



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

R&D Plan 2024

Datum : September 2023
Versie : 1.0
Concept rapport

R&D Plan 2024

Conceptrapport

Gerapporteerd door : Dr. Ir. H.J. Prins

Versie	Datum	Versie omschrijving	Gecontroleerd door	Vrijgegeven door
1.0	28-09-2023	Concept voor consultatie	H.J. Prins	H.J. Prins

CONTENTS	PAGE
1 INLEIDING	1
2 KORTE SAMENVATTING MARIN STRATEGIE 'VOORBIJ DE HORIZON'	3
2.1 Missie en Visie	3
2.2 Uitwerking	4
3 KENNISPARTNER VAN MARITIEME SECTOR, OVERHEID EN MAATSCHAPPIJ	7
3.1 Samenwerking met Toegepast Onderzoek Organisaties	7
3.2 Samenwerking met de nationale en internationale maritieme sector	8
3.3 Missiegedreven Innovatiebeleid	9
3.4 Maritiem Masterplan	10
3.5 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat	11
3.6 Ministerie van Defensie	13
4 HOOFDLIJNEN KENNISONTWIKKELING IN TECHNOLOGIE PLAN	17
4.1 Missiegedreven programma's	18
4.2 Maritieme thema's	19
4.3 Sleuteltechnologieën	19
5 GROTE FACILITEITEN	21
5.1 Algemene achtergronden	21
5.2 Situatie bij MARIN	21
5.3 Regeling Faciliteiten Toegepast Onderzoek	21
5.3.1 Seven Oceans Simulator centre (SOSc)	22
5.3.2 BlueLabs	23
5.3.3 SeaLab	24
5.3.4 TO2 DigiLab	25
5.3.5 PrintLab	25
5.3.6 SilenceLab	26
5.3.7 NetZero	27
5.4 Zero Emission Lab (ZEL)	27
6 BUDGETVERDELING INSTITUUTSSUBSIDIE	29
7 KENNISONTWIKKELING IN 2024	31
7.1 Missiegedreven programma's	31
7.1.1 Zero-emission shipping	31
7.1.2 Autonomy & Decision support	31
7.1.3 Safe operations & Human factors	32
7.1.4 Blue Growth	33
7.1.5 Innovations	34
7.2 Maritieme thema's	34
7.2.1 Resistance & Propulsion	34
7.2.2 Manoeuvring	35
7.2.3 Waves & Motions	36
7.3 Sleuteltechnologieën	38
7.3.1 Time-domain simulations & Visualisation	38
7.3.2 Data science & AI	38
7.3.3 Computational Fluid Dynamics	39
7.3.4 Measurement & Control	40

7.4	Defensie.....	41
7.5	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat / Rijkswaterstaat.....	43
7.6	Joint Industry Projecten.....	44
8	NATIONALE EN INTERNATIONALE SAMENWERKING.....	45
8.1	Nationale samenwerking.....	45
8.2	Internationalisering.....	46
9	APPENDIX 1: SAMENSTELLING ADVIESRAAD.....	49
10	APPENDIX 2: LIJST VAN AFKORTINGEN.....	51

1 INLEIDING

De overheidsfinanciering van het MARIN wordt ingezet voor onderzoek voor overheid, maatschappij en brede maritieme sector, gericht op de strategische missie van het MARIN: 'Schepen schoner, slimmer en veiliger maken en bijdragen aan een duurzaam gebruik van de zee'. MARIN wil oplossingen bieden voor conceptontwikkeling, ontwerp en operatie door de gecombineerde inzet van al onze methoden en faciliteiten. Sinds 2019 is de instituutssubsidie van MARIN ongeveer op de 'richtinggevende ondergrens van 15% Instituutssubsidie van de omzet', het uitgangspunt van het huidige overheidsbeleid rond het toegepast onderzoek. In 2024 zal dit € 7,5 miljoen zijn, na verrekening van de voorfinanciering van het nieuwe simulatorcentrum.

Deze instituutssubsidie geeft MARIN de ruimte bij te dragen aan de zeeën, havens en rivieren van de toekomst: emissieloze schepen, veilige scheepvaart, duurzame energie en voedselwinning, innovatieve drijvende oplossingen, autonome schepen en effectieve schepen voor veiligheid op zee (zoals voor de Koninklijke Marine en Rijksrederij). De nieuwe maritieme mogelijkheden van *sleuteltechnologieën* zoals digitalisering, kunstmatige intelligentie, robotisering en simulatie (Computational Fluid Dynamics, Time Domain Simulations, Virtual Reality) worden hierbij optimaal ingezet.



Impressie van toekomstige activiteiten op zee

Dit R&D plan richt zich met name op de ontwikkeling van de *kennisbasis* van MARIN als Toegepast Onderzoek Organisatie (TO2). De *kennisbasis* van de TO2 instellingen betreft de strategische capaciteit die noodzakelijk is om hun hoofdtaken nu en in de toekomst betrouwbaar en vernieuwend te kunnen uitvoeren¹. Deze kennisbasis is noodzakelijk voor de rol van MARIN richting overheid en maritieme sector en wordt daarom afgestemd met deze partijen. Daarnaast beschrijft dit R&D plan aan welke maatschappelijke missies MARIN een bijdrage kan leveren binnen het Missiegedreven Topsectorenbeleid.

De financiering van de Defensie specifieke kennisopbouw zal voor 2024 € 4,1 miljoen zijn, naast het werk dat MARIN uitvoert voor de vernieuwingsprogramma's voor de Koninklijke Marine in het kader van

¹ De ontwikkeling van deze kennisbasis richt zich op de instelling-specifieke kennisopbouw van de TO2 instellingen (zoals diepgaand inzicht in fysische of andere processen) en de daarbij behorende nieuwe modellen en methoden, de ontwikkeling van algemene sleuteltechnologieën en risicodragend verkennend onderzoek met een lange termijn oriëntatie en een laag TRL (Technology Readiness Level).

de Defensienota. Ook wordt de Samenwerkingsovereenkomst met Rijkswaterstaat steeds concreter ingevuld. Naast het onderhoud van voorspellingsmethodieken en -programma's, staat er steeds meer onderzoek op het programma. Er is een ministerie-brede overeenkomst I&W-MARIN, waarvan de uitvoering is belegd bij Rijkswaterstaat. We willen een breder onderzoeksprogramma vaststellen waarin scheepvaartveiligheid een duidelijkere rol heeft. In 2024 heeft het ministerie hier budget voor gealloceerd van € 1,4 miljoen naast de bestaande middelen voor onderhoud van software. Tot slot groeit MARIN's betrokkenheid bij de Vlootvernieuwing van de Rijksrederij. Dit soort onderzoek en overheidsfinanciering wordt in het kader van dit document *Programma's* van de vakdepartementen genoemd. Het verwachte onderzoek in dit kader wordt in dit document opgenomen, maar wordt specifiek met de betrokken vakdepartementen afgestemd.

In dit MARIN R&D plan wordt een overzicht gegeven van de totale kennisontwikkeling bij MARIN:

- Korte samenvatting MARIN strategie 'Voorbij de horizon'
- Kennispartner van maritieme sector, overheid en maatschappij
- Hoofdlijnen kennisontwikkeling in Technologie Plan
- Grote faciliteiten
- Budgetverdeling instituutssubsidie
- Kennisontwikkeling in 2024
- Nationale en internationale samenwerking

Hiernaast is er een Engelstalig MARIN R&D Implementation Plan 2024 als bijlage. Dit gaat meer in op de details van de plannen.

2 KORTE SAMENVATTING MARIN STRATEGIE 'VOORBIJ DE HORIZON'

2.1 Missie en Visie

Met het MARIN Strategieplan 2022-2025 'Voorbij de horizon' zetten we onze koers uit naar de toekomst. Daarbij is ons motto: 'Better Ships, Blue Oceans.'

Want het oppervlak van onze blauwe planeet bestaat voor ruim 70 procent uit water. Nederland is gelegen in een rivierdelta en is onlosmakelijk verbonden met de zee. Over het water hebben we de wereld ontdekt en nog steeds is Rotterdam de mainport van Europa. 90 procent van alle goederen wordt over het water vervoerd. Nederlandse innovaties varen en werken op en in de wereldzeeën. Water biedt ook nieuwe bronnen voor energie, grondstoffen en voedsel. Drijvende oplossingen bieden ruimte in tijden van zeespiegelstijging en overbevolkte steden. Daarvoor moeten we de zee beter begrijpen, benutten en beschermen en willen we economie en ecologie combineren.



'Better Ships': onze kennis is pas echt relevant als schepen er beter van worden. Schoner, slimmer, veiliger. Onze voorspellingen moeten niet zozeer precies zijn, maar vooral accuraat. Doelgericht. Een oplossing voor het probleem.

