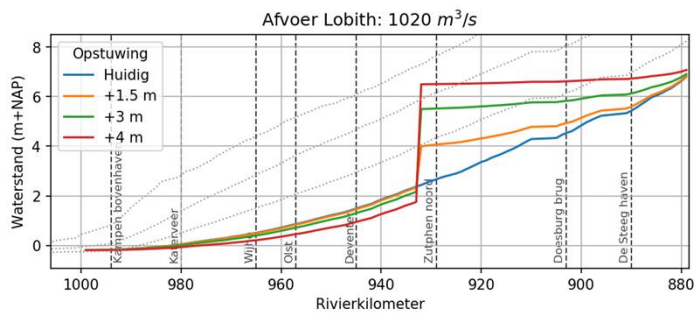
## Maatregelen (3/3) - Stuwen



Deltares



## Maatregelen (3/3) - Stuwen



Deltares



Scheepvaart van de toekomst

17

## Maatregelen (3/3) - Stuwen

### Zoetwatervoorziening

- Waterbesparing bij Eefde slechts 1 m<sup>3</sup>/s

### Hoogwaterveiligheid

- Beperkt effect (stuw open bij hoge afvoer)

### Waterkrachtcentrale

- 2 m verval, 300 m<sup>3</sup>/s  
→ 6 MW (3000 huishoudens)

### Grondwaterstand

- Effect in een buffer rondom de IJssel

Deltares

### Afvoerverdeling Rijntakken

- Opstuwing beïnvloed afvoerverdeling met 20 à 40 m<sup>3</sup>/s

### Schutzluizen

- Ten minste 2 schutkolken nodig

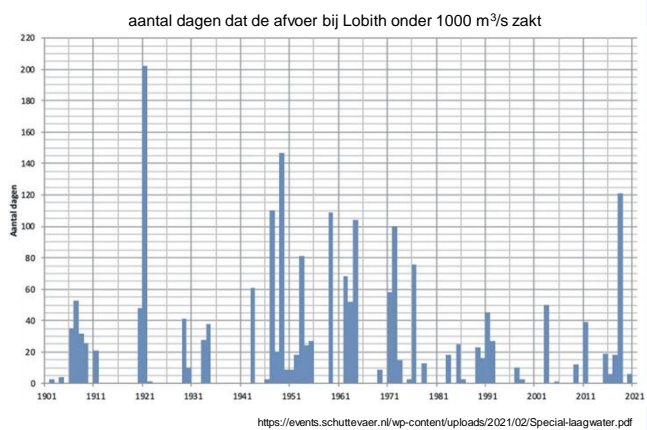


Scheepvaart van de toekomst

18

## Robuuste transportketen

- De afvoervariatie op een natuurlijke rivier zorgt voor perioden met dieptebeperkingen
- Veranderingen in de logistiek hebben de sector kwetsbaar gemaakt
- Slim voorraadbeheer voor beheersing risico



Scheepvaart van de toekomst

**Deltares**

19

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

[@deltares](https://twitter.com/deltares)

[linkedin.com/company/deltares](https://www.linkedin.com/company/deltares)

[info@deltares.nl](mailto:info@deltares.nl)

[@deltares](https://www.instagram.com/deltares)

[facebook.com/deltaresNL](https://www.facebook.com/deltaresNL)

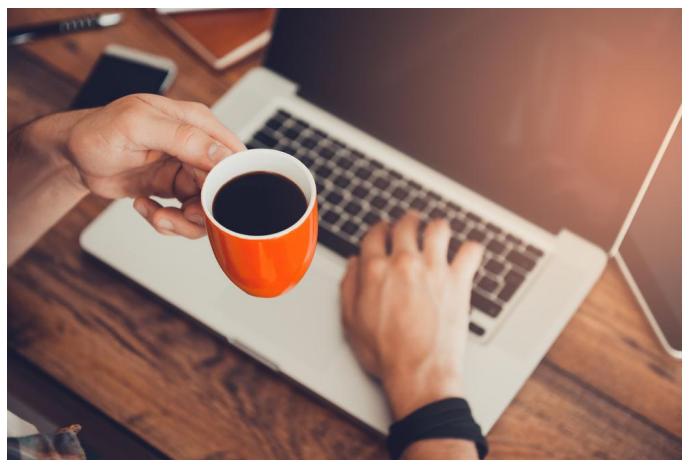


## Interactieve sessie “Hoe kunnen we blijven varen?”

Ga naar: [www.menti.com](https://www.menti.com)  
Toegangscode: 9962 4520



## Koffiepauze





## Programma de Gelderse Corridor

- We houden ons bezig met slimme logistiek en duurzaam goederenvervoer
- De Gelderse Corridor (Rhine-Alpine) als geografisch gegeven vormt een speerpunt in ons werk (focus)
- Northsea-Baltic corridor

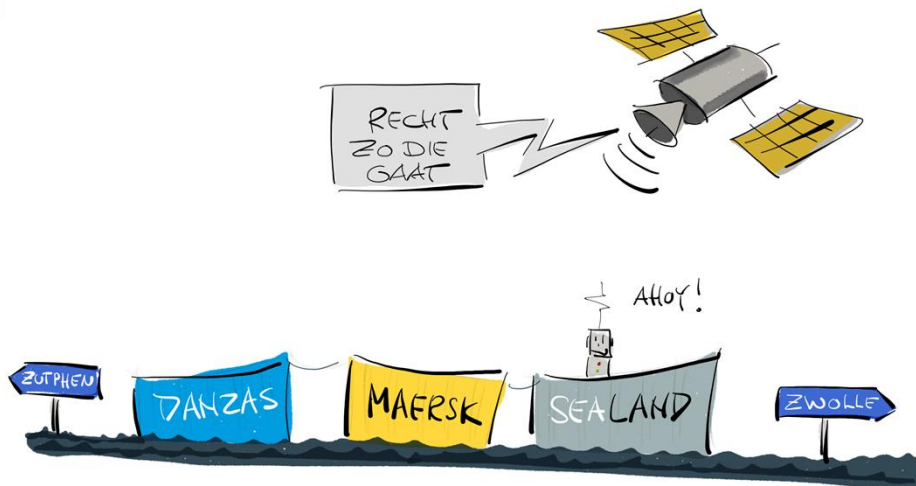
provincie  
Gelderland



De doelen van ons programma:

- Fysieke netwerkontwikkeling en – benutting
- Vermindering van de ecologische footprint
- Versterking vestigingsklimaat
- (Voortzetten partnerschap)

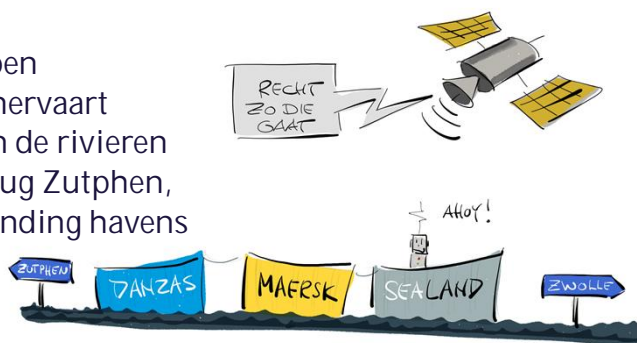
provincie  
Gelderland



provincie  
Gelderland

## Welke ontwikkelingen te zien

- Stikstof
- Droogte
- Grotere schepen
- 'Meer' containervaart
- Knelpunten in de rivieren
  - Oa. spoorbrug Zutphen, Sluizen, verzanding havens



## Activiteiten

- Modal shift ambitie
  - modal shift makelaars (NewWays Gelderland)
- Voldoende water gebonden bedrijfslocaties
- Kades (verbeteren en vergroten)
- Robuustheid vaarwegen
- Onderzoeken knelpunten
- Binnenvaarttafel Oost-Nederland

## Verduurzaming

- Stikstofdepositie - katalysatoren
- Walstroom
- Clean Energy Hubs

### Europees

- Europees fonds voor verduurzaming van de binnenvaart
- Green deal voor zeevaart, binnenvaart en havens
  - Oa emissielabel binnenvaart in ontwikkeling
- Veel besluiten duurzaamheid CCR (centrale commissie voor de Rijnvaart)

## Voorbeelden concrete projecten

- Energy Transhipment Hub die voor elektrisch varen wordt ontwikkeld op de ENGIE locatie in Nijmegen
- Nijmegen – Hull verbinding semi-elektrisch schip met minder diepgang

Corridor Nijmegen – UK (Hull)

**NEWWAYS**  
GELDERLAND



Leaflet version: 2.0 EN  
7-11-19

**CONOSHIP**  
INTERNATIONAL



# Kansen

Naast eerder genoemde punten

- Samenwerking havens
- Joint corridors en ladingbundeling

 provincie  
**Gelderland**

## Interactieve sessie “ *Duurzame Scheepvaart* ”

Ga naar: [www.menti.com](https://www.menti.com)  
Toegangscode: 9962 4520



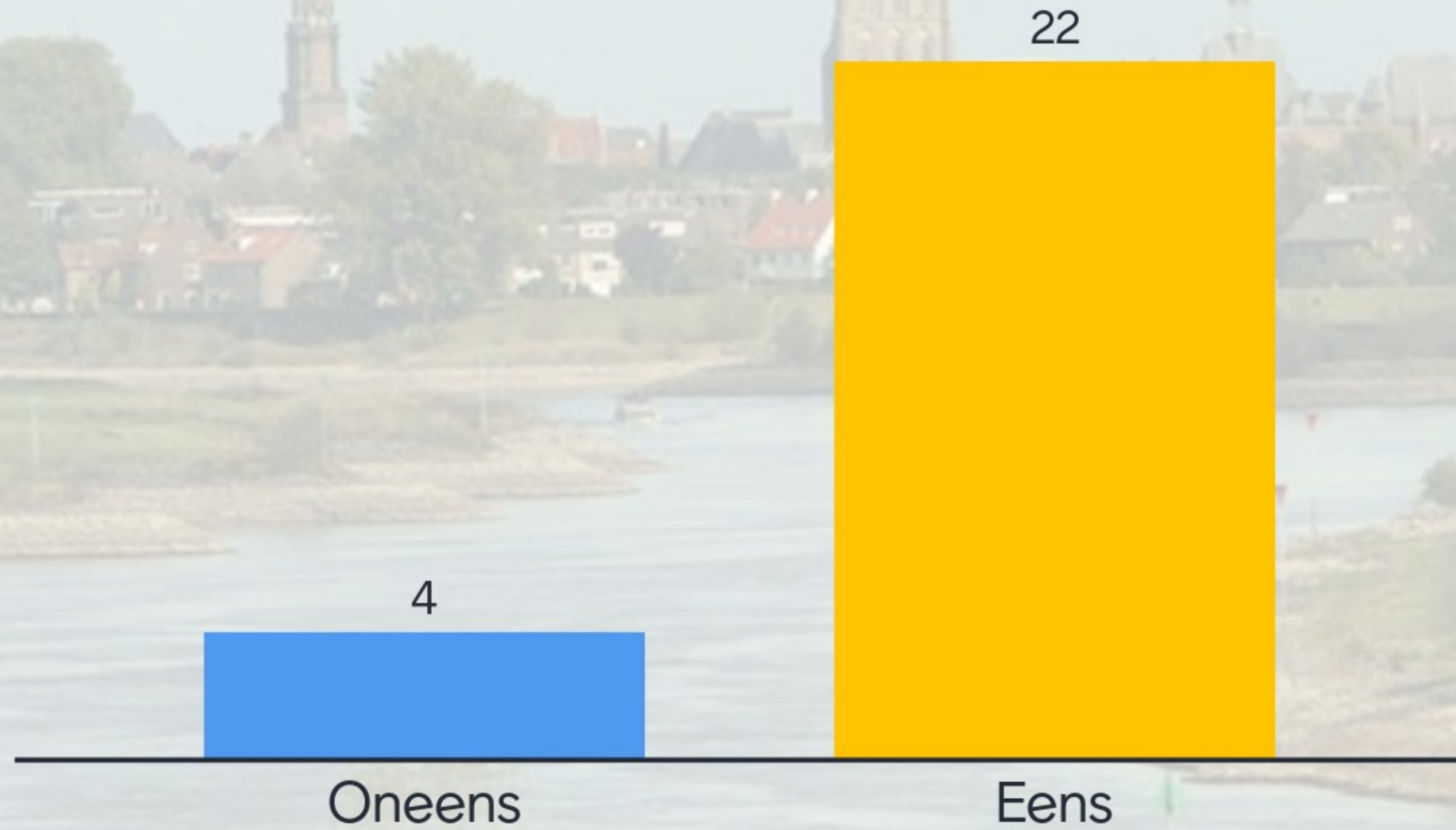


## Afronding sessie



## Bijlage 3 Mentimeter resultaten

# Oefenstelling: Het is terecht dat de lockdown met drie weken is verlengd



# Welke opgaven kunnen we combineren?

CO2 reductie

Bodemligging & natuurvriendelijke oevers

Grondwaterbeheer,

Duurzaam transport

model shift

Zoetwatervoorziening en bevaarbaarheid

Herstel kleine binnenvaart & herstel natuurlijke rivier

Droogte, vaardiepte, energiewinning, toegankelijkheid havens, grondwater,

Natuur en bevaarbaarheid

# Welke opgaven kunnen we combineren?

Zoetwater, natuur verdroging uiterwaarden, zandwinning en scheepvaart.

Grondstoffenwinning en natuur

economische ontwikkeling oost

Recreatie

Grondwater

Varen met: Waterhuishouding met periodes van te veel en te weinig, energiewinning en natuurbehoud.

Water vasthouden

Het is belangrijk om alle rivierfuncties in beeld te houden. En dat is ook mogelijk. Tegengaan van de bodemerrosie op de Boven-Waal is misschien wel de meest relevante

Model shift & betere benutting watergebonden bedrijven

# Welke opgaven kunnen we combineren?

Natuurontwikkeling en energieopwekking

Water infiltreren in natuur

Natuur ontwikkeling mbt meanders en herontwerp kribben en natuurvriendelijke brede oevers. Zoetwater winnen in de oevers

Innovatief scheepsontwerp op gebied van laagwatervaren & verduurzaming scheepvaart

Modelshift en economische ontwikkeling

- water vasthouden ipv vlot afvoeren- innovatieve ontwikkelingen schepen- andere indeling rivier

Toerisme gericht op het beleven van de rivier

Alles. Irm denkt hier ook over na

Innovatieve schepen

# Welke opgaven kunnen we combineren?

Grondwaterbeheer, waterstand, schutsluizen

Recreatie als economische kans

Verhogen waterniveau, grondwaterpeil, ontwikkeling havens, energietransitie

Opstuwen van water om te blijven varen. Verhoogd grondwaterstanden. Natuurontwikkeling en eomische ontwikkeling. Brede welvaart

Ondieper varen dus laat rivier natuurlijk zonder teveel baggeren

Hubs maken: beetje old Skool model shift (een overloop: diepe schepen waar kan, verder vervoeren producten met andere kleine schepen of andere lichte elektrische vervoer)

Bereikbaarheid voor alle transportmodaliteiten in combinatie met verdere economische ontwikkeling

Co2 en Nox reductie

Ruimtelijke opgave west nl

# Welke opgaven kunnen we combineren?

Waterbeheer van de Rijn met die van de IJssel

Werken als waterbuffer net als het IJsselmeer

zorg dragen voor milieu en energie winning, luchtkwaliteit Fijnstof en VOC, energie uit het water halen > getijden en warmte en koude verschillen enz.. zodat de schepen op waterstof en/of electriciteit kunnen bij-tankken wat lokale business genereert.

Een soort van PicNic maar dan maritiem platte snelle elektrische lichte vervoer vanuit hubs

Overslag hubs realiseren / modal shift bevorderen / multimodaal

Aanpakken obstakels in de IJssel zoals bruggen

Onderzoek suppletie bodem (IRM)

Onderzoek naar onbemande schepen waardoor kleine schepen in theorie aantrekkelijk kunnen blijven/worden

Rijn en IJssel kunnen niet los van elkaar worden gezien



# Welke opgaven kunnen we combineren?

Level van het IJsselmeer en dat van de IJssel

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Integraal rivier management

Aanpassingen aan schepen

Verruiming Twentekanalen

opzetten van de proeftuin

Dit soort digitale meetings om kennis en ervaringen te delen

Regiotafel Binnenvaart: opstellen uitvoeringsagenda

IRM, KBN, KRW, PAGW en nog meer afkortingen ;-)

Onderzoek suppletie bodem (IRM)

Agri in de uiterwaarden

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Slimme logistieke concepten

Digital Twin Vaarwegcorridor

IRM (programma Integraal Riviermanagement) bij rijksoverheid

Digitalisering en Smart logistic concepten.

Klimaatpark Ijsselpoort

Praktijkgericht onderwijs bij HBO: civiele techniek, logistiek, bedrijfskundig etc

Het integraal bespreekbaar maken van het nut van de IJssel.

Wij ontwikkelen een innovatie tbv varen met verminderde diepgang bij eenzelfde hoeveelheid lading. Doel is tevens brandstofbesparing

Beheersmaatregelen voor veilige en vlotte vaart

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Verduurzaming scheepvaart via waterstofproductie, nav GLDH2 initiatief

Veel. Irm. Knelpunten rivieren. Robuustheid vaarwegen. Modal shift inzet. Kademuren actie.

Resilient IWT in het kader van Horizon Europe (Green Deal)

Krib van de toekomst. Plan oude meanders opnieuw aansluiten zoals Fraterwaard Doesburg

Rivierklimaatpark (traject Westervoort - Haverikerwaard) heeft o.a. de ambitie om een 8-tal scheepvaartpunten tegen te gaan gecombineerd met het tegengaan van bodemerosie (secundair doel).

Nieuwe scheepsontwerpen

Strategische verkenning rivieren

Bredere scoop vanaf de kust naar het achterland (het hoeft immers niet allemaal via Rotterdam of andere zeehaven in het westen)

Er wordt gelukkig al veel verbonden

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Ook professionals uit bijvoorbeeld Nord West R uitnodigen en hubs als Straatsburg (dan krijgen we meer oog op de behoeften aldaar)

Toekomst onderzoek naar logistieke stromen

# Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

risicodialogen over klimaatbestendigheid

Er wordt gelukkig al veel verbonden

IRM verbindt al de belangrijke rivierfuncties incl. ecologie & natuur

Aansluiting HBO onderwijs kan beter

Rivierontwikkelingen op lange termijn in relatie tot grondwaterhuishouding

Recreatie en verduurzaming: H2 Safari

Van grote ruimte \*(systeem) schaal naar regionale schaal

RES, regionale energie strategie en opwek uit water (energie + TEO)

IJsselwater gebruiken als drinkwater

# Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

Oplossen knelpunten bij kruisingen weg/spoor met water.

Verduurzaming en modal shift

IRM is nog teveel gestoeld op sediment. De omgeving zou dat breder willen zien bijv energie opwek en recreatie toevoegen.

Level IJsselmeer en level IJssel

- veel "los" onderzoek soms zelfs haaks op ander onderzoek; samenwerken beter ontwikkelen

energie winning ,emissies omzetten, getijden in combinatie warmte en koude verschillen....waardoor er energie (waterstof en /of electric ) aan o.a de schepen kan worden geleverd.

Level Rijn en level IJssel

IRM en economische doelen uit de regio

Vaarwegontwikkeling benaderen vanuit de hele corridor

# Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

Havenontwikkelingen/wensen

Verkorten reistijden door verminderen wachttijden bij sluizen.

Verladers goed betrekken in dit vraagstuk

Natuur en economische ontwikkeling. Verduurzaming door vermindering uitstoot met vervoer over water. Dit leeft te weinig en moet met cijfers concreet gemaakt worden.

Logistiek kan wat meer afstemmen op uitwisseling van transport over water naar wegven vice versa door ontwikkeling soort nieuwe kleinere stapelbare containers

Oude IJsselbrug => weg, water, spoor

Zoetwater winning door oppervlakte water ipv water laten wegstromen of verdampen in IJsselmeer

Internationale aansluiting

Wijzigen drinkwatervoorziening randstad waardoor meer water beschikbaar is om meer water richting IJssel



# Welke verbindingen kunnen we maken, gezien wat er al loopt en de opgaven?

Laatste jaren is ook zeer kleinschalige binnenvaart voorzichtig aan een opmars bezig. Denk aan vervoer op stadsgrachten. Aantal nieuwbouwprojecten- veelal elektrisch.

# Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie)?

Een schip kan heel eenvoudig ondieper laden. De diepgang is immers flexibel, hij neemt gewoon minder mee

Ondiepere scheepvaart is vaak genoemd, maar haast niet uitvoerbaar

Autonomie kan in theorie kleine schepen aantrekkelijk houden, ook al omdat die beter passen bij fijnmazigheid van waterwegen

Schepen zijn al kleiner, en schippers kunnen flexibel hun lading aanpassen

Laagwaterschepen. Keten van kleinere schepen

Ondiepe scheepvaart heeft tot gevolg dat er meer schepen komen en dat geeft extra drukte bij de knelpunten zoals sluizen en bruggen

Ondiepe scheepvaart -> moet wel economisch blijven

Verdienmodellen om ook ondiepere scheepvaart wel rendabel te maken

Ja... schip kan technisch ondieper ontwikkeld worden. Maar dat is voor bestaande schepen denk ik lastig

# Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie)?

Geautomatiseerd varen.

De trein/vrachtwagen nemen tijdens laagwater

Als er 9 maanden in een jaar voldoende water is. Zal er geen prikkel zijn een ondiep schip te bouwen

Laagwaterschepen. Keten van kleinere schepen

Dromen: een drone in de vorm van een bubbel die goederen verplaatst middels waterstroom

André, is dit de vraag die jij zojuist bedoelde? Ondiepere scheepvaart lijkt namelijk mogelijk - nader onderzoek noodzakelijk

Ontwerp kleinere stapelbare containers die minder wegen zodat diepteligging kan worden beïnvloedt en koppel de containers meer in de lengte zodat er meer kan worden meegenomen

In kader van meer vervoer via water juist meer volume mee kunnen nemen.

Ontwerp de bodem van schepen zodanig dat die de bodem enigszins kunnen schrapen bij langsvaren

# Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie)?

Bredere schepen welke minder diep liggen, maar wel meer mee kunnen nemen. Maar dan moet je helaas wel éénrichtingsverkeer instellen :-)

Een schipper die investeert in een nieuw schip voor komende 30 jaar heeft voor geringe meerkosten een groter schip. Alleen met subsidies of belasting over te halen naar kleiner

Amfibie voertuig: Rotterdam kent de waterbus die zowel vaart als rijdt. Wellicht een toevoeging

Zijn verschillende groottes van te duwen delen mogelijk. Groot/klein, veel/weinig. Zodat met verschillende dieptes gevaren kan worden?

Aanpassingen aan voorstuwing

Bij en afladen van containers en bulk makkelijk maken (hubs)

Lichtere lading vervoeren

Rust schepen uit met een flexibele schil die je op kunt pompen mbt drijfvermogen

Subsidies en belasting ... ook reglgeving

# Welke vormen van transport over water zijn mogelijk? (Is bijv. ondiepe scheepvaart een optie)?

Langsdammen

Sedimentsuppletie

# Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Langsdammen

Dam in IJsselmonding

Voor langsdammen is de IJssel te smal

Suppleren

Verhogen bodem waal en pannerdens kanaal en ijssel.

Langsdammen in IJssel is geen optie

Verhogen rivierbodem. Langsdammen. Stuwen.

Verhouding splitsingspunt wijzigen. Meer sediment op de bodem. ?

Afvoerverdeling aanpassen

# Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Rijn ondieper maken stroomafwaarts van de splitsing met de IJssel

Hoger waterpeil IJsselmeer

Niet mijn knowhow, dus een poging: zijn er mogelijkheden zoals waterberging die we in de stedelijke ontwikkeling tegenkomen die ook voor rivieren kan dienen oid

Sedimentsuppletie

Verruwing bodem

Stuwen van water in waal en ijssel

De waal wat meer knippen ten gunste ijssel. Knippen door flexibele constructies die meebewegen met waterstanden en scheepvaart

Sluis/stuw bij IJsselmeer (aan het eind)

Afvoerverdeling beter reguleren

# Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Extra geulen aanleggen om water langer in gebied te houden

Grote watergebieden inrichten in de buurt die gevuld/geleegd worden afhankelijk van de waterstand

Leuk dat voorstel om Waalafvoer te knippen

Op de IJssel zijn vaarwegmaatregelen beperkt: er is weinig ruimte voor langsdammen en kribben. Suppleties van sediment middels van een semi-vaste laag (te beginnen in de overdieptes) werkt het meest duurzaam.

Afvoer beperken, maar eerste reactie is niet per se IJsselmeer verhogen

Vasthouden water in landelijk gebied

Langsdammen

Afvoerverdeling herstellen naar oorspronkelijke instelling

Scheiden van functies: een lateraal kanaal aanleggen



# Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Water stroomt in westen nu teveel naar zee

IJsselmeer verhogen in het voorjaar

Drinkwatervoorziening westen van land anders organiseren.

Bufferen van water

Vanuit landschappelijk perspectief wil je zo lang mogelijk regen water in het land vasthouden in plaats van afvoeren naar rivier.

Wel blijven accepteren dat er een onderscheid is tussen een snelweg en een provinciale weg (vanuit economisch oogpunt voor de scheepvaart)

Kan het land niet als opslag gebruikt worden. Overal de sloten ed vullen op momenten van hoger water. Als buffer voor drogere perioden

Meer water tijdens drogere periode door tijdelijke waterbuffering tijdens natter e periode (ook buiten NL)

Met zeespiegelstijging kan westen beter insteken op drijvend wonen en daarmee kan waterstand omhoog

# Welke waterstandsverhogende maatregelen zijn mogelijk?

Een sluis waar je onbelemmerd doorheen kan varen ("hele lange kolk")

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Financiën

bovenregionale ontwikkelvisie + scenario's opstellen (NL en dld)

Door heel Nederland heen water vasthouden i.p.v. snel afvoeren

Blijf reëel. Out of the box is leuk, maar niet als je snel concrete stappen wil maken. Althans hier wordt soms wel erg out of the box gedacht

Beter goed doordacht dan te snel, met risico op "regret". Het natuurlijke systeem werkt op andere tijdschalen dan onze wensen

Centralisatie (met mandaat) van onderwerpen/doelstellingen/budgetten/beleid

Keten aanpak bij verduurzaming

IRM moet slagvaardiger dus meer mensen en geld op zetten. Meer doen

Inzetten op adaptieve maatregelen

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Relevantie en prioritering duidelijk stellen (en aantonen) om budget te alloceren vanuit Rijk en Regio.

Kopgroep van deskundigen en gebiedseigenaren opdracht geven voor nadere invulling integrale visie op de IJssel

Versnippering initiatieven voorkomen. Pak problemen op vanuit een centraal plan.

Lateraal kanaal?

IJsselmeer heeft veel meer potentie om water beter te benutten. Zet daar meer energie op

systembenadering

Grondwaterbeheer moet accepteren dat er hogere standen zijn t.b.v. opvangen van te lage standen

Goed doordenken wat de consequenties zijn van te veel en te weinig water in de regio, van hieruit afwegingskader creëren voor concrete stappen

Goede afstemming tussen overheden en projecten

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Een nieuw schip bouw je niet snel en voor langere tijd. Dus het ontwerp moet wel future proof zijn

Hoe past de IJssel in de totale waterbalans van de regio?

voor de proeftuin samenwerking met scholing enz.,,., vergunning voor innovatie-testen sneller vergunnen i.v.m. de ROI berekenen vanuit de praktijk> provincie, RWS, I&W enz...

Waarom een kanaal aanleggen? Als het alleen om water gaat, kun je ook een buis aanleggen

Kunnen schepen naast hun radar, ook de diepgang continu monitor terwijl ze varen om zo de ondiepe stukken in het kanaal of rivier realtime te ontlopen

Pilot(s) starten

Maak Europees geld vrij voor de grote

Vanuit verschillende sectoren bepalen wat nu precies het probleem is dat we op proberen te lossen

Nauwkeruriger voorspellen van de waterdiepet er

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

De regeltechniek biedt handvatten voor een systeembenadering

# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

IJssel-ambassadeur

Ligt aan de doelstelling

Ontwikkelregisseur Oost NL

Triple helix aanpak

Iedereen aan tafel met een open mind

Mandaat met deskundigheid en draagvlak

Inzicht. Experts. De juiste instanties (met bevoegdheid).

De Duitsers

Schippers

# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Nodig zijn: concrete doelstellingen, budgetten, bevoegdheden, kennis  
Wie: mensen met benodigde kennis en uitvoeringscapaciteit

Iemand die mbt een riviertak meer mandaat en middelen heeft rechtstreeks onder een ministerie

elkaar : publiek en privaat

Mandaat en budget van prov. Overijssel/Gelderland om breed onderzoek te starten door de koplopersgroep

"proeftuin ruimte"

Samenwerkingsinitiatieven met budget

Goede systeembeschouwing opgesteld door experts. Vervolgens daadkrachtige overheid om de plannen integraal te verzilveren

Actor die belangen van toekomstige generaties bewaakt

2 miljard



# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Inspiratie

Commiment, doorzettingsmacht, reductie overlegstructuren en verminderen polderen

Rijkswaterstaat meer middelen geven om meer dan alleen hun kerntaken mee te nemen.

Logistieke keten welke bereid is om vervoer over water met kleinere schepen economisch interessant te maken en te houden. Dan kan er rendabel transport over water plaatsvinden.

Verladers, producenten

Glazen bol om te weten wat er in de toekomst gebeurt

Collega's uit Zwitserland, Hongarije en Duitsland waar het water immers vandaan komt En zeker ook vice versa omdat veel van onze goederen ook naar bijvoorbeeld Duitsland gaan

een lastig gesprek met stakeholders over verwachtingen, haalbaarheid en belangen

Een systeembenadering betekent een structuur waarin een ieder die zich met een deelprobleem bezig houdt zichzelf herkent als onderdeel van een geheel.

# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Ook gewoon lef, idd met een aanpak zoals met Lely in het verleden Soort van Maritieme en Nautische approach

Inzicht in klimaat invloeden op lange termijn en hoe daar mee om te gaan of kansen te benutten

Betrokkenheid van de "jonge" generatie

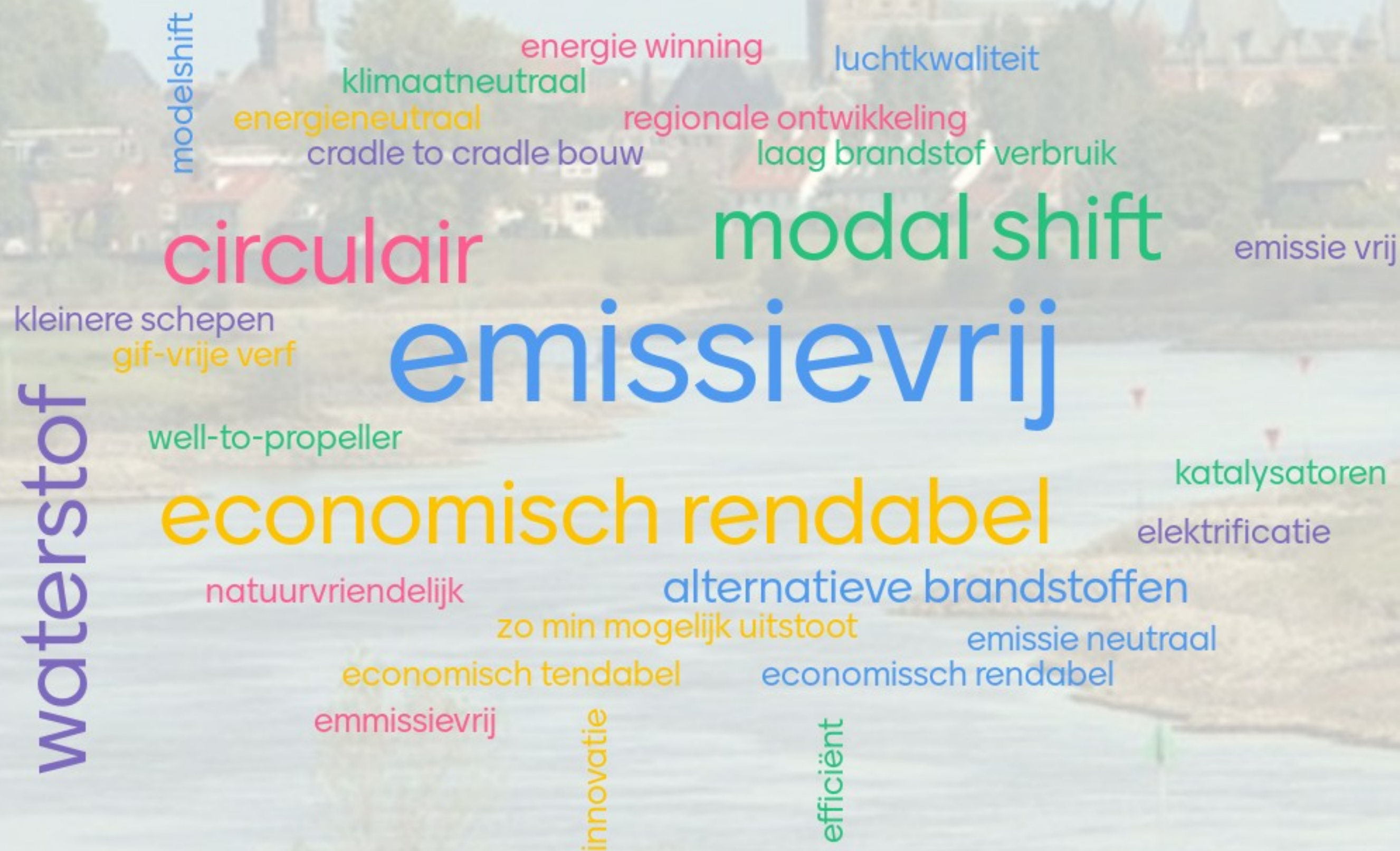
100 jaar geleden was klimaatverandering geen issue. Wat weten we nu hoe het er over 100 jaar uitziet? En hoe zeker is dat?