'Blue Oceans': we willen bijdragen aan duurzaamheid, de toekomst van onze blauwe planeet. We willen maatschappelijke en economische uitdagingen combineren en relevant zijn voor de maritieme sector, overheid en maatschappij. We richten ons op nieuwe duurzame ontwikkelingen, zoals 'Renewables' en 'Life at Sea'. Maatschappelijke uitdagingen en economische mogelijkheden komen daar samen en zorgen voor 'Blue Growth'.

We hebben onze missie aangescherpt, korter gemaakt, de maritieme operatie centraal gezet en de essentiële rol van onze collega's benadrukt:

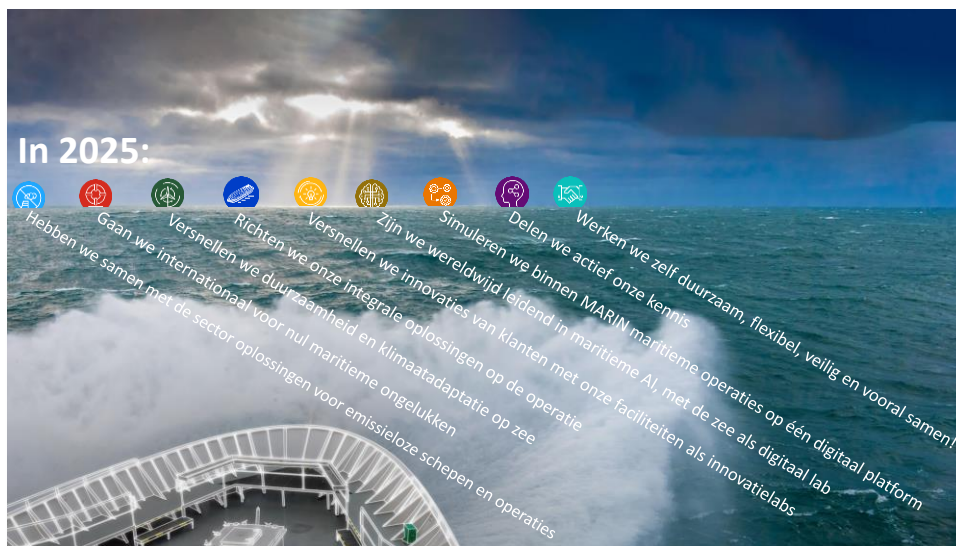
MARIN staat voor schone, slimme en veilige scheepvaart en duurzaam gebruik van de zee.

We doen dat als onafhankelijke kennispartner voor de maritieme sector, overheid en maatschappij. We bieden integrale oplossingen, van conceptontwikkeling en ontwerp tot operatie. In het ontwikkelen, toepassen en delen van onze kennis stimuleren we innovatie en wereldwijde samenwerking. De kennis en betrokkenheid van onze mensen zijn onze kracht.

Onze visie blijft daarom ook: de vrije, veilige en schone zee van de toekomst. Met emissieloze schepen, duurzame energie en voeding op zee, veilige schepen voor bemanning, lading en het milieu, slimme digitale schepen en een innovatieve infrastructuur.



We willen daarbij nieuwe perspectieven bieden, onze horizon verbreden. Echt aan het werk met data. Alles bekijken vanuit de operatie. De mens centraal zetten in scenario's met slimme schepen. Daarom gaan we in deze strategie voor negen uitdagende perspectieven voor de toekomst van de maritieme sector en MARIN:



2.2 Uitwerking

Met deze missie en visie gaan we aan het werk in onze negen markten:



3 KENNISPARTNER VAN MARITIEME SECTOR, OVERHEID EN MAATSCHAPPIJ

3.1 Samenwerking met Toegepast Onderzoek Organisaties

In de TO2-federatie werkt MARIN intensief samen met de andere Toegepast Onderzoek Organisaties (TO2) in Nederland: Deltares, NLR, TNO en WUR (Wageningen University & Research). De 'Subsidieregeling instituten voor toegepast onderzoek' beschrijft de hoofdtaken van de Toegepast Onderzoek Organisaties als volgt:

Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen en ondersteuning van overheidstaken- en beleid. Een deel van dit onderzoek valt onder wettelijk verplichte taken.

Het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis voor het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland, in het bijzonder voor de topsectoren.

Het beheren van strategische onderzoeksfaciliteiten welke soms uniek zijn in Nederland en deels ook internationaal.

De overkoepelende evaluatiecommissie TO2 (Commissie Van Saarloos) was in haar eindrapportage 'Excellent toegepast onderzoek voor maatschappelijke missies' in maart 2021 erg positief over de kwaliteit, impact en vitaliteit van de TO2-instellingen: 'De TO2-instellingen zijn een belangrijke speler in het Nederlandse kennis- en innovatie ecosysteem. Ze beschikken over een uitgebreid nationaal en internationaal netwerk van bedrijven, overheden en kennisinstellingen.

'De TO2 zijn in staat fundamentele kennis te absorberen en hebben veel ervaring met de doorontwikkeling en toepassing hiervan.' Wel vraagt de commissie aandacht om knelpunten rond bij voorbeeld de overheidsfinanciering van grote onderzoeksfaciliteiten, de toegankelijkheid voor het MKB, de opdrachtgeverrol van de overheid en de diversiteit van het personeelsbeleid.



TO2 Strategisch Kader.

In het Strategisch Kader 2022-2025 van de TO2-federatie 'Investeren in de toekomst van de samenleving' reageren de TO2-organisaties op deze conclusies en aanbevelingen en geven een gezamenlijk beeld van de toekomstige rol van het toegepast onderzoek, de onderlinge samenwerking en de samenwerking met overheden, maatschappelijke organisaties en andere kennisinstellingen. De gezamenlijke TO2-ambitie is 'om de strategische kennispartner te zijn voor de rijksoverheid, het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties, om samen maatschappelijke vraagstukken op te lossen. Wij signaleren innovatiebehoefte, verdiepen kennis en verbreden de toepassing daarvan in

brede publiek private onderzoeksprogramma's. Met als doel een economisch sterk, weerbaar en toekomstbestendig Nederland.'

Heel concreet krijgt de samenwerking van MARIN binnen de TO2-federatie vorm in o.a. de volgende gebieden:

- TNO: emissieloos varen, autonoom varen, defensie, onderwatergeluid, duurzame energie op zee, natte kunstwerken, digitalisering, Human Factors
- Deltares: havens en vaarwegen, natte kunstwerken, energie uit water, omgevingscondities (golven, wind, stroming), vernieuwende kustverdediging, Computational Fluid Dynamics
- Wageningen University & Research (WUR): impact op ecologie, visserij, zeewierkweek
- NLR: aerodynamica (windbelastingen), defensie, Computational Fluid Dynamics, Human Factors, simulatie/VR

Dit soort samenwerking wordt verder ingevuld in samenwerking rond het gebruik van de Noordzee. Daarbij richt MARIN zich zowel op de mogelijkheden voor duurzame energie op zee, als op de ruimte die nodig is voor veilige scheepvaart.

Vanaf 2018 geldt voor de rijksbijdrage van de TO2-instellingen een 'richtinggevende ondergrens van 15% van de omzet', gericht op de opbouw van de strategische kennisbasis van de TO2-instellingen en bijdrage aan publiek-private samenwerking. De kennisbasis van de TO2-instellingen betreft de strategische capaciteit die noodzakelijk is om hun drie hoofdtaken nu en in de toekomst betrouwbaar en vernieuwend te kunnen uitvoeren. De ontwikkeling van deze strategische kennisbasis richt zich op de instelling-specifieke kennisopbouw van de TO2-instellingen (zoals diepgaand inzicht in fysieke of andere processen) en de daarbij behorende nieuwe modellen en methoden, de ontwikkeling van algemene sleuteltechnologieën en risicodragend verkennend onderzoek met een lange-termijn oriëntatie en een laag technology readiness level. Op basis hiervan kunnen de TO2-instellingen actief bijdragen aan de missies van het Missiegedreven Innovatiebeleid.

3.2 Samenwerking met de nationale en internationale maritieme sector

MARIN is actief betrokken bij de nationale en internationale maritieme sector en trekker van veel Joint Industry Projecten en bijbehorende netwerken.

In Nederland begint dat bij Nederland Maritiem Land (NML), waarbij alle Nederlandse maritieme branches en centrale maritieme bedrijven en organisaties betrokken zijn. We zijn daarbij met name actief in de Innovation Council, die direct verbonden is met TKI Maritiem (Topconsortium voor Kennis en Innovatie) binnen de Topsector Water & Maritiem. Binnen deze organisaties werken we met de sector aan versnelling van innovaties en versterking van de samenwerking. Om fundamenteel maritiem onderzoek te stimuleren werkt MARIN binnen het Maritiem Kennis Centrum (MKC) samen met TU Delft, NLDA, TNO en een aantal grote marktpartijen.