Een systeembenadering vergt een systeembeheerder



# Duurzame scheepvaart

# Welke beelden heeft u bij 'duurzame scheepvaart'?



# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Brandstofcel onderzoek

Green deal scheepvaart

ETShub Nijmegen

LNG brandstof

CLINSH

RH2INE

Clean Energy Hubs (CEH); Walstroom; AFID

Europese initiatieven oa interreg

Locatie voor Clean energy hubs worden gezocht

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

SWASH (autonoom varen)

Waterstof als voorstuwing

Onderzoek bunkeren/opladen alternatieve energiebronnen

Rh2ine

Laadinfrastructuur elektrisch varen

Waterstof generatie als buffer voor windmolenparken

Varen op lng. Investerings in schonere motoren

brandstof besparing, optimalere voortstuwingsinstallatie, zoals aanpassing roer en schroef

Waterstof hubs in verschillende steden (helaas lijkt het vooral ieder voor zich)

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

CCR-rondetafel alternatieve energiebronnen

GLDH2

Momenteel wordt er reeds een schip gebouwd wat 100% emissieloos gaat varen

Pilots elektrisch varen . Bio LNG productie en toepassing als transitiebrandstof (circulaire economie)

Schone Luchtakkoord

Energy hubs langs strategische plekken langs rivieren

Green award

Lijkt me een goed idee om jullie te bewegen om deze animatie te bekijken.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Jlpv8rwblbl>

Future Proof Shipping: motorschip MS Maas op H2

# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Walstroom

Verbreiding twentekanaal

ZES: elektrificatie initiatief met batterijcontainers

Redox Flow Battery Technologie

WEVA: NPRC project om motorschip op H2 te laten varen

Brug bij Zutphen aanpassen

H2 type brandstof onderzoek Kiwa, Han, HyMatters

Onderhoud via twin shipping

Verduurzaming binnenvaart Zuid-Holland



# Wat gebeurt er al qua initiatieven?

Sowieso lopen er meer dan 20 waterstofprojecten van enige ambitie in NL

Romptimalisatie

Walstroom om voorstuwingbatterij op te laden tijdens laden/lossen/rusten

PortLiner helpt de binnenvaart te financieren als ze naar een groen schip willen ombouwen of te bouwen

Zo snel mogelijk een financierings vehicle opzetten om vergroening mogelijk te maken

# Welke verbindingen kunnen we maken?

Samenwerken tussen regio's op een corridor

Elektrificatie en meer afluaddiepte

Gezamenlijke lobby voor regelgeving en financiering

Verbindingen met weg en spoor.

Aansluiten bij initiatieven van de provincie, bedrijfsleven en het rijk

Zero emission speelt al in de gww sector. Beloon dat bij aanbestedingen

Toepassen emissielabels

Keten aanpak

Europese samenwerking

# Welke verbindingen kunnen we maken?

Schone autonome kleine schepen en ontsluiten van kleine vaarwegen

Betrekken verladers en het bankwezen. Verduurzamingsprojecten die ver zijn, hebben over het algemeen een verlader die bijdraagt. Bankwezen is nodig voor nieuwe financieringsvormen.

Walstroom ook om voortstuwingcellen op te laden tijdens laden/lossen/rusten

Binnen het Goederenvervoerprogramma Oost en Zuid Oost wordt al veel verbinding gemaakt. Dat als voorbeeld nemen voor verdere samenwerking.

Containers flexibeler ontwerpen dus allerlei stapelbare formaten en losbaar ook aan onderkant tbv bulk

Afstemming locaties laadinfrastructuur (bv. met Clean Energy Hubs)

Aanbestedingen en andere mogelijkheden waar de overheid als klant acteert zijn uitgelezen kansen. Neem naast provincies/rijk ook gemeenten daarin mee.

Als er meer via het water gaat, heeft dat consequenties voor de automotive industrie. Wellicht incorporeren in dit dossier, om hen als investeerder (nieuwe business en daarmee bestaansrecht) mee te nemen.

Smart energy hubs koppelen aan scheeps laad infra

# Welke verbindingen kunnen we maken?

Ontwikkelen financieringsconcepten en incentives om schoner varen te stimuleren.

Overheidstarieven sterk verlagen voor schone schepen

Laad en loshubs kade optimaliseren geschikt voor kleinere eenheden ipv alleen bulk

Financieringswerkgroep binnen Goederenvervoercorridors

Walstroom verbinden aan waterkracht en zon op water

NS Cargo en DBShenker betrekken, om modaliteiten op elkaar te laten aansluiten

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Emissienormering voor bestaande motoren

Door zoals door andere provincies en gemeenten eerder al de vergroening financieel ondersteunen.

verdere brandstofbesparende maatregelen/ideeën uitwerken

Losse lopende projecten moeten meer kennis met elkaar delen bijv via een centrale website en nieuwsbrief

Samen dezelfde aanpak. Wordt iig bij clean energy hubs al gedaan - landelijk wordt dit opgepakt

Website die alle ontwikkelingen samenbrengt en tevens iets zegt over hun samenhang

Kennis gebruiken, zoals aanwezig bij Roelof voorbeeld (electricch aandrijven) meer van gelijksoort mensen inbrengen.

Delen met de burens. Plannen uitwerken en ten uitvoer brengen. Doen in plaats van alleen praten.

Subsidieregeling om de vergroening van de grond te krijgen.

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

De betrokken keten partijen bij elkaar zetten en werken aan integrale oplossing

Financieringsmix (leningen; subsidies; CAPEX naar OPEX) voor hele waarde keten beter op elkaar afstemmen

Ondersteuning op Capex en Opex

Private partijen meer betrekken in rol en verantwoordelijkheid

Emissienormering voor bestaande motoren

geen subsidie maar alleen goed leningen verstrekken.

Interregionale samenwerking (met bv. Duitse deelstaten, Vlaanderen)

Autonoom varen waarbij er een nieuwe elektrakabel in pf langs IJssel wordt gelegd die voor versterking net ook meerwaarde heeft

Level playing field tov fossiel

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

Invloed uitoefenen op verladers: eisen stellen bij aanbestedingen, vergunningen en gronduitgiften op gebied van duurzaam transport.

Subsidie toekennen alleen als er ook oog is voor samenhang

Bereidheid klant vergroten om extra te betalen voor een groen schip

innovatie stimuleren, stagnatie straffen

holistische aanpak

Marleen heeft helemaal gelijk!!

Meer structuur, minder fragmentatie en duidelijke info mbt kosten opbrengsten en outcome. Kortom wat is nu het beste

De kosten van groene investeringen laten verrekenen met kosten opgelegd door overheden

Iedereen

# Wat kan er nog meer gebeuren? (concrete stappen, hoe versnellen?)

verbod op het bouwen van diesel aangedreven schepen

De gehele Binnenvaart op de hoogte brengen van wat er staat te gebeuren en wat ze gaan verliezen als ze niet mee gaan in de vergroening



# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Iedereen

Rijk, regio, verladers, vervoerders

Gezamenlijke (en gedragen) verantwoordelijkheid

Emissienormering bestaande motoren

Europese aanpak in een uniform tempo (niet zoals bij ontgasverbod)

Verladersvereniging EVOFENEDEX

Ander beloningsbeleid dus beloon schoon en belast de vervuiler

Bereidheid binnen de volledige keten om samen te werken en verder te kijken dan de individuele business case

Iedereen

# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

Bedrijfsleven - binnenvaartsector financiers en overheid.

Iets als keurmerk de biologische schipper

Van producent tot consument

Binnen overheden: de 'afdelingen' procurement, vergunningverlening, gronduitgifte en soortgelijk.

Publiek-privaat (zowel Europees als nationaal en (inter)regionaal: Financieringsmix, regelgeving, stimulering, normering/zonering

Keurmerk moet Europees geaccepteerd worden (door alle logistieke partijen)

Breed draagvlak

Fictief groen "geld" om de kosten van vervuiling mee te nemen in de kosten van transport

opschalen van beleid, innovatie en uitvoering stimuleren

# Wat én wie hebben we daarvoor nodig?

True pricing dus niet afwentelen

Keurmerk bestaat = green award. Maar meewerken aan insentives voor GA vanuit havens.

CO2 tax helpt

Kosten van transport over de weg verhogen

Belasting verlaging bij groene km's

akte van manheim aanpakken dus

## Bijlage 4 Informatie Plan van Aanpak maritiem

# Maritiem masterplan

*Masterplan voor een emissieloze maritieme sector*



Februari 2021

**Nederland Maritiem Land**

Boompjes 40,  
3011 XB Rotterdam

[www.maritiemland.nl](http://www.maritiemland.nl) | [info@maritiemland.nl](mailto:info@maritiemland.nl)

**Datum** 8 februari 2021

**Versie** 2.5

**Subsidieaanvrager/ penvoerder:** Stichting Nederland Maritiem Land

Stichting Nederland Maritiem Land (NML) is de netwerkorganisatie van de maritieme sector en is in 1997 uit de markt ontstaan, in het verlengde van het toen nieuwe Nederlandse scheepvaartbeleid.

Het verbindt alle bedrijven die werkzaam zijn in de maritieme deelsectoren met elkaar en met de overheid en de kennisinstellingen. De toegevoegde waarde van de stichting zit onder meer in versterking van de individuele maritieme branches door gezamenlijk branche-overstijgende initiatieven te nemen. NML promoot Nederland als maritieme natie.

**Nederland Maritiem Land**

Boompjes 40,  
3011 XB Rotterdam

[www.maritiemland.nl](http://www.maritiemland.nl) | [info@maritemland.nl](mailto:info@maritemland.nl)

**Contactpersonen:**

Marjolein van Noort  
Projectleider

Rob Verkerk  
Voorzitter Nederland Maritiem Land

## Inhoudsopgave

1. Samenvatting
2. Aanleiding
  - 2.1. Duurzaamheidsdoelstellingen en COVID-19
  - 2.2. De urgentie
  - 2.3. De technische uitdaging
  - 2.4. Verbinding staand beleid
3. Doelen
4. Resultaten en economische impact
  - 4.1. Drie hoofdlijnen
  - 4.2. Economische en maatschappelijke impact
5. Projectaanpak en projectfasering
  - 5.1. Retrofitprogramma
  - 5.2. Onderzoeksprogramma
    - 5.2.1. Programmalijn 1 – Systeem transitie management naar zero emission
    - 5.2.2. Programmalijn 2 – Methanol power & energy systems
    - 5.2.3. Programmalijn 3 – Hydrogen power & energy systems
    - 5.2.4. Programmalijn 4 – Toekomstige & aanvullende power & energy systems
    - 5.2.5. Programmalijn 5 – Modulair scheepsontwerp en productie
    - 5.2.6. Programmalijn 6 – Slimme digitale monitoring en onderhoud
    - 5.2.7. Programmalijn 7 – Duurzame digitale autonome operaties
  - 5.3. Launching customership programma's
  - 5.4. Civiel programma
  - 5.5. Human Capital Programma
6. Projectorganisatie
7. Voorwaarden
8. Begroting
9. Tijdpad
10. Bijlage 1 – lopende initiatieven

## 1. Samenvatting

De sector werkt gericht samen aan een emissieloze maritieme sector en zet deze transitie in met het realiseren van 30 emissieloze schepen en 5 retrofits in 2030. Door de ontwikkeling van nieuwe technologieën direct te koppelen aan de ontwikkeling, bouw en vaart van de Rijksvloot en civiele schepen wordt het fundament gecreëerd om aan de vraag naar duurzame schepen te voldoen. In feite worden nieuwe emissieloze standaarden ontwikkeld. De vlootvervanging van de Rijksrederij en de Koninklijke Marine bieden een uitstekende kans om – samen met de civiele schepen - nieuwe technologie toe te passen en op te schalen. De directe verbinding van R&D en ontwikkeling, bouw en vaart van schepen is vernieuwend en zorgt voor betere toepasbaarheid van het onderzoek in praktijk van scheepsbouwer, toeleverancier én reder. Op deze manier transformeert de maritieme sector naar een schone en internationaal concurrerende sector. De vraag naar schone schepen zal steeds verder toenemen en landen die een technologievoorsprong hebben, hebben daar baat bij. De vijf programma's zijn de ruggengraat:

1. Een Retrofitprogramma voor duurzame retrofits op bestaande schepen
2. Een Onderzoeksprogramma voor de gezamenlijke kennis en technologie ontwikkeling
3. Twee Launching customership programma's van de Rijksrederij en Defensie (Koninklijke Marine)
4. Een Civiel programma voor het bouwen van 10 emissieloze schepen voor Nederlandse reders
5. Een ondersteunend Human Capital programma

Samenwerkende partijen zijn van mening dat de sector zich op deze manier uit de crisis innoveert en tegelijkertijd bouwt aan een internationaal concurrerende en toekomstbestendige sector die wereldleider is in de ontwikkeling, bouw en inzet van betrouwbare duurzame en digitale schepen. Dat is ecologisch, economisch en technologisch urgent. Ecologisch want wereldwijd wordt 90% van de goederen over zee vervoerd en mondiaal draagt de scheepvaart bij aan 2 tot 3% van de totale emissies van broeikasgassen. In 2018 werd 134 miljoen ton CO<sub>2</sub>, ofwel 13% van de totale Europese transportemissies, uitgestoten door schepen die Europese havens bezoeken. Economisch omdat de maritieme sector één van Europa's strategische sectoren is en naast de directe economische impact een sterk exportpotentieel heeft dat alleen blijft behouden wanneer de sector de energietransitie succesvol inzet. Technologisch omdat vooroplopen alleen kan wanneer er geïnvesteerd wordt in baanbrekende technologieën.

Daarom wordt de komende jaren gestart met duurzame retrofits van al varende schepen, parallel met de ontwikkeling van de noodzakelijke emissieloze technologieën op het gebied van alternatieve energiedragers en brandstoffen, modulair ontwerp en digitale monitoring en onderhoud. Dit vindt plaats in het unieke Nederlandse maritieme ecosysteem van bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheden, met goede verbindingen met de omgeving. De kennisinstellingen en maritieme maakindustrie ontwikkelen de technologieën voor de gehele Nederlandse scheepvaart. De overheid treedt op als launching customer en de resultaten komen breed beschikbaar voor de maritieme sector. Om de maritieme sector succesvol te transformeren vraagt de sector de overheid € 250 miljoen mee te investeren in een emissieloze toekomst.

Het maritiem masterplan is relevant voor de volgende drie beleidsprioriteiten:

1. (*klimaat en groene en digitale transitie*) Het R&D-programma ten behoeve van de maritieme sector en daarmee kan deze voldoen aan de nationale en Europese klimaatdoelstellingen (Nederlandse en Europese Green Deal) door de omslag naar een emissieloze sector te maken. Daarmee draagt de sector direct bij aan reductie



van broeikasgassen. Daarbij specifiek opgemerkt dat het masterplan en de R&D regeling plan bijdragen aan reductie van stikstofdeposities. Klimaatadaptatie – inzet op hernieuwbare energie waar NL spelers een internationaal sterke positie hebben - en building with nature horen hier ook bij. Voor wat betreft de digitale transitie kan het volgende worden opgemerkt: schoon varen vraagt niet alleen een andere aandrijflijn, maar een heel ander schip. Modulariteit, digitalisering en autonomie spelen een essentiële rol in het geïntegreerd ontwerpen, bouwen en opereren van de betrouwbare emissieloze schepen van de toekomst.

2. (*Economische weerbaarheid*). Door versneld te investeren in R&D ontwikkeling en de ontwikkeling en bouw van emissieloze/ klimaat-neutrale schepen versterkt het Nederlandse maritieme cluster haar internationale concurrentiepositie. De maritieme sector en havens hebben een toegevoegde waarde van ruim € 30,4 mld. (maritieme monitor 2020) en economische betekenis van zeehavens in Nederland is € 44,9 miljard toegevoegde waarde (havenmonitor 2020). De sector is nauw verbonden met andere sectoren, denk daarbij aan logistiek, energie en high tech en zal alternatieve brandstoffen/ energiedragers af gaan nemen. De figuur van Martin Stopford<sup>1</sup> in de economische analyse onderbouwt de verwachtingen ten aanzien van de omslag naar schone schepen.
3. (*Strategische relevantie*) Een toekomstbestendige duurzame maritieme sector is van groot belang voor het borgen van onze wezenlijke belangen van nationale veiligheid, zoals beschreven in de Defensie Industrie Strategie uit 2018. Een toekomstbestendige maritieme sector is van groot belang voor het borgen van onze wezenlijke belangen van nationale veiligheid, zoals beschreven in de Defensie Industrie Strategie uit 2018. De Nederlandse maritieme sector zorgt onder meer voor transport van essentiële goederen, veiligheid vanuit zee, kustbescherming, voedselvoorziening en bouw en onderhoud van hernieuwbare offshore energie installaties. Met de inzet op meer hernieuwbare energie is het zelf kunnen aanleggen, onderhouden en afbreken (decommissioning) nodig.

Nederland Maritiem Land treedt op als penvoerder namens dit samenwerkingsverband waarin het maritieme ecosysteem is vertegenwoordigd. De aangevraagde gelden zullen worden gebruikt om te investeren in R&D programma's, voor het inzetten van bestaande technologieën in nieuwe schepen, voor het uitvoeren van vijf retrofits en voor de ontwikkeling en bouw van 30 emissieloze schepen. Uiteraard speelt daarbij ook het human capital programma een rol.

## 2. Aanleiding

### 2.1. Duurzaamheidsdoelstellingen en COVID-19

---

<sup>1</sup> Titel: Smarter Shipping - an Overview, Conferentie: Marintec, Datum: 3 december 2020  
Spreker: Martin Stopford (President Clarkson Research)

Op 13 april 2018 kwam de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) van de Verenigde Naties tot een set klimaatafspraken. De belangrijkste afspraak is dat de mondiale scheepvaart in 2050 haar CO<sub>2</sub>-uitstoot moet hebben gehalveerd ten opzichte van 2008. De scheepvaart is met een totale uitstoot van 900 miljoen ton CO<sub>2</sub> verantwoordelijk voor ongeveer 2,5% van de totale wereldwijde emissie. Om internationale klimaatdoelstellingen te halen, moet ook de scheepvaart haar bijdrage leveren. Als eerste stap is overeengekomen dat een doel van 40% reductie moet zijn gehaald in 2030. Tevens is afgesproken dat na 2050 de scheepvaartsector zo snel mogelijk klimaatneutraal moet worden. De Europese Green Deal zet in op een klimaatneutraal Europa in 2050. Beschikbaarheid van (alternatieve) brandstoffen is daarbij een vereiste en dat vraagt ook het investeren in toekomstbestendige infrastructuur. In de maritieme samenwerking staan deze punten op de agenda; in het masterplan wordt gefocust op omslag van de schepen.

Nationaal zijn eveneens ambitieuze afspraken gemaakt. In de nationale Green Deal 'Zeevaart, Binnenvaart en Havens' van juni 2019 hebben partijen het doel gesteld om voor de zeevaart de gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot per vervoersprestatie in 2024 verminderd te hebben met 20%. Bovendien is de ambitie vastgelegd om in 2050 een absolute CO<sub>2</sub>-reductie van 70% gerealiseerd te hebben ten opzichte van 2008. Dit is ambitieuzer dan wat begin 2018 in internationaal verband in de IMO is afgesproken. Deze afspraken illustreren de behoefte van de Nederlandse zeescheepvaart om haar impact op het klimaat tot een minimum terug te brengen en een leidende rol op zich te nemen.

Naast de uitdagingen voortkomende uit de bovengenoemde ambitieuze duurzaamheidsdoelstellingen, is de maritieme sector in 2020 hard getroffen door de uitbraak van de COVID-19 pandemie. Hierdoor viel een deel van de markt vraag uit, kon personeel niet internationaal worden ingezet en kwam de supply chain onder druk te staan. Zo kwam in Europa de bouw van megacruiseschepen vrijwel geheel tot stilstand. De waarde van nieuwe orders daalde met zeer significant. Bovendien nam de ongelijkheid in het wereldwijde speelveld verder toe door marktverstoring ingrijpen van landen in het Verre Oosten. Naar verwachting werkt de crisis nog zeker tot in 2022 door in delen van de maritieme sector waaronder de scheepsbouw.

## 2.2. De urgentie

De maritieme sector heeft een strategisch belang. Nederland is een maritiem land met een dijk aan ervaring in de volle breedte van het spectrum van maritieme activiteiten. Die activiteiten dragen bij aan belangrijke maatschappelijke functies, zoals het schoon en veilig transporteren van goederen en personen over zee en binnenwateren, het beschermen van de kust, het onderhouden van vaarwegen, het leveren van infrastructuur voor energiewinning op zee, het bijdragen aan voedselvoorziening en het uitvoeren van overheidsstaken op zee. Bovendien levert de brede internationaal opererende sector een significante bijdrage aan het BNP en veel werkgelegenheid (circa 680.000 banen en 72 miljard aan toegevoegde waarde, inclusief zee- en binnenhavens). We hebben hiervoor een uniek ecosysteem met de hele keten van kennisinstellingen (TU Delft, MARIN en TNO), bedrijfsleven (reders, maritieme maakindustrie, havens), overheden (Koninklijke Marine en Rijksrederij) en maritiem beroepsopleiding. De sector is nauw verbonden met het Europese maritieme cluster, dat op Europese schaal bijdraagt aan de maatschappelijke doelen. Met andere woorden: een sector van grote importantie die de komende decennia bij zal dragen aan versterking van het verdienvermogen.

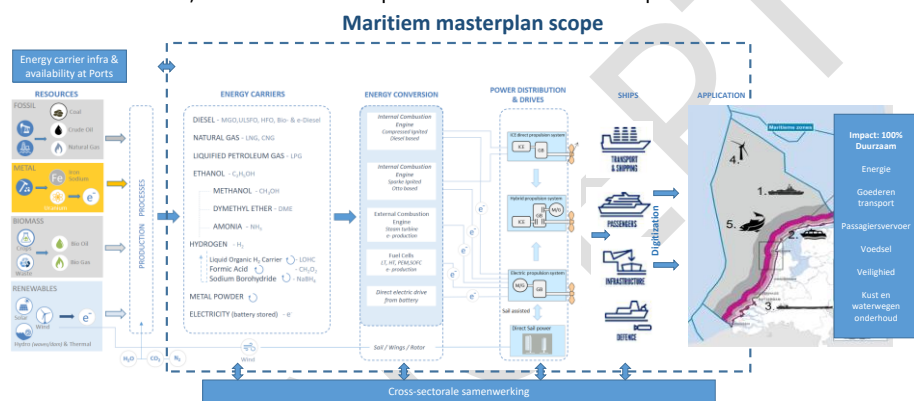
Nu de sector ondersteunen om de omslag naar een emissieloze sector te starten, zorgt voor herstel na de crisis en een toekomstbestendig ecosysteem. Het is dus bij uitstek nu het moment van opschalen van investeringen in R&D en het moment om daadwerkelijk emissieloze schepen te gaan bouwen. Dergelijke innovatieve investeringen die vooruitlopen op de markt vraag, zijn voor een sector die in generieke zin te maken heeft met relatief lage marges niet haalbaar vanuit enkel de markt. Om bovenstaande duurzame ambities voor 2030 te halen en tegelijkertijd de coronacrisis het hoofd te

bieden, moeten we snel beginnen en is een mee-investerende overheid noodzakelijk. Dit is urgent, want andere landen in Europa en Azië investeren hier al in.

Dit is ook bij het uitstek het moment om te investeren in R&D en ontwikkeling en bouw van schone schepen, omdat schepen een lange levensduur hebben en het versnellen van de energietransitie zorgt voor een zeer significante afname van de uitstoot van de maritieme sector. Met de op stapel staande vlootvervangingen heeft de sector een uitstekende kans om de negatieve klimaatimpact te verminderen.

### 2.3. De technische uitdaging

De technische uitdagingen in de maritieme energietransitie zijn groot. Om tot emissieloze schepen te komen voor duurzame energie, goederenvervoer, passagiersvervoer, visserij, veiligheid en natte waterbouw, moeten we naar de hele keten kijken: vanaf de energiebron, via de energiedragers, de omzetting van energie en de hele aandrijflijn tot het operationele gebruik van het schip. Alleen als deze hele keten 'from well tot wake' klimaatneutraal is, kunnen we echt spreken over schone scheepvaart.



### De maritieme energietransitie van grondstof tot maatschappelijk belang

Daarbij geldt dat de benodigde vermogens voor schepen zeer hoog zijn (vele megawatts) en het noodzakelijke bereik zeer groot (vele dagen tot weken). De systemen voor dit soort hoge vermogens zijn nog in ontwikkeling en gebruiken brandstoffen die nog niet breed beschikbaar zijn. Daarbij vraagt elk scheepstype een eigen optimale aandrijflijn: een sleepboot of ander hulpvaartuig heeft een heel andere missie en vaarprofiel dan een vrachtschip of veerboot. Er is dus geen 'one-size-fits-all' oplossing voor alle schepen. Daarnaast is er niet alleen schone energie nodig voor het varen, maar ook voor alle activiteiten aan boord. Dit vraagt een complexe afstemming van alle systemen. Ook is de energiedichtheid van schone brandstoffen (en andere energiedragers zoals batterijen) een grote uitdaging. Daarom is het noodzakelijk extra gewicht of ruimte mee te nemen in het scheepsontwerp. Schoon varen vraagt dus niet alleen een andere aandrijflijn, maar een heel ander schip. Modulariteit, digitalisering en autonomie spelen een essentiële rol.

### Waarom versneld verduurzamen

Het knelpunt is dat zonder de versnelde en verbrede ontwikkeling van R&D de ontwikkeling en bouw van schone schepen te traag verloopt, waardoor de sector onvoldoende aansluit bij de Europese ambities om de uitstoot te verminderen. De sector verliest de mogelijkheid tot verbetering concurrentiepositie. Om de uitstoot van de Nederlandse vloot en in Nederland te bouwen schepen significant te reduceren zijn bestaande technieken onvoldoende. Hoewel er nu ook R&D programma's zijn, ontberen

die de schaal en snelheid die nodig is om de gehele Nederlandse maritieme sector de omslag naar emissieloos te laten maken. Door de ontwikkeling van 'groene bouwtekeningen' kunnen toekomstige klimaat-neutrale/ emissieloze schepen goedkoper worden gebouwd, omdat de prototypes al ontwikkeld en gebouwd zijn. Het is voor reders moeilijk om vernieuwende technieken toe te passen, omdat zij met schone schepen vooruitlopen op de marktvraag en wetgeving. De nieuwe techniek is lastiger financieerbaar, want onbekender. Bovendien wordt voor groen transport veelal (nog) niet betaald. De Nederlandse vloot is divers en er is geen 'one size fits all' oplossing. De afstand die het schip vaart en de activiteit van het schip maken dat er in sommige gevallen niet op korte termijn kan worden overgeschakeld naar andere alternatieve brandstoffen en energiedragers

### 2.3. Verbinding staand beleid

Onderhavig projectplan heeft een directe verbinding met het Missiegedreven Topsectoren en Innovatiebeleid: "De bedoeling is dat door het opstellen van concrete missies bedrijven, onderzoekers en maatschappelijke organisaties gezamenlijk werken aan bijvoorbeeld (...) het ontwikkelen van CO<sub>2</sub>-neutrale scheepvaart". Daarnaast sluit het aan bij de doelstellingen van de hierboven genoemde Green Deal 'Zeevaart, Binnenvaart en Havens' en de ambities van de Europese Green Deal. Bovendien speelt Nederland via vertegenwoordigers van de maritieme sector een sturende rol in het EU Partnership Zero Emission Waterborne Transport. Hiermee kan actief de samenwerking met andere landen worden vormgegeven rondom de ontwikkeling van schone schepen. De Europese samenwerking biedt een uitstekende gelegenheid om het onderzoek en de toepassing van (ver)nieuwe(nde) technologieën op grotere schaal in te zetten. Ook wordt aangesloten bij de waterstofvisie van het kabinet als het gaat om de opschaling, gebruik en distributie van alternatieve brandstoffen. Verder is er een directe link met de logistieke uitdagingen rond de Europese haveninfrastructuur om de toekomstige alternatieve brandstoffen te kunnen leveren. Tot slot is dit project een zeer sterk voorbeeld van een essentieel ecosysteem zoals dat wordt verwoord in de 'Visie op de toekomst van de industrie in Nederland'<sup>2</sup>.

De huidige middelen in de diverse beschikbare instrumenten zijn ontoereikend. De doelstellingen van het Maritiem Masterplan passen binnen de missies van het Missiegedreven Topsectoren en Innovatiebeleid (MTIB): "Voor de scheepvaart ligt er een opgave om dit veiliger, slimmer en emissieloos te maken" (Kamerbrief). Maar omdat de zeevaart op dit moment nog buiten de systeemgrenzen van het Nederlandse Klimaatakkoord is gehouden, is de financiering van de transitie naar emissieloos varen zeer beperkt. De huidige Nederlandse instrumenten zijn daarom niet toereikend in doel, voorwaarden en omvang.

## 3. Doelen

De sector wil zich uit de coronacrisis innoveren door duurzaam en digitaal het verschil te maken. Tot doel staat het versnellen van de energietransitie door middel van het ontwikkelen van de emissieloze technologie en het opleveren van 30 emissieloze schepen en 5 retrofits in 2030. Door het ontwikkelen van 'groene bouwtekeningen' zijn de 35 schepen 'slechts' de start en kunnen nieuwe duurzame scheepsonwerpen de komende jaren de norm worden. Het R&D-programma is gericht op een breed palet van schepen waardoor in de verschillende subsectoren van de maritieme sector een basis wordt gelegd. Het totaalplan omvat schepen voor allerlei doeleinden, waaronder droge lading

<sup>2</sup> Kamerbrief over de visie op de toekomst van de industrie in Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

schepen, werkschepen, schepen actief in de bagger- en offshore-markt, visserijschepen, kustonderhoud, onderzoeksschepen en passagiersschepen. Dit zijn schepen die door Nederlandse reders worden gevaren en door Nederlandse werven kunnen worden gebouwd. De komende jaren zal de vraag naar groen transport mede onder maatschappelijke druk toenemen en door nú te investeren in R&D en direct toepassing binnen de Rijksvloot en de civiele schepen bewerkstelligt Nederland een koppositie in het Europese en internationale maritieme speelveld.

De term 'emissieloze schepen' wordt hier breed bedoeld en omvat zowel schepen die volledig emissieloos zijn als schepen die klimaatneutraal opereren.

- Onder emissieloos verstaan we: *geen voor klimaat of milieu schadelijke emissies uit de uitlaat van 'well to wake', dus inclusief brandstofproductie.*
- Onder klimaatneutraal verstaan we: *per saldo (vrijwel) geen uitstoot van broeikasgas. Wel emissies uit de uitlaat maar door carbon capture en daarna gebruik van de gevangen carbon in brandstofproductie worden de broeikasgas emissies circulair gemaakt (op een tijdschaal van weken/jaar). Voor het milieu schadelijke emissies (NOX, PM, ...) worden afgevangen door een katalysator.*

Effectief zullen de 'emissieloze schepen' hiermee tussen ~85 en 100% broeikasgas emissiereductie bewerkstelligen en voldoen aan de eisen voor milieuschadelijke emissies.

De ontwikkelde technologie is betrouwbaar en breed beschikbaar. De maritieme verdienkracht is toegenomen doordat we bijdragen aan de toegenomen Europese en internationale vraag naar schoon transport over het water. Nederland is wereldleider duurzame en digitale schepen en scheepvaart vanuit een versterkt maritiem ecosysteem, waar werkgelegenheid is door en voor denkers en doeners.



De resulterende schone scheepvaart is essentieel voor de maatschappelijke doelen:

- emissieloos zeetransport van (droge) lading, waarbij het zogenoemde Zero Emission Vessel (ZEV) wordt ontwikkeld voor het duurzaam brengen van goederen van productielocatie tot in huis, voor 100% duurzaam getransporteerde goederen.
- offshore wind en waterstof, waarbij de rol van de scheepvaart draait rondom het plaatsen, onderhouden en verwijderen van offshore windparken, zodat mensen thuis 100% duurzame energie hebben.
- voedselvoorziening (e.g. visserij, zeewier) vanaf het water, waarbij het ZEV wordt ontwikkeld voor het duurzaam varen en verwerken van voedsel ten doel van 100% duurzame voedselvoorziening voor mensen en dieren op het land<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Er is een directe verbinding tussen dit Masterplan en de ontwikkeling van een Innovatieagenda voor de visserij onder leiding van het Ministerie van LNV. Deze is gericht op een innovatie voor duurzame kottervisserij op de Noordzee (Advies Mw. Annemie Burger en rapport Royal HaskoningDHV). Door de ontwikkeling van retrofits en emissieloze oplossingen gezamenlijk te doen, versterken deze programma's elkaar. De visserij is via VisNed betrokken bij het Maritiem Masterplan van NML. Vissersschepen kunnen goed als prototypes functioneren voor ontwikkelingen binnen het Masterplan, zowel voor retrofits als emissieloze oplossingen.

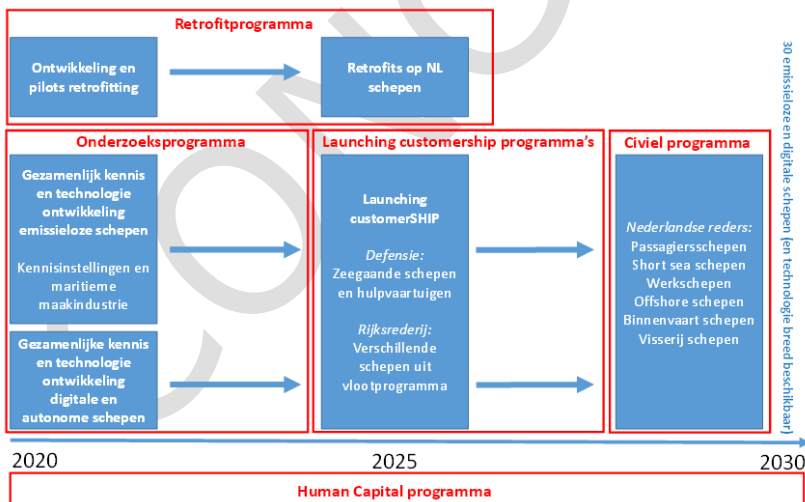
- baggerwerkzaamheden, waarbij het ZEV wordt ontwikkeld voor het duurzaam uitvoeren van onderhoud en aanleg van waterwegen en vaarroutes.
- passagiersvervoer en recreatie, waarbij het ZEV wordt ontwikkeld voor het duurzaam brengen van mensen van vertrek tot aankomsthaven met 100% emissievrije impact op de vaaromgeving.
- klimaatneutrale uitvoering van ondersteunende taken voor veiligheid op en vanuit zee en op binnenwateren voor de Koninklijke Marine als launching customer voor de overige sectoren.
- klimaatneutrale bedrijfsvoering van de Rijksrederij als launching customer voor de civiele sectoren, en daarmee duurzame veiligheid, leefbaarheid en bereikbaarheid op de Nederlandse wateren.

## 4. Resultaten

### 4.1. Drie hoofdlijnen

Het Masterplan bestaat uit drie hoofdlijnen naar 2030:

1. Kern is de gezamenlijke ontwikkeling van betrouwbare emissieloze technologie, die als eerste wordt ingezet in het kader van launching customership bij in totaal 30 schepen van Defensie, Rijksrederij en civiele reders en daarna beschikbaar komt voor verschillende schepen binnen de brede maritieme sector.
2. De verduurzaming van de Nederlandse vloot start daarnaast direct met toepassing van bestaande technologieën, duurzame retrofits en inzet van alternatieve brandstoffen.
3. Parallel worden digitale en autonome technieken ontwikkeld om met 'smart shipping' bij te dragen aan duurzaamheid en veiligheid.



Deze lijnen worden ondersteund door de volgende programma's:

1. Een Retrofitprogramma voor duurzame retrofits op bestaande schepen
2. Een Onderzoeksprogramma voor de gezamenlijke kennis en technologie ontwikkeling
3. Twee Launching customership programma's van de Rijksrederij en Defensie (Koninklijke Marine)

4. Een Civiel programma voor het bouwen van 10 emissieloze schepen voor Nederlandse reders
5. Een ondersteunend Human Capital programma

#### 4.2. Economische en maatschappelijke impact

De komende werken wordt de economische en maatschappelijke impact verder geconcretiseerd. Hierbij zal worden meegenomen wat de afgeleide effecten op het BBP zijn waaronder effect op internationale positie (denkend aan installatie windparken), op veiligheid op zee en effect op werkgelegenheid en toeleveranciers (hier vs Azië). Ook zal op basis van scenario's ten aanzien van het verwachte aantal schone schepen een schatting worden gemaakt van de te besparen uitstoot niet enkel voor de 35 schepen, maar ook voor te verwachten nieuwbouw. Het effect op groei van de Nederlandse economie (het bbp-effect) zal verder worden benoemd.

##### 4.2.1. De economische impact

Het masterplan geeft een sterke impuls aan de versnelling van de energietransitie in het Nederlandse maritieme cluster. De investering in het Nederlandse en Europese maritieme ecosysteem<sup>4</sup> is belangrijk, juist nu. De gekozen omvang van 30 nieuwe schepen en 5 retrofits is zodanig groot en betreft zodanig veel verschillende markten dat in meerdere sectoren de omslag naar schone schepen wordt gecreëerd. Voorbeelden daarvan zijn passagiersvervoer, droge lading schepen en schepen die ingezet worden voor aanleg en onderhoud van offshore windmolenparken. De overheidsinvestering van € 250 miljoen heeft daarmee een veel bredere reikwijdte. De Nederlandse maritieme sector kent relatief veel MKB'ers. Deze zijn vertegenwoordigd bij de toeleveranciers bijvoorbeeld, maar ook onder de reders. Door deze partijen direct te betrekken bij de ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologieën wordt het innovatievermogen van deze groep benut en worden zij tevens in staat gesteld mee te gaan in de versnelde verduurzaming.

Een directe positieve economische impact volgt uit het ontwikkelen en bouwen van deze groene schepen en het onderhoud voor de schepen de jaren erna. De rol van onderhoud gedurende de levensduur van het schip zal een prominentere plaats in gaan nemen zo is de verwachting. Aan de hand van een eerste voorzichtige casestudie, die een mix van vijf relatief kleine verschillende scheepstypen meeneemt in de analyse, is de totale omzet en het aantal manjaren te schatten die komen kijken bij de bouw en het onderhoud. Let wel dit betreft enkel de directe impact in bouw en onderhoud en niet de toegevoegde waarde in andere delen van het maritiem cluster noch omvat het de verwachte opdrachten en verbetering exportpotentieel op basis van de versnelde energietransitie. De schatting is dat de directe impact tenminste uitkomt op € 590 miljoen en ruim 2800 manjaren (werf + tier I en II toeleveranciers).

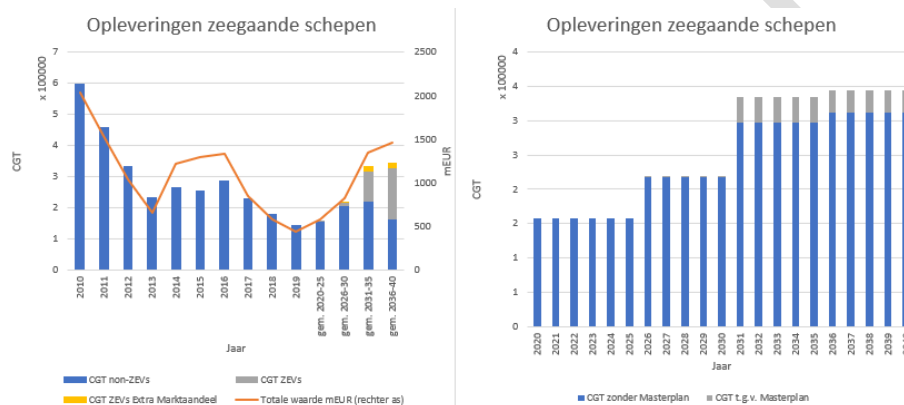
Daarnaast creëert deze investering een positieve verandering voor de (middel)lange termijn van het gehele Nederlandse maritieme cluster. Deze economische impact overtreft de verduurzaming van een selectie van Nederlandse schepen in de periode tot 2030. Die multiplier wordt al opgebouwd gedurende de periode tot 2030 en heeft effecten die het decennium daarna volop doorwerken. Door middel van een scenarioanalyse die verder wordt uitgewerkt, kan de economische impact van het

<sup>4</sup> "With a calculated value of EUR 147 billion, the EU 28+2 (European plus Norway and Turkey) countries represent 30,5% of the global production value for maritime technology of EUR 482,5 billion<sup>25</sup> (annual average for 2010-2014) and are securing more than 750.000 jobs in more than 40.000 enterprises in Europe<sup>26</sup>. Consolidating and further strengthening the EU's frontrunner role in RD&I and the implementation of greening technologies and concepts will be essential to ensure the transition to a clean and competitive European waterborne transport sector and to enhance the competitiveness of the European waterborne transport sector across all market segments." Source: <https://www.waterborne.eu>

Masterplan na 2030 worden gekwantificeerd, zie onderstaande figuur. Let wel, de resultaten hieronder zijn exclusief:

- de directe economische impact van de bouw van de 30 emissieloze schepen die voor het einde van 2030 worden opgeleverd;
- de economische impact van het onderhoud van de schepen;
- de economische impact van de gevolgen van het Masterplan voor refits en conversies;
- de economische impact van de gevolgen van het Masterplan op de jachtbouwindustrie en de bouw van binnenvaartschepen.

De analyse wijst uit dat de hoeveelheid te bouwen zeeschepen in CGT in Nederland over de periode 2030 - 2040 10,9% (+355344 CGT) hoger uitvalt t.g.v. het Masterplan; de omzet stijgt met 12,9% (+ € 1,7 miljard).



De analyse berust onder andere op een algemene voorspelling van de nieuwbouwbehoefte van zeeschepen tussen 2020 en 2040 uit het Market Forecast Report 2019 van SEA Europe. Op deze voorspelling wordt een correctie toegepast m.b.t. de impact van de coronacrisis en vervolgens wordt de relatieve ontwikkeling geprojecteerd op het gemiddelde van de opgeleverde zeeschepen van Nederlandse werven in CGT over de periode 2013-18. Het geschatte marktaandeel van emissieloze schepen over de tijd is voor een groot deel gebaseerd op scenarioanalyses uit het paper 'Three Maritime Scenarios 2020 – 2050' van Martin Stopford. Daarnaast is er een aanname gemaakt van het extra marktaandeel dat te verkrijgen is t.g.v. het Masterplan (of te verliezen zonder Masterplan) en wordt er aangenomen dat de kostprijs van een emissieloos schip 30% hoger is dan een conventioneel schip.

De economische impact beslaat vijf deelgebieden:

1. *Verbetering concurrentiekracht en exportpositie door toename vraag naar groen transport en innovatieve schepen*<sup>5</sup>. Investeren in schepen met een significant lagere uitstoot van schadelijke broeikasgassen, verbetert de concurrentiepositie van de Nederlandse vloot de komende jaren aangezien klimaatneutraal en vervolgens emissieloos vervoeren van lading en personen binnen de EU de te

<sup>5</sup> A Study on Green Shipping in Major Countries: In the View of Shipyards, Shipping Companies, Ports, and Policies - ScienceDirect



verwachten norm is. De doelstelling in de Europese Green Deal voor meer vervoer over water en de aankomende internationale regelgeving over het beprijzen van uitstoot duwt deze markt vraag. Zo'n 35–40 % van het vervoer binnen de EU gaat over water<sup>6</sup>. Het aandeel kustvaart in de Nederlandse vloot is zo'n 60% en het Nederlandse aandeel in de Europese kustvaart is significant<sup>7</sup>. Ook voor de Nederlandse werven verbetert het verdienpotentieel doordat zij innovatieve duurzame schepen goedkoper kunnen gaan bouwen door de opgedane kennis en ervaring. Voorts zullen de kennisinstellingen profiteren van de investeringen in R&D in internationale vraagstukken. Met het Masterplan lopen we vooruit op het nieuwe verdienmodel waarin de kosten en opbrengsten van vergroening zijn verdisconteerd in maritieme en logistieke projecten. De figuur van Martin Stopford<sup>8</sup> onderbouwt de verwachtingen ten aanzien van de omslag naar schone schepen. Nederlandse reders zullen naar verwachting een groter marktaandeel kunnen verwerven in nichemarkten door een lagere footprint.

#### Meer opdrachten innovatieve werven, toeleveranciers en dienstverlening<sup>9</sup>.

Komende jaren worden verschillende Europese schepen vervangen. Nederlandse werven kunnen complexe schepen voor de bagger- en offshore industrie bouwen, voor defensiedoeleinden evenals droge lading schepen, sleepboten en tankers. De internationale positie van Nederlandse werven steelt op innovatief vermogen. Het nu ontwikkelen van innovatieve technologie en het opdoen van kennis en ervaring om deze verschillende emissieloze schepen te bouwen, levert Nederlandse werven een internationaal concurrentievoordeel op ten opzichte van landen die deze inspanningen niet doen. Daarnaast volgt een aantal Europese landen eveneens een ambitieus tijdpad en zorgt de investering van het Masterplan ervoor dat Nederland bij de koplopers kan blijven horen. Nederlandse werven vergroten zo hun marktaandeel op de Europese markt en de wereldmarkt. Verwachting is ook dat retrofits eerder uitgevoerd moeten worden om de technologische ontwikkeling bij te benen. Toeleveranciers zijn belangrijk voor de bouw van Nederlandse schepen. Als gevolg van de toepassing van de verschillende technieken en het launching customership worden deze technieken sneller doorontwikkeld wat een concurrentievoordeel oplevert. De Nederlandse leveranciers van systemen die bijdragen aan de energietransitie, vergroten hun exportaandeel doordat zij een investeringsvoorsprong hebben. Verwachting is dat in toenemende mate in publieke aanbestedingen inzet van duurzame schepen (financieel) wordt beloofd. Met de ambities van de Europese Commissie inzake offshore windmolenparken neemt het aantal overheidsopdrachten toe.

De verwachte omzet voor toeleveranciers zal naar verwachting toenemen. Momenteel wordt deze analyse uitgewerkt op basis van de huidige omzet zoals vermeld in het jaarverslag van NMT 2019 en de prognoses ten aanzien van nieuwe orders voor groene schepen.

<sup>6</sup> "For every EUR 1 million of GDP the shipping industry creates, another EUR 1.8 million is created elsewhere in the EU economy": the economic value of the EU Shipping Industry, 2020" rapport ECSA op basis van data Oxford Economics.

<sup>7</sup> Rapport 'Economische relaties zeevaart', Kuipers ed al, 2014, Erasmus Universiteit Rotterdam en TNO

<sup>8</sup> Titel: Smarter Shipping - an Overview, Conferentie: Marintec, Datum: 3 december 2020  
Spreker: Martin Stopford (President Clarkson Research)

<sup>9</sup> Scenario's voor het maritieme cluster in Zuid-Holland en Werkendam Achtergrondstudie 'Toekomstverkenning Maritieme Cluster in Zuid-Holland' Een initiatief van de Provincie Zuid-Holland en de regio Drechtsteden 1 maart 2017 Erasmus Universiteit Rotterdam | UPT (EUR) Netherlands Economic Observatory | NEO Bart Kuipers, Martijn Steng (EUR), Walter Manshanden en Olaf Koops (NEO)

**+ Kansen voor de Nederlandse maritieme industrie:**

	Batterijen	Waterstof tank	Methanol tank	Ammoniaaktank	Ammoniakkraker	HFO tank	Brandstofcel	Elektrische motor	Dual fuel ICE	ICE	Krukas, lagers, etc.	Wind & golf toepas.
Conventioneel						X				X	X	
Elektrisch	X							X				X
Hybride waterstof	X	X					X	X				X
Waterstof brandstofcel		X					X	X				X
Waterstof + ICE		X				X			X		X	X
Ammoniak brandstofcel				X	X		X	X				X
Ammoniak + ICE				X		X			X		X	X
Methanol brandstofcel			X				X	X				X
Methanol + ICE			X						X		X	X
Mogelijkheden voor NL	X <sup>1</sup>	X	X	X	X	X	X <sup>2,3,4,5</sup>	X <sup>6,7</sup>			X	X <sup>8,9</sup>

Enkele voorbeelden:  
<sup>1</sup> EST-Floattech [LINK](#), <sup>2</sup> Nedstack [LINK](#), <sup>3</sup> VDL ETS [LINK](#), <sup>4</sup> Zepp solutions [LINK](#), <sup>5</sup> Een actieve maritieme sector kan het voor bestaande brandstofcelabrikanten aantrekkelijk maken een maritieme tak/dochter in NL op te zetten, zie voorbeeld van [Hyzon Motors](#) [LINK](#), <sup>6</sup> Veth Propulsion [LINK](#), <sup>7</sup> Hydromaster [LINK](#), <sup>8</sup> eConowind [LINK](#), <sup>9</sup> Hull Vane [LINK](#).

2. *Versnelling reductie emissies door inzet innovaties<sup>10</sup>*

Schepen met innovatieve technologieën om emissies significant te reduceren, zijn nu relatief zeer duur. De technologie is nog niet bewezen en nog niet op grote schaal toepasbaar. Werven hebben geen ervaring met het bouwen van deze schepen en reders hebben geen ervaring met het varen. En ervaring en kennis met en van het bijbehorende onderhoud van deze schepen zal eveneens opgebouwd moeten worden. Door het Masterplan wordt geïnvesteerd in een aantal verschillende schepen die kenmerkend zijn voor zowel de Nederlandse vloot als de Nederlandse scheepsbouw. Hiermee worden 'groene bouwtekeningen' ontwikkeld waardoor elk volgend schip relatief goedkoper kan worden gebouwd<sup>11</sup>.

De activiteiten in het Masterplan moeten zorgen voor het:

- ontwikkelen van benodigde technologie voor het realiseren van emissiereductie;
- selecteren van robuuste en betrouwbare technologie voor implementatie;
- reduceren van de kosten en risico's van de technologie.

3. *Werkgelegenheid*

Om in Europa banen te behouden voor een diverse arbeidsmarkt, is het belangrijk dat de industrie zich verder ontwikkelt<sup>12</sup>. Het maritieme cluster kent een diverse werkgelegenheid en een combinatie van verschillende opleidingsniveaus<sup>13</sup>. Het rapport 'Scenario's voor het maritieme cluster in Zuid-Holland en Werkendam' geeft op pagina viii van het rapport de economische relaties van het maritieme cluster en de zeescheepvaart weer<sup>14</sup>. Hiermee is het aannemelijk dat een

<sup>10</sup> PM BRON ONDERZOEK TU DELFT > conclusies tweede helft december

<sup>11</sup> PM BRON ONDERZOEK TU DELFT > conclusies tweede helft december

<sup>12</sup> Kamerbrief over de visie op de toekomst van de industrie in Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

<sup>13</sup> <https://www.maritiemland.nl/maritieme-sector/publicaties/maritieme-arbeidsmarktmonitor/>

<sup>14</sup> Rapport 'Scenario's voor het maritieme cluster in Zuid-Holland en Werkendam', Een initiatief van de Provincie Zuid-Holland en de regio Drechtsteden 1 maart 2017 Erasmus Universiteit Rotterdam | UPT (EUR) Netherlands Economic Observatory | NEO Bart Kuipers, Martijn Steng (EUR), Walter Manshanden en Olaf Koops (NEO)

versterking van de zeevaart ook een positief effect heeft op de werkgelegenheid elders in het cluster. Investerings in de toekomstbestendigheid van de maritieme sector versterken ook de toekomstige werkgelegenheid. En dat gaat verder dan sec maritieme banen, want ook aan de dienstkant creëert het cluster banen. Ook sluit het Masterplan goed aan op de Europese agenda, waarop de ontwikkeling van vaardigheden voor werknemers in de maritieme sector staat. De energietransitie levert banen op. Weliswaar verdwijnen er ook banen, maar tijdig investeren keert het tij en draagt per saldo bij aan meer werk<sup>15</sup>.

#### 4. Versteving strategische positie Europa

Meer werk voor offshore schepen waarin Nederland een sterke positie heeft. De Europese Commissie heeft op 19 november haar 'offshore renewable strategy' bekend gemaakt en geeft daarmee ruim baan voor verdere investering in hernieuwbare energie. Ook hier speelt de Nederlandse sector als onderdeel van de Europese zeevaart een sterke rol.<sup>16</sup>

Ontwikkeling en versterking van de Europese blauwe economie<sup>17 18</sup>. Met de blauwe economie wordt de economie die samenhangt met maritieme/ mariene ontwikkelingen op zee en oceaan bedoeld. Het gaat over hernieuwbare energiebronnen, maar ook over aquaculture en multi-use parken waarbij o.a. de winning van verschillende soorten hernieuwbare energie (getijde, golf, zon, wind) samengaat met bijv. de ontwikkeling van zeewier. Een innovatief maritiem cluster kan goed inspelen op de kansen die de blauwe economie biedt.

Versterking building with nature. De schepen van Nederlandse waterbouwers zijn cruciaal waar het gaat om bescherming van de kustlijn en het toegankelijk houden van havens en waterwegen. Kennis en expertise zit sterk in het Nederlandse maritieme cluster. Het gaat om strategisch belangrijke onderdelen van de Europese infrastructuur: havens, waterwegen en offshore werken die zorgen voor hernieuwbare energie.

Voedselvoorziening. Zonder de visserij mist de Europese bevolking een belangrijke voedingscomponent. Maatschappelijke druk op schone schepen voor visserij neemt toe en met nieuwe technologieën kan ook deze waardeketen duurzaam opereren.

#### 5. Investerings in schepen en werven leiden binnen het cluster tot directe economische waarde

De Nederlandse maritieme sector heeft zo'n 21.000 bedrijven, meer dan 285.000 mensen en een totale toegevoegde waarde van € 24.8 miljard (bron: Maritieme

<sup>15</sup> <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2018/energietransitie-werkgelegenheid-publieksversie.pdf>

<sup>16</sup> "European shipowners play a constructive role in advancing the clean energy source in Europe and around the world. In 2018, more than 80% of global installed offshore wind capacity was located in Europe<sup>1</sup>. European shipowners also control 37% of the world's offshore vessels by gross tonnage<sup>2</sup> and have developed an especially strong reputation for the construction and maintenance of offshore wind parks and related infrastructure... Up to 18 different types of vessels are involved during the full project life-cycle; used for surveying sites, the installation of foundations, turbines, export and inter-array cables, transportation of personnel and equipment, and eventual site decommissioning. Each activity is specialist and requires significant expertise from vessel crew and on-shore personnel. European shipping companies have played a central role in realising many global offshore wind projects to-date. Of the 5,500 offshore turbines installed globally by mid-2019, a significant share have been installed by European shipping companies." Source ECSA

<sup>17</sup> [2020 Blue Economy Report \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/economy_finance/2020-blue-economy-report)

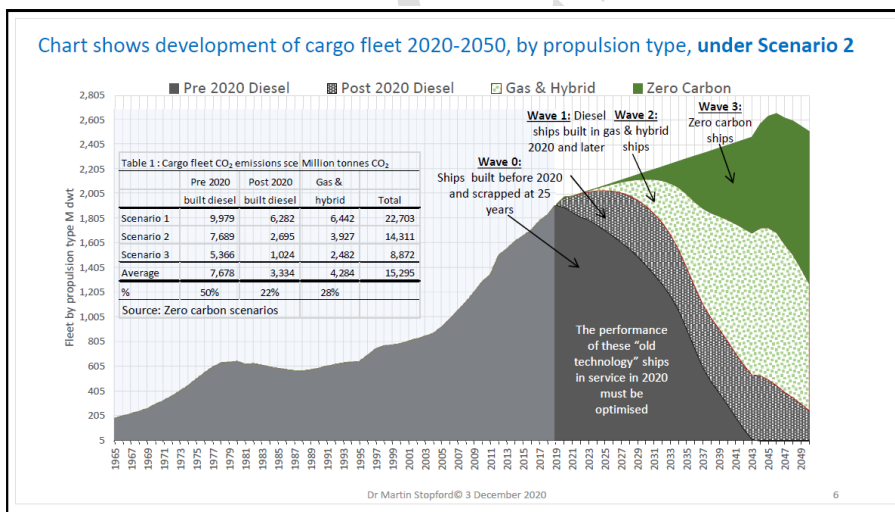
<sup>18</sup> [The Potential of the Blue Economy - Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for SIDS and Coastal Least Developed Countries ... Sustainable Development Knowledge Platform](https://www.un.org/sustainabledevelopment/knowledge-platform/resources-for-sids-and-coastal-least-developed-countries)

Monitor 2020). De totale export van het maritieme cluster bedroeg in 2019 ruim €30,4 miljard. Daarnaast bedraagt de hele economische betekenis van alle zeehavens in Nederland in totaal €44,9 miljard toegevoegde waarde en 385.000 banen (bron: Havenmonitor 2020). De grootste exportsector betreft - los van de havensector - de zeevaartsector met een export van €6,3 miljard in 2019. Op een totale export vanuit Nederland van € 516 miljard is het aandeel van het maritieme cluster hierin 6%.

**Toeleveranciers.** Een behoorlijk deel voor de bouw van een schip wordt ingekocht, deels ook bij MKB-toeleveranciers. Veelal gebeurt dat bij het bouwen van een schip in Nederland bij Nederlandse bedrijven. Inschattingen zijn dat dit varieert tussen 30/40 – 60/70%. Nederlandse reders werken vaak met vervanging van equipment van Nederlandse partijen.

**Onderhoud.** Voorzichtige inschatting is dat jaarlijks per schip (bijvoorbeeld een kleine droge lading schip) €200.000 – €400.000 aan onderhoud wordt besteed. Voor schepen die veelal in Europa varen, wordt het 'dokken' vaak in Europa gedaan en in verschillende gevallen ook in Nederland. Na de bouw zijn de schepen economisch dus geenszins weg uit Nederland. Verwachting is dat onderhoud voor de komende innovatieve schepen een belangrijke rol gaat spelen. Dit zal verder worden uitgewerkt.

**Klassebureau's en dienstverlening.** Bij het ontwikkelen en bouwen van schepen zijn in Nederland gevestigde klassebureau's betrokken. Inschatting op basis van cijfers van reders is dat dit voor een droge lading schip zoals door Nederlandse werven kan worden gebouwd tussen €300.000 en €400.000 is.



#### 4.2.2. Maatschappelijke impact

(N.b. de ramingen van de te besparen uitstoot worden de komende tijd doorgerekend. De getallen hieronder zijn een grove schatting). De maritieme sector heeft een spilfunctie in de winning van offshore energie, het beschermen van steden en kustlijnen met stijgende zeespiegels, de Europese bevolking

voorzien van voeding – zowel bestaand als nieuw, denk aan zeewier e.d. – en uiteraard ook in het transport van essentiële goederen en het vervoeren van mensen. Wereldwijd wordt 90% van de goederen over zee vervoerd. Op mondiale schaal draagt de scheepvaart bij aan 2 tot 3% van de totale emissies van broeikasgassen. In 2018 werd 134 miljoen ton CO<sub>2</sub>, ofwel 13% van de totale Europese transportemissies, uitgestoten door schepen die Europese havens bezoeken. Bunkeren in Nederland van meer dan 9 miljoen ton aan scheepsbrandstof geeft meer dan 28 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar. De zeevaart levert een uitstoot op van 6 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar en de binnenvaart van 2 miljoen ton per jaar.<sup>19</sup> Het realiseren van een emissieloze maritieme sector is daarom van essentieel belang voor de lange termijn welvaart en stabiliteit van niet alleen Nederland maar temeer van Europa en zeker ook in internationale setting.

Als invulling van de klimaatdoelen en het klimaatakkoord, legt de Defensie Energie en Omgeving Strategie 2019 – 2022 (DEOS) de ambitie vast om, ten opzichte van 2010, de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen te reduceren met tenminste 20% in 2030 en 70% in 2050. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, waar de Rijksrederij onder valt, streeft naar klimaatneutraal werken in 2030. De Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens streeft naar een reductie van 40% tot 50% CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de binnenvaart in 2030, een reductie van 70% voor de zeevaart in 2050 en zo spoedig mogelijke realisatie van klimaat-neutrale zeevaart en binnenvaart. Tenslotte ambieert de Green Deal van Europa dat de Europese Unie voor 2050 niet meer bijdraagt aan de opwarming van de aarde door uitstoot van broeikasgassen.

De launching customership programma's van Defensie en de Rijksrederij kunnen een directe besparing opleveren van 30 kton CO<sub>2</sub> per jaar. De eerste schatting voor de civiele nieuwbouwprogramma's duidt op een besparing van 30 tot 90 kton CO<sub>2</sub> per jaar, afhankelijk van het type schip. Hierbij gaan we uit van een reductie in de equivalente CO<sub>2</sub>-uitstoot van 80% voor biobrandstoffen, zoals biologische methanol, en van 100% voor groene waterstoffen en synthetische geproduceerde methanol. De verwachting is dat na 2030 de technologie voldoende beschikbaar is, de productie van biologische en synthetische brandstoffen voldoende opgeschaald is en daarmee de prijzen van deze brandstoffen voldoende gedaald zijn. Als vervolgens alle nieuwbouwschepen uitgerust worden met de dan beproefde klimaat-neutrale en emissieloze technologie, dan zal bij een vervanging van de gehele Nederlandse vloot over dertig jaar, de reductie vanaf 2030 met 3% per jaar kunnen afnemen.

Samengevat: de verduurzaming van de scheepvaart is economisch en ecologisch urgent. Door nu het voortouw te nemen bij de ontwikkeling van een emissieloze scheepvaart, kan de Nederlandse maritieme sector bijdragen aan deze enorme maatschappelijke uitdaging en zich ondertussen uit de coronacrisis innoveren. Dit levert groene maritieme banen op in de scheepvaart, scheepsbouw en havens.

---

<sup>19</sup> StatLine (cbs.nl)

## 5. Projectaanpak en projectfasering

Het Masterplan bestaat uit 5 programma's:

1. Een Retrofitprogramma voor duurzame retrofits op bestaande schepen
2. Een Onderzoeksprogramma voor de gezamenlijke kennis- en technologie-ontwikkeling
3. Twee Launching customership programma's van de Rijksrederij en Defensie (Koninklijke Marine)
4. Een Civiel programma voor het bouwen van 10 emissieloze schepen voor Nederlandse reders
5. Een ondersteunend Human Capital programma

### 5.1. Retrofitprogramma

<i>I. Subsidies voor toepassing emissiereductie technologie op bestaande schepen</i>	
Onderwerp:	Inpassing van eerste emissiereductie technologie aan boord van schepen
Doel:	Versnellen van bestaande initiatieven voor emissiereductie technologie op bestaande schepen
Eisen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omvang: minimaal 10% emissiereductie</li> <li>• Verdeling over verschillende sectoren waaronder               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Offshore werkschepen (10% – 30%)</li> <li>○ Bagger werkschepen (10% – 30%)</li> <li>○ Passagiersschepen (10% - 30%)</li> <li>○ Transportschepen voor droge lading (10% – 30%)</li> <li>○ Vissersschepen (10% – 30%)</li> </ul> </li> <li>• Exploitatieberekening met emissiereductie</li> </ul>
Criteria:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mate van innovatie m.b.t. beoogde technologie, toepassing en systeemintegratie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-reductie over de gehele keten</li> <li>• Duidelijke leerdoelen en planning voor verdere opschaling en kostenreductie</li> <li>• Aanpak voor delen van bruikbare kennis en ervaring</li> </ul>
Budget:	15 miljoen, subsidie bedraagt maximaal 30% op de investering
Uitvoering:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeling opent op 1 januari 2022</li> <li>• Regeling sluit zodra budget op is</li> <li>• Overgebleven budget gaat naar retrofit projecten</li> </ul>
<i>II. Retrofits</i>	
Onderwerp:	Vervangen van voortstuwing of energieopwekking met klimaat-neutrale technologie op bestaande schepen
Doel:	Realisatie van klimaat-neutrale technologie op bestaande schepen
Eisen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significante emissiereductie van ten minste 50%</li> <li>• Verdeling over verschillende sectoren waaronder               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Werkschepen waaronder offshore en baggerschepen</li> <li>○ Bagger werkschepen</li> <li>○ Passagiersschepen</li> <li>○ Transportschepen voor droge lading</li> <li>○ Visserij schepen</li> <li>○ Tankers</li> </ul> </li> <li>• Exploitatieberekening met emissiereductie</li> </ul>
Criteria:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosteneffectiviteit CO<sub>2</sub> reductie: investering in €/kton CO<sub>2</sub> reductie resterende levensduur</li> </ul>

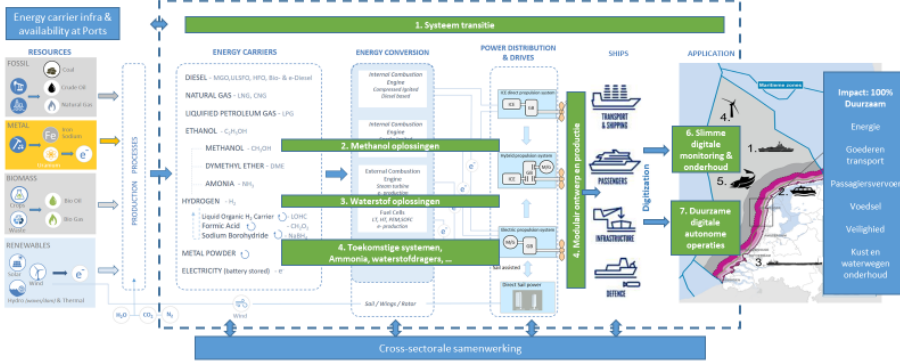
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mate van innovatie m.b.t. beoogde technologie, toepassing en systeemintegratie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-reductie over de gehele keten</li> <li>• Duidelijke leerdoelen en planning voor verdere opschaling en kostenreductie</li> <li>• Aanpak voor delen van bruikbare kennis en ervaring</li> </ul>
Budget:	30 miljoen en de subsidie per schip is in lijn met de geldende staatsteunkaders
Uitvoering:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De calls gaan jaarlijks tweemaal open vanaf 1 januari 2022.</li> <li>• Criteria voor deze calls dienen nog te worden bepaald.</li> <li>• De calls lopen tot en met 2026 op basis van de voorgestelde kasreeks in de begroting.</li> </ul>

## 5.2. Onderzoeksprogramma

Zowel de innovation council van NML als de ad hoc industriegroep waarin scheepsbouwers, reders en toeleveranciers deelnemen heeft feedback gegeven op de onderzoekslijnen. Die input wordt direct meegenomen in de uitwerking waar nu aan wordt gewerkt. Zo zal batterijtechnologie duidelijker worden meegenomen evenals de operatie (het varen zelf) en vooral de koppeling tussen varen en terugvertalen naar R&D etc. Ook komt het energiemangement aan boord scherper terug en dat hangt samen met operationeel gebruik van het schip. Leren van wat er operationeel gebeurt en de ervaring en data terugkoppelen in de samenwerking in de keten is ook een aandachtspunt. Het houdt niet op bij levering van het schip. Digitalisering is een relevant onderdeel van het maritiem masterplan, maar zal concreter worden ingevuld in de verdere uitwerking van de onderzoekslijnen. Ook wordt de verbinding tussen R&D en pilots en prototypes beter toegelicht. Standaardisatie en modulaire opzet van energiesystemen in combinatie met E - voortstuwing bieden veel perspectief en komen verder naar voren. Het is in programmalijn 5 benoemd maar wordt prominenter opgenomen in het plan. Ook zal er meer aandacht zijn voor life cycle maatregelen: ontwerpen voor opnemen nieuwe technologie gedurende de levensduur (modulair).

Het doel van het onderzoeksprogramma is het ontwikkelen en delen van de benodigde kennis om 30+5 emissieloze schepen te realiseren tussen nu en 2030 en van de benodigde kennis op langere termijn. Dit betekent dat de eerste programmalijnen van de R&D zich richten op de technologie die op korte termijn ingezet kan worden en zich nu op TRL 4 tot 7 bevindt, en op de integratie en bouw van deze technologie met modulaire ontwerpen. Omdat het op dit moment nog niet volledig duidelijk is welke technische oplossingen op langere termijn beschikbaar komen, richten de latere programmalijnen zich op toekomstige technologieën die zich nu op TRL 1 tot 4 bevinden. Hiermee zorgt het R&D-programma ook voor ontwikkeling van de benodigde technologie, die vanaf 2030 ingezet kan worden.