Internationaal is MARIN al meer dan 50 jaar de trekker van de Cooperative Research Ships (CRS), waarin sinds 1969 werven, toeleveranciers, reders, marines, classificatiemaatschappijen en onderzoeksinstituten samenwerken met een gezamenlijk onderzoeksbudget van ongeveer € 1,5 miljoen per jaar (25 deelnemers). Hieraan gekoppeld werkt MARIN samen met internationale marines in de Cooperative Research Navies (CRNavies). Daarnaast trekt MARIN op allerlei gebieden Joint Industry Projecten en organiseert de netwerken daar omheen. Voorbeelden zijn de Blue Week en het Blue Forum (duurzame energie en scheepvaart), het Vessel Operators Forum (scheepvaart) en het FPSO Research Forum (drijvende offshore constructies). Daarnaast is MARIN actief in de International Towing Tank Conference (ITTC).

Ook Europees is MARIN actief. Onder leiding van MARIN R&D-manager Henk Prins, als (voormalig) voorzitter van het Waterborne Technology Platform, is de afgelopen jaren samen met Europese industriële partners en kennispartners gewerkt aan een Partnership on Zero-Emission Waterborne

Transport, met de daarbij horende Strategic Research and Innovation Agenda. De initiatieven van Waterborne hebben geleid tot meer aandacht voor maritiem onderzoek en innovatie bij lidstaten en de Europese commissie en tot een partnerschap rond de vergroening van de scheepvaart. Dit zal leiden tot een stijging van de budgetten voor onderzoek en innovatie voor de hele maritieme sector. MARIN speelt nu een actieve rol in de invulling van deze agenda.



Europees Partnerschap voor Zero-Emission Waterborne Transport.

3.3 Missiegedreven Innovatiebeleid

Als Toegepast Onderzoek Organisatie en partner in het TKI Maritiem binnen de Topsector Water & Maritiem is MARIN actief betrokken bij het Missiegedreven Innovatiebeleid. Dit beleid richt zich op samenwerken aan missies voor de toekomst in de 'innovatiehelix' van bedrijven, overheden en kennisinstellingen. Missiegedreven samenwerking in de innovatiehelix zorgt zowel voor een gezonde economie als voor oplossingen met impact op maatschappelijke uitdagingen.

In de Kamerbrief van april 2019 stelt het kabinet: 'Voortbouwend op de ervaring opgedaan in de afgelopen jaren stellen we de economische kansen van maatschappelijke uitdagingen en sleuteltechnologieën centraal in het missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid. Deze stap richt zich op een concrete vertaling van maatschappelijke uitdagingen naar missies en vervolgens in een gezamenlijke aanpak om die missies te realiseren. Het doel is om de sterk ontwikkelde topsectoren te koppelen aan deze missies en innovatievragen, zoals minder CO₂-uitstoot, meer digitale veiligheid en meer gezonde levensjaren voor iedereen.'

De maritieme sector wordt daarbij concreet genoemd: 'Nederland is een van de toonaangevende landen op het terrein van landbouw, water en voedsel, waterveiligheid en de maritieme sector. (...) Voor de scheepvaart ligt er een opgave om dit veiliger, slimmer en emissieloos te maken.'

Het kabinet heeft deze missies in 2019 vastgesteld en vier hoofdthema's geselecteerd:

- Energie & Duurzaamheid (klimaat & energie, circulaire economie en duurzame mobiliteit)
- Landbouw, Water & Voedsel
- Gezondheid & Zorg
- Veiligheid

Deze zijn uitgewerkt in het Kennis en Innovatie Convenant (KIC), dat op dit moment wordt vernieuwd. In het kader van het nieuwe Kennis en Innovatieconvenant (KIC 2024-2027) werkt de Maritieme sector met de volgende hoofddoelstelling:

Een schone, veilige en concurrerende maritieme keten die door slimme innovatie en ketensamenwerking effectief bijdraagt aan maatschappelijke uitdagingen en onze strategisch autonomie

De sector heeft de volgende Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's) in thema's Energie/Duurzaamheid, Landbouw/Water/Voedsel en Veiligheid:

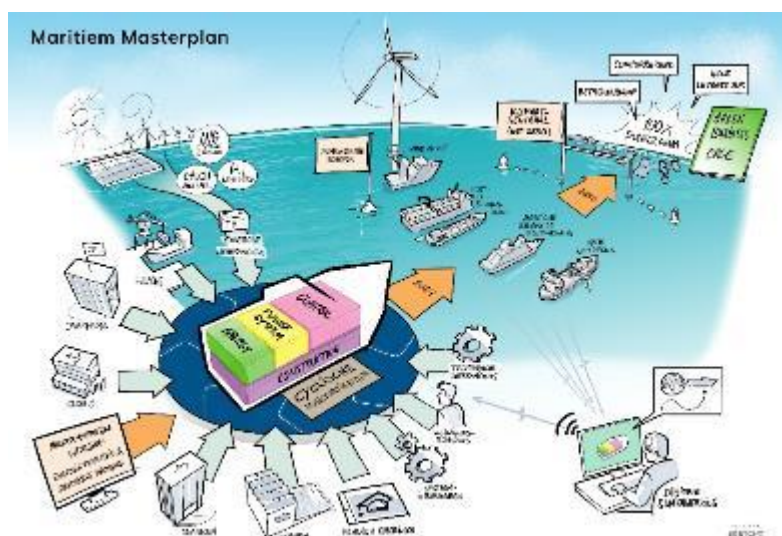
- Towards zero emission: klimaat, milieu en onderwatergeluid
- Maritime data: veilig delen en slim gebruiken van data over de hele levenscyclus
- Safe & smart shipping: veilige scheepvaart (binnenwater, havens, zeeën, oceanen)
- Smart & circular shipbuilding: digitaal, modulair en circulair
- Duurzame Blauwe Economie: maritieme aspecten offshore energie, voeding en grondstoffen
- Secure Seas: maritieme hightech voor een veilige zee (Dutch Naval Design)

3.4 Maritiem Masterplan

Een belangrijke ontwikkeling voor de maritieme sector en MARIN is het 'Maritiem Masterplan voor een slimme en emissieloze maritieme sector' van Nederland Maritiem Land (NML). MARIN is intensief betrokken bij de opzet daarvan.

De internationale maritieme sector, nu verantwoordelijk voor 2,9% van de wereldwijde CO2-uitstoot, staat voor een enorme transitie. Emissieloze oplossingen zijn essentieel voor de toekomst, maar technisch en financieel niet beschikbaar en betaalbaar. Ook staan de (Europese) strategische autonomie en internationale concurrentiepositie onder druk, terwijl schepen een essentiële bijdrage leveren aan de infrastructuur voor transport, hernieuwbare energie, kustbescherming en maritieme veiligheid.

Het Maritiem Masterplan heeft daarbij de ambitie om de mondiale maritieme energietransitie te versnellen, de Europese strategische autonomie te vergroten, en Nederland economische positie te versterken.



Het Maritiem Masterplan bestaat uit vier hoofdonderdelen die elkaar versterken:

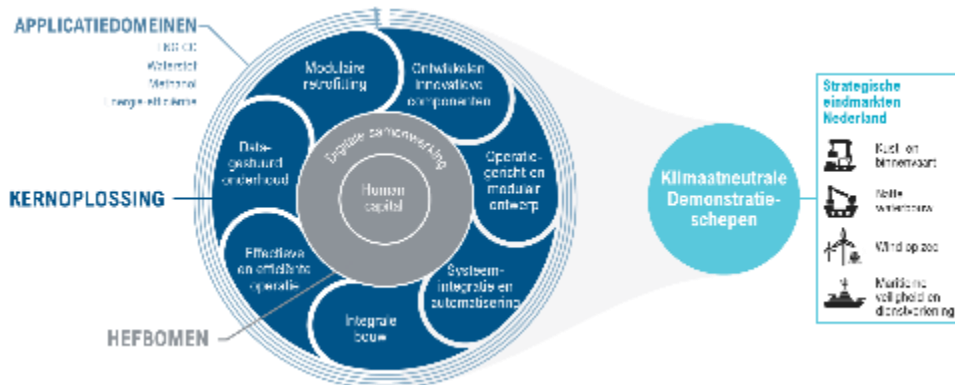
- Een cyclisch en digitaal innovatieproces over de hele levenscyclus,
- Klimaat-neutrale demonstratieschepen met modulaire en geïntegreerde energiesystemen,
- Verbetering van de energie-efficiëntie
- Een ondersteunend digitaal platform.