### Maritiem masterplan scope





Het Onderzoeksprogramma bevat 7 programmalijnen, gericht op zowel toepassingsgericht als fundamenteel onderzoek naar systeemtransitie en het ontwerp, bouw en operatie van emissieloze schepen:

1. Systeemtransitie voor een emissieloze maritieme sector
2. Methanol energie- en voortstuwingsystemen
3. Waterstof energie- en voortstuwingsystemen
4. Toekomstige energie- en voortstuwingsystemen
5. Modulair scheepsontwerp en productie
6. Slimme digitale monitoring en onderhoud
7. Duurzame digitale autonome operaties

Het onderzoeksplan faciliteert en coördineert onderzoek en innovatie van TRL2 tot TRL8 en zorgt er zo voor dat kracht van de betrokken bedrijven en kennisinstellingen (TU Delft, MARIN, TNO) optimaal ingezet kan worden door de sector. De nationale coördinatie stimuleert de samenwerking tussen meerdere bedrijfstakken en disciplines en waarborgt de verbinding met brede thema's zoals de waterstofeconomie en de kunstmatige intelligentie. Het gaat om de gerichte ontwikkeling van kennis, voorspellings- en testmethoden en concrete innovaties, noodzakelijk om ons hoofddoel te halen: een Nederlandse vloot van 30 emissieloze schepen in 2030 op basis van betrouwbare technologie die breed beschikbaar is.

#### 5.2.1. Programmalijn 1 – Systeem transitie management naar zero emission

Zero-emission shipping moet een basis worden voor alle Europese en nationale scheepvaart in 2030. Dit vraagt een systeemtransitie waarbij het huidige fossiele brandstof gebaseerde regime aangepast dient te worden naar een zero emissie regime. Om dit te kunnen initiëren en daarna op te schalen, vraagt inzicht in de socio-technische systeem van de (Nederlandse) maritieme sector. Hiermee wordt de waardeketen voor de 'groene business case' inzichtelijk gemaakt en ontstaat de mogelijkheid om de juiste randvoorwaarden te stellen qua beleid, regelgeving en voorwaardelijke infrastructuur.

Dit vraagt scenario-analyses aangaande: beschikbaarheid van duurzame energiedragers, technologie, regelgeving, human capital en internationale samenwerking om deze transitie te sturen en te realiseren. Aanvullend dient de cross-sectorale samenwerking verder te worden onderzocht om synergieën te borgen, zoals gedeelde waterstofinfrastructuur. Daarnaast versterkt onze strategische positie en kennis de rol van de Nederlandse maritieme sector om leidend te zijn in Europa rondom de strategievorming.

#### 5.2.2. Programmalijn 2 – Methanol power & energy systems

Het doel van programmalijn 2 is het realiseren van bewezen en schaalbare vermogens- en energiesystemen voor methanol en het daarmee samenhangende (innovatie) ecosysteem. Methanol is een vloeibare brandstof die op verschillende manieren in interne verbrandingsmotoren gebruikt kan worden, maar na reforming ook in brandstofcellen. De activiteiten richten zich dan ook op het ontwikkelen en verbeteren van zowel interne verbrandingsmotoren als brandstofcellen voor de scheepvaart, en het verifiëren van de integrale veiligheid en robuustheid voor brede toepassing. Uiteindelijk worden complete aandrijflijnen ontwikkeld, getest en geïmplementeerd.

Met betrekking tot interne verbrandingsmotoren richt het onderzoek zich op het verbeteren en opschalen van bestaande oplossingen, zoals bijmengen in bestaande dieselmotoren, verder ontwikkelen en opschalen van Ottomotoren die volledig op groene methanol draaien en de ontwikkeling van meer geavanceerde verbrandingsmotoren. Naast het gebruik van methanol in interne verbrandingsmotoren, wordt er onderzoek gedaan naar elektrochemische omzetting in brandstofcellen. Hiervoor wordt gekeken naar de integratie van methanol-reformers voor zowel brandstofcellen met een lage als hoge bedrijfstemperatuur. Daarbij worden de fysieke dimensies,

brandstofverbruik, dynamisch gedrag en levensduur onderzocht en waar mogelijk verbeterd, en ook de schaalbaarheid voor de grotere maritieme vermogens onderzocht. Afhankelijk van het type omzetter en de specifieke karakteristieken ervan zullen dit mechanische, elektrische of hybride aandrijflijnen worden. Ook deze worden in programmalijn 2 ontwikkeld, geoptimaliseerd voor verschillende scheepstypen en operationele profielen en getest.

#### 5.2.3. Programmalijn 3 – Hydrogen power & energy systems

Het doel van programmalijn 3 is het realiseren van bewezen en schaalbare vermogens- en energiesystemen voor waterstof en het daarmee samenhangende (innovatie) ecosysteem. Waterstof is een licht ontvlambaar gas dat uitermate geschikt is voor brandstofcellen, maar eventueel ook als brandstof gebruikt kan worden in gas- of dual fuel motoren. Net als in programmalijn 2 richten de activiteiten zich dan ook op het ontwikkelen en verbeteren van zowel brandstofcellen als interne verbrandingsmotoren voor de scheepvaart. De verificatie van het integrale veiligheidsconcept en de robuustheid voor brede maritieme toepassing zijn voor waterstof zo mogelijk nog belangrijker. Dit geldt ook voor het ontwikkelen, testen en implementeren van aandrijflijnen voor waterstof omdat deze er naar verwachting volledig anders uitzien dan huidige voorstuwingsconfiguraties.

In deze programmalijn wordt gekeken naar de ontwikkeling van maritieme brandstofcellen centraal, waarbij onder andere naar de fysieke dimensies, brandstofverbruik, dynamisch gedrag, levensduur en de onderlinge samenhang van deze karakteristieken wordt gekeken. Uiteindelijk leidt dit tot schaalbare, veilige en robuuste modules die voldoen aan generieke eisen in de scheepvaart.

Het onderzoek naar interne verbrandingsmotoren richt zich hoofdzakelijk op de ontwikkeling van Ottomotoren die volledig op waterstof kunnen draaien. Maar er wordt in deze programmalijn ook gekeken naar de haalbaarheid en schaalbaarheid van dual fuel motoren die gedeeltelijk op waterstof draaien als mogelijke transitie-oplossing voor bijvoorbeeld retrofits. Met uitzondering van dual fuel motoren zullen voortstuwingsconfiguraties met waterstof naar verwachting veelal elektrisch zijn en gebruik maken van bijvoorbeeld accu's. Deze worden dan ook in programmalijn 3 ontwikkeld, geoptimaliseerd voor verschillende scheepstypen en operationele profielen en getest.

#### 5.2.4. Programmalijn 4 – Toekomstige & aanvullende power & energy systems

Het doel van programmalijn 4 is het realiseren van bewezen en schaalbare vermogens- en energiesystemen voor de overige energiedragers, de bijbehorende aandrijfsystemen en het daarmee samenhangende (innovatie) ecosysteem. Er zijn immers naast methanol en waterstof nog andere energiedragers die een rol kunnen gaan spelen in de maritieme energietransitie, zoals bijvoorbeeld ammoniak en andere waterstofdragers. Afhankelijk van de specifieke eigenschappen van deze energiedragers kunnen deze gebruikt worden in interne verbrandingsmotoren, brandstofcellen of andere primaire aandrijfsystemen. Ook zou hernieuwbare energie, bijvoorbeeld wind of zon, direct gebruikt kunnen worden om in (een deel van) de energiebehoefte aan boord te kunnen voorzien.

In tegenstelling tot programmalijnen 2 en 3 richten de activiteiten zich dus niet alleen op het ontwikkelen van interne verbrandingsmotoren en brandstofcellen, maar ook op bijvoorbeeld gasturbines, stoomturbines, combinaties van verschillende aandrijfsystemen en hierop gebaseerde aandrijflijnen. Daarnaast wordt ook de ontwikkeling van het directe gebruik van hernieuwbare energie in de vorm van wind of zon voor (een gedeelte van) het gevraagde vermogen meegenomen in programmalijn 4.

#### 5.2.5. Programmalijn 5 – Modulair scheepsontwerp en productie

Het doel van programmalijn 5 is het definiëren van de (inter)nationale standaard op het gebied van Model Based System Engineering (MBSE) in scheepsontwerp en -productie

gericht op een toekomstbestendige integratie van emissieloze vermogens- & energiesystemen in schepen. Het is een relatief onontgonnen gebied in de scheepsbouw en is specifiek van belang bij de complexe scheepsoplossingen die de nieuwe standaard zullen worden in de komende jaren.

Vanwege de lange levensduur van een schip is modulariteit van oplossingen cruciaal voor de maritieme energietransitie. Als we in een schip de 'state of the art' van vandaag inbouwen, kunnen we dan over 10 jaar de techniek van de toekomst inbouwen? Als je dat wilt, dan moet je daar in het huidige scheepsontwerp rekening mee houden. Niet alleen geometrisch, maar ook systeemtechnisch.

Modulair ontwerpen en bouwen zal risico's die gepaard gaan met de introductie van nieuwe technologieën, sterk beperken en controleerbaar maken. Het is de opmaat naar standaardisatie en schaalvergroting, waarmee de maritieme energietransitie zal versnellen en betaalbaar zal worden voor de hele sector. Het ontwikkelen van modulaire oplossingen maakt onderdeel uit van het principe van circulariteit in de maritieme sector: zorgdragen voor behoud van waarde van grondstoffen, producten en systemen in de levenscyclus van het schip.

#### 5.2.6. Programmalijn 6 – Slimme digitale monitoring en onderhoud

Het doel van programmalijn 6 is te komen tot een geïntegreerd missie management systeem, dat gebruik maakt van condition based monitoring van het schip en haar omgeving. Dit zorgt voor ondersteuning van de bemanning aan boord een aan de wal op het vlak van routeplanning, operatiemanagement, systeemconfiguratie van complexe systemen tijdens operaties, predictive maintenance en emissie monitoring.

#### 5.2.7. Programmalijn 7 – Duurzame digitale autonome operaties

Het doel van programmalijn 7 is om in lijn met het missie management systeem van programmalijn 6 te komen tot emissieloze autonome operaties. De mens (de operator) komt op steeds grotere afstand van het systeem te staan doordat de complexiteit steeds groter wordt en steeds meer taken naar de wal verplaatst zullen gaan worden e/o worden afgevangen door systemen aan boord. Cruciaal bij deze stappen is dat de mens actief betrokken blijft bij het proces, inzicht heeft en begrijpt wat er gebeurt en daardoor in staat is om snel en op de goede manier in te grijpen als dat nodig mocht zijn. Bij autonome operaties gaat het dus om een goed samenspel tussen mens (op afstand) en machine.

#### 5.3. Launching customership programma's

Het launching customership programma zorgt voor de eerste implementatie van de verschillende technologieën. Doordat Defensie een rijke ervaring heeft in het lanceren van nieuwe technologie met behulp van kennisinstututen en de industrie en door de timing van het project hulpvaartuigen, kan Defensie de benodigde technologie naar zee brengen, gevolgd door de Rijksrederij. Defensie heeft in 2019 en 2020 al verkennende studies uitgevoerd naar de haalbaarheid. Voortstuwing op methanol in verbrandingsmotoren is haalbaar voor de korte termijn in de zeegaande hulpvaartuigen en batterij elektrische voortstuwing met een range extender op basis van waterstof brandstofcellen voor de binnenvaart duikvaartuigen. De concept ontwerpen zijn reeds uitgewerkt en basisontwerpen volgen in een eigen studie met MARIN, in Green Maritime Methanol en in JIP ZERO.

Het eerste jaar van het R&D-programma van het Masterplan is daarmee voldoende om de engineering en bouw van de zeegaande vaartuigen op groene methanol al in 2022 te starten en het eerste schip in 2024 al op methanol te laten varen. Voor de iets langere termijn lijken brandstofcellen op methanol haalbaar, zodat latere schepen doorontwikkeld kunnen worden om te varen op brandstofcellen, mits het R&D-programma hiervoor voldoende resultaat oplevert. Hiervoor is ruimte in het programma voor engineering van de benodigde aanpassingen mogelijk gemaakt door de model based systems engineering

ontwerp methodologie. De haven duikvaartuigen hebben een typisch missieprofiel van een dag met uitschieters naar een week. Daarmee zijn deze schepen geschikt voor een combinatie van gehele elektrische voortstuwing en energiesystemen op batterijen met een range extender op waterstof. Ook naar deze oplossing lopen al studies met MARIN en in JIP ZERO. Daarmee verwacht Defensie na twee jaar aanvullend R&D-programma deze schepen volledig emissieloos te kunnen ontwerpen en bouwen.

De Rijksrederij heeft de haalbaarheid van klimaat-neutrale en emissieloze schepen onderzocht in studies met MARIN en TNO. Voor het MPV-50 programma is voor de grootste variant methanol in verbrandingsmotoren haalbaar, en voor de kleinere variant waterstof in brandstofcellen. Voor het MPV-20 programma is een hybride combinatie van geheel batterij elektrische voortstuwing met brandstofcellen op waterstof haalbaar, vergelijkbaar met de duikvaartuigen van Defensie. De laatste serie schepen van de Rijksrederij hangt af van het vlootprogramma, maar deze schepen zijn in ieder geval geschikt voor methanol in verbrandingsmotoren.

De technologie van de zeegaande schepen van Defensie en de grootste zeeschepen van de Rijksrederij is toepasbaar op civiele zeeschepen met een middellange autonomie en daarmee toepasbaar voor short sea shipping, offshore werkschepen en baggerschepen. De technologie voor de binnenvaartschepen van Defensie en de MPV-20 schepen van de Rijksrederij is toepasbaar voor binnenvaartschepen met een korte autonomie tot middellange autonomie, omdat het volledig elektrische voortstuwing met batterijen combineert met een range extender op waterstof brandstofcellen. Hiermee wordt ook de impact op het ontwerp van binnenvaart werk- en transportschepen op waterstof technologie in de praktijk getest.

<i>Nieuwbouwschepen Defensie</i>	
Onderwerp:	Grootschalige toepassingen klimaat-neutrale technologie aan boord van nieuwbouwschepen Defensie
Doel:	Realisatie eerste grootschalige toepassingen klimaat-neutrale brandstoffen aan boord van nieuwbouwschepen Defensie
Eisen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volledige vloot hulpvaartuigen op alternatieve brandstoffen met minimaal 70% CO<sub>2</sub>-reductie</li> <li>• Start detailed engineering en bouw conform planning project hulpvaartuigen in 2023 / 2024.</li> <li>• Brandstoffen leverbaar</li> </ul>
Criteria:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosteneffectiviteit CO<sub>2</sub>-reductie: investering in €/kton CO<sub>2</sub>-reductie resterende levensduur</li> <li>• Mate van innovatie m.b.t. beoogde technologie, toepassing en systeemintegratie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-reductie over de gehele keten</li> <li>• Duidelijke leerdoelen en planning voor verdere opschaling en kostenreductie</li> <li>• Aanpak voor delen van bruikbare kennis en ervaring</li> </ul>
Budget:	45 miljoen, en de subsidie per schip is in lijn met de geldende staatsteunkaders
Uitvoering:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project wordt uitgevoerd als onderdeel van project hulpvaartuigen.</li> <li>• Project hulpvaartuigen levert begroting aan voor klimaat-neutrale technologie met een berekening van bespaarde emissie en CO<sub>2</sub> reductie in vergelijking met schip op fossiele brandstoffen.</li> <li>• Projectopdracht en -uitvoering wordt uitgevoerd door projectorganisatie Defensie na goedkeuring van de begroting door programmacommissie.</li> <li>• Resterend budget kan overgeheveld worden naar nieuwbouwschepen Rijksrederij of civiele nieuwbouwschepen.</li> </ul>

<i>Nieuwbouwschepen Rijksrederij</i>	
Onderwerp:	Grootschalige toepassingen klimaat-neutrale technologie aan boord van nieuwbouwschepen Rijksrederij
Doel:	Realisatie eerste grootschalige toepassingen klimaat-neutrale brandstoffen aan boord van nieuwbouwschepen Rijksrederij
Eisen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geselecteerde schepen van de Rijksrederij op alternatieve brandstoffen met minimaal 85% CO<sub>2</sub>-reductie</li> <li>• Start detailed engineering en bouw conform planning vlootprogramma Rijksrederij in 2024 / 2025</li> <li>• Brandstoffen leverbaar</li> </ul>
Criteria:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosteneffectiviteit CO<sub>2</sub>-reductie: investering in €/kton CO<sub>2</sub>-reductie resterende levensduur</li> <li>• Mate van innovatie m.b.t. beoogde technologie, toepassing en systeemintegratie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-reductie over de gehele keten</li> <li>• Duidelijke leerdoelen en planning voor verdere opschaling en kostenreductie</li> <li>• Aanpak voor delen van bruikbare kennis en ervaring</li> </ul>
Budget:	50 miljoen, en de subsidie per schip is in lijn met de geldende staatsteunkaders
Uitvoering:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project wordt uitgevoerd als onderdeel van projecten van de Rijksrederij.</li> <li>• Projectorganisatie Rijksrederij levert begroting aan voor klimaat-neutrale technologie met een berekening van bespaarde emissie en CO<sub>2</sub>-reductie in vergelijking met schip op fossiele brandstoffen.</li> <li>• De volgende projecten staan gepland voor uitvoering in deze regeling: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1<sup>e</sup> project (budget ~ 7 miljoen): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilot projecten</li> <li>▪ Krukkel en RWS 88 in 2022;</li> <li>▪ Pluimpot in 2023;</li> <li>▪ Trailerbaar meetvaartuig in 2024.</li> </ul> </li> <li>○ 1<sup>e</sup> project (budget &gt; miljoen): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 multi-purpose MPV-50 werkschepen voor zeevaart en kustwateren;</li> <li>▪ Verwachte investeringsbeslissing 2022</li> <li>▪ Toewijzing uiterlijk 2023</li> <li>▪ Operationeel uiterlijk 2026</li> </ul> </li> <li>○ 2<sup>e</sup> project (budget &gt;20 miljoen): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 2 multi-purpose MPV-20 werkschepen voor kustvaart, Waddenzee, Zeeuwse delta en grote binnenwateren;</li> <li>▪ Verwachte investeringsbeslissing 2022</li> <li>▪ Toewijzing uiterlijk 2023</li> <li>▪ Operationeel uiterlijk 2026</li> </ul> </li> <li>○ 3<sup>e</sup> project (budget ~ 25 miljoen): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3x Emergency Towing Vessel;</li> <li>▪ Verwachte investeringsbeslissing 2024</li> <li>▪ Operationeel uiterlijk 2026</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Projectopdracht en -uitvoering wordt uitgevoerd door projectorganisatie Rijksrederij na goedkeuring van de begroting door programmacommissie.</li> </ul>

#### 5.4. Civiel programma

<i>Civiele nieuwbouwschepen</i>	
Onderwerp:	Grootschalige toepassingen klimaat-neutrale technologie aan boord van nieuwbouwschepen
Doel:	Realisatie eerste grootschalige toepassingen klimaat-neutrale brandstoffen aan boord van nieuwbouwschepen
Eisen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omvang: minimaal bepaalde hoeveelheid afname klimaat-neutrale brandstof per jaar</li> <li>• Schepen worden in de periode van 2024 – 2029 ontwikkeld en gebouwd/ gestart met de bouw. Jaarlijks zullen één of meerdere calls worden uitgezet.</li> <li>• Verdeling over verschillende sectoren zoals               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Werkschepen waaronder offshore en baggerschepen</li> <li>○ Tankers</li> <li>○ Passagiersschepen</li> <li>○ Droge lading schepen</li> <li>○ Sleepboten</li> <li>○ Visserijschepen</li> </ul> </li> <li>• FID moet door aanvrager al genomen zijn conditioneel op verkrijgen subsidie</li> <li>• Brandstoffen leverbaar</li> </ul>
Criteria:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosteneffectiviteit CO<sub>2</sub>-reductie: investering in €/kton CO<sub>2</sub>-reductie resterende levensduur</li> <li>• Mate van innovatie m.b.t. beoogde technologie, toepassing en systeemintegratie</li> <li>• CO<sub>2</sub>-reductie over de gehele keten</li> <li>• Duidelijke leerdoelen en planning voor verdere opschaling en kostenreductie</li> <li>• Aanpak voor delen van bruikbare kennis en ervaring</li> </ul>
Budget:	45 miljoen, en de subsidie per schip is in lijn met de geldende staatsteunkaders
Uitvoering:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vooraanmelding/marktconsultatie in 2022 voor kansrijke grootschalige toepassingen klimaat-neutrale brandstoffen aan boord van nieuwbouwschepen als basis voor vormgeving tenders</li> <li>• Beoogde calls (indicatie):               <ul style="list-style-type: none"> <li>- In 2023 wordt de eerste call voor toekenning van gelden in 2024 geopend. Regeling hiervoor wordt ontworpen.</li> <li>- Daarna worden jaarlijks twee calls geopend en na de beoordeling worden de middelen toegekend aan het best scorende project op basis van vooraf vastgestelde criteria.</li> <li>- De calls lopen door tot en met 2028 en de laatste middelen worden in 2029 toegekend.</li> <li>- De bedrijven die de 2029 middelen toegekend krijgen, starten daarna met de bouw.</li> </ul> </li> </ul>

#### 5.5. Human Capital Programma

Voor het realiseren van de ambitieuze doelstellingen van het Masterplan is een versnelling nodig in ontwikkeling, implementatie en opschaling van nieuwe technologie aan boord van de schepen. De instroom van vakmensen uit de technische opleidingen is daarvoor niet toereikend. Bovendien is een versterking nodig van het voortdurende aanpassingsvermogen aan de nieuwe technologie van het huidige personeelsbestand in de sector. Er worden hoge eisen gesteld aan de kwaliteit en de robuustheid van emissie

reducerende technieken en daarmee ook aan de kwaliteit van het personeel dat ermee werkt. Er staat daarnaast grote druk op het personeel om de kosten van introductie middels slimme ontwerpen en productiemethoden te verlagen. Om deze redenen is een Human Capital actieprogramma noodzakelijk. Daarnaast biedt uitvoering van het programma perspectief voor bedrijven om in de huidige coronacrisis en de gevolgen daarvoor werknemers deze te behouden voor de sector en hierop in te zetten.

*Personeel dat beschikt over de juiste kennis en vaardigheden zal de kwaliteit van werk vergroten. Het is van belang dat jongeren al in hun opleiding met de nieuwste duurzaamheidstechnieken in aanraking komen. Niet alleen tijdens de schoolcarrière en collegebanken, maar ook voor werknemers is continue scholing en omscholing tijdens de loopbaan belangrijk. Een goed opgeleide beroepsbevolking is essentieel in de duurzame maritieme sector van morgen.*

Het actieprogramma wordt gebaseerd op de ontwikkelingen in de programmaliijnen die als communicerend vat op deze technologische ontwikkeling aansluiten en derhalve doorlopend bijgesteld wordt naar de nieuwste inzichten en ontwikkelingen. Deze inzichten worden gedeeld met de aanbieders van kennis in de maritieme sector, zoals de technische universiteiten, de hogescholen en de MBO's en de daaraan verbonden instituten (*Fieldlabs, Skillslabs, Centres of Expertise* en Centra voor Innovatief Vakmanschap, lectoraten en practoraten)\_om na te gaan waar versterking nodig is. Er worden *Learning Communities* voor duurzame technologie opgezet, die aansluiten op de Roadmap van de Topsector Water en Maritiem. Daarin wordt door kennis- en onderwijsinstellingen samen met het bedrijfsleven gewerkt aan het ontwikkelen van curricula, creëren van stageplaatsen en afstudeerplaatsen, (om)scholing van werkenden op alle niveau's en het stimuleren van zij-instroom.

Landelijke coördinatie en afstemming is daarbij essentieel om echt te kunnen excelleren. Ook voor het toegepast onderwijs en praktijktesten kan het Nederlandse maritieme beroepsonderwijs een belangrijke rol vervullen in de diverse programmaonderdelen. Binnen de landelijke samenwerking tussen de maritieme beroepsinstellingen (BoMo) wordt hierop voorgesorteerd en nadere afspraken gemaakt over doelmatige onderwijsontwikkeling, toegepast onderzoek en Leven Lang Ontwikkelen.

Er wordt in een *regionale programma's* aangesloten op regionale kennisclusters die een rol spelen in de programmaliijnen.

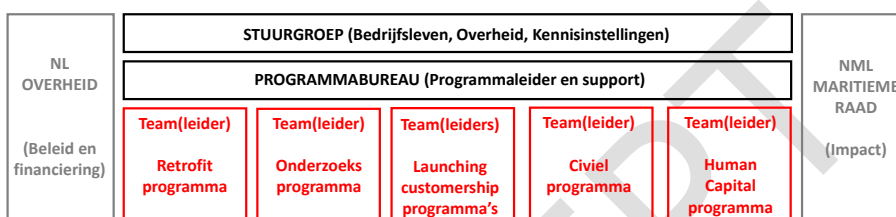
- De automotive campus in Helmond verbindt de TU Eindhoven kennis met het wereldwijd leidende laboratorium in Helmond waar motoren op alternatieve brandstoffen en batterijsystemen onder allerlei atmosferische condities getest kunnen worden;
- De maritieme campus in Delft verbindt de TU Delft kennis met verschillende laboratoria op het gebied van brandstofcellen, autonome scheepvaart, elektrische netwerken, enz.
- De technische campus van de Nederlandse Defensie Academie in Den Helder verbindt deze met het motorenlab.
- De zero-emissie campus bij
  - o MARIN in samenwerking met de Hogeschool Arnhem Nijmegen.
  - o De opleidingen in Noord Nederland waarin kennis op waterstoftoepassingen wordt ontwikkeld.
  - o *Het nieuw op te leveren Nederlands duurzaamste opleidingsschip AB INITIO (voorjaar 2022) is een uitstekend locatie waar jongeren met de nieuwste technieken in duurzaamheid in aanraking kunnen komen.*

Daarnaast wordt een *nationale strategie* opgezet voor het ontwikkelen en aanpassen van onderwijsmodules. De eisen volgen uit een inventarisatie van de reeds bestaande

modules aan de verschillende onderwijsinstellingen in het land, waaruit blijkt waar aanvullingen nodig zijn. De ontwikkeling van nieuwe onderwijsmodules vindt plaats via nationale tenders op basis van genoemde inventarisatie. De modules worden adaptief ingericht zodat de laatste inzichten en kennis daarin doorlopend wordt verwerkt.

## 6. Projectorganisatie

Voor de uitvoering van het Masterplan kiezen we een gerichte governance structuur, waarbij wordt samengewerkt aan het concrete doel van het Masterplan: realiseren van een groene transitie door het opleveren van 30 emissieloze schepen en 5 retrofits in 2030 op basis van betrouwbare en breed beschikbare technologie.



Het geheel wordt aangestuurd door een Stuurgroep waarin het maritieme bedrijfsleven, de betrokken overheden en de kennisinstellingen vertegenwoordigd zijn. Ook wordt de verbinding gemaakt met de kennisinstellingen. De dagelijkse uitvoering staat onder leiding van een Programmaleider in een Programmabureau dat ook ondersteuning biedt de uitvoering aan het gehele Masterplan. Daaronder functioneren teams met een teamleider rond de vijf programmalijnen:

1. Retrofitprogramma voor duurzame retrofits op bestaande schepen
2. Onderzoeksprogramma voor de gezamenlijke kennis en technologie ontwikkeling
3. Launching customership programma's van de Rijksrederij en Defensie
4. Civiel programma voor 10 emissieloze schepen voor Nederlandse reders
5. Ondersteunend Human Capital programma

De Maritieme Raad van Nederland Maritiem Land (NML) functioneert als 'impact board' en klankbord. Daarnaast wordt er intensief contact gehouden met de Nederlandse overheid rond beleid en financiering. De details van de governance worden later verder uitgewerkt met de betrokken partijen.

## 6. Voorwaarden

### 6.1. Exit strategie

De kracht van dit masterplan is de combinatie van de ontwikkeling van nieuwe technologieën, de ontwikkeling van nieuwe standaarden voor groene schepen en de versterking van de samenwerking in het gehele maritieme cluster. Door de inzet op bouw van verschillende schepen en zowel retrofits als nieuwbouw op te nemen, ontwikkelt de maritieme sector een werkwijze die na uitvoering van dit plan kan worden doorgezet. De aanpak die in dit plan wordt benoemd, is ongekend. Het cluster werkt nu reeds samen, maar niet op deze schaal en zo divers. Na afloop van het plan kan het reguliere publieke instrumentarium met passende innovatiesubsidies en financiering(sgaranties/ verzekeringen) zorgen voor de uitrol van verduurzaming van de verdere vloot en dan nieuw te bouwen schepen.

### 6.2. Staatsteunkader



**PM NOG IN TE VULLEN**

**6.3. Samenhang met andere programma's en regelingen**

Voor de maritieme sector zijn er verschillende innovatieregelingen waarvan er slechts een enkele specifiek gericht is op scheepsbouw. Het instrumentarium is meer generiek en focussend op de energietransitie in bredere zin. Aan financieringszijde is er naast het uitgebreide instrumentarium van Atradius Dutch State Business inmiddels ook Invest NL. Deze hebben echter een revoluerend karakter en dat is één van de verschillen met dit programma. De focus in Brussel ligt bij de regelingen veelal op een vroegere fase in het proces en niet op het grootschalig ontwikkelen en bouwen van diverse schone schepen. De combinatie tussen de technologieontwikkelingen voor verschillende componenten met de ontwikkeling en bouw van daadwerkelijke prototypes die gaan varen, is tot op heden ongekend bij het maritiem cluster.

**7. Begroting**

<b>Masterplan voor een emissieloze maritieme sector: 30 emissieloze schepen in 2030 (250M€)</b>	
<p>Maritiem kennisecosysteem (70 M€)</p> <p>Nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma van de sector naar slimme, autonome en emissieloze schepen, TRL 2 - TRL 9</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Systeem transitie emissieloze maritieme sector. (M€ 2)</li> <li>2. Methanol energie- en voortstuwingsystemen (M€ 10)</li> <li>3. Waterstof energie- en voortstuwingsystemen (M€ 10)</li> <li>4. Toekomstige energie- en voortstuwingsystemen. (M€ 10)</li> <li>5. Modulair scheepsontwerp en productie (M€ 13)</li> <li>6. Slimme digitale monitoring en onderhoud. (M€ 10)</li> <li>7. Duurzame digitale autonome operaties (M€ 15)</li> </ol> <p>- Human Capital Agenda</p>	<p>Launching customership projecten (180M€, 10 jaar)</p> <p>Toepassing van slimme, autonome en emissieloze energiesystemen aan boord van schepen van de Koninklijke Marine, Rijkswaterstaat en civiele reders</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hulpvaartuigen voor de Marine (M€ 45)</li> <li>- Verschillende schepen voor Rijkswaterstaat (M€ 45)</li> <li>- Civiele schepen voor: (M€ 45) <ul style="list-style-type: none"> <li>o offshore emissieloos onderhoud aan windparken</li> <li>o emissieloze visserij</li> <li>o emissieloos transport van (droge) lading</li> <li>o emissieloos passagiersvervoer</li> <li>o emissieloze uitvoering van werk aan infrastructuur</li> </ul> </li> <li>- Retrofits 5 commerciële schepen met groene energiedragers (M€ 30)</li> <li>- Toepassen van energiebesparende technologie (M€ 15)</li> </ul>

De financiering van het programma ziet er als volgt uit:

<i>Investeringsprojecten (M€ 180)</i>		
	Privaat (70%)	Publiek (15%-30%)
Hulpvaartuigen defensie	Bandbr. >M€ 250	M€ 45
Schepen Rijksrederij	Bandbr. >M€ 250	M€ 45
Civiele schepen:	Bandbr. >M€ 150	M€ 45
Retrofits	M€ 70	M€ 30
Toepassingen energiebesparende technologie	M€ 35	M€ 15
<b>Subtotaal investeringsprojecten</b>	<b>&gt;M€ 750</b>	<b>M€ 180</b>
<i>Kennisecosysteem (M€ 70)</i>		
	Privaat (10-30%)*	Publiek (70-90%)*
Systeem transitie naar een emissieloze maritieme sector	M€ 0,2-0,6	M€ 2
Methanol energie- en voortstuwingsystemen	M€ 1-3	M€ 10
Waterstof energie- en voortstuwingsystemen	M€ 1-3	M€ 10
Toekomstige energie- en voortstuwingsystemen	M€ 1-3	M€ 10
Modulair scheepsontwerp en constructie	M€ 1,3-4	M€ 13
Slimme digitale monitoring en onderhoud	M€ 1-3	M€ 10

Duurzame digitale autonome operaties	MC 1,5-4,4	MC 15
<b>Subtotaal kennisecosysteem:</b>	<b>MC 7-21</b>	<b>MC 70</b>
Totaal gehele project:	> MC 750	MC 250
<b>Omvang gehele project:</b>	<b>&gt; MC 1000</b>	

\* Bij de berekening van de programmalijnen is uitgegaan van de volgende basisregels: EO 25% subsidie, IO 50% subsidie, FO 70-90% subsidie (conform NWO-regels). Omdat nog niet exact vast te stellen is in welke programmalijnen alle projecten zullen vallen, is gerekend met een verwachting van 10-30%. Deze percentages zijn in lijn met de door de TSE gehanteerde gemiddelde percentages over het totale projectenportfolio. De concept kasreeks van het gehele programma ziet er als volgt uit:

Investeringsprojecten (M€ 180)															
	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	Totaal
Hulpvaartuigen Defensie	1	4	10	15	15										45
Schepen Rijksrederij	1	4	2	4	21	18									50
Civiele schepen					5	10	10	5							45
Energiebesparende technologieën		5	5	5											15
Retrofits		5	5	5	10	5									30
Totaal investeringen	2	18	22	34	51	33	10	10	5						180 + 5
Kennisecosysteem (M€ 70)															
	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	Totaal
Systeem transitie	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4										2
Methanol energie	1	3	2	2	2										10
Waterstof energie	1	3	2	2	2										10
Toekomst energie	1	2	3	2	2										10
Modulariteit	1	2	4	3	3										13
Slim digitaal	2	2	2	2	2										10
Autonomous ops	1	3	3	4	4										15
Subtotaal kennisecosysteem:	7,4	15,	16,	15,	15,										70
	4	4	4	4											
Masterplan naar een emissieloze maritieme sector															
	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	Totaal
<b>Totaal</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>37</b>	<b>49</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5</b>						250 + 5

**Met opmerkingen [MvN1]:** De finale kasreeks is afhankelijk van de verdere uitwerking van de onderzoekslijnen en er kunnen tussen de jaren 2021 – 2026 en de lijnen enige verschuivingen zitten.

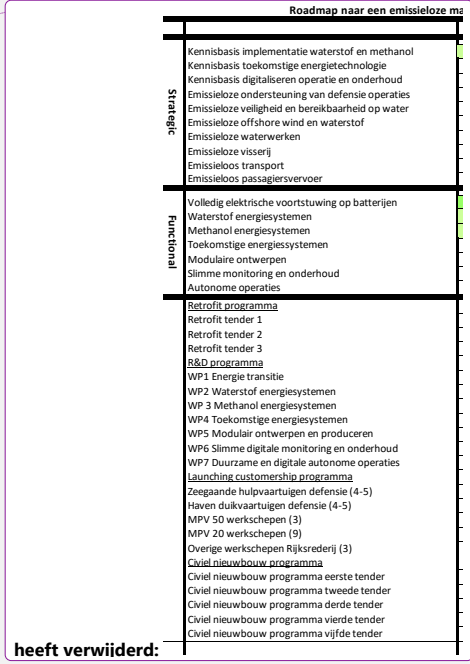
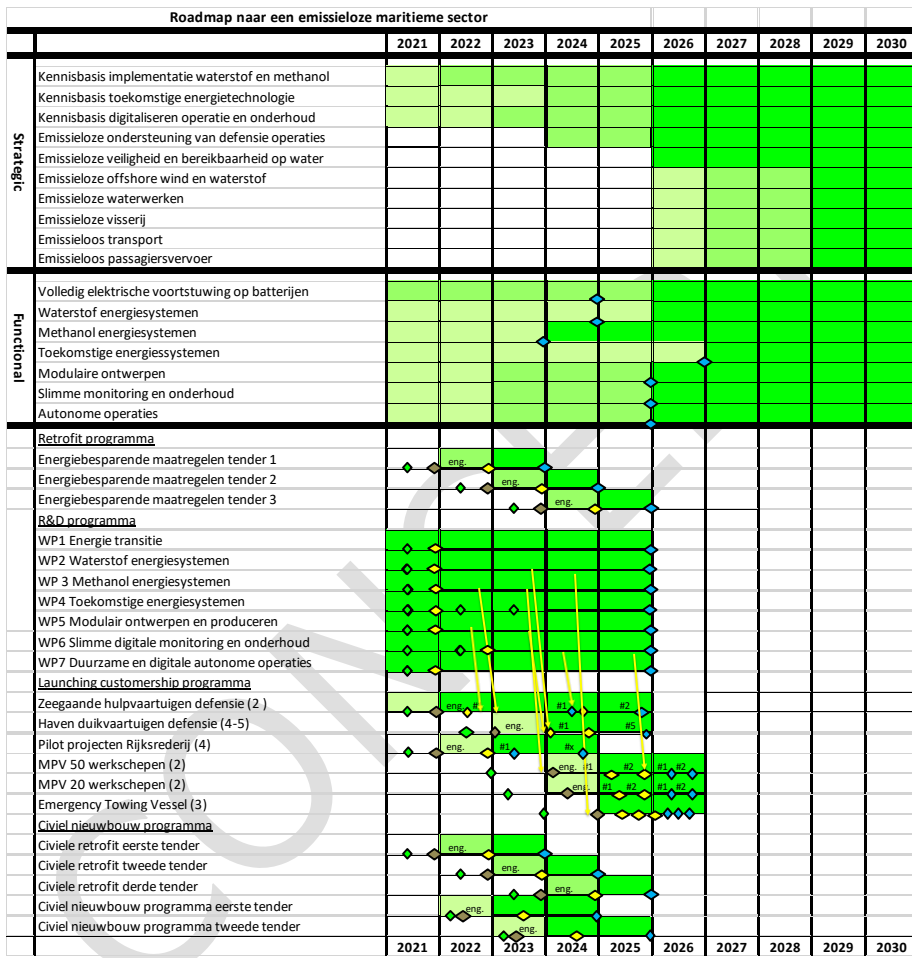
**Met opmerkingen [MvN2]:** Onder voorbehoud intern Defensie overleg en aanpassing fiche > deze optie behelst het naar voren halen van de verduurzaming van meerdere schepen.

**Met opmerkingen [MvN3]:** Het programma van de Rijksrederij biedt ruimte voor verbreding van versnelde verduurzaming.

**heeft verwijderd: 45**

**Met opmerkingen [MvN4]:** Uitloop mogelijk naar mid 2026 voor de onderzoekslijnen in het R&D programma.

## 8. Tijdpad



heeft verwijderd:

Belangrijke mijlpalen zijn er gedurende het hele traject:

- o **2021.** Start van het R&D programma.
- o **2022** Investeringsbeslissing voor klimaatneutrale zee gaande hulpvaartuigen bij Defensie.
- o **2022** Investeringsbeslissing voor klimaatneutrale en emissieloze schepen bij de Rijksrederij.
- o **2023** Demonstratie van motoren op methanol in motoren laboratoria.
- o **2023** Demonstratie van integratie methanol verbrandingsmotoren in ZEL.
- o **2024** Demonstratie van integratie batterijen en waterstof brandstofcellen in ZEL.

- **2023.** Start van de bouw van het eerste zeeгаande launching customership van Defensie.
- **2024.** Start van de bouw van de eerste klimaatneutrale schepen van de Rijksrederij.
- **2025.** Start van de bouw van het eerste emissieloze binnenvaart duikvaartuig op batterijen en waterstof brandstofcellen.
- **2026.** Afronding nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma.

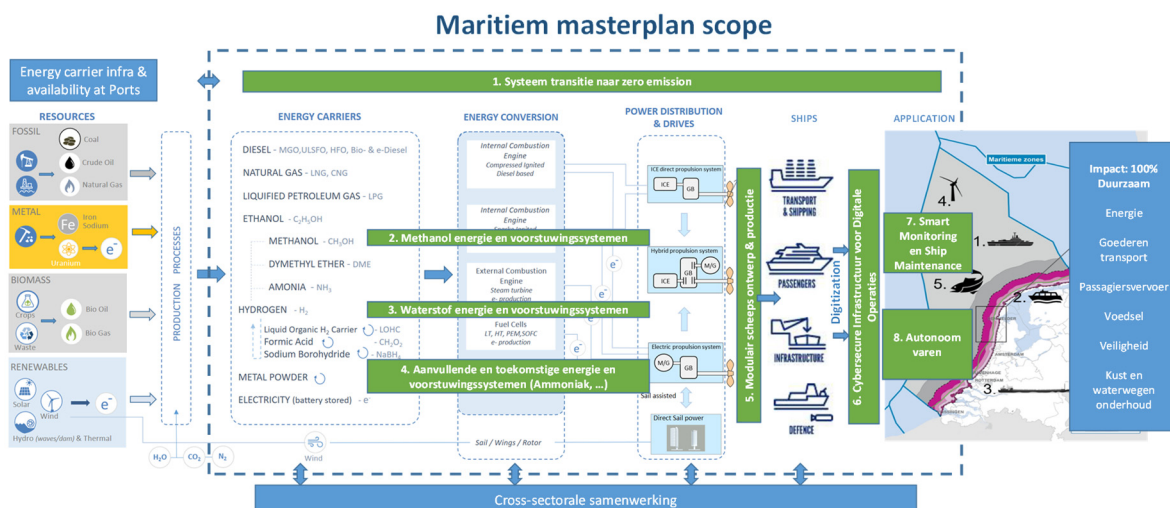
CONCEPT

## R&D-programma Maritiem Masterplan



De doelstelling van het ‘Masterplan voor een emissieloze maritieme sector’ (Maritiem Masterplan) is: na de coronacrisis duurzaam het verschil maken door samenwerking in de gehele keten en launching customership van de overheid, met 30 emissieloze en digitale schepen in 2030 en breed beschikbare kennis en technologie. De programmaliijnen in dit R&D programma zijn gericht op onderzoek en ontwikkeling met dat doel.

Investeren in de ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologieën is nodig om ervoor te zorgen dat Nederlandse schepen binnen afzienbare tijd hun uitstoot significant kunnen reduceren en emissieloos kunnen gaan varen. De technische uitdagingen in deze maritieme energietransitie zijn groot: de benodigde vermogens voor schepen zeer hoog zijn (vele megawatts) en het noodzakelijke bereik zeer groot (vele dagen tot weken). De systemen voor dit soort hoge vermogens zijn nog in ontwikkeling en gebruiken brandstoffen die nog niet breed beschikbaar zijn. Elk scheepstype vraagt een eigen optimale aandrijflijn: een sleepboot of ander hulpvaartuig heeft een heel andere missie en vaarprofiel dan een vrachtschip of veerboot. Om tot emissieloze schepen te komen, moeten we ook naar de hele keten kijken: vanaf de energiebron, via de energiedragers, de omzetting van energie en de hele aandrijflijn tot het operationele gebruik van het schip. Alleen als deze hele keten ‘from well tot wake’ klimaatneutraal is, kunnen we echt spreken over schone scheepvaart.

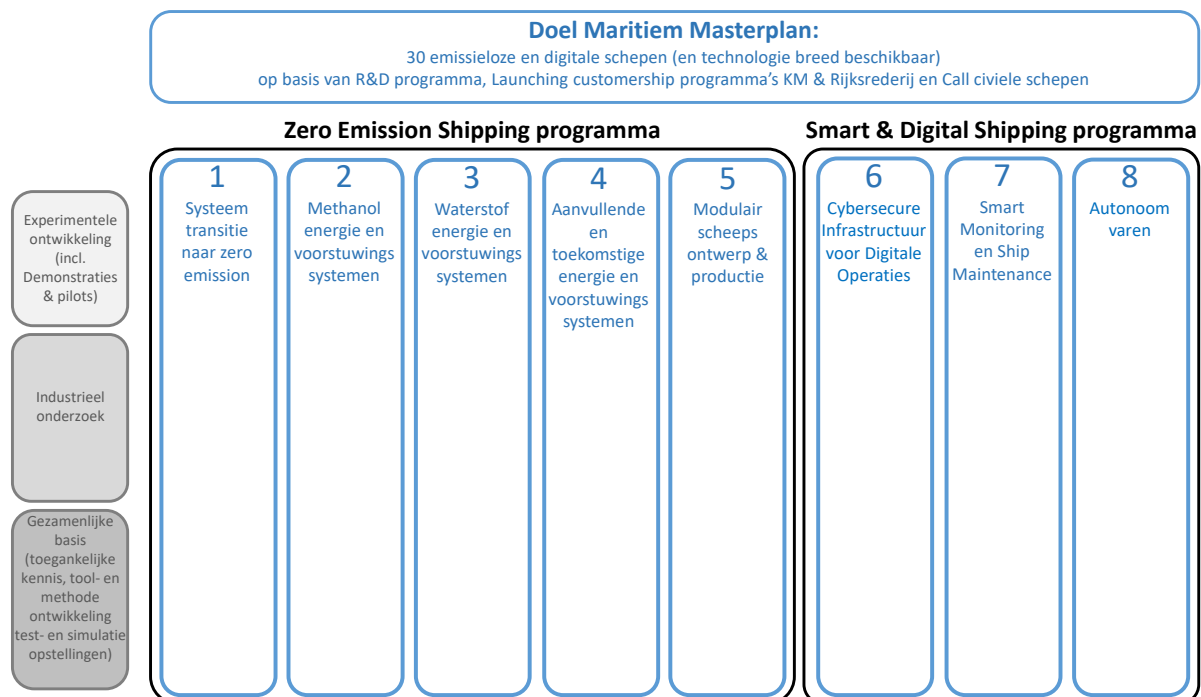


De maritieme energietransitie van grondstof tot maatschappelijk belang, met 8 programmaliijnen

De diversiteit aan schepen, werkzaamheden en vaarroutes maakt dus dat er niet één oplossing is voor de gehele Nederlandse vloot. Ontwikkeling en toepassing van verschillende alternatieve brandstoffen zoals methanol, waterstof en ammoniak zullen de komende decennia bijdragen aan het

steeds schoner varen van de schepen. Daarnaast zal met de versnelling van technologie-ontwikkeling het belang van eenvoudigere (en goedkopere) retrofits toenemen. Het modulair bouwen van schepen is één van de pilaren om schepen in de toekomst sneller aan te passen aan dan beschikbare technologie. Uiteraard gaat het niet enkel om brandstoffen. Oplossingen zoals elektrificering en gebruik batterijen evenals technieken zoals wind assisted ship propulsion en carbon capture storage dragen ook bij aan de versnelde verduurzaming van de maritieme sector. Naast verduurzaming liggen er grote kansen voor een slimmere en internationaal concurrerende sector door de inzet van nieuwe digitale oplossingen.

Het R&D-programma van het Maritiem Masterplan omvat daarom acht onderzoeklijnen die gericht zijn op *Zero Emission Shipping (1 – 5)* en *Smart & Sigital Shipping (6 – 8)*:



Samen zorgen deze lijnen voor de systeemverandering die nodig is om in de toekomst concurrerend emissieloze schepen te ontwikkelen, bouwen en laten varen. Leren van de eerste pilots, retrofits en prototypes en de technologieën daarop aanpassen, zal zorgen voor een continue verbetering van de concrete toepassing van R&D. In het R&D programma is ruimte voor de ontwikkeling van technologie die nu nog zeer experimenteel is, maar op termijn zal bijdragen aan de reductie van uitstoot.

De onderzoeklijnen staan in uitwerking en toepassing op zichzelf, maar zijn verweven waar het gaat om de energietransitie in de scheepvaart. Met het R&D-programma van het maritiem masterplan legt de sector het fundament voor de toekomstige ontwikkeling van emissieloze schepen.

<b>Programmalijn 1: Systeemtransitie naar zero emission</b>	
Doel programmalijn	<p>Het doel van programmalijn 1 is het aandragen van technisch gerelateerde oplossingen die nodig zijn voor de andere onderzoekslijnen waarmee de systeemtransitie naar zero-emissie gerealiseerd kan worden voor de nationale en Europese binnenvaart en zeevaart in 2030. De adoptie van (toekomstig) beschikbare duurzame technologieën is primair afhankelijk van de kosteneffectiviteit van een duurzame oplossing gerekend vanuit de €/ton CO<sub>2</sub> of 'marginal abatement cost' (MAC) voor de verschillende scheepstypes in hun operationele context.</p> <p>Uiteindelijk is de R&amp;D opgave in deze programmalijn om de keuzeprocessen te ondersteunen van alle betrokken stakeholders die bijdragen aan een versnelling van de systeemtransitie naar zero emissie. Het gaat daarbij om beschikbaarheid van energiedragers, onderbouwing van business cases, marktontwikkelingen, externe factoren, gevolgen voor personeel en regelgevingskaders. Deze programmalijn moet een kader bieden voor de andere meer technologisch bepaalde programmalijnen</p> <p><i>Noot: deze vraagstelling speelt ook in luchtvaart en automotive. Dit biedt een kans voor gezamenlijke verkenningen van welke combinaties van aandrijftechnologie en duurzame energiedragers het meest geschikt zijn voor welke mobiliteitstoepassingen, en de ontwikkeling en implementatie van de bijbehorende technologie, systemen en waardeketens voor productie, distributie en toepassing van die energiedragers (bijv. E-fuels).</i></p>
Onderzoeksvragen	<p>Voor een succesvolle systeemtransitie zullen enkele belangrijke randvoorwaarden moeten worden ontwikkeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissieloze oplossingen moeten voldoende ontwikkeld zijn:       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Technologie moet marktrijp zijn en in de praktijk zijn getest;</li> <li>○ Oplossingen moeten voldoen aan de veiligheidsnormen; en</li> <li>○ Oplossing moet in voldoende mate beschikbaar zijn (bijvoorbeeld meerdere leveranciers).</li> </ul> </li> <li>• In het geval van een duurzame energiedrager moet:       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Deze in voldoende mate beschikbaar zijn tenminste binnen Europa; en</li> <li>○ Er afdoende bunkerinfrastructuur beschikbaar zijn tenminste in Europa en voor omslag in gehele vloot wereldwijd.</li> </ul> </li> <li>• Oplossingen moeten op termijn rendabel zijn.       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Oplossing moet kunnen worden ingebed in de operatie;</li> <li>○ De verhoogde CAPEX is terug te verdienen door lagere OPEX en in nieuwe financieringsmodellen wordt hier ruimte voor geboden;</li> <li>○ Schaalvergroting leidt tot lagere CAPEX.</li> </ul> </li> <li>• De overheid en organisaties zoals klassenbureaus dragen actief bij aan de energietransitie door ruimte in regelgeving te bieden aan pilots en experimenten in regelgeving en dat eveneens te doen alternatieve brandstoffen en energiedragers. Bovendien zet de Nederlandse overheid zich op Europees en internationaal niveau in voor coherent beleid.</li> </ul> <p>Deze programmalijn behandelt de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wat zijn de belangrijkste technologie gerelateerde factoren die bijdragen aan het realiseren van de energietransitie van schepen in verschillende maritieme marktsegmenten (zoals droge lading schepen, tankers, visserijschepen, sleepboten, werkschepen zoals offshore en koel- en vriesschepen)? Denk hieraan bij:</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Technisch operationele factoren tijdens het varen</li> <li>o Technische veiligheidsvereisten in regelgeving.</li> <li>o Technische oplossingen die 'forward compatible' zijn of de levenscyclus van het schip</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Op welke wijze kunnen resultaten uit het maritiem masterplan worden geëxtrapoleerd naar de verschillende segmenten?</li> <li>- Op welke wijze kan aansluiting worden gezocht bij de energietransitie bij andere sectoren (e.g., automotive en luchtvaart), zowel binnen het mobiliteitscluster als daarbuiten?</li> <li>- Welke niet-technische maatregelen dienen te worden ontwikkeld voor de industrie en de overheid om de energietransitie te versnellen en op te schalen? En wat is hierbij de rol van de regionale, nationale en internationale overheden in deze?</li> <li>- Op welke basis kunnen de ketenpartners besluiten nemen over investeringsbeslissingen voor emissieloze technologie ten behoeve van nieuwbouw en retrofit.</li> </ul>
<p>Resultaten</p>	<p>Het resultaat van de programmalijn energietransitie is een duidelijk inzicht in technologische en economische randvoorwaarden.</p> <p>De resultaten van de hoofdactiviteiten zijn als volgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transitiepaden over de lifecycle per scheepstype (incl. retrofits naar andere energiedragers) gericht op toekomstbestendige en schaalbare oplossingen die forward compatible zijn naar emissieloos schip.</li> <li>- Geharmoniseerd vergelijkingsmodel tussen verschillende duurzame technologieën van well to wake per scheepstype.</li> <li>- Integrale transitie methodiek voor de maritieme sector in globale context, inclusief continue bijsturing aangaande de contextuele ontwikkelingen zoals internationale R&amp;D, duurzame energie beschikbaarheid, en regelgevingen, en emissie referentie methodiek (EEDI, EEXI, etc.)</li> <li>- Een set aan specifieke non-technische tools, regelgeving en beleidsadvies, vanuit de transitie methodiek ter versnelling en opschaling van commerciële haalbaarheid van zero-emissie scheepvaart in internationale context.</li> <li>- Een richtlijn voor het doorontwikkelen van de benodigde (cross sectorale) eco-systemen over de waardeketen.</li> <li>- Bedrijfseconomische aanpak ontwikkelen om schaalvoordelen te benutten en kosten te reduceren.</li> </ul> <p>Alle beoogde trajecten dienen aandacht binnen de trajecten te geven aan de haalbaarheid van de concepten, en dragen direct bij aan de doorontwikkeling van de integrale roadmap voor de systeemtransitie.</p>
<p>Afhankelijkheden</p>	<p>De haalbaarheid van de specifieke technologische ontwikkelingen die onderzocht worden in programmalijnen 2-8 zijn sterk afhankelijk van de context waarin deze toegepast worden. De inzichten in de kosten (PL 2-5), risico's (PL2-5), technische oplossingen (PL2-5) en de impact op de operatie en het onderhoud (PL6-8) van klimaatneutrale en emissieloze technologie verschaffen de financiële, technische, infrastructurele en organisatorische impact van deze technologie voor de business case van toepassing van deze technologie in andere sectoren waarin de reders, maakindustrie en dienstverleners actief zijn.</p> <p>De toepassingen van deze technologieën via het launching customerschap en civiele schepen zal de schaalbaarheid van deze technologieën significant doen toenemen, waarmee het investeringsrisico wordt gereduceerd en daarmee de 'Marginal</p>



	<p>abatement cost' van de technologie. Enkel het reduceren van het technologische risico is onvoldoende om te garanderen dat de transitie tot stand komt. Hierbij zijn ook andere ontwikkelingen (CO<sub>2</sub>-beleid, beschikbaarheid van energiedragers, etc) van belang. In deze programmalijn wordt aan deze vraagstukken gewerkt.</p> <p>Daarnaast zal uit deze programmalijn veel kennis worden ontwikkeld rondom specifieke (technische) vereisten vanuit de verschillende maritieme marktsegmenten. Hiermee kan richting worden gegeven aan het onderzoek in deze programmalijnen.</p>
Emissie reductie impact	<p>De bijdrage is sterk afhankelijk van het voorgestelde concept. Aanvullende energiedragers hebben de potentie om tot een vrijwel emissievrij schip te komen. Ook de afvang van CO<sub>2</sub> kan emissies naar de atmosfeer significant reduceren. Het reductiepotentieel van het verminderen van de energie- en vermogensvraag houdt voor fossiele brandstoffen direct verband met het verminderde brandstofverbruik. Een lager brandstofverbruik faciliteert echter ook de introductie van alternatieve energiedragers met een groter ruimtebeslag. Dezelfde redenering geldt voor het direct gebruik van duurzame energie, zoals bijvoorbeeld wind-assist.</p> <p>De concrete emissiereductie van het voorgestelde concept dient een direct selectie criterium te worden in de toekenningsprocedure.</p>
Implementatie	<p>De uitkomst van deze programmalijn is een set aan concrete tools en methoden die zich richten op het ondersteunen van het versneld en opgeschaald implementeren van technologieën uit programmalijnen 2 tot en met 8. Deze tools kunnen zowel gebruikt worden om de impact van klimaatneutrale en emissieloze technologie inzichtelijk te maken voor implementatie van de technologie op de launching customerschepen, civiele retrofits en nieuwbouwschepen van het maritieme masterplan als voor de business case van toepassing van deze technologie na het maritieme masterplan, wanneer subsidies niet meer benodigd zijn voor implementatie van deze technologie, omdat de kosten gedaald zijn door opschaling van zowel de technologie als de benodigde alternatieve brandstoffen.</p> <p>De bevindingen uit de projecten dienen te worden gedeeld met de sector, als continue doorontwikkeling van de systeemtransitie.</p>

<b>Programmalijn 2: Methanol energie en voorstuwingssystemen</b>	
Doel programmalijn	Het doel van programmalijn 2 is het realiseren van bewezen en schaalbare vermogens- en energiesystemen voor methanol en het daarmee samenhangende (innovatie) ecosysteem voor realistische maritieme gebruiksprofielen. Het onderzoek richt zich op zowel gebruik in interne verbrandingsmotoren als elektrochemische omzetting in brandstofcellen. De scope van deze programmalijn omvat projecten van het industrieel ontwikkelen en onafhankelijk testen van deze technologie in motorenlaboratoria en brandstofcellaboratoria tot en met de implementatie van deze energiesystemen aan boord van retrofit en pilotprojecten.
Onderzoeksvragen	<p>Methanol is een van de belangrijkste bouwstenen in een hernieuwbare energie-infrastructuur, omdat het relatief eenvoudig geproduceerd kan worden uit groene waterstof en (afgevangen) CO<sub>2</sub>, alsmede uit biomassa en afvalstromen. Daarnaast biedt de relatief hoge energiedichtheid en toepasbaarheid kansen. De activiteiten richten zich op het ontwikkelen en verbeteren van zowel brandstofcellen, interne verbrandingsmotoren en opslag concepten voor de scheepvaart. Grotere methanol verbrandingsmotoren worden in beperkte mate toegepast. Aanvullende vragen richten zich op de ontwikkeling en verbeteringen van meer en kleinere interne verbrandingsmotoren en op de ontwikkeling van industriële ombouw van kleinere verbrandingsmotoren. De verificatie van het integrale veiligheidsconcept en robuustheid voor brede maritieme toepassing zijn voor methanol tevens essentieel. Bij de afweging voor methanol spelen ook de grondstoffen voor de methanolproductie een grote rol. Bij synthetische productie is tevens CO<sub>2</sub> benodigd. Daarom kunnen voorstellen waarin CO<sub>2</sub> afvang meegenomen wordt van aanvullende waarde zijn.</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe kan methanol veilig en ruimte-efficiënt opgeslagen, gebunkerd en gebruikt worden in de scheepvaart?</li> <li>- Hoe verhouden de vermogensdichtheid, efficiëntie, dynamisch gedrag en levensduur van brandstofcellen op methanol zich tot conventionele systemen?</li> <li>- Hoe kunnen brandstofgebruik en NO<sub>x</sub>-emissies van interne verbrandingsmotoren op methanol geminimaliseerd worden?</li> <li>- Hoe verhouden vermogensdichtheid, dynamisch gedrag en levensduur van brandstofcellen met methanol zich tot conventionele aandrijfsystemen?</li> <li>- Hoe verhouden vermogensdichtheid, dynamisch gedrag en levensduur van interne verbrandingsmotoren met methanol zich tot conventionele aandrijfsystemen?</li> <li>- Hoe kunnen bestaande scheepsmotoren het beste worden omgebouwd en geoptimaliseerd voor de toepassing van methanol?</li> <li>- Hoe kunnen retrofits met methanol gerealiseerd worden?</li> <li>- Hoe kunnen complexe (hybride) aandrijfsystemen op methanol geïntegreerd worden?</li> <li>- Hoe kunnen geïntegreerde aandrijfsystemen op methanol aangestuurd worden?</li> </ul>
Resultaten	Om aandrijfsystemen op methanol succesvol toe te kunnen passen in de maritieme sector moeten onder andere de fysieke dimensies, brandstofverbruik, dynamisch gedrag, levensduur en de onderlinge samenhang van deze karakteristieken van deze systemen in kaart gebracht worden en waar nodig verbeterd. Er worden zowel aandrijfsystemen gebaseerd op brandstofcellen als interne verbrandingsmotoren ontwikkeld. Uiteindelijk leidt dit tot schaalbare, veilige en robuuste modules die voldoen aan generieke eisen in de scheepvaart.

	<p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende resultaten op:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standaarden en regelgeving voor innovatieve opslag en bunker concepten van methanol, inclusief een aanbevolen werkwijze;</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken van brandstofcellen met methanol-reformers en direct methanol brandstofcellen gebaseerd op testen en demonstrators;</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken van methanol in interne verbrandingsmotoren gebaseerd op testen en demonstrators;</li> <li>- Evaluatie, operationele karakteristieken en regelstrategieën van geïntegreerde energiesystemen voor methanol gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Pilots en/of retrofitprojecten met methanol energie- en aandrijfsystemen.</li> </ul> <p>Voor de toepasbaarheid van het industrieel onderzoek is het belangrijk dat de regeling en integratie van de systemen wordt uitgewerkt voor een concrete scheepscasus.</p>
Afhankelijkheden	<p>Dit programma sluit aan op de industrie gedreven ontwikkelingen in Green Maritime Methanol en eerder onderzoek in de maritieme kennisinstellingen. De faciliteiten van het maritieme motoren lab van de Nederlandse Defensie Academie met twee motoren voor methanol, de faciliteiten van het Innovation Centre for Sustainable Powertrains van TNO, het brandstofcellen laboratorium van de TU Delft en het Zero Emissie Laboratorium van MARIN zijn beschikbaar voor onderzoek vanuit de industrie ter voorbereiding op de implementatie van deze technologie in eventuele gekoppelde retrofit en pilotprojecten, waarvan het ontwerp is ontwikkeld getest en gevalideerd aan de hand van programmaliijn 5.</p> <p>De technisch economische haalbaarheid, toepasbaarheid en schaalbaarheid van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als onderdeel van trajecten, om de rol van deze technologie ontwikkeling in de systeemtransitie te plaatsen (link lijn 1).</p> <p>De impact op het scheepsonwerp en de bouw van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als onderdeel van trajecten (link lijn 5).</p> <p>De mogelijkheden voor monitoring van de aanvullende energie en voortstuwingssystemen dient verkend te worden (link lijn 6).</p>
Implementatie	<p>De R&amp;D regeling leent zich naast de ontwikkeling van de technologie en de integratie van deze technologie in een gevalideerd ontwerp ook voor de implementatie van de technologie in een retrofit of pilotproject.</p> <p>De methanol energiesystemen op verbrandingsmotoren worden verder geïmplementeerd in de volgende launching customer schepen van Defensie en de Rijksrederij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeegaande hulpvaartuigen van de Koninklijke Marine;</li> <li>- MPV-50 van de Rijksrederij;</li> <li>- Emergency Towing Vessels van de Rijksrederij.</li> </ul> <p>De methanol energiesystemen op brandstofcellen met reformers zijn mogelijke kandidaat voor de laatste launching customerschepen van de Koninklijke Marine vanaf 2027:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeegaande hulpvaartuigen van de Koninklijke Marine.</li> </ul> <p>Tevens zijn deze energiesystemen kandidaat energiesystemen voor de volgende civiele type schepen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Short sea shipping</li> <li>- Long range towing vessels</li> </ul>

<b>Programmalijn 3: Waterstof energie en voortstuwingssystemen</b>	
Doel programmalijn	<p>Het doel van programmalijn 3 is het realiseren van bewezen en schaalbare voortstuwings- en energiesystemen voor waterstof en het daarmee samenhangende (innovatie) ecosysteem voor realistische maritieme gebruiksprofielen. Het onderzoek richt zich op zowel elektrochemische omzetting in brandstofcellen als verbranding in single fuel en dual-fuel motoren. De elektrificatie van maritiem energie- en aandrijfsystemen is daarbij een integraal onderdeel van deze programmalijn. De scope van deze programmalijn omvat projecten van het industrieel ontwikkelen en testen van deze technologie bij onafhankelijke partijen of kennisinstellingen, tot en met de implementatie van deze energiesystemen aan boord van retrofit- en pilotprojecten.</p>
Onderzoeksvragen	<p>Waterstof is een van de belangrijkste bouwstenen in een hernieuwbare energie-infrastructuur, omdat het middels elektrolyse relatief eenvoudig geproduceerd kan worden uit hernieuwbare elektriciteit en water. De activiteiten richten zich op het ontwikkelen en verbeteren van zowel brandstofcellen als interne verbrandingsmotoren voor de scheepvaart. Voor de integratie van deze aandrijflijnen is naar verwachting in veel gevallen een (gedeeltelijk) elektrisch aandrijflijn nodig, en voor brandstofcellen is dit zelfs noodzakelijk.</p> <p>Er is kennis nodig om brandstofcellen die werken op waterstof als onderdeel van een scheepstelsel te integreren en te optimaliseren. Daarnaast is behoefte aan onderzoek naar toepassing in een tweetal typen interne verbrandingsmotoren. Ten eerste de ontwikkeling van spark-ignition motoren die volledig op waterstof kunnen draaien. Ten tweede de bepaling van haalbaarheid en schaalbaarheid van dual-fuel motoren die gedeeltelijk op waterstof draaien als mogelijke transitie-oplossing voor bijvoorbeeld retrofits.</p> <p>De succesvolle integratie van waterstof energie- en voortstuwingssystemen vereist ook kennis over elektrische en hybride aandrijfsystemen, eventueel in combinatie met opslagsystemen voor elektrische energie, zoals batterijen. Deze worden ontwikkeld, geoptimaliseerd voor verschillende scheepstypen en operationele profielen en getest. De verificatie van het integrale veiligheidsconcept en robuustheid is voor brede maritieme toepassing van waterstof essentieel. Hierbij moeten verschillende waterstofdragers en opslagvormen worden meegenomen (vaste stof, in een dragende vloeistof etc.).</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe kan waterstof veilig en ruimte-efficiënt opgeslagen, gebunkerd en gebruikt worden in de scheepvaart?</li> <li>- Hoe kan technologie voor de opslag van elektrische energie, zoals batterijen, veilig en ruimte efficiënt worden toegepast, en gebruikt worden in de scheepvaart?</li> <li>- Hoe kunnen de vermogensdichtheid, efficiëntie, dynamisch gedrag en levensduur van brandstofcellen op waterstof verbeterd worden?       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hoe verhouden vermogensdichtheid, dynamisch gedrag en levensduur van brandstofcellen met waterstof zich tot conventionele aandrijfsystemen?</li> </ul> </li> <li>- Hoe kunnen de vermogensdichtheid, efficiëntie, dynamisch gedrag en levensduur van verbrandingsmotoren op waterstof verbeterd worden?       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hoe kunnen brandstofgebruik en NO<sub>x</sub>-emissies van interne verbrandingsmotoren op waterstof geminimaliseerd worden?</li> <li>○ Hoe verhouden vermogensdichtheid, dynamisch gedrag en levensduur van interne verbrandingsmotoren met waterstof zich tot conventionele aandrijfsystemen?</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hoe kunnen bestaande scheepsmotoren het beste worden omgebouwd en geoptimaliseerd voor de toepassing van waterstof als retrofit oplossing?</li> <li>- Hoe kunnen de vermogensdichtheid, efficiëntie, dynamisch gedrag en levensduur van opslagsystemen voor elektrische energie (bijvoorbeeld batterijen) verbeterd worden?</li> <li>- Hoe kunnen energiedichtheid, laadsnelheid en levensduur van maritieme batterijen nauwkeurig worden bewaakt, geschat en geoptimaliseerd?</li> <li>- Hoe kunnen complexe (hybride) maritieme aandrijfsystemen op waterstof geïntegreerd worden?</li> <li>- Hoe kunnen geïntegreerde aandrijfsystemen op waterstof aangestuurd worden?</li> </ul>
Resultaten	<p>Om aandrijfsystemen op waterstof succesvol toe te kunnen passen in de maritieme sector moeten onder andere de fysieke dimensies, brandstofverbruik, dynamisch gedrag, levensduur en de onderlinge samenhang van deze karakteristieken van deze systemen in kaart gebracht worden en waar nodig verbeterd. Er worden zowel aandrijfsystemen gebaseerd op brandstofcellen als interne verbrandingsmotoren ontwikkeld. Uiteindelijk leidt dit tot schaalbare, veilige en robuuste modules die voldoen aan generieke eisen in de scheepvaart.</p> <p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende resultaten op:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standaarden, regelgeving en aanbevolen werkwijzen voor innovatieve concepten aangaande opslag en bunkeren van waterstof, toepassen van brandstofcellen, verbrandingsmotoren op waterstof, en het toepassen van opslagsystemen voor elektrische energie, zoals batterijen.</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken van brandstofcellen systemen inclusief ondersteunende componenten gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken van interne (retrofit-) verbrandingsmotoren op waterstof gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken van opslagsystemen voor elektrische energie (bijv. batterijen) gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Evaluatie van operationele karakteristieken en regelstrategieën van geïntegreerde energiesystemen voor waterstof gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Evaluatie en validatie van waterstof use cases voor launching customers.</li> <li>- Pilots en/of retrofitprojecten met waterstof energie- en aandrijfsystemen.</li> </ul>
Afhankelijkheden	<p>Er zijn al veel ontwikkelingen met betrekking tot de toepassing van waterstof in de scheepvaart. Onderzoek en ontwikkeling in deze programmalijn sluiten daar nauw op aan. Er kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van de infrastructuur die ontwikkeld is voor het testen van brandstofcellen en verbrandingsmotoren voor waterstof, bijvoorbeeld in het fuel cell laboratory van de TU Delft, het Innovation Centre for Sustainable Power Trains van TNO en het Zero Emissie Laboratorium van MARIN. De kennis en faciliteiten van deze instituten kunnen gebruikt worden voor het verlagen van het risico van toepassing van waterstof energie- en aandrijfsystemen aan boord, ter voorbereiding op de implementatie van deze technologie in eventuele gekoppelde retrofit en pilotprojecten, waarvan het ontwerp is ontwikkeld getest en gevalideerd aan de hand van programmalijn 5.</p> <p>De technisch economische haalbaarheid, toepasbaarheid en schaalbaarheid van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als</p>