Een nieuw cyclisch innovatie- en gebruiksproces wordt ingericht dat ervoor zorgt dat klimaat-neutrale schepen efficiënt kunnen worden ontwikkeld, gebruikt en verbeterd gedurende hun levensduur. Door operatiegericht, modulair en digitaal te ontwikkelen en bouwen kan tot 80% aan engineering-uren en 25% aan productie-uren worden bespaard en kan de doorlooptijd met 50% worden ingekort. Door het efficiënte operationeel gebruik aan boord digitaal te ondersteunen worden operationele kosten bespaard gedurende de gehele levensduur van het schip.

Voor drie typen klimaat-neutrale energiedragers in vier strategische eindmarkten worden publiek-private consortia opgezet die, vanuit het nieuwe cyclische innovatieproces, modulaire en geïntegreerde energiesystemen ontwikkelen en in operationele omstandigheden bewijzen in een significant aantal klimaat-neutrale demonstratieschepen.

Tegelijkertijd met het ontwikkelen van klimaat-neutrale energiesystemen is het noodzakelijk om de energie-efficiëntie te verbeteren. Als er minder energie nodig is, betekent dit per definitie minder gebruik en kosten van duurdere klimaat-neutrale brandstoffen. De energie-efficiëntie wordt verbeterd door technologische oplossingen (retrofits) en door data-gedreven optimalisatie van het operationeel gebruik van het schip. Analoog aan de klimaat-neutrale energiesystemen worden oplossingen voor energie-efficiëntie ontwikkeld door publiek-private consortia en in operationele omstandigheden bewezen in demonstratieschepen.

Een ondersteunend digitaal platform wordt ontwikkeld en ingericht om het cyclische innovatieproces, het modulair ontwikkelen, bouwen en het efficiënte operationeel gebruik te ondersteunen met o.a. proposities rondom modulaire ontwerpmethoden, simulatiemodellen en adviessystemen.



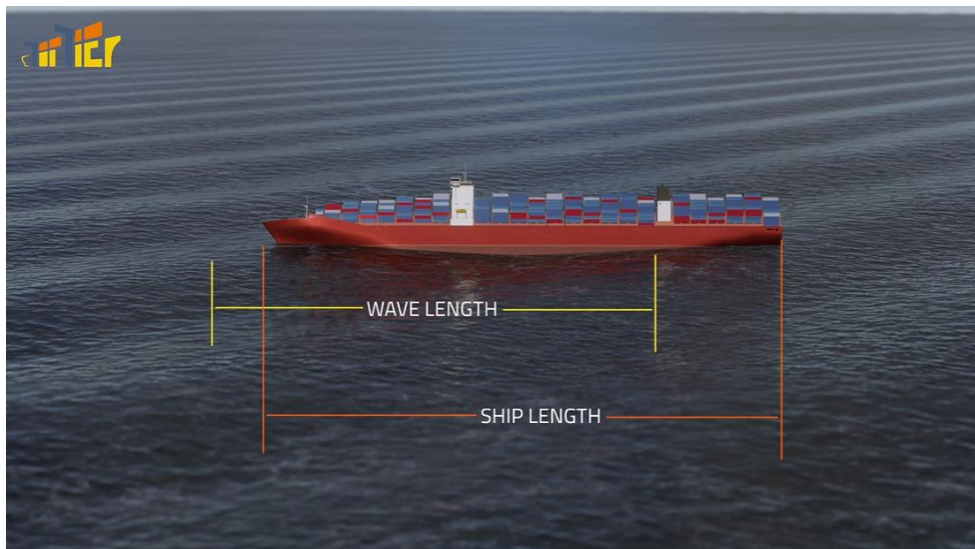
3.5 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat richt zich op schone, slimme en veilige scheepvaart en de daarbij horende infrastructuur. De afgelopen jaren hebben we onze samenwerking met Rijkswaterstaat versterkt. Deze samenwerking en de daarbij horende overeenkomst richt zich met name op de ontwikkeling en het onderhoud van nautische modellen. Het gaat hier vooral om modellen voor risicobeoordeling, risicoberekening, vaarwegcapaciteit, toelatingsbeleid en ontwerprijlijnen. We zien dat het onderzoek hiernaar elk jaar toeneemt, bijvoorbeeld rond de inzet van meer autonome systemen.

Ook de samenwerking met de Directie Maritiem van het ministerie is de afgelopen periode versterkt. De directe aanleiding was het verlies van 342 containers door het ultra large container ship MSC Zoë ten noorden van de Waddeneilanden. Dit resulteerde in grote vervuiling van de zee en Waddeneilanden. De combinatie van hoge (brekende) golven en ondiep water dwars op de vaarroutes resulteert boven de Waddeneilanden in complex gedrag van containerschepen en hun lading, waarbij verschillende fenomenen tegelijkertijd een rol spelen. Tijdens onderzoek voor de Onderzoeksraad Voor Veiligheid (OVV) concludeerde MARIN dat ook containerschepen van andere groottes, zoals 'Panamax'

schepen (typische lengte 278 m) en kleinere 'feeders' (typische lengte 163 meter), containers kunnen verliezen. Het belang van onderzoek naar kleinere schepen werd bevestigd toen de feeders 'Rauma' in 2020 en 'Baltic Tern' containers verloren in stormcondities. MARIN heeft voor het ministerie berekeningen en modelproeven uitgevoerd en op basis daarvan beperkende golfhoogtes bepaald voor veilig varen.

De problematiek van containerverlies boven de Wadden en de vervuiling als gevolg ervan bevestigt het maatschappelijk belang van scheepvaartveiligheid voor Nederland. Scheepvaartveiligheid is essentieel voor de mensen (passagiers en bemanning) aan boord, het milieu (lekkage van gevaarlijke en vervuilende stoffen, overboord slaan van lading zoals containers) en de economie (verloren lading, blokkade van havens en vaarwegen). Door het internationale karakter van de scheepvaart houdt deze verantwoordelijkheid niet op bij onze landsgrenzen. MARIN is daarom blij met het 'Beleidskader Maritieme Veiligheid: In Veilige Vaart Vooruit' dat zich richt op optimale borging van de maritieme veiligheid door een risico-gestuurde aanpak: bescherming mens en milieu, veilige en vlotte doorgang van scheepvaartverkeer. Deze zijn volgens het ministerie essentiële randvoorwaarden voor een Nederlandse maritieme toppositie/economie. De minister: 'Voor een optimale borging van de maritieme veiligheid streef ik naar het continu verbeteren van maritieme veiligheid door het kennen van de grootste risico's, deze te analyseren en te beheersen tot een acceptabel niveau.'



Impressie van de Notice to Mariners die wereldwijd is uitgegaan om containerverlies te voorkomen, gebaseerd op de resultaten van de TOP TIER JIP.

In dit kader wil MARIN het ministerie graag ondersteunen met onderzoek en advies op een breed aantal relevante onderwerpen en stelt voor een gericht onderzoeksprogramma te ontwikkelen rond bijvoorbeeld de volgende onderwerpen:

- Risico- en (bijna-)ongevalsanalyses in het algemeen.
- Voorkomen van containerverlies (boven Wadden, op Noordzee en wereldwijd).
- Effecten van extreem weer op de scheepvaartveiligheid (wind, golven).
- Effecten van wind op zee op scheepvaartveiligheid (aanvaringsrisico, veilige navigatieruimte, emergency response).
- De effecten van schaalvergroting in container- en cruiseschepen.
- De risico's van passagiersvaart op de rivieren, in onze havens en op zee als het gaat om aanvaring, stabiliteit en evacuatie.
- Het varen in (qua diepte en breedte) beperkt water.
- Toekomstige infrastructuur en natte kunstwerken en het daarbij horende toegangsbeleid.
- Veiligheid van nieuwe brandstoffen.
- Effecten van steeds verdergaande automatisering en autonomie.

- Toekomst van verkeersbegeleiding en vessel traffic management (VTM) en de rol van de Kustwacht in de steeds drukkere en vollere maritieme infrastructuur.
- Maritieme opleidingen en veiligheidscultuur.

Het nieuwe Seven Oceans Simulator centre (SOsc) kan hierbij een belangrijke rol spelen.

Een lange-termijn onderzoeksagenda op dit belangrijke maatschappelijke thema sluit aan bij de aanbeveling van de EMTO-commissie: 'MARIN zou baat hebben bij een heldere lange termijn maritieme onderzoeksagenda van de overheid met bijbehorende financiering. (...) Tevens zou intensievere ondersteuning door de overheid (IenW) voor het geven van advies door MARIN in het kader van IMO-regelgeving de positie van het instituut in het scheepvaart veiligheidsdomein kunnen versterken.'