	<p>onderdeel van trajecten, om de rol van deze technologieontwikkeling in de systeemtransitie te plaatsen (link lijn 1).</p> <p>De impact op het scheepsontwerp en de bouw van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als onderdeel van trajecten (link lijn 5).</p> <p>De mogelijkheden voor monitoring van de aanvullende energie en voortstuwingssystemen dient verkend te worden (link lijn 6).</p>
<p>Emissie reductie impact</p>	<p>De bijdrage is sterk afhankelijk van het voorgestelde concept. Aanvullende energiedragers hebben de potentie om tot een vrijwel emissievrij schip te komen. Ook de afvang van CO<sub>2</sub> kan emissies naar de atmosfeer significant reduceren. Het reductiepotentieel van het verminderen van de energie- en vermogensvraag houdt voor fossiele brandstoffen direct verband met het verminderde brandstofverbruik. Een lager brandstofverbruik faciliteert echter ook de introductie van alternatieve energiedragers met een groter ruimtebeslag. Dezelfde redenering geldt voor het direct gebruik van duurzame energie, zoals bijvoorbeeld wind-assist.</p> <p>De concrete emissiereductie van het voorgestelde concept dient een direct selectiecriteria te worden in de toekenningsprocedure.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>De R&amp;D regeling leent zich naast de ontwikkeling van de technologie en de integratie van deze technologie in een gevalideerd ontwerp ook voor de implementatie van de technologie in een retrofit of pilotproject.</p> <p>Waterstof en brandstofcellen kunnen worden geïmplementeerd in de volgende launching customerschepen van Defensie en de Rijksrederij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dienstvaartuig en trailerbaar meetvaartuig Rijksrederij;</li> <li>- Multipurpose vessels MPV-20 en MPV-50 van de Rijksrederij;</li> <li>- Havenduikvaartuigen van de Koninklijke Marine.</li> </ul> <p>Ook in de civiele sector kunnen waterstof en brandstofcellen gebruikt worden om emissieloze schepen te realiseren. Spark-ignition interne verbrandingsmotoren worden voor de hogere vermogens voorzien en dual fuel motoren voor retrofits. De ontwikkelde technologie en kennis faciliteert daarmee de implementatie van waterstof energie- en aandrijfsystemen in de mobiliteitssector in het algemeen en de maritieme sector in het bijzonder.</p>

<b>Programmalijn 4: Aanvullende en toekomstige energie en voortstuwingssystemen</b>	
Doel programmalijn	Het doel van programmalijn 4 is het realiseren van bewezen en schaalbare aanvullende en toekomstige energie- en voortstuwingssystemen en het verminderen van de energie- en vermogensvraag aan boord. Dit betreft systemen die niet direct gebaseerd zijn op methanol (programmalijn 2) en waterstof (programmalijn 3). Het onderzoek richt zich op het gebruik van deze aanvullende energiedragers in de daarvoor benodigde aandrijfsystemen, het verminderen van de energie- en vermogensvraag, het afvangen en opslaan van CO <sub>2</sub> en het direct opwekken en gebruik van duurzame energie aan boord. De scope van deze programmalijn omvat projecten van het industrieel ontwikkelen en testen van deze technologie bij onafhankelijke partijen of kennisinstellingen tot en met de implementatie van deze energiesystemen aan boord van retrofit en pilotprojecten.
Onderzoeksvragen	<p>In aanvulling op de energie en voortstuwingssystemen voor methanol en waterstof in programmalijnen 2 &amp; 3 zijn er veel aanvullende en toekomstige concepten die uitdagingen bieden waaronder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiedragers (synthetische brandstoffen, zoals ammoniak)</li> <li>- Aandrijftechnologie (gas turbines, solid oxide fuel cells, ...)</li> <li>- Verminderen van de energie- en vermogensvraag (weerstandreductie, warmteterugwinning, ...)</li> <li>- Afvangen, opslaan en gebruik van CO<sub>2</sub> aan boord (CCS, CCU, sluiten koolstofkringloop)</li> <li>- Direct gebruik duurzame energie (wind assist, zonne-energie, ...)</li> </ul> <p>Ook deze concepten moeten onderzocht, ontwikkeld en toegepast worden zodra ze een significante bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van zero-emissie en digitale schepen.</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wat zijn de benodigdheden voor veilige toepassing van het alternatieve concept voor toepassing in de scheepvaart?</li> <li>- Hoe kan energie- en vermogensvraag verminderende technologie een belangrijke bijdrage leveren aan het elimineren van emissies in de sector?</li> <li>- Hoe kunnen aanvullende aandrijfsystemen bijdragen aan het elimineren van emissies in de sector?</li> <li>- Hoe kunnen aanvullende (combinaties van) energiedragers bijdragen aan het elimineren van emissies in de sector?</li> <li>- Hoe kan CO<sub>2</sub> afvang, opslag en gebruik bijdragen aan het elimineren van emissies in de sector en het sluiten van de koolstofkringloop?</li> <li>- Hoe kan duurzame energie uit wind en zon direct aan boord gebruikt worden?</li> <li>- Hoe kunnen deze systemen in een scheepsontwerp geïntegreerd worden?</li> </ul>
Resultaten	<p>Om aanvullende en toekomstige energie en voortstuwingssystemen succesvol toe te kunnen passen in de maritieme sector moeten onder andere de fysieke dimensies, brandstofverbruik, dynamisch gedrag, levensduur en de onderlinge samenhang van deze karakteristieken van deze systemen in kaart gebracht worden en waar nodig verbeterd. Uiteindelijk leidt dit tot schaalbare, veilige en robuuste modules die voldoen aan generieke eisen in de scheepvaart.</p> <p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende resultaten op:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standaarden en regelgeving behorende bij het concept en het certificatieproces inclusief een aanbevolen werkwijze (recommended practice).</li> <li>- Evaluatie van de impact van aanvullende energie en vermogensvraag reducerende concepten.</li> <li>- Evaluatie van de impact van aanvullende aandrijfsystemen.</li> <li>- Evaluatie van de impact van aanvullende energiedragers.</li> <li>- Evaluatie van de impact van CO<sub>2</sub> afvang, opslag en gebruik.</li> <li>- Evaluatie van de impact van direct gebruik van wind en zon aan boord.</li> <li>- Evaluatie van de specificaties en operationele karakteristieken gebaseerd op testen en demonstrators.</li> <li>- Modellen en regelstrategieën van geïntegreerde energiesystemen.</li> <li>- Testresultaten voor prototypes en industriële producten Toepassing van deze systemen in retrofits of pilot-projecten.</li> </ul>
<p>Afhankelijkheden</p>	<p>De technisch economische haalbaarheid en toepasbaarheid van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als onderdeel van trajecten, om de rol van deze technologie ontwikkeling in de systeemtransitie te plaatsen (link lijn 1).</p> <p>De lijn is complementair aan de lijnen die zich primair op methanol (programmaliijn 2) en waterstof (programmaliijn 3) richten. Wel kunnen energiedragers mogelijk gebruikt worden in de energie en voorstuwingssystemen uit deze lijnen (link lijn 2 &amp; 3).</p> <p>De impact op het scheepsontwerp en de bouw van deze aanvullende energie en voorstuwingssystemen, dient te worden ingeschat als onderdeel van trajecten (link lijn 5). De mogelijkheden voor monitoring van de aanvullende energie en voortstuwingssystemen dient verkend te worden (link lijn 6).</p> <p>De programmaliijn sluit aan bij diverse lopende projecten en initiatieven, zoals GasDrive, Ammoniadrive, WASP en DERISCO<sub>2</sub>, en kan gebruik maken van de daarvoor ontwikkelde laboratoria en proeftuinen bij onder andere de TU Delft, TU Eindhoven, TNO en MARIN.</p>
<p>Emissie reductie impact</p>	<p>De bijdrage is sterk afhankelijke van het voorgestelde concept. Aanvullende energiedragers hebben de potentie om tot een vrijwel emissievrij schip te komen. Ook de afvang van CO<sub>2</sub> kan emissies naar de atmosfeer significant reduceren. Het reductiepotentieel van het verminderen van de energie- en vermogensvraag houdt voor fossiele brandstoffen direct verband met het verminderde brandstofverbruik. Een lager brandstofverbruik faciliteert echter ook de introductie van alternatieve energiedragers met een groter ruimtebeslag. Dezelfde redenering geldt voor het direct gebruik van duurzame energie, zoals bijvoorbeeld wind-assist.</p> <p>De concrete emissiereductie van het voorgestelde concept dient een direct selectie criterium te worden in de toekenningsprocedure.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>De R&amp;D regeling leent zich naast de ontwikkeling van de technologie en de integratie van deze technologie in een gevalideerd ontwerp ook voor de implementatie van de technologie in een retrofit of pilotproject.</p> <p>De aanvullende en toekomstige energie- en voorstuwingssystemen en vermindering van de energie- en vermogensvraag aan boord kunnen breed toegepast worden in launching customer schepen en de civiele vloot. De snelheid waarmee de concepten geïmplementeerd kunnen worden en de daarmee samenhangende uitstootreductie is sterk afhankelijk van de marktrijpheid van het concept.</p>



<b>Programmalijn 5: Modulair scheepsontwerp &amp; productie</b>	
Doel programmalijn	<p>De stappen naar emissieloos varen zijn omgeven door onzekerheden, zowel rondom de implementatie van verschillende technieken en het tempo waarop dit gerealiseerd kan worden. Om de risico's van deze stappen te verminderen en snel te kunnen reageren op toekomstige ontwikkelingen is het noodzakelijk om componenten en systemen modulair en uitwisselbaar te maken, modellen te ontwikkelen voor het gedrag van deze modulaire componenten en systemen en het gedrag en de interactie tussen deze componenten en systemen te valideren voor toepassing aan boord. Het doel van programmalijn 5 is te komen tot modulaire ontwerpen en realisaties van toekomstbestendige, betrouwbare, betaalbare, klimaatneutrale en emissieloze scheepsvermogen, voortstuwing en energiesystemen (Power, Propulsion and Energy systemen = PPE-systemen), waarbij vergaande electrificering een grote rol zal spelen. De programmalijn richt zich op zowel op het ontwikkelen van (inter)nationale standaarden, als de toepassing daarvan in digitale modellen voor PPE-systeemontwerp, scheepsontwerp en -productie en de validatie van deze modellen en ontwerpen. Na onafhankelijke validatie kunnen deze modellen en ontwerpen vervolgens sector breed geïmplementeerd worden als onderdeel van de totale scheepsontwerp en –productie.</p> <p>De regeling biedt ook de gelegenheid om te komen tot de eerste implementatie van de PPE-systemen en -ontwerpen in retrofit- en pilotprojecten. Deze modulaire ontwerp aanpak zorgt er voor dat de resultaten van implementatie van klimaatneutrale en emissieloze technologie in retrofit en pilotprojecten inzetbaar is voor de launching customership projecten en toekomstige civiele nieuwbouwprojecten in verschillende maritieme sectoren, waarin Nederlandse reders, de Nederlandse maakindustrie en dienstverleners actief zijn.</p>
Onderzoeksvragen	<p>De verduurzaming, digitalisering en electrificering van de maritieme sector en de onzekerheden in de stappen naar emissieloos varen verhogen de complexiteit en risico's in het ontwerp en bouw van schepen. Met een sector breed gedragen systematische modulaire aanpak kan de evaluatie en integratie van verschillende PPE-systemen effectiever en efficiënter uitgevoerd worden, de productie efficiënter worden ingericht en geautomatiseerd, toekomstige ombouw van schepen worden vereenvoudigd en blijven de risico's van implementatie van nieuwe technologieën beheersbaar.</p> <p>Een system engineering aanpak, waarin systematisch gewerkt wordt van operationele eis tot realisatie en waarin systemen en subsystemen in (virtuele) modellen gevat worden, kan hieraan bijdragen. Dit draagt bij aan het creëren van gestructureerde regel- en bewakingssystemen van de PPE-systemen en aan de operationele Digital Twin van het schip. Deze Digital Twin kan o.a. ingezet worden voor slimme digitale monitoring en duurzame autonome operaties. Door het creëren van traceerbaarheid in het ontwerp van systeemoplossing terug naar operationele eis kan de sector gezamenlijk de risico's bij implementatie van nieuwe technologie verlagen en ontwikkelde modules hergebruiken voor meerdere scheepsontwerpen. In o.a. de automotive and aerospace sectoren wordt system engineering reeds lange tijd toegepast, hetgeen bij heeft gedragen aan verdere standaardisatie en schaalvergroting.</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe beïnvloeden operationele gebruikerseisen en operatieprofielen de functionele en technische eisen voor de PPE-systemen en de keuze van de verschillende energiedragers en energie omzeters?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Welke energiedragers en –omzetters zijn geschikt voor welke operationele profielen?</li> <li>○ Welke rol speelt electrificering van het PPE-systeem bij de overstap naar andere energiedragers en –omzetter?</li> <li>○ Hoe behouden we het overzicht over de operationele eisen en de functionele oplossingen tijdens het ontwerp van de schepen van de toekomst?</li> <li>- Hoe kan het ontwerp- en productieproces van machinekamers met verschillende toekomstige PPE-systemen efficiënter ingericht worden en de technische, veiligheid- en financiële risico's beheer?       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Welke standaarden zijn benodigd voor effectieve inzet van modulair ontwerp en productie?</li> <li>○ Hoe kan vergaande automatisering en robotisering van de productie een rol spelen in de transitie naar emissieloos varen?</li> <li>○ Hoe kan een system engineering aanpak helpen in de stap naar modulariteit en daarmee de opstap zijn naar standaardisatie, en sector brede implementatie en opschaling?</li> <li>○ Hoe komt de sector tot toekomstbestendige en levensvatbare ontwerp- en productiemethodieken die ervoor zorgen dat klimaatneutraal en emissieloos varen technisch en financieel haalbaar is?</li> <li>○ Hoe draagt deze aanpak bij aan HAZID analyses voor de systeemontwerpen?</li> </ul> </li> <li>- Hoe kan een modulair machinekamer ontwerp van schepen met klimaatneutrale en emissieloze PPE-systemen leiden tot het makkelijker integreren van toekomstige systemen?       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kunnen energieopslag systemen (e.g., tanks, batterijen) voor alternatieve brandstoffen worden uitgevoerd als modulaire containers?</li> <li>○ Kan gelijkstroom (DC) distributie voldoen aan de eisen die aan het modulaire PPE-systeem gesteld zijn?</li> <li>○ Kunnen componenten van energie- en voortstuwingssystemen uitgevoerd worden als (eenvoudig) uitwisselbare modules?</li> <li>○ Kunnen PPE-systemen zo ontwikkeld worden dat ze flexibel zijn, zodat schepen gedurende de levensduur aangepast kunnen worden op andere brandstoffen. Hiermee kunnen toekomstbestendige oplossingen verkregen worden die forward compatible zijn naar een emissieloos schip.</li> <li>○ Aan welke veiligheidsaspecten en standaarden dienen voor deze modules te voldoen?</li> </ul> </li> <li>- Hoe kan het systeemgedrag en de interactie tussen de verschillende deelsystemen gemodelleerd en gevalideerd worden?       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat is de interactie tussen het voortstuwingssysteem, het energiesysteem en andere gebruikers?</li> <li>○ Hoe kan het regel- en bewakingssysteem bijdragen aan het aanpassen van het systeemgedrag aan de dynamische belastbaarheid van de verschillende vermogensopwekkers?</li> </ul> </li> </ul>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe kan een efficiënter digitaal ontwerp en productie proces ingezet worden om de risico's te beheersen van de eerste implementatie van deze technologie aan boord van pilot en retrofit projecten.</li> </ul>
Resultaten	<p>De programmalijn levert als resultaat modulaire ontwerpen en realisaties van toekomstbestendige, betaalbare klimaatneutrale en emissieloze PPE-systemen, gebruikmakend van systematisch modulaire ontwerptechnieken en flexibele productieprocessen. Dit zal worden toegepast op voor Nederland relevante scheepstypen met bijbehorende operationele profielen.</p> <p>De programmalijn levert als resultaat een eenduidige en systematisch ontwerp en productie aanpak die overzicht behoudt in het ontwerpproces van operationele eis tot realisatie. Deze aanpak zal worden toegepast op specifieke scheepstypen met bijbehorende operationele profielen. Met deze aanpak worden risico's verminderd, modulariteit van het scheepsontwerp en -productieproces bereikt en door (vroegtijdige) modelvorming per module bijgedragen aan de Digital Twin van het eindelijke schip en haar subsystemen.</p> <p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende resultaten op:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwerpen en pilots voor geïntegreerde modulaire innovatieve PPE-systemen gebruikmakend van elektrische vermogensdistributie waar nodig en waar mogelijk inclusief energiebesparende concepten (e.g., wind assist), (data)standaarden voor modulair ontwerp en productie;       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modulaire productie van scheepssystemen voor pilot- en retrofit projecten.</li> <li>○ Pilots voor geautomatiseerde en gerobotiseerde productielijnen gericht op flexibiliteit, efficiëntie en circulariteit;</li> <li>○ Pilots voor modulaire productie van geavanceerde scheepssystemen;</li> <li>○ Pilots van onderscheidende duurzame energiedrager opslag geïntegreerd in het scheepsontwerp.</li> </ul> </li> <li>- HAZID's van de PPE-systeem- en scheepsontwerpen en daarvan afgeleide ontwerpregels en analyses voor toepassing en opslag van alternatieve energiedragers;</li> <li>- Een aanbevolen werkwijze (recommended practice) en standaarden betreffende de toepassing van het concept modulariteit in scheepsbouw;</li> <li>- Modelvorming per systeemmodule die bijdraagt aan de Digital Twin van het eindelijke schip en haar subsystemen;</li> <li>- Regel- en bewakingsstrategieën waarmee de dynamische interactie tussen de verschillende energieopwekkers en -gebruikers gereguleerd wordt, zodat onderhoud beperkt wordt en gebruikerseisen gehaald worden;</li> <li>- Integratie van ontwikkelde simulatiemodellen en resultaten van testen in laboratoria van de verschillende PPE-systemen, die het gedrag van deze systemen voorspellen, in het ontwerp- en validatie proces en in de uiteindelijke scheepsoperatie;       <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Een virtueel breed inzetbaar simulatie platform waarmee de interactie tussen verschillende PPE-systemen kan worden onderzocht en geoptimaliseerd en dat ingezet kan worden tijdens de scheepsoperatie;</li> <li>○ Een gecontroleerde laboratorium validatie omgeving om het virtuele simulatie platform en nieuwe regelstrategieën te verifiëren en valideren.</li> </ul> </li> <li>- Een evaluatie en concretisering van de emissiereductie potentie van de ontwikkelde en geïmplementeerde technieken en pilots.</li> </ul>

Afhankelijkheden	Deze programmalijn loopt als rode draad door de gehele ontwikkeling (van ontwerp tot operatie) van de klimaatneutrale emissieloze systemen. Het verbindt de eerste programmalijnen via modelvorming, systematische aanpak en vergaande electrificering met de operationele en digitaliseringskant in de laatste programmalijnen. Een virtueel simulatie platform en een fysieke validatie omgeving bieden de werven, engineering bureau's, systeem integratoren en systeemleveranciers de mogelijkheid om hun prototypes en industriële systemen onafhankelijk te valideren waarmee de risico's van implementatie in pilot- en retrofit projecten en de aansluitende launching customership projecten beheerst kunnen worden.
Emissie reductie impact	De bijdrage aan de uitstoot vermindering wordt voornamelijk bepaald door de keuze van brandstof en energie omzetter, die onderwerp zijn van programmalijn 2 tot en met 4. De efficiënte integratie van deze systemen en de geavanceerde regeling kunnen door de geoptimaliseerde opzet van deze systemen leiden tot een verdere besparing van 10% tot 20% aan energieverbruik en de bijbehorende schadelijk uitlaatgassen, als er sprake is van bijvoorbeeld verbrandingsmotoren. De programmalijn draagt bij aan daadwerkelijke realisatie van emissieloze schepen door de systematische aanpak die risico's kan indammen en het benodigde overzicht en vertrouwen geeft bij het introduceren van nieuwe technologieën.
Implementatie	De resulterende ontwerpen worden gebruikt voor het ontwerp van de productie van schepen met klimaatneutrale en emissieloze energiesystemen voor de launching customership projecten. Deze ontwerpen kunnen vervolgens ingezet worden door Defensie en de Rijksrederij bij de verwerving van de launching customer schepen en door de civiele reders bij civiele nieuwbouwprojecten en retrofits uit het maritiem masterplan voor een emissieloze maritieme sector.

<b>Programmalijn 6: Cybersecure Infrastructuur voor Digitale Operaties</b>	
Doel programmalijn	Het doel van programmalijn 6 is het veilig verzamelen, gecontroleerd beschikbaar maken en slim verwerken van de juiste data van de scheepssystemen en scheepsintegriteit, de omgeving waarin het schip opereert en de condities waaronder het schip opereert.
Onderzoeksvragen	<p>De activiteiten richten zich op het ontwerpen en testen van een cybersecure infrastructuur aan boord en op de wal waarmee relevante data uit de scheepssystemen van de diverse toeleveranciers op een gelijkwaardige wijze ontsloten wordt. Gebruikers van de ontsloten data zijn het personeel aan boord en op de wal en de verschillende applicaties en digital twins uit programmalijnen 7 en 8 die het personeel ondersteunen in hun werkzaamheden om de operatie efficiënt, veilig en duurzaam uit te voeren. Daarmee vormt programmalijn 6 het fundament voor de programmalijnen 7 en 8.</p> <p>Het schip zal daarom op een slimme en efficiënte wijze uitgerust moeten worden met sensoren en de daarbij benodigde cybersecure netwerkarchitectuur. Onderdeel van de infrastructuur is robuuste en efficiënte wijze van opslag van ruwe en verwerkte data en het gecontroleerd, vertrouwd en selectief kunnen delen van data met verschillende partijen. Met de ontsloten data is het mogelijk beeldopbouw te plegen zowel intern als extern het schip. Intern het schip betreft het de status en beschikbaarheid van de systemen, de scheepsintegriteit, de status van de lading en de status van het aan boord aanwezig personeel. Externe betreft het de condities en omgeving waarin het schip vaart en data afkomstig van SCC en VTS.</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welke (virtuele) en potentieel multi-inzetbare sensors dienen (door)ontwikkeld te worden voor de veilige verzameling, gecontroleerd beschikbaar maken, en slim verwerken van de juiste data om de operatie efficiënt, veilig en duurzaam uit te voeren.</li> <li>- Hoe zijn de in deze programmalijn ontwikkelde sensors en digitale technologie te valideren en (cybersecure) te demonstreren zodat deze veilig, robuust en effectief gereed gemaakt wordt voor implementatie?</li> <li>- Hoe zijn de interfaces tussen diverse systeemleveranciers te standaardiseren, zodat de verzamelde data vertrouwd, gecontroleerd, eenvoudig toepasbaar, en selectief beschikbaar gesteld worden aan verschillende partijen?</li> <li>- Hoe kan door een zo vroeg mogelijke, geautomatiseerde controle aan boord de kwaliteit van de verzamelde data zo groot mogelijk gemaakt worden?       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Hoe kan de kwaliteit van de data gedefinieerd worden om flexibel en langdurig gebruik mogelijk te maken?</li> <li>o Aan welke eisen c.q. kwaliteit moet de data voldoen zodat deze interpreteerbaar is voor Digital Twins?</li> <li>o Hoe kunnen valse sensoralarmen bepaald en geminimaliseerd worden?</li> </ul> </li> <li>- Hoe kan een schaalbare, generieke cybersecure infrastructuur ontworpen, gedemonstreerd en gerealiseerd worden?       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Hoe kunnen draadloze technieken op een cybersecure wijze gedemonstreerd en toegepast worden?</li> </ul> </li> <li>- Hoe kan de verzamelde data gecombineerd worden met de operationele context om de interpretatie te verbeteren?       <ul style="list-style-type: none"> <li>o Hoe kan de scheepsintegriteit, de integriteit van scheepssystemen en de status van personeel aan boord zo efficiënt mogelijk bepaald worden?</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hoe kunnen de externe condities zoals stroming en golven en andere omgevings-informatie in de omtrek van de scheepslocatie verzameld worden?</li> <li>- Hoe kunnen de externe condities zoals stroming en golven en andere omgevings-informatie in de omtrek van de scheepslocatie verzameld worden?</li> <li>- Hoe kan door een zo vroeg mogelijke, geautomatiseerde controle aan boord de kwaliteit van de verzamelde data zo groot mogelijk gemaakt worden?</li> <li>- Hoe kan de kwaliteit van de data gedefinieerd worden om flexibel en langdurig gebruik mogelijk te maken?</li> <li>- Hoe kan de verzamelde data gecombineerd worden met de operationele context om de interpretatie te verbeteren?</li> </ul>
<p>Resultaten</p>	<p>Om maritieme operaties slimmer, veiliger, duurzamer en emissie loos uit te kunnen voeren, moet over de hele maritieme operatie van een schip op een veilige manier data verzameld, ontsloten en gedistribueerd worden zodat deze gebruikt kan worden in de programmalijnen 7 en 8.</p> <p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende in testomgevingen gevalideerde en gedemonstreerde en aan boord geïmplementeerde resultaten op:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensors van de scheepssystemen (e.g., batterijen, brandstofcellen, verbrandingsmotoren) en scheepsintegriteit (e.g., romp, schroef), de omgeving waarin het schip opereert (e.g., andere scheepvaart), en de condities waaronder het schip opereert (e.g., weersomstandigheden).</li> <li>- Ontwikkeling en demonstratie van een methode voor sensor specificatie &amp; selectie.</li> <li>- Realisatie van interface en data standaardisatie, security en eigenaarschap.</li> <li>- Definitie, uitwerking en demonstratie van, en inzicht in data kwaliteit</li> <li>- Ontwikkeling en implementatie van een methode voor root cause fout analyse</li> <li>- Methode voor vertrouwd en selectief data te delen, zowel technisch als in juridisch sluitend afsprakenkader (inclusief platformen).</li> <li>- Ontwikkeling en implementatie van een flexibele en toegankelijke data infra- en architectuur aan boord en op de wal (zoals SCC, VTM, onderhoudsbedrijven, etc)</li> </ul>
<p>Afhankelijkheden</p>	<p>Programmalijn 6 vormt het fundament voor programmalijnen 7 en 8 waar onder andere applicaties worden ontwikkeld die zorgen voor het efficiënter en goedkoper varen van het schip en, gezien de toenemende complexiteit, verantwoord en gecontroleerd kunnen varen met een modern schip. Er zijn ontwikkelingen gaande met betrekking tot de toepassing van een flexibele data infra- en architectuur aan boord van toekomstige marineschepen. Onderzoek en ontwikkeling in deze programmalijn sluiten daar op aan maar zijn ook gericht voor een brede toepassing binnen het civiele maritieme domein.</p>
<p>Emissie reductie impact</p>	<p>De bijdrage is sterk afhankelijke van het voorgestelde concept. Aanvullende energiedragers hebben de potentie om tot een vrijwel emissievrij schip te komen. Ook de afvang van CO<sub>2</sub> kan emissies naar de atmosfeer significant reduceren. Het reductiepotentieel van het verminderen van de energie- en vermogensvraag houdt voor fossiele brandstoffen direct verband met het verminderde brandstofverbruik. Een lager brandstofverbruik faciliteert echter ook de introductie van alternatieve energiedragers met een groter ruimtebeslag. Dezelfde redenering geldt voor het direct gebruik van duurzame energie, zoals bijvoorbeeld wind-assist.</p> <p>De concrete emissiereductie van het voorgestelde concept dient een direct selectiecriteria te worden in de toekenningsprocedure.</p>

Implementatie	<p>Een gelijkwaardige ontsluiting van data en beschikbaar stellen aan personeel en applicaties en 3rd parties aan boord en op de wal biedt de mogelijkheid om nieuwe technologieën zoals mixed reality, data science, digital twins, simulaties en artificial intelligence toe te passen. Deze technologieën dragen bij om maritieme operaties goedkoper, efficiënter, duurzamer, emissie loos en waar mogelijk en noodzakelijk op afstand veilig en gecontroleerd uit te voeren. Bovendien is het ontsluiten van data noodzakelijk om de performance van innovatieve voorstuwing- en energiesystemen goed te kunnen bewaken en begrijpen, evenals de complexere interactie tussen die systemen het wenselijk/noodzakelijk maakt alle gerelateerde data in gezamenlijkheid te analyseren en te gebruiken.</p> <p>De activiteiten (studies, richtlijnen, ontwikkeling van digitale test en validatie omgevingen, demonstrators en implementatie) dienen met een diversiteit aan actoren uitgevoerd te worden.</p> <p>Verder heeft het de voorkeur dat de activiteiten in deze programmalijn zoals het uitwerken van test en performance omgevingen en het demonstreren in use cases, bijdragen aan de activiteiten van de andere programmalijnen en met name aan 5, 7 en 8.</p>
---------------	--

<b>Programmalijn 7: Smart Monitoring en Ship Maintenance</b>	
Doel programmalijn	Het doel van programmalijn 7 is het eenduidig ondersteunen van het personeel aan boord en op de wal in het veilig, slim, en zuinig uitvoeren van maritieme operaties en in het monitoren, adviseren, bedienen en onderhouden van de systemen aan boord van het schip (e.g., digital twins), waarbij rekening gehouden wordt met de te behalen operationele doelstellingen.
Onderzoeksvragen	<p>De introductie van nieuwe, zero-emission energiesystemen geeft de energiehuishouding een meer centrale positie in de operatie van het schip. De toenemende complexiteit en integratie van de systemen vereist uitgebreidere ondersteuning voor de bemanning. De ondersteuning kan verkregen worden door het slim monitoren van de status en integriteit van de systemen aan boord en de scheepsomgeving (en het schip zelf?). Inzicht in deze systemen, gecombineerd met verdere digitalisering biedt de mogelijkheid om operaties te optimaliseren en de operationele veiligheid te vergroten. Door innovatieve visualisatie technieken zoals bijvoorbeeld augmented reality wordt de bemanning en ondersteuning vanaf de wal de benodigde informatie gegeven. Daarnaast richten de activiteiten zich op het minimaliseren van correctief en preventief onderhoud tijdens maritieme operaties door condition based monitoring en predictive maintenance toe te passen op basis van digital twins, data science en artificial intelligence technieken om duurzame operaties mogelijk te maken.</p> <p>Deze ontwikkelingen leiden tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe kunnen verschillende adviessystemen bijdragen aan een geïntegreerd, eenduidig en overkoepelend advies?</li> <li>- Hoe kunnen nieuwe visualisatie technieken zoals augmented reality het personeel aan boord en op de wal helpen begrijpen in welke situatie het schip zich bevindt?</li> <li>- Hoe draagt smart monitoring bij aan zuinigere en veiligere operaties?</li> <li>- Hoe kunnen nieuwe onderhoudsconcepten zoals conditioned based monitoring en predictive maintenance bijdragen aan een slimme, veilige en zuinige maritieme operatie?</li> <li>- Hoe wordt sensoriek optimaal toegepast om de status en integriteit van het schip en de systemen te monitoren?</li> <li>- Hoe wordt het sensor en netwerkarchitectuur van WP6 gecombineerd met contextuele informatie zodat een compleet en toepasbaar extern maritiem beeldopbouw wordt gerealiseerd?</li> <li>- Hoe wordt de monitoringsdata geïnterpreteerd en gecombineerd om tot zuinigere en veiligere operaties te komen? Denk hierbij aan route &amp; weather planning, energie &amp; powermanagement, alarm management, intent sharing en collision avoidance.</li> <li>- Hoe wordt de interface tussen het smart monitoring en ship maintenance systeem, de bemanning en de wal op een betrouwbare en efficiënte manier uitgevoerd?</li> <li>- Hoe blijven de applicaties op de wal gesynchroniseerd met de situatie aan boord en met de operatie, met name als de verbindingen met de wal beperkt is of niet gegarandeerd is?</li> <li>- Hoe zijn nieuwe brugconcepten te ontwikkelen zodat met veel meer data en zero emissie voortstuwings- en energiesystemen, veel slimmer en zuiniger varen mogelijk is?</li> </ul>
Resultaten	Smart monitoring en ship maintenance betreft een breed scala aan ondersteuningsapplicaties die de bemanning aan boord en op de wal op een



	<p>eenduidige wijze ondersteunen in de uitvoering van hun taak. De adviezen van deze applicaties vullen elkaar aan en zorgen ervoor dat de bemanning de maritieme operaties slimmer, veiliger, duurzamer en emissie loos kunnen uitvoeren. De ontwikkeling van de applicaties dienen human centrisch plaats te vinden waarbij de interactie van het personeel met de systemen centraal staat. Ontwikkeling en evaluatie dient plaats te vinden met behulp van daartoe ingerichte laboratoria. Validatie, demonstratie en implementatie dient aan boord van bestaande en nieuwe schepen en bij SCC en VTS gerealiseerd te worden.</p> <p>De hoofdactiviteiten leveren de volgende resultaten op:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ontwikkelen en implementeren van een integraal smart monitoring en maintenance systeem voor monitoring van de integriteit, operationele condities en (energie)voorraden van de scheepssystemen aan boord</li> <li>- Voorspellen van korte en lange termijn maritieme beeld ten behoeve van veilige en optimale operatie op basis van detectie, tracking, classificatie, gedragsanalyse en -predictie</li> <li>- Operationele interface van het smart monitoring en maintenance systeem met de bemanning en de wal.</li> <li>- Smart awareness ten behoeve van beslisondersteuning systeem voorop het gebied van:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Optimale en zuinige operatie</li> <li>o Veilige operaties</li> </ul> </li> <li>- Demonstratie van het digitaal delen over de te varen route met omringende scheepvaart, SCC en VTS</li> <li>- Een in een laboratorium beproefd nieuwe ergonomisch brugconcept gedemonstreerd aan boord waarin nieuwe ondersteuningsapplicaties en visualisatietechnieken samenkomen</li> <li>- Voorspellen van korte en lange termijn onderhoud op basis van sensor data, datascience en condition en predictive maintenance</li> </ul>
<p>Afhankelijkheden</p>	<p>Programmaliijn 7 hangt sterk af van programmaliijn 6 omdat programmaliijn 6 de data-infrastructuur realiseert voor de applicaties uit programmaliijn 7. Daarnaast is er een afhankelijkheid met programmaliijn 5 omdat programmaliijn 5 de gekozen ontwerpmethodiek die passend is voor implementatie van nul-emissie technologie. Ten slotte ondersteunt programmaliijn 7 de programmaliijnen 2, 3 en 4 door de operatie van emissie reductie systemen met genoemde digitale technologie efficiënter en veiliger te laten verlopen.</p> <p>Op het gebied van monitoring en onderhoudsconcepten zijn er diverse ontwikkelingen gaande bij het Ministerie van Defensie (DMO en NLDA), universiteiten zoals TU-Delft, Radboud Universiteit, kennisinstututen, maritieme integratoren zoals Damen Naval en RH Marine en toeleveranciers. Onderzoek en ontwikkeling in deze programmaliijn sluiten daar op aan.</p>
<p>Emissie reductie impact</p>	<p>Inzage in de prestaties van het systeem. Programmaliijn 7 ondersteunt het personeel in het zuinig omgaan met de aan boord beschikbare energie. Daarnaast levert programmaliijn 7 op de middellange en lange termijn efficiency op omdat het bijdraagt aan het realiseren van predictive maintenance.</p>
<p>Implementatie</p>	<p>Slimme monitoring applicaties en predictive maintenance concepten zowel aan boord als op de wal faciliteren de toepassing van nieuwe technieken zoals data science, artificial intelligence, mixed reality, digital twins, etc waarmee het personeel geholpen wordt de operatie waarin het schip zich bevindt, sneller en makkelijker te begrijpen.</p>

	<p>Daarmee dragen deze technologieën bij om maritieme operaties goedkoper, efficiënter, duurzamer, emissie loos en waar mogelijk en noodzakelijk op afstand veilig en gecontroleerd uit te voeren.</p> <p>De activiteiten in deze programmalijn dienen waar mogelijk gebruik te maken van use cases zoals gedefinieerd in programmalijn 8 om herbruikbaarheid maar vooral ook versnelling mogelijk te maken. Tav VTS en SCC zijn de activiteiten te combineren met ontwikkelingen bij de kennisinstututen.</p>
--	--

<b>Programmalijn 8: Autonom Varen</b>	
Doel programmalijn	Het doel van programmalijn 8 is het verduurzamen, veiliger en efficiënter inrichten van de scheepsvaart door taken aan boord sterk te ondersteunen met automatisering, en waar mogelijk volledige autonome operaties. Waardoor de mens van uitvoerende naar een blijvend centrale, maar meer controlerende rol gaat door taken te vereenvoudigen, te verplaatsen naar de wal, en te vervangen door robotisering.
Onderzoeksvragen	<p>Smart Shipping technologie / autonoom varen versterkt de opkomst van duurzaam varen en vice versa. Door aan boord verregaand te automatiseren dalen de arbeidskosten per schip, waardoor kleinere scheepsontwerpen of langzamere maritieme (logistieke) oplossingen duurzaam rendabel worden en zo bijdragen aan een modal shift van minder duurzame, of overbelaste, modaliteiten naar het water. Tegelijkertijd heeft een duurzame voortstuwing aan boord minder onderhoud van bemanning nodig. Duurzaam (0-emissie) en smart shipping zullen elkaar dus versterken.</p> <p>Eveneens stimuleren smart shipping oplossingen een veiligere operatie (voor mens en milieu) en bieden ze door het verleggen van taken naar de wal een antwoord aan het groeiende tekort aan gekwalificeerde zeevarenden.</p> <p>Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe kunnen vergaande digitalisering, automatisering en autonomie scheepsoperaties optimaliseren t.a.v. veiligheid, kosten en emissiereductie?</li> <li>- Welke situation assessment capability is nodig zodat vergaande digitalisering robuust wordt en contingency capabilities bevat in complexe situaties (hoge verkeersdichtheid, verminderde zicht, passeren van fysieke objecten zoals bruggen en sluisen, verminderde communicatie, verminderde manoeuvreerbaarheid)?</li> <li>- Welke mate van autonomie wordt nagestreefd en kan het systeem door de gebruiker worden aangepast op die behoefte?</li> <li>- Hoe worden regelgeving en juridische kaders aangepast voor veilige implementatie?</li> <li>- Hoe wordt de communicatie met andere schepen / de wal uitgevoerd? Hoe wordt de veiligheid van deze communicatie gewaarborgd?</li> <li>- Hoe wordt de situation assessment gedeeld met andere schepen / de wal ten behoeve van efficiënte en veilige operaties en geïnformeerde SCC en VTS?</li> <li>- Wat is de relatie tussen de beschikbare connectiviteit (bandbreedte en robuustheid) en de benodigde mate van autonomie.</li> <li>- Welke mate van connectiviteit is nodig voor veilige door de mens gemonitorde autonome operaties op zee?</li> <li>- Hoe is autonome navigatie en hoe is navigatie op afstand te valideren en te accrediteren?</li> </ul>
Resultaten	<p>Antwoord op bovenstaande vragen, concreet gemaakt in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Industry guidelines voor automatische en autonome aansturing van schepen, aansluitend bij internationale richtlijnen</li> <li>- Legal/liability modellen</li> <li>- Operationele / exploitatie modellen</li> <li>- Ontwikkeling &amp; implementatie van een model based system engineering aanpak, in lijn met hoe deze in andere programmalijnen wordt opgepakt en die gebruikt kan worden in implementatie van de nieuwe technologieën</li> <li>- Technische implementatie en performance evaluation in diverse testomgevingen en laboratoria die technologieën en applicaties voor diverse use cases testen.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technische oplossingen binnen de gekozen use cases, bouwend op de infrastructuur en monitoring systemen die in het kader van programmalijnen 6 en 7 worden ontwikkeld</li> <li>- Remote-controlled varen in havens, binnenvaart en short-sea demonstreren op kleine, middelgrote en grote schepen als noodzakelijke tussenstap naar autonoom, waarbij connectiviteit, opleidingen en situational awareness in een shore control center automatische verkeersbegeleiding uitgewerkt en gedemonstreerd worden</li> <li>- Kunstmatige intelligentie en autonome systemen aan boord die de taken van bemanning overnemen, bijvoorbeeld in veilige interactie met andere schepen maar ook in havens.</li> <li>- Ontwerp van schepen en varende platforms waarin de rol van bemanning is bijgesteld naar monitoring (op afstand) in plaats van besturing aan boord.</li> </ul>
<p>Afhankelijkheden</p>	<p>De programmalijn 8 bouwt deels op ontwikkelingen die in programmalijn 6: <u>Cybersecure Infrastructuur voor Digitale Operaties</u> worden gerealiseerd. Het ontsluiten van (platform)data is een noodzakelijke voorwaarde om autonome technologie op te bouwen. Commerciële toepasbaarheid van die technologie is een randvoorwaarde om autonome scheepssystemen op grote schaal commercieel toe te kunnen passen. Ook is er een belangrijke link met programmalijn 7: Smart Monitoring &amp; Ship Maintenance. Het Digitalisering van monitoring en Ship maintenance kan wel bestaan zonder de automatisering van de executieve functies van het schip. Andersom is het voor het automatiseren en autonominiseren van schepen cruciaal dat er betrouwbare gedragsmodellen van het schip beschikbaar zijn, zoals die in programmalijn 7 ontwikkeld worden.</p> <p>Omdat de ontwikkeling van platformdigitalisering en autonome technologie zich naar verwachting nog sterk zal ontwikkelen is een <u>modulaire, model system based ontwerp/productiemethode</u> zeer wenselijk om toekomstige ontwikkelingen makkelijker in te passen.</p> <p>Buiten het maritieme masterplan is samenwerking met initiatieven op het gebied van internationale regelgeving (IMO, CCNR) en het valideren van veiligheid (zoals voorgesteld in het CAPE-JIP) noodzakelijk om de randvoorwaarden voor autonome schepen en systemen te kunnen garanderen. Voor standaardisatie (gegevensuitwisseling, connectiviteit, VTS &amp; vaarwegdata) zal samenwerking met internationale gremia gezocht en onderhouden moeten worden, zowel binnen Europa als daarbuiten.</p>
<p>Emissie reductie impact</p>	<p>Smart shipping technologie maakt mogelijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomie en dientengevolge bemanningsreductie zorgen voor verdere kostenreductie: competitieve business cases voor modal shift;</li> <li>- Kleinere, onbemande vaartuigen die taken overnemen van bemande schepen gebruiken in het algemeen veel minder energie.</li> </ul> <p>De winst is afhankelijk van de uitgewerkte use case, ruw geschat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Short Sea (autonomie alleen) -10% efficiency, bijdrage modal shift door duurzaam en kosten effectieve shortsea moeilijk te kwantificeren maar significant;</li> <li>- AGV/drones -70% energie door het veel kleinere platform. -100% directe emissies door het kleinere platform elektrisch uit te kunnen voeren, wat bij inzet rond windparken ook een betere politieke acceptatie kent;</li> <li>- Binnenvaart winst door modal shift is niet makkelijk te kwantificeren maar levert een significante reductie in <u>energiegebruik</u>;</li> </ul> <p>Naast de beoogde emissie reductie bieden smart ships / autonome schepen een belangrijk instrumentarium om een duurzame scheepvaart te garanderen op het</p>

	<p>gebied van veiligheid (minder ongelukken), beschikbaarheid van personeel door vergrijzing en betrouwbaardere operaties (vermindering faalkosten) en verplaatsen van taken naar de wal.</p>
Implementatie	<p>De randvoorwaardelijke elementen dienen use case overstijgend en overkoepelend (kennis infrastructuur, (semi-) overheid en betrokken bedrijven zoals klassenbureaus en verzekeraars) onderzocht en ontwikkeld te worden. Hierin worden naast studies en richtlijnen ook digitale test en performance omgevingen ontwikkeld of verbeterd om de ontwikkelde oplossingen te valideren.</p> <p>Daarnaast bestaan de activiteiten uit het uitwerken van drie typische use cases (open voor alternatieve voorstellen uit industrie) in combinatie met shore control centre en vessel trafic management:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonom short-sea schip met gereduceerde bemanning. Autonome navigatie, digitaal platform management, remote control mogelijk.</li> <li>- Autonomous Guard Vessel / Large inspection drones: Vervangen bemande platformen door veel kleinere onbemande, elektrische vaartuigen. Remote and/or autonomous, voor civiele en/of defensive toepassingen;</li> <li>- Autonom binnenvaartschip met gereduceerde bemanning. 24 uurs operatie met minimale bemanning, autonome navigatie, digitaal platform management, remote monitoring en bemanningsadvies, remote control mogelijk;</li> </ul> <p>De test en performance omgevingen worden in parallel uitgewerkt tot fysieke demonstraties met een focus op kansrijke commerciële toepassingen</p>

# Maritiem Masterplan en R&D-regeling voor mobiliteitssectoren



# Het programma

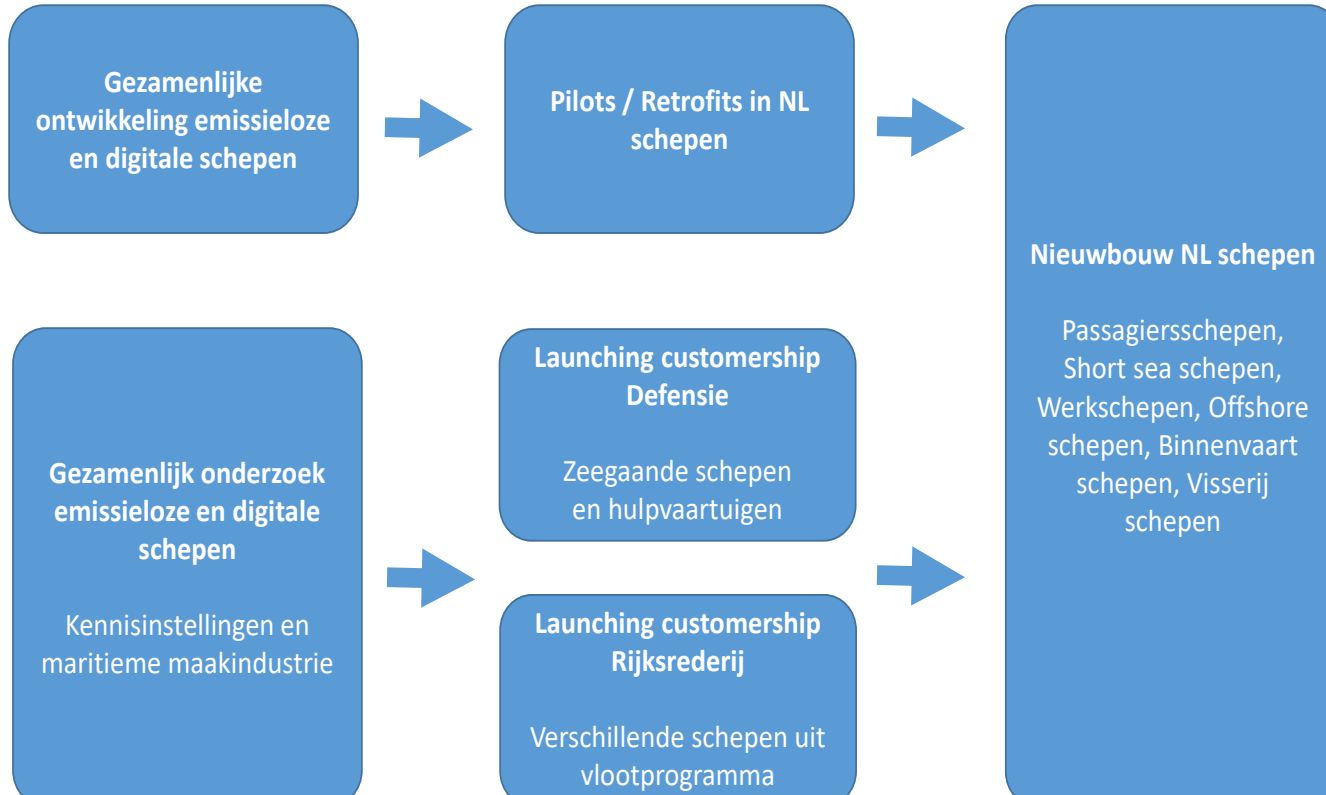
1. Doel en samenwerking Maritiem Masterplan
2. Start uitvoering van het Masterplan met de R&D-regeling
3. De twee hoofdlijnen van het R&D-programma: *zero emission shipping* en *digitalisering*
4. Toelichting R&D-regeling
5. Hoe kunnen bedrijven aansluiten bij de regeling en het Masterplan?
6. Gesprek met Wagenborg en Wärtsilä over het gebruiken van de regeling
7. Conclusies en vervolgstappen

# 1. Doel en samenwerking Maritiem Masterplan

- Doel: omslag naar emissieloze maritieme sector
- **Systeemverandering door drie componenten:**
  - R&D programma
  - Launching customership Koninklijke Marine en Rijksrederij
  - (Om)bouw civiele schepen
- **Resultaat: 30 emissieloze schepen en 5 retrofits in 2030 én**
- **Breed beschikbare kennis en technologie**
- **Benodigde investering overheid EUR 250 miljoen**

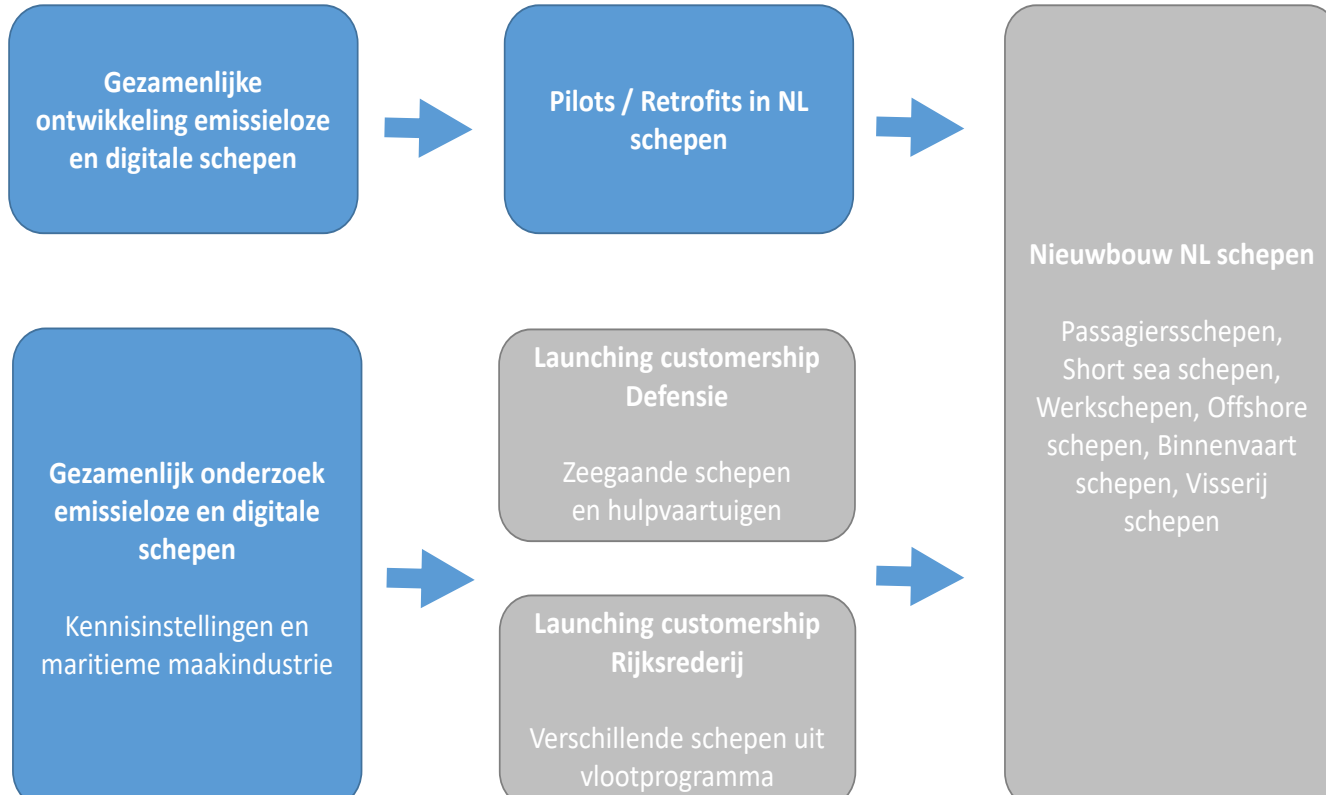


# 1. Hoofdpijnen Maritiem Masterplan



30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)

## 2. R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren (EZK)



30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)

## 2. Maritiem onderzoek en ontwikkelprogramma

### Doel Maritiem Masterplan:

30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)  
op basis van R&D programma, Launching customership programma's KM & Rijksrederij en Call civiele schepen

### Zero Emission Shipping programma

1

Systeem transitie naar zero emission

2

Methanol energie en voorstuwings systemen

3

Waterstof energie en voorstuwings systemen

4

Aanvullende en toekomstige energie en voorstuwings systemen

5

Modulair scheeps ontwerp & productie



### Smart & Digital Shipping programma

6

Cybersecure Infrastructuur voor Digitale Operaties

7

Smart Monitoring en Ship Maintenance

8

Autonoom varen



### 3. R&D programma: zero emission shipping



### 3. Lijn 1 Systeemtransitie zero emission shipping

- Identificeren knelpunten emissieloze technologie;
- Beschikbaarheid, productie en prijs van groene brandstoffen;
- Financieringsmodellen voor hogere initiële CAPEX;
- Regelgeving toepassing alternatieve brandstoffen;
- Beleid voor implementatie groene brandstoffen.

### 3. Lijn 2 Methanol energiesystemen

- Verbrandingsmotoren en brandstofcellen
- Veilige opslag, bunkering en gebruik van methanol – HAZID
- Vermogensdichtheid, efficiëntie en dynamisch gedrag
- Uitstoot  $\text{NO}_x$
- Ombouw motoren
- Integratie in aandrijfsystemen
- Regeling van methanol motoren en brandstofcellen in systeem

### 3. Lijn 3 Waterstof energiesystemen

- Verbrandingsmotoren en brandstofcellen
- Veilige opslag, bunkering en gebruik van waterstof
- Vermogensdichtheid, efficiëntie en dynamisch gedrag
- Uitstoot NO<sub>x</sub>
- Integratie van batterijsystemen
- Elektrificatie van voortstuwing- en energiesysteem
- Regeling van waterstof motoren en brandstofcellen in systeem

### 3. Lijn 4 Aanvullende en toekomstige energiesystemen

- Alternatieve energiedragers zoals ammonia
- Alternatieve aandrijftechnologie zoals gasturbines en SOFC's
- Verminderen energiebehoefte
- Afvang van CO<sub>2</sub>
- Duurzame energie, zoals wind assist en zonne-energie



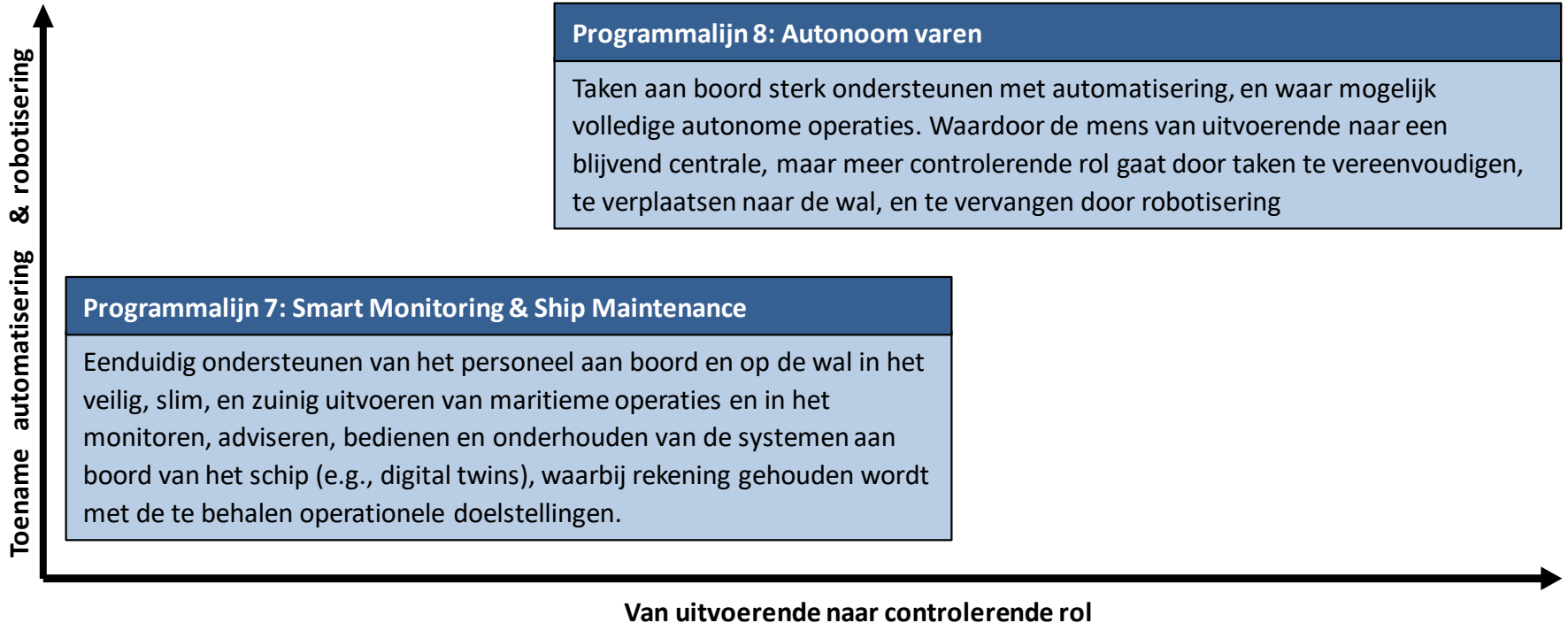
### 3. Lijn 5 Modular ship design and manufacturing

- Relatie operationeel profiel met functionele eisen
- Modulair ontwerp- en productieproces
- Modulaire integratie van (toekomstige) emissieloze technologie
- Elektrificatie (ook DC) van voortstuwing en energiesysteem
- Veiligheid van ontwerp beoordelen - HAZID
- Systeemgedrag en interactie tussen componenten

### 3. Hoofdlijnen R&D programma: zero emission shipping

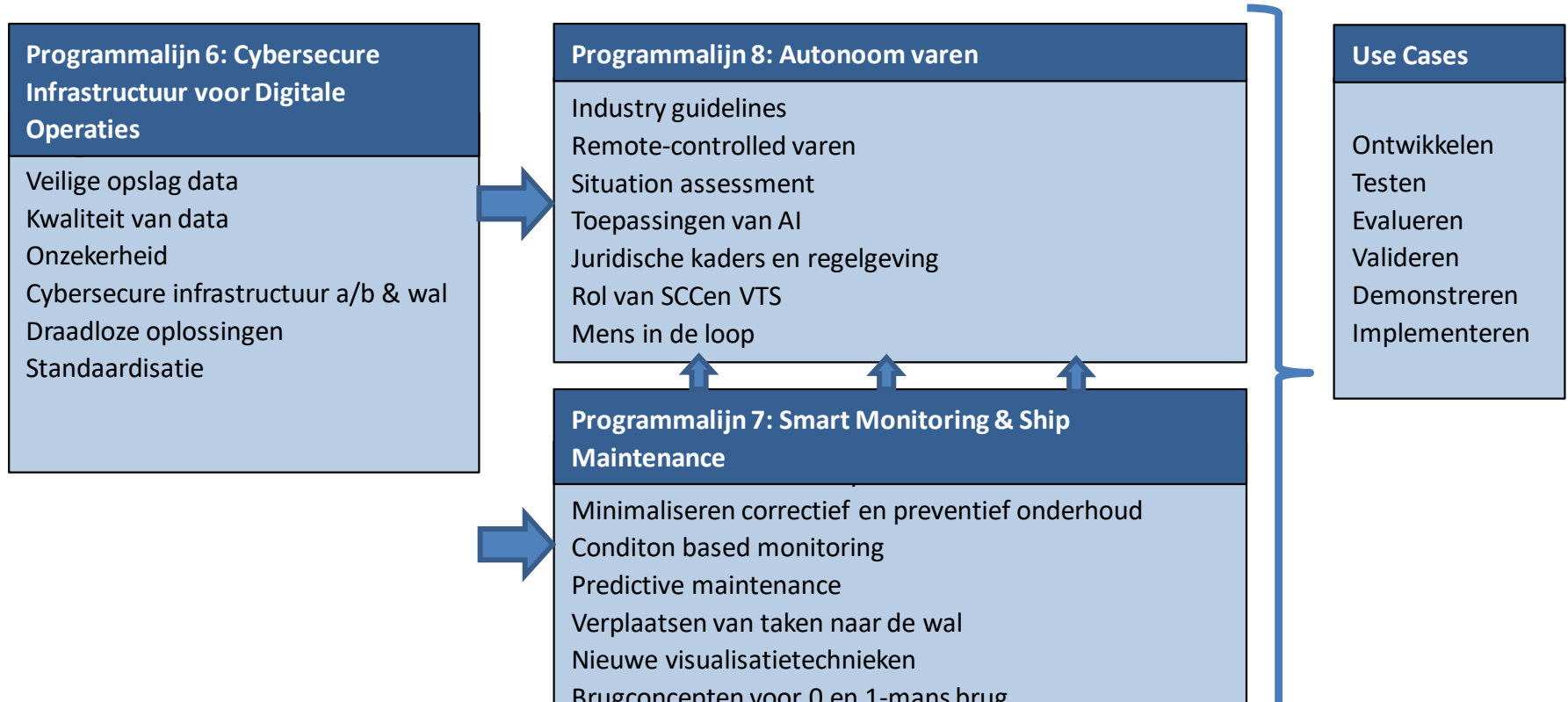


### 3. Hoofdlijnen R&D programma: doelstellingen digitalisering

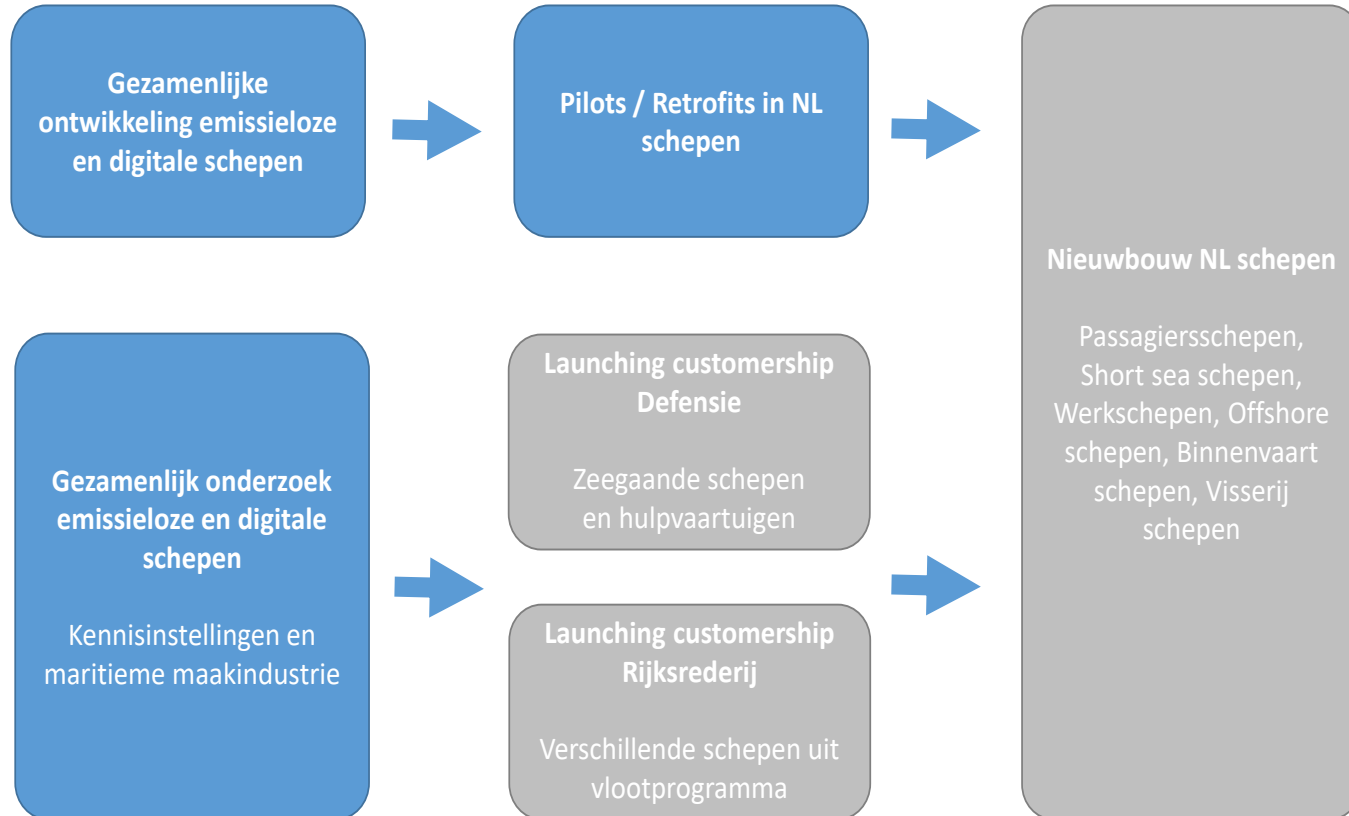


Programmalijn 6: Cybersecure Infrastructuur voor Digitale Operaties

### 3. Hoofdlijnen R&D programma: resultaten digitalisering



## 4. R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren (EZK)

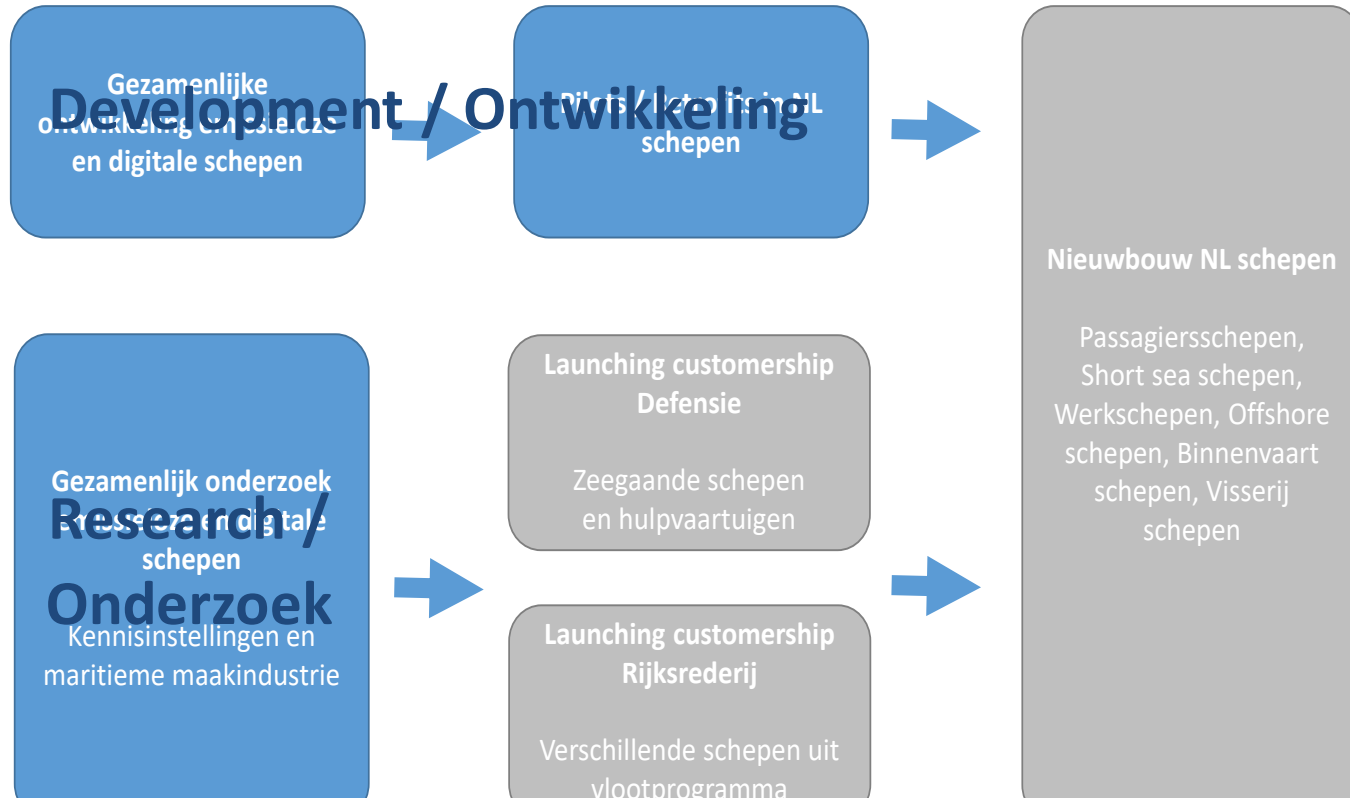


30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)

## 4. R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren (EZK)

- Drie sectoren: maritiem, automotive, luchtvaart
- Doel: duurzaam herstel door inzet R&D op energietransitie inclusief digitalisering
- Verwachting €150 - €200 miljoen voor drie sectoren samen
- Samenwerking R&D ecosysteem: Grootbedrijf-MKB (25%)-Kennisinstellingen
- Programma's drie sectoren zijn leidend (en ruimte voor crossovers)

## 4. R&D-regeling: Research & Development



## 4. Industriële onderzoek (50%)

- Planmatig of kritisch **onderzoek** gericht op opdoen van **nieuwe kennis en vaardigheden** met oog op ontwikkeling van **nieuwe producten, procedés of diensten**, of om bestaande producten, procedés of diensten aanmerkelijk te verbeteren.
- Omvat de **creatie van onderdelen voor complexe systemen** en kan ook bouw omvatten van **prototypes in een laboratoriumomgeving** en/of in een omgeving met gesimuleerde interfaces voor bestaande systemen, alsmede pilotlijnen, wanneer nodig voor het industriële onderzoek en met name **voor de validering van generieke technologie**.