Ook op het vlak van schoner varen speelt MARIN een belangrijke rol voor het ministerie van IenW. Zo is MARIN een van de opstellers en ondertekenaars van de 'Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens' (juni 2019). Doelstelling van de Green Deal is om de uitstoot van schadelijke stoffen naar de lucht en de CO₂ -uitstoot door de binnenvaart en zeevaart fors terug te dringen. MARIN is actief betrokken bij artikel 23.4 van de Green Deal 'Validatie effecten van duurzame maritieme oplossingen': 'MARIN en TNO werken als onafhankelijke kennisinstellingen in nauwe samenwerking met NMT aan de beoordeling en validatie van de effecten van duurzame maritieme oplossingen.'

Tot slot kan MARIN de Rijksrederij ondersteunen bij de vlootvervanging van de komende jaren onder het motto 'Vernieuwen, verbeteren, verduurzamen'. MARIN heeft hiervoor al studies uitgevoerd op het vlak van verduurzaming en de Rijksrederij is een belangrijke (launching customership) partner in het Maritiem Masterplan. Ook kan het nieuwe Seven Oceans Simulator centre (SOsc) een belangrijke rol spelen in het optimaliseren van de nieuwe schepen en operaties.

3.6 Ministerie van Defensie

De relatie tussen het ministerie van Defensie en MARIN wordt steeds sterker. Het doel van ons onderzoek voor het ministerie van Defensie is het ontwikkelen en in stand houden van effectieve multifunctionele marineschepen met veilige en maximale operationele inzet en slagkracht. Het ministerie betreft MARIN dan ook intensief bij algemene kennis en innovatie voor Defensie, zoals de ontwikkeling van de SKIA, het Kennisnetwerk Zee en de ontwikkeling van Dutch Naval Design (DND). Daarnaast is MARIN's kennisbasis relevant in het kader van de Defensie Industrie Strategie (DIS) omdat Nederland zelf over een stabiele basis van kennis, technologie en industriële capaciteit moet beschikken om haar vitale en bondgenootschappelijke belangen te kunnen beschermen. Nederland heeft deze kennisbasis van oudsher in het maritieme domein met toonaangevende bedrijven en kennisinstellingen.



Lange relatie van MARIN en Koninklijke Marine: overzicht van de S-fregatten tot het nieuwe ASWF (anti-submarine warfare fregat).

MARIN is intensief betrokken bij alle vernieuwingsprogramma's van de Koninklijke Marine: het Combat Support Ship, de mijnenbestrijdingsvaartuigen (MCM), onderzeeboten, vervanging snelle FRISC's (fast raiding interception and special forces craft), vervanging M-fregatten (ASWF: anti-submarine warfare fregat), vervanging luchtverdedigings- en commandofregatten (fuAD: future air defence) en de amphibische toolbox.

Tot enige jaren geleden was de kennisopbouw voor Defensie binnen MARIN vooral gericht op boven- en onderwater hydrodynamica. Daarnaast is er de afgelopen jaren ingezet op simulatie/simulator technieken (Seamulator contour) en is een eerste stap gemaakt in de kennisopbouw voor adviessystemen op basis van kunstmatige intelligentie (Model and data gedreven maritime decision support). Tot slot was er de afgelopen jaren ruimte voor Risicodragend Verkennend Onderzoek zoals de ontwikkeling van de mAUV (modular Autonomous Underwater Vehicle) en foiling (draagvleugels). Zo is de strategische kennisbasis van MARIN voor Defensie verbreed, waardoor MARIN nog breder kan bijdragen aan de maximale maritiem-operationele inzet van de marine van de toekomst.



MARIN bracht de toekomstvisie van Commando Zeestrijdkrachten (CZSK) in beeld.

Hiervoor wordt gewerkt aan nieuwe numerieke en digitale methoden, geïntegreerde ontwerptechnieken (Model Based System Engineering) en nieuwe concepten (zoals autonome systemen boven- en onderwater). Ook worden nieuwe faciliteiten ontwikkeld zoals het Seven Oceans Simulator centrum

(SOSc) en Zero Emission Lab (ZEL). Op basis hiervan kon MARIN meewerken aan het in beeld brengen van de vloot en operatie van de toekomst in de visie van Commando Zeestrijdkrachten (CZSK).

Door verhoogde Defensiebudgetten kan Defensie vanaf 2023 investeren in de versterking van de kennisbasis bij de kennisinstituten (TNO, NLR en MARIN). Om deze versterking vorm te geven, is er het afgelopen jaar een intensief samenwerkingsproces geweest tussen Defensie en de kennisinstellingen. Voor deze versterking heeft MARIN ingezet op drie nieuwe contouren (lange termijn onderzoekslijnen), die nauw aansluiten bij de Defensie speerpunten: Informatie Gestuurd Optreden (IGO), Arbeidsextensivering en AI&DS (Artificiële Intelligentie en Data Science):

- FlexFleet: new platform concepts and maritime operations for the future navy
- Human Systems Integration in Maritiem Bedrijfsvoeringsontwerp: de ontwikkeling van 'Crew-Centred' marineschepen (met TNO)
- KnowOne: Kennisbasis voor slimme en effectieve onbemande maritieme systemen

Daarnaast willen we de huidige hydrodynamica contouren (onderwater en bovenwater) en daarbij focussen op verdiepende hydrodynamica (en signaturen).

4 HOOFDLIJNEN KENNISONTWIKKELING IN TECHNOLOGIE PLAN

MARIN's kennisbasis is essentieel om onze strategie te bereiken voor de overheid, maatschappij en maritieme sector. Vanuit onze missie en visie hebben we de kennis- en innovatieontwikkeling daarom georganiseerd in de volgende missiegedreven programma's:

- Zero-emission shipping
- Autonomy & Decision support
- Safe operations & Human factors
- Blue Growth
- Innovations

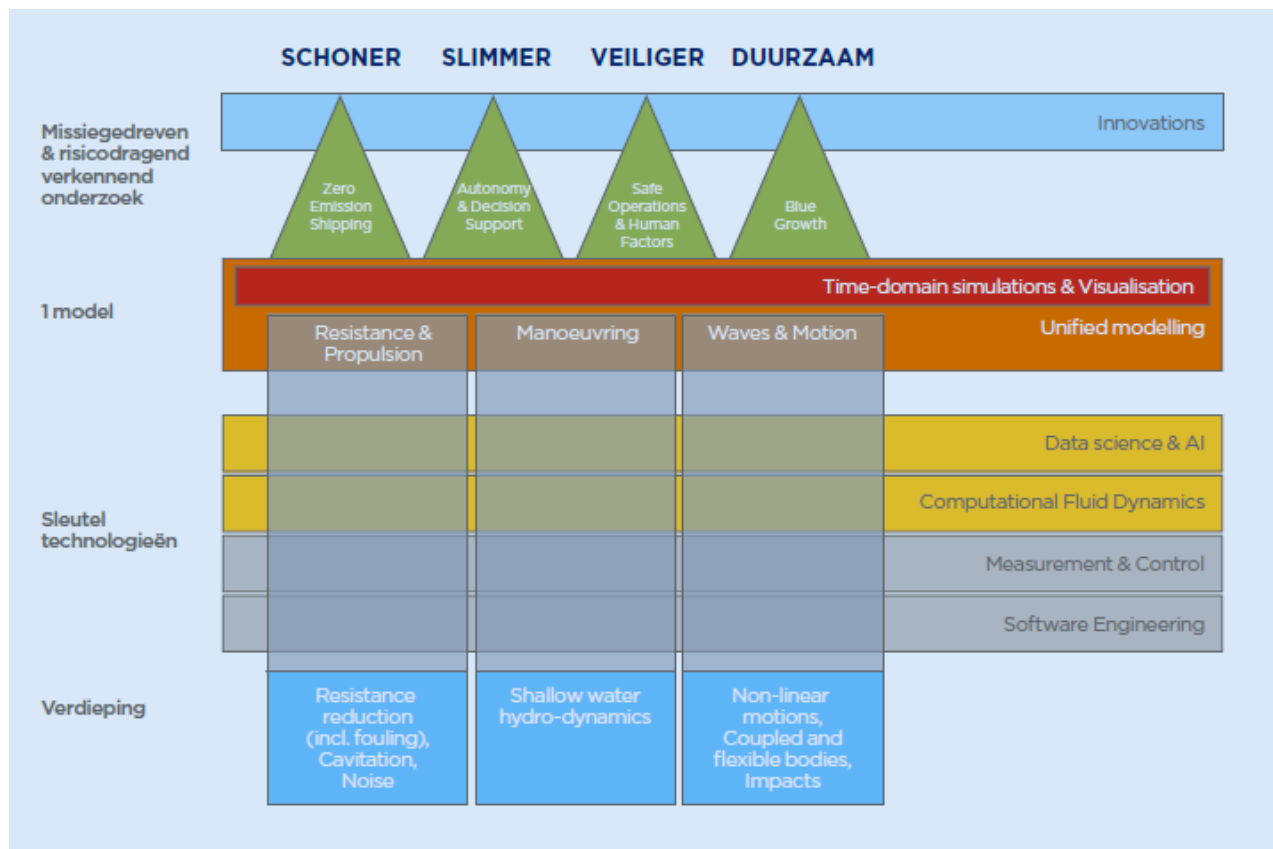
Deze programma's worden ondersteunt door maritieme thema's:

- Resistance & Propulsion
- Manoeuvring
- Waves & Motions

In het onderzoek binnen deze thema's maken we gebruik van de volgende sleuteltechnologieën:

- Time-domain simulations & Visualisation
- Data science & AI
- Computational Fluid Dynamics
- Measurement & Control

Het totaalbeeld ziet er dan als volgt uit:



De thema's en methode ontwikkeling hebben we uitgewerkt in het Engelstalige 'Technology Plan 2022-2025', dat een bijlage is van het Strategieplan. Hieronder geven we een korte samenvatting.

4.1 Missiegedreven programma's

Zero emission shipping

Het programma *Zero emission shipping* kijkt naar de duurzame voortstuwing van een schip. Het doel van het onderzoek is het verlagen van het brandstofverbruik en de emissies tijdens het hele operationele leven van het schip. Het programma biedt ruimte voor nieuwe ideeën, zoals windvoortstuwing en voortstuwing geïnspireerd door de natuur. Verder integreren we hier de kennis over voortstuwing van het schip met nieuwe motoren en brandstoffen. Hierdoor willen we nieuwe concepten kunnen uitwerken voor CO₂ neutrale scheepvaart. We kijken zowel naar de zeevaart in diep water als binnenvaart in beperkt water.

Om bij te dragen aan MARIN's missie op het vlak van emissieloze schepen, is het noodzakelijk om naast de hydrodynamica te kijken naar het 'schip als systeem': elektro- en dieselmotoren, hulpsystemen, regelsystemen, batterijen en brandstofcellen. Daarom hebben we ons als lange-termijn doel gesteld, om bij te dragen aan de ontwikkeling van emissieloze schepen door een slimme koppeling te maken tussen hydrodynamica en de innovatieve scheepssystemen en zo het hele systeem te integreren en verbeteren.

We zijn bezig een onderzoek- en experimenteeromgeving te ontwikkelen waarin deze interactie en integratie kunnen worden onderzocht en geoptimaliseerd: het Zero Emission lab. Het geheel resulteert in een wereldwijd unieke testopstelling voor het onderzoeken van innovatieve emissieloze voortstuwing.

Autonomy & Decision support

In het programma *Autonomy & Decision support* richten we ons op automatisering en autonomie, als belangrijke thema's voor vernieuwing in de maritieme sector de komende jaren. Het ondersteunen van operaties met decision support, zelfvarende schepen en Autonomous Underwater Vehicles staan daarbij centraal. MARIN draagt hieraan bij met haar hydrodynamische kennis, ervaring met autonome testmodellen en expertise op het vlak van scheepvaartveiligheid. We willen de innovaties van de industrie stimuleren met het bieden van testomgevingen voor aan-boord adviessystemen en autonome systemen, collision avoidance, en dergelijke. Hierdoor kan onafhankelijk getoetst worden of een autonoom systeem naar behoren werkt voordat het in praktijk gebracht wordt.

Safe operations & Human factors

Offshore en marine operaties op zee worden steeds complexer en het scheepvaartverkeer wordt steeds drukker. Het programma *Safe operations & Human factors* programma richt zich op het verbeteren van de veiligheid van al deze maritieme operaties.

We zullen hierbij kijken naar recente ongevallen en de rol van de mens daarin. Menselijk gedrag is één van de grootste factoren bij ongelukken op zee, in havens en op vaarwegen. We willen meer te weten komen over wat de mens nog wel en niet aankan tijdens dit soort complexe operaties. Daarnaast willen we advies kunnen geven over bestaande en toekomstige regelgeving.

Blue Growth

Het programma *Blue Growth* richt zich een grote verscheidenheid aan nieuwe activiteiten op zee. De meest actuele is het winnen van energie op zee, bijvoorbeeld door windmolens maar ook door drijvende zonnepanelen of getidenturbines. Een opkomende sector zijn grote drijvende constructies voor aqua farming, of platformen voor industriële activiteiten of wonen. We willen in deze nieuwe sectoren een leidende rol spelen in het verbeteren van de haalbaarheid, veiligheid en efficiency van deze constructies. Hiervoor willen we in de komende jaren onze simulatietechnieken uitbreiden en nieuwe open innovaties ontwikkelen.

Innovations

In het *Innovations* programma richten we ons op nieuwe innovaties voor de maritieme sector die niet eenduidig in de bestaande programmalijnen vallen. Vaak zijn innovaties goed te koppelen aan een missieprogramma, zoals windvoortstuwing, nieuwe energy-saving devices, of aqua farming. Maar soms is dit minder duidelijk. Om een goed idee voor innovatie altijd een kans te geven binnen de MARIN onderzoeksagenda, is er ruimte gecreëerd in dit Innovations programma.

4.2 Maritieme thema's

Resistance & Propulsion

Het programma *Resistance & Propulsion* kijkt naar de weerstand van een schip en de efficiënte voortstuwing, inclusief cavitatie en geluid. Het doel van het onderzoek is het nauwkeurig en efficiënt voorspellen van de prestaties van een schip. We willen in de conceptfase van een scheepsontwerp beter kunnen voorspellen welk vermogen er nodig is voor voortstuwing. Met onze bestaande rekenmodellen zullen we data genereren die door Artificial Intelligence omgezet zullen worden in een voorspellingsmethodiek. Ook zullen we modellen ontwikkelen voor het gedrag van een schroef in operationele omstandigheden.

In dit programma zullen we onze kennis verder verdiepen op de gebieden weerstandsreductie, cavitatie en geluid. De weerstand van een schip kan verminderd worden door bijvoorbeeld luchtsmering of het verminderen van aangroei van organismen. Cavitatie kan leiden tot schade aan de schroef of het roer. Verder leidt cavitatie tot onderwatergeluid, een probleem dat steeds belangrijker wordt als milieu-impact van scheepvaart.

Manoeuvring

In het programma *Manoeuvring* doen we onderzoek naar het stuurgedrag van een individueel schip, de interactie van het schip met de omgeving en de veiligheid van scheepvaart als geheel. Dit onderzoek is een belangrijke basis voor adviezen over scheepvaartveiligheid en de optimalisatie van havens en vaarwegen. Ook dragen we bij aan het ontwikkelen en vaststellen van richtlijnen en criteria op het vlak van manoeuvreerbaarheid van schepen.

De bijdrage van dit programma aan het uniforme model van het schip, bestaat uit het generiek modelleren van de manoeuvreerkrachten op romp en roer voor allerlei scheepstypen in diep en ondiep water. Verder willen we in de conceptfase van het scheepsontwerp kunnen voorspellen of een ontwerp aan de gestelde criteria zal voldoen. Met onze bestaande rekenmodellen zullen we data genereren die door Artificial Intelligence omgezet zullen worden in een voorspellingsmethodiek.

De kennisverdieping zal in dit programma gericht zijn op de effecten van ondiep water, vooral voor de binnenvaart.

Waves & Motions

Het programma *Waves & Motions* bundelt het onderzoek naar zeegang van schepen in golven met het onderzoek naar het gedrag van offshore constructies op zee. Door het samenbrengen van dit onderzoek hopen we de synergie tussen deze onderwerpen te kunnen benutten en bij te dragen aan innovaties voor veilige operaties op zee.

Dit programma draagt veel bij aan het uniforme model van het schip in zijn operaties. De lineaire scheepsbewegingen worden zowel in detail als in algemene karakteristieken beschreven. Onderzoek zal uitgevoerd worden naar niet-lineaire effecten zoals grote bewegingen van schepen of de interactie van schepen als ze vlak bij elkaar zijn. Verder zullen we het effect van golven op flexibele lichamen onderzoeken en kijken naar de impacts van golven, ook intern in het schip.

4.3 Sleuteltechnologieën

Een centraal simulatiegereedschap is *Time-domain simulation & visualisation*: voorspelling van het gedrag van schepen en andere constructies en hun interacties. Deze techniek is belangrijk voor simulaties en simulatoren in de hele Concept – Ontwerp – Operatie cyclus. En is instrumenteel voor de strategische perspectieven rond integrale oplossingen en nul ongelukken. MARIN heeft hiervoor het XMF (eXtensible Modelling Framework) gebouwd. We willen dit simulatieplatform verder ontwikkelen, valideren en documenteren. Ook is het belangrijk om bestaande methoden in andere MARIN tools op te nemen in XMF zodat één consistent, betrouwbaar en onderhoudbaar simulatieplatform ontstaat.

Data science & Artificial Intelligence is een sleuteltechnologie die in de nieuwe strategische periode extra aandacht zal krijgen. In dit nieuwe programma staan machine learning technieken centraal, waarin op basis van grote hoeveelheden data belangrijke trends worden geanalyseerd. Deze technieken

kunnen worden gebruikt voor de analyse van modelproefdata en metingen aan boord en leveren veel informatie over de operatie van het schip. In dit programma zal het accent liggen op het introduceren van de onderliggende technieken en het ontwikkelen van tools. De toepassing van AI in het maritieme domein ligt bij de maritieme thema's en missiegedreven programma's.

Binnen het programma *Computational Fluid Dynamics* ontwikkelen we numerieke methoden om de omstroming van schepen en constructies op zee uit te rekenen. De afgelopen jaren hebben we hier extra op ingezet en zijn de toepassingen sterk uitgebreid. In de komende jaren willen we werken aan het robuust maken en versnellen van de berekeningen. Hierdoor zal CFD probleemloos ingezet kunnen worden in optimalisatiestudies.

Het programma *Measurement & Control* richt zich op nieuwe meet-, regel- en analysemethoden en hun betrouwbaarheid. Die nieuwe meettechnieken zijn nodig voor de steeds complexere modelproeven en validatiestudies, maar ook voor metingen aan boord. Binnen de beschikbare financiering van de overheid heeft dit programma een lager prioriteit gekregen. Indien mogelijk zal dit programma gefinancierd worden uit de financiële reserves van MARIN.

5 GROTE FACILITEITEN

5.1 Algemene achtergronden

Grote faciliteiten zijn essentieel voor de twee hoofdtaken van de TO2-organisaties: het ontwikkelen, toepassen en verspreiden van kennis ten behoeve van het oplossen van maatschappelijke vragen, voor ondersteuning van overheidstaken- en beleid en voor het versterken van de innovatiekracht en concurrentiepositie van Nederland.

Ruim tien jaar, na de laatste gelden uit het Fonds Economische Structuurversterking (FES), was er geen structurele financiering voor deze faciliteiten. Zowel de EMTO-commissie Schaaf (2017) als de EMTO-commissie Van Saarloos (2021) vroegen aandacht voor dit knelpunt. De commissie Van Saarloos: 'Door het gebrek aan middelen raken kernfaciliteiten (inclusief ICT-faciliteiten) verouderd en/of zijn de TO2 niet in staat om nieuwe terreinen grootschalig op te pakken. Het ontwikkelen, beschikbaar maken, gebruiken en onderhouden van grote onderzoeksinfrastructuur is echter een expliciete taak voor de TO2, en van groot belang voor het Nederlandse kennislandschap en bedrijfsleven. Daarnaast hebben de faciliteiten een grote waarde in de vorm van vermeden maatschappelijke kosten c.q. aantoonbare maatschappelijke opbrengsten.'

5.2 Situatie bij MARIN

Dit geldt ook voor MARIN. Wij kunnen onze missie niet vervullen zonder onze grote testfaciliteiten en simulatoren. Als concreet voorbeeld: alleen met onderzoek in ons wereldwijd unieke Offshore Basin konden we de vier mechanismen bepalen waardoor de MSC Zoë containers verloor boven de Waddeneilanden in hoge brekende golven en ondiep water. Daarna konden we in deze faciliteit beperkende golfhoogtes bepalen voor containerschepen boven de Wadden. Deze worden nu gebruikt in waarschuwingen van de Kustwacht, zodat dit soort natuurrampen kan worden voorkomen.

Grote faciliteiten zijn dus essentieel voor de invulling van ons missie ('schone, slimme en veilige scheepvaart en duurzaam gebruik van de zee') en de toekomstperspectieven in deze strategie: oplossingen voor emissieloze schepen en operaties, nul maritieme ongelukken en het versnellen van duurzaamheid en klimaatadaptatie op zee. Bij dat laatste worden de faciliteiten specifiek benoemd als 'innovatielabs' voor de maritieme sector. Daarbij gaat het niet alleen om fysieke faciliteiten, maar ook om digitale faciliteiten. Die hebben we nodig om wereldwijd leidend te worden in maritieme AI en maritieme operaties te simuleren op een integraal digitaal platform.

Het is daarom essentieel dat MARIN de huidige en komende strategische periode van vier jaar kan investeren in haar faciliteiten.

5.3 Regeling Faciliteiten Toegepast Onderzoek

Omdat de Rijksoverheid de behoefte aan financiering voor grote faciliteiten voor toegepast onderzoek onderkende, is er een regeling opgesteld en budget gealloceerd voor de komende 7 jaar. In 2023 zijn de TO2 instituten en de rijks-kennisinstellingen gevraagd om een overzicht te maken van de investeringsbehoefte over die zeven jaar.

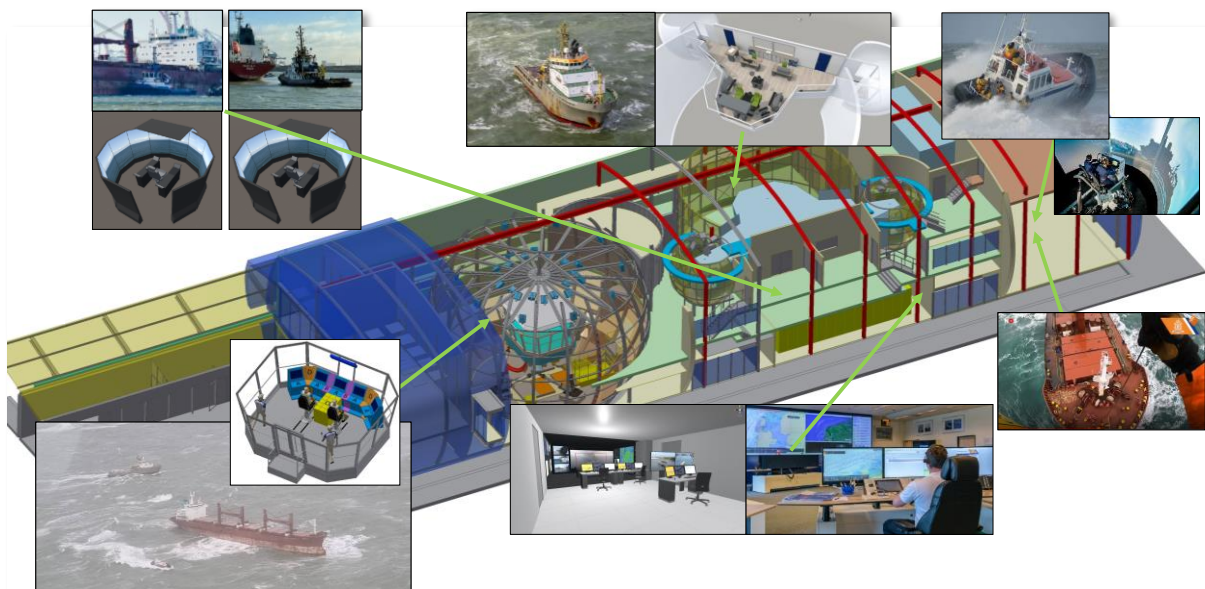
MARIN heeft bij deze regelingen plannen ingediend voor de bouw of verbetering van 6 faciliteiten, met een totaalbudget van 30 miljoen euro. Daarnaast hebben we de problematiek van verduurzaming van de faciliteiten geadresseerd; dit zal tussen de 10 en 20 miljoen euro aan investeringen kosten. Het totaaloverzicht is als volgt:

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Budget
SOSc	SOSc							8,5M€*
	BlueLabs	BlueLabs						5,0M€
	Sealab	SeaLab						3,2M€
	TO2 DigiLab	TO2 DigiLab	TO2 DigiLab					5,0M€
		PrintLab	PrintLab					3,0M€
			SilenceLab	SilenceLab				5,0M€
			NetZero	NetZero				10-20M€
TOTAAL MARIN								29,7M€ + 10-20M€

5.3.1 Seven Oceans Simulator centre (SOSc)

Recente ongelukken op zee tonen de rol van menselijk gedrag op het vlak van scheepvaartveiligheid. Daarom zijn MARIN's simulatoren een essentiële schakel in onze onderzoeksketen, naast berekeningen, modelproeven en praktijkmetingen. De huidige MARIN-simulatoren zijn echter sterk verouderd en bieden te weinig mogelijkheden voor onderzoek naar menselijk gedrag. Om een wereldwijd topinstituut te blijven op dit vlak, gaat MARIN het nieuwe SOSc bouwen. Deze geavanceerde simulatorfaciliteit heeft als doelstelling:

'Het veiliger en efficiënter maken van maritieme operaties door de meest realistische simulatie van het gedrag van – en de interacties tussen – maritieme constructies, de omgeving en de mens'.



De koppeling van de verschillende simulatoren en ruimtes binnen het SOSc biedt unieke mogelijkheden voor het simuleren van complexe (nood)situaties op zee.

Het centrum wordt een flexibele onderzoeksfaciliteit met bolvormige en bewegende simulatoren, een virtual/augmented reality experimenteerruimte en human factor meet- en observatietechnieken die flexibel kunnen worden ingezet voor het simuleren van complexe maritieme operaties. De bolvormige

simulators worden wereldwijd uniek omdat de omgevingsprojectie niet alleen rondom is zoals nu, maar ook naar boven en beneden. In de virtual/augmented reality experimenteerruimte worden de nieuwste VR-systemen onderzocht en toegepast voor maritieme systemen en operaties, zowel boven als onder water. Alle simulators kunnen aan elkaar worden gekoppeld om complexe multi-ship en multi-tool operaties te simuleren. We willen het simulatorcentrum in de toekomst ook kunnen koppelen aan operaties in de werkelijkheid, bij voorbeeld rond autonoom varen of voor advisering tijdens complexe operaties (decision support).

De kosten van het SOSc waren begroot op € 13,3 miljoen. Doordat de bouw- en apparatuurskosten de afgelopen jaren sterk zijn gestegen (o.a. door de oorlog in Oekraïne) zijn de kosten sterk gestegen tot € 15,8 miljoen.

De begrote kosten werden gefinancierd door bijdragen van verschillende ministeries: Defensie € 4,5 miljoen, I&W € 2,8 miljoen, en EZK € 6,0 miljoen. De bijdrage van het ministerie van EZK werd gefinancierd door de de Instituutssubsidie van MARIN vanaf 2022 per jaar met € 0,6 miljoen te verlagen, voor een looptijd van 10 jaren.

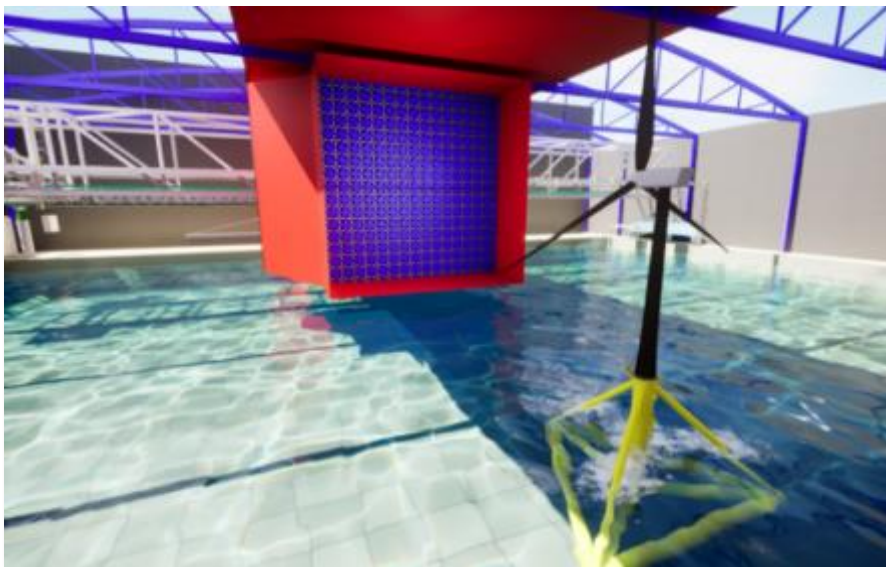
De aanvraag in de regeling voor toegepaste onderzoeksfaciliteiten bestaat daarom uit de kostenstijging € 2,5 miljoen, en compensatie van de gereduceerde instituutssubsidie.

De bouw van het SOSc is gestart in augustus 2022 en de geplande oplevering is in april 2024.

5.3.2 BlueLabs

MARIN ontwikkelt BlueLabs, een nieuwe faciliteit om duurzame ontwikkelingen op zee te helpen versnellen. Nederland en Europa zijn steeds afhankelijker van de zee voor een duurzame en energie onafhankelijke toekomst. Maritieme innovaties, zoals offshore productie van duurzame energie, duurzame voedselproductie, drijvende infrastructuur als ook emissieloze scheepvaart spelen een belangrijke rol in deze urgente maatschappelijke uitdagingen.

MARIN heeft de afgelopen jaren een belangrijke rol in deze ontwikkelingen gehad, maar de huidige faciliteiten raken aan de grens van de mogelijkheden. Met BlueLabs kan MARIN nieuwe kennis ontwikkelen die bijdraagt aan de sleutel technologieën die nodig zijn om duurzaamheid op zee effectiever te realiseren. Het gaat hierbij om onderzoek aan innovaties voor duurzame energie (offshore wind en drijvende zonnepalen), schonere scheepvaart (wind-ondersteunde voortstuwing van schepen) en klimaat adaptatie (drijvende infrastructuur).



Artist impressie van het nieuwe wind generatie systeem in de OB als onderdeel van BlueLabs.

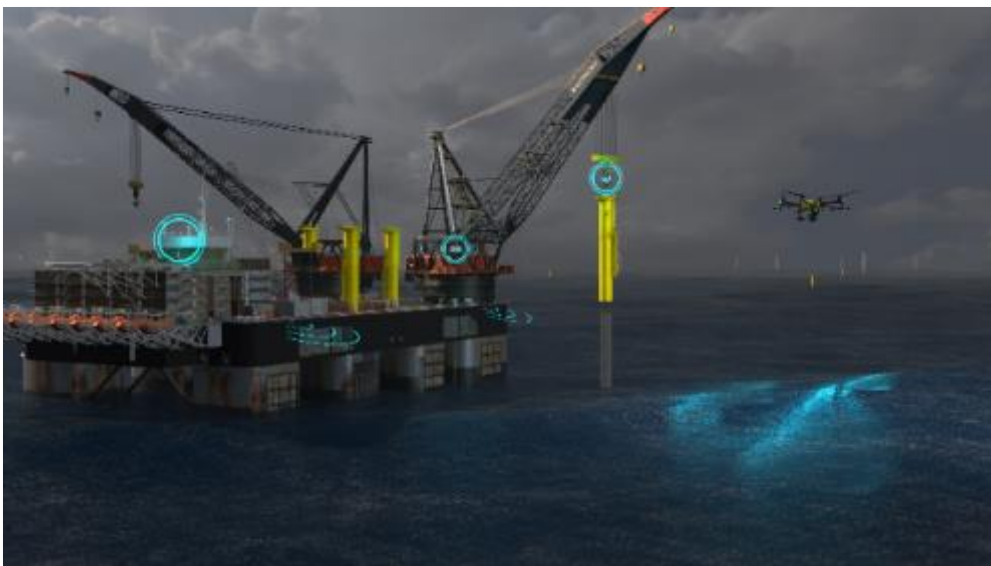
Voor onderzoek aan de grote duurzame transitie op zee willen we onze faciliteiten uitbreiden met:

- Geavanceerde wind generatie in het Offshore Bassin (OB): gericht op de ontwikkeling van drijvende windturbines, drijvende zonnepanelen en drijvende infrastructuur;
- Modelleren van windkrachten en complexe systemen door middel van computergestuurde actuatoren: gericht op windvoortstuwing van schepen en onderzoek om op termijn de robotisering van windturbine installatie en onderhoud op zee mogelijk te maken;
- Draadloos meten, om te kunnen meten aan zeer lichte en windgevoelige constructies zoals drijvende windturbines, zonnepanelen en zeilende vrachtschepen;
- Optisch meten om de vervorming van flexibele constructies zoals bijvoorbeeld zonnepanelen, netten en plastic vangsystemen vast te kunnen leggen.

5.3.3 SeaLab

Voor de ontwikkeling van slimme maritieme systemen is operationele data noodzakelijk, die een accuraat beeld geven van het gedrag van en de interacties tussen echte maritieme constructies op zee, de omgeving en de mens. Daarom zijn MARIN's meetfaciliteiten voor op zee een essentiële schakel in onze onderzoeksketen. Maar de huidige meetmethode vraagt veel voorbereidingstijd, verstoort de operatie en biedt weinig mogelijkheden om te interacteren met de bemanning en het gedrag te observeren. MARIN wil SeaLab