## 4. Experimentele ontwikkeling (25%)

- Verwerven, combineren, vormgeven en **gebruiken** van **bestaande** wetenschappelijke, technologische, zakelijke en andere relevante **kennis en vaardigheden**, gericht op het **ontwikkelen** van **nieuwe of verbeterde producten**, procedés of diensten. (...)
- Experimentele ontwikkeling kan **prototyping, demonstraties, pilotontwikkeling, testen en validatie** omvatten van nieuwe of verbeterde producten, procedés of diensten in omgevingen die representatief zijn voor het functioneren **onder reële omstandigheden**, met als **hoofddoel verdere technische verbeteringen aan te brengen** aan producten, procedés of diensten die niet grotendeels vast staan. Dit kan de ontwikkeling omvatten van een **commercieel bruikbaar prototype of pilot** die noodzakelijkerwijs het commerciële eindproduct is en die te duur is om te produceren alleen met het oog op het gebruik voor demonstratie- en validatiedoeleinden. (...)

## 4. Gezamenlijke basis (Kennisinstellingen: ? %)

- Breed toegankelijke en gepubliceerde kennis
- Tool- en methode ontwikkeling
- Test- en simulatie opstellingen

## 4. Basis, Industrieel onderzoek en Experimentele ontwikkeling

Toepassing

### Doel Maritiem Masterplan:

30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)  
op basis van R&D programma, Launching customership programma's KM & Rijksrederij en Call civiele schepen

### Zero Emission Shipping programma

### Smart & Digital Shipping programma

1  
Systeem  
transitie  
naar zero  
emission

2  
Methanol  
energie en  
voorstuwings  
systemen

3  
Waterstof  
energie en  
voorstuwings  
systemen

4  
Aanvullende  
en  
toekomstige  
energie en  
voorstuwings  
systemen

5  
Modulair  
scheeps  
ontwerp &  
productie

6  
Cybersecure  
Infrastructuur  
voor Digitale  
Operaties

7  
Smart  
Monitoring  
en Ship  
Maintenance

8  
Autonoom  
varen

Experimentele  
ontwikkeling  
(incl.  
Demonstraties  
& pilots)

25%

Industrieel  
onderzoek

50%

Gezamenlijke  
basis  
(toegankelijke  
kennis, tool- en  
methode  
ontwikkeling  
test- en simulatie)

## 4. Subsidiepercentages (voorlopig!)

	Industrieel onderzoek	Experimentele ontwikkeling
Groot bedrijf	50%	25%
Middelgroot bedrijf (<250 mensen, omzet<50 miljoen, jaarlijks balanstotaal <43 miljoen)	60%	35%
Klein bedrijf (<50 mensen, omzet<10 miljoen, jaarlijks balanstotaal <10 miljoen)	65-70%	40-45%
Top-up indien: <ul style="list-style-type: none"> <li>- samenwerking tussen ondernemingen waarvan tenminste 1 MKB               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Samenwerking van ondernemingen met kennisinstelling                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projectresultaten worden ruim verspreid</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p><b>Maximum altijd 80%</b></p>	+10-15%	+10-15%
Onderzoekorganisatie	?	?

## 4. R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren

- Programma's drie sectoren zijn leidend (en ruimte voor crossovers)
- Samenwerking R&D ecosysteem: Grootbedrijf-MKB (25%)-Kennisinstituten
- Een bedrijf is aanvrager van project (trekker consortium)
- Per project: minimum €5 mln. subsidiabele kosten, maximum €25 mln. subsidie
- Periode 2021-2024 en indienen half mei - half juli/augustus (6 weken evaluatie)
- Verwachting €150 - €200 miljoen voor drie sectoren samen (geen schotten)
- Onafhankelijke selectiecommissie met twee leden per sector plus voorzitter

## 4. Criteria voor beoordeling

- Aansluiting sectorplannen
- Ecosysteem: betrokkenheid MKB en kennisinstellingen
- Kwaliteit samenwerking: samenwerking om doelen te realiseren
- Innovatie: vernieuwing middels technologie en/ of proces
- Economie : versterking concurrentievermogen en werkgelegenheid
- Crisis: bijdrage aan duurzaam herstel
- Transitie: bijdrage aan energie- en digitale transitie

# 4. Samenwerking om onze doelen te halen!

Toepassing

**Doel Maritiem Masterplan:**  
 30 emissieloze en digitale schepen (en technologie breed beschikbaar)  
 op basis van R&D programma, Launching customership programma's KM & Rijksrederij en Call civiele schepen

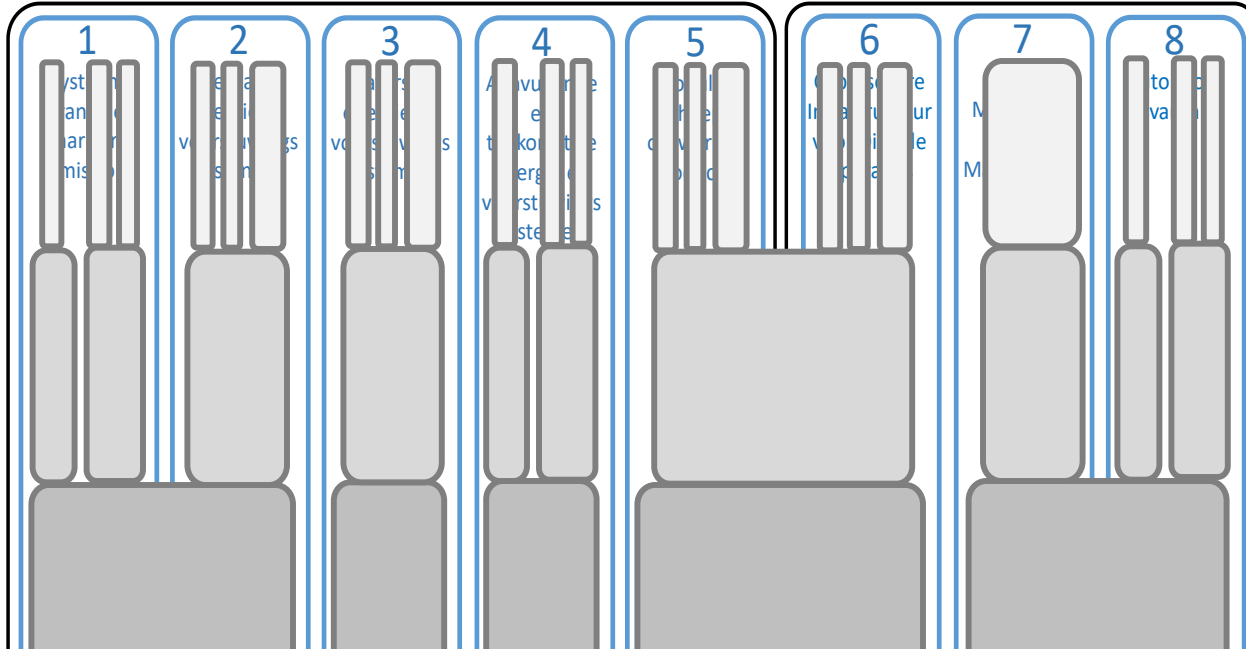
## Zero Emission Shipping programma

## Smart & Digital Shipping programma

Experimentele ontwikkeling (incl. Demonstraties & pilots)  
 25%

Industrieel onderzoek  
 50%

Gezamenlijke basis (toegankelijke kennis, tool- en methode ontwikkeling test- en simulatie)



## 4. Samenwerking om onze doelen te halen!



Na de coronacrisis duurzaam het verschil maken door samenwerking in de gehele keten en *launching customership* overheid, met als concreet doel: 30 emissieloze en digitale schepen in 2030 en breed beschikbare



## 5. Hoe kunnen bedrijven en organisaties aansluiten?

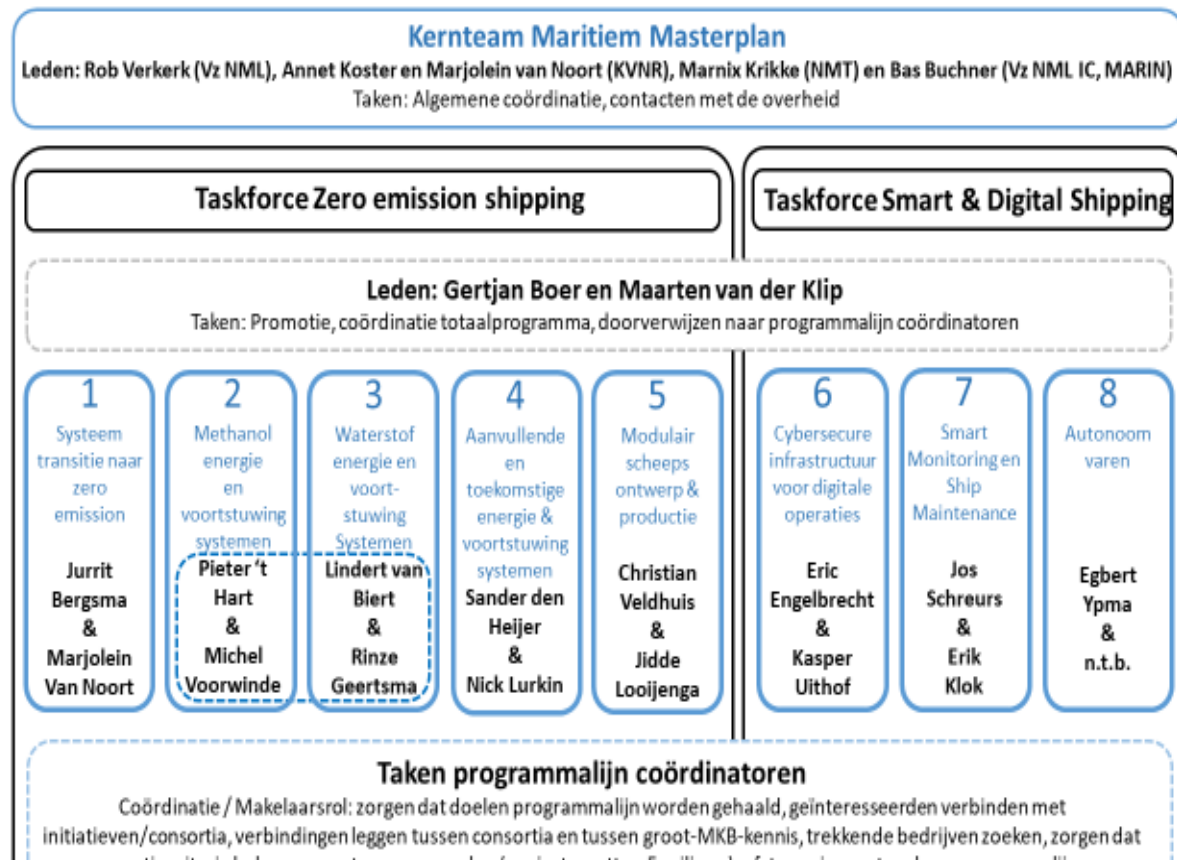
### *Recapitulatie:*

- Samenwerking R&D ecosysteem: Grootbedrijf-MKB (25%)-Kennisinstanties
- Een bedrijf is aanvrager van project (trekker consortium)
- Per project: minimum €5 mln. subsidiabele kosten voor NL bedrijven en organisaties; eigen inbreng mag in-kind

### *Hoe aansluiten:*

- Bepaal wat je wilt doen aan eigen R&D, wat je nodig hebt van andere partijen en hoe je kunt bijdragen aan de doelstellingen in de programmaliijnen
- Maak aard en omvang R&D inbreng, behoefte en partnervoorkeur bekend
- Reserveer tijd voor inbreng in projectontwikkeling

## 5. Het team



## 5. Contact met het coördinerende team:

- Vragen over de regeling: RVO, nadat de regeling is vastgesteld
- Vragen over programmaliijnen, initiatieven, mogelijkheden om deel te nemen aan projecten en consortia:

**[info@maritiemmasterplan.nl](mailto:info@maritiemmasterplan.nl)**

- Vragen worden doorgezet naar task force leiders en/of coördinatoren
- Reactie volgt per mail of telefoon

## 6. Gesprek met bedrijven over het gebruiken van de regeling

- Te gast: Wieger Duursema, Wagenborg en Maikel Arts, Wärtsilä
- Wat maakt de regeling voor hen mogelijk, zijn er al voorbeelden en hoe willen zij samenwerken?

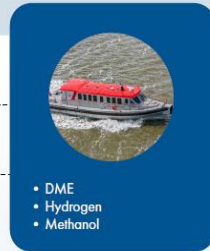
# 6. De routekaart van Wagenborg

●●● Nederland Maritiem Land  
●●● High Tech, Hands On



## ROADMAP 2020 - 2050

Wagenborg activities to decarbonize operations



- DME
- Hydrogen
- Methanol



- Hull conversion: deepening, lengthening
- Engine conversion



- GTL
- HVO



- Weather routing
- Trim optimization
- Ship designs

Focus on fuel

Use transition fuels

Research new fuels

Convert existing fleet

Renew fleet

2050

2040

2035

2030

2025

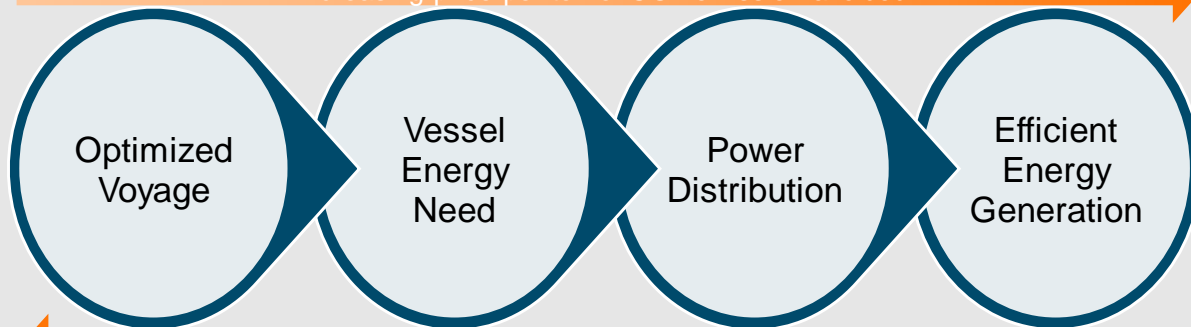


## Combination of efforts

Optimized propulsion systems, propulsion energy saving devices, hull and ballast optimization, trim optimization, air

Highest efficiency and cleaner fuels

Increasing price per ton of CO2 emission avoided



Fuel price determines technology uptake "profitability limit"

Hybrids and associated battery

Electrification of vessels not to be forgotten in segments where possible (IWW, short distance ferries, etc.) The advent of on-road electromobility will continue to drive down battery prices, but for longer haul applications, physics preclude the use of full electric ships.

## 7. Conclusies en vervolgstappen

- R&D-programma en relevante documenten snel te vinden op <https://www.maritiemland.nl/maritieme-sector/projecten/masterplan-voor-een-emissieloze-maritieme-sector/>
- Voor vragen en opmerkingen [info@maritiemmasterplan.nl](mailto:info@maritiemmasterplan.nl)

## Samenwerking om onze doelen te halen!



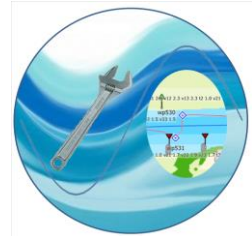
Na de coronacrisis duurzaam het verschil maken door samenwerking in de gehele keten en *launching customership* overheid, met als concreet doel: 30 emissieloze en digitale schepen in 2030 en breed beschikbare



## Bijlage 5 Additionele informatie LINTUR: Weerstandverlagend Additioneel Drijfvermogen (WADs)

**Lintur SEP**

*Service en Product-ontwikkeling*



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

*Energie uit Water*

## ***Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat***

---

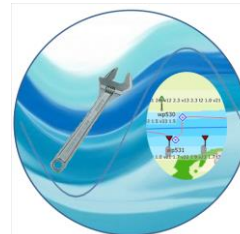


bron: <https://aqualink.biz/>

## **Verlaging Golfmakende**

## **Weerstand en Effecten Squat;**

## **Vastlegging van het idee**



## ***Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat***

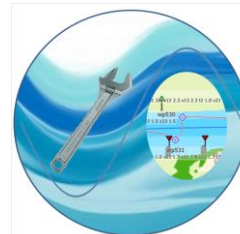
---

### **Achtergrond**

- Er is in de afgelopen jaren (thans is het maart 2021) een aantal rapporten verschenen die ingaan op de gevolgen van laag water op rivieren en dan met name voor de binnenvaartschepen die daar varen.
- Daarnaast wordt vanuit economisch en milieu-oogpunt sowieso veel onderzoek gedaan naar brandstof-besparende maatregelen zoals aanpassingen van roer- en schroef-configuratie.

### **Inleiding**

- Klimaatverandering leidt soms tot veel maar soms juist ook tot heel weinig neerslag. Een effect daarvan kan zijn dat de waterstanden in de rivieren lager worden dan “normaal”.
- Onder “normaal” wordt verstaan dat een gemiddeld binnenvaartschip in beladen toestand een voldoende speling heeft tussen vlak (dit is de onderkant van de scheepsromp) en de rivierbodem. Die speling is belangrijk omdat bij verminderde speling bij een varend schip een effect optreedt dat “squat” genoemd wordt.
- Squat is het inzinken van het schip in het “eigen gat” dat ontstaat doordat het schip voortbeweegt door het water en het water om het schip heen moet om dat gat achter het schip weer op te vullen. Bij een geringe speling kan dat water niet vlot genoeg om en onder het schip doorspoelen en “zinkt het schip als het ware in” door “gebrek aan water” onder het schip. Het kost relevant extra brandstof om de effecten van squat te overwinnen. NB. Bij normale of hoge waterstanden speelt dit effect feitelijk niet of nauwelijks een rol.
- Bovendien maakt een binnenvaartschip uit zichzelf golven die ertoe leiden dat extra brandstof nodig is omdat het maken van golven door de aard van de vorm van het schip energie kost. Veel onderzoek wordt dan ook uitgevoerd naar het verlagen van de - wat heet – “golfmakende weerstand”.



## Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat

---

Vaak richten die onderzoeken zich op de vorm van de boeg en de achterkant (“hek”) van het onderwaterschip.

### Situering idee

- De provincie Gelderland heeft een werksessie genaamd “Scheepvaart van de Toekomst” voorbereid welke op 25 maart 2021 gehouden wordt.

Hierin wordt ingegaan op de effecten van laag water op de scheepvaart en de daarmee samenhangende gevolgen, zoals een hoger brandstofgebruik en het al dan niet doorbelasten van die kosten aan de ladingbelanghebbenden of het meenemen van minder lading.

- Het effect van een hoger brandstofgebruik of het meenemen van minder lading leidt niet alleen tot hogere prijzen van het vervoerde product, maar kan tevens leiden tot het veranderen van modaliteit; veel ladingbelanghebbenden kiezen (in plaats van voor binnenvaart) onder zulke omstandigheden voor wegtransport of het spoor.

Soms kan dat leiden tot nieuwe langetermijn-contracten met die vervoerders en heeft de binnenvaart (enige tijd) het nakijken.

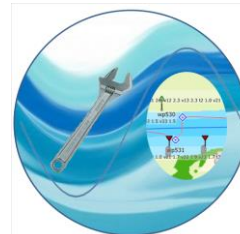
- Mede om redenen vanuit milieu-oogpunt is binnenvaart een beter alternatief dan wegvervoer of soms ook spoor.

- Tijdens de werksessie – zo bleek uit de vooraf toegezonden informatie – is een aantal deelnemers uit verschillende sectoren aanwezig welke een relatie met de binnenvaart hebben.

Daaronder is ook een aantal onderzoeksbureaux, welke vooraf presentaties hebben gedeeld met betrekking tot (mogelijke) aanpassingen aan het achterschip/de schroef-roer-configuratie van binnenvaartschepen.

- Tevens heeft opsteller dezes Arnout de Bruijn voor-besprekingen gehad met de organisator van de bijeenkomst van de provincie Gelderland.

Uit deze besprekingen kwam naar voren dat het “minder diep kunnen liggen” of het “hogere brandstofverbruik” van schepen bij laag water een serieus probleem is zoals hierboven geschetst.



## Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat

---

### Samenvatting

• Arnout de Bruijn combineerde 2 gegevens waar binnenvaartschepen mee te maken hebben:

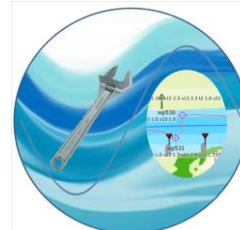
- A** golfmakende weerstand dient te worden verlaagd; dit werkt brandstof besparend
- B** de diepgang bij geladen toestand tijdens laag water leidt tot een verhoging van het brandstofverbruik

en ontwikkelde onderstaand idee:

### Idee

Het idee van Arnout de Bruijn is het onderstaande:

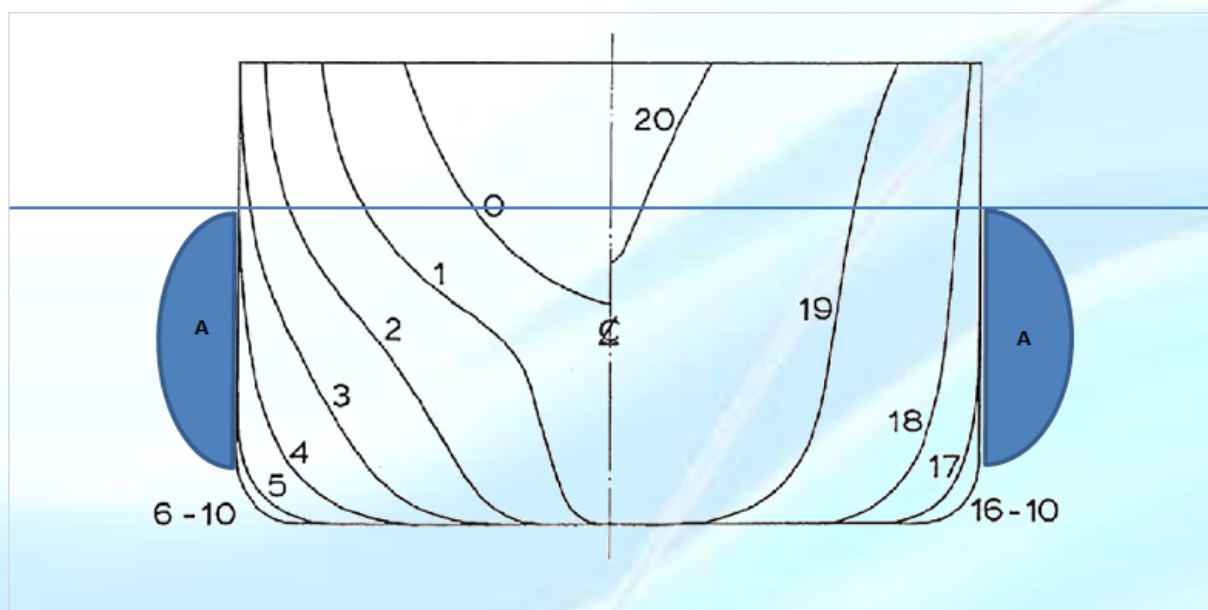
- monteer (al dan niet flexibele, opblaasbare) lichamen ter weerszijden van binnenvaartschepen welke vol gepompt kunnen worden door compressoren en leeg gemaakt kunnen worden voor demontatie.
- de vorm en locatie van deze lichamen dienen zodanig ontwikkeld en gekozen te worden dat:
  - A** de golfvorming door de romp van (geladen) schepen verminderd wordt en aldus het brandstofverbruik verlaagd worden – vergelijk de werking van een bulb-steven en
  - B** er extra drijfvermogen ter weerszijden van het schip ontstaat zodanig dat de diepgang bij een zeker gewicht aan lading minder wordt dat zonder deze gemonteerde lichamen
- Golven ontstaan gewoonlijk ter weerszijde van het schip bij de boeg en het achterschip, tevens eveneens vlak achter de boeg. Gegeven de werking van een bulb-steven, zou aan de langsscheepse zijden deze golfvorming kunnen worden tegengegaan door onderhavige vinding.
- Het idee dat de lichamen flexibel en opblaasbaar zijn volgt uit het gegeven dat schepen door sluisen moeten blijven kunnen gaan en veelal door de breedte van de sluisen beperkt zijn in hun eigen breedte.
- Verder zouden zij eenvoudig geplaatst en gedemonteerd dienen te kunnen worden zónder dat het schip uit het water gehaald dient te worden.



## Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat

### Impressie

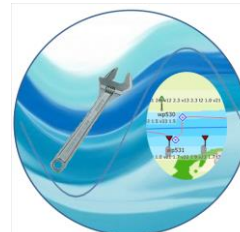
Onderstaand een tweetal impressies van het idee; een voor- en een boven aanzicht.



### Voor-aanzicht

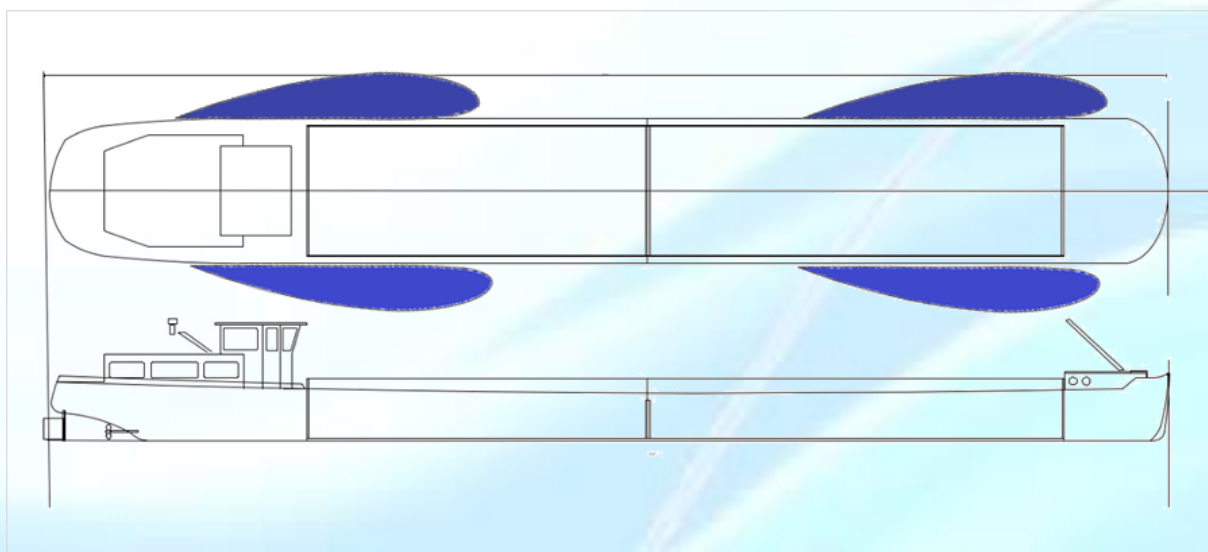
Deze tekening toont een impressie van het concept, zónder bevestigings-materiaal en vul- en ledig-componenten.

De bedoeling is de lichamen onder de waterlijn te monteren opdat een maximaal additioneel drijfvermogen ontstaat.



## Verlaging Golfmakende Weerstand en Effecten Squat

---



### Boven-aanzicht

Zie opmerkingen bij het voor-aanzicht.

### Algemene opmerkingen

Voorgaande tekeningen zijn slechts impressie, nadrukkelijk geen berekende of geteste vormen. Ook de afmetingen en de locaties zijn slechts gekozen voor deze impressie.

Dit document dient om vast te leggen en aan te kunnen tonen dat op 24 maart 2021 Arnout de Bruijn het beschreven idee ontwikkeld had.

Op 24 maart 2021 had Arnout de Bruijn nog geen naam voor de vinding bedacht; er wordt evenwel gedacht aan **Weerstandverlagent Additioneel Drijfvermogen**, "WADs".

Putten, maart 2021

einde document

## F Overzicht van lopende initiatieven

### *Waterstofhub Zutphen*

GLD-H2 is de partij die hiervoor het initiatief heeft genomen. Primagaz is als belangrijke partner bij dit project betrokken en wil deze hub concreet ontwikkelen.

<https://gldh2.nl>

### *Containerterminal Doesburg*

De terminal is het initiatief van koninklijke ROTRA in Doesburg en heeft zich in relatief korte tijd ontwikkeld tot een succes. Dit heeft geleid tot de verkoop van de tak vervoer over de weg aan Kuehne + Nagel en de focus van ROTRA ligt nu op vervoer per lucht en water. Deze ontwikkeling geeft aan dat de potentie voor vervoer over water in de regio aanwezig is.

### *Rivierklimaatpark IJsselpoort*

Samen met inwoners, agrariërs en andere ondernemers is één evenwichtig plan gemaakt om tussen Arnhem en Giesbeek een uniek rivierpark te realiseren. Dit plan zorgt voor toegankelijke uiterwaarden die klimaatextremen kunnen blijven opvangen. Er is ruimte voor rijke natuur, duurzame landbouw, recreatie en bedrijvigheid. Ook wordt de IJssel beter bevaarbaar.

### *IJsselarm Rheden*

Samen met watersportvereniging de Engel, de koninklijke Meteor beton (BTE-groep) en RWS wordt onderzocht of het slib uit deze IJsselarm kan worden toegepast in betonproducten (X-streamblokken). Deze blokken worden toegepast bij de krib in Kampen.

### *IJsselbrug bij Zutphen*

De IJsselbrug in Zutphen is een knelpunt voor de scheepvaart. De gemeente heeft dit knelpunt geagendeerd en er wordt gezocht naar aanpassingen om dit knelpunt op te lossen.

### *Twentekanaal*

Na de recente capaciteitsvergroting (dubbele sluisbak) van de sluis bij Eefde (monding Twentekanaal in IJssel), wordt het Twentekanaal verbreed en gebaggerd en worden de bruggen aangepast, zodat met grotere schepen kan worden gevaren.

### *RH2INE*

RH2INE is de eerste alomvattende corridorbenadering van een van de belangrijkste prioriteiten van Connecting Europe Facility (CEF), namelijk "het mogelijk maken en versterken van de synergieën tussen energie, vervoer en telecom". RH2INE richt zich op de ambitie van de EU om het eerste emissievrije continent te worden en streeft ernaar marktklare waterstoftoepassingen te realiseren langs een van de oudste kernnetwerkcorridors van de EU, aangedreven door de eerste duurzame en interoperabele gas- en elektriciteitsnetten ter wereld. <https://www.rh2ine.eu/>

### *Elektrificatie Energie uit water*

Bij Zwolle (pilot) en Doesburg worden kleine installaties gerealiseerd om energie uit water te winnen. Dit zijn lokaal prima oplossingen. Deep Water Energy (Oryan Watermill) en Lintur zijn de bedrijven die hierbij zijn betrokken. Ook EQA Energy is een ontwikkelaar van een installatie die hierbij wil aansluiten.

### *Ontgassen van schepen*

Bij het lossen van schepen die gassen en vloeistoffen transporteren blijft altijd een restant achter. Het bedrijf 24/7 Nature Power heeft hiervoor de Ventoclean ontwikkeld en kan met deze techniek schepen volledig ontgassen. Daarbij wordt het restant omgezet naar energie en wordt uitstoot van schadelijke gassen in de atmosfeer voorkomen. Gezocht wordt naar een locatie waar deze installatie kan worden geëxploiteerd.



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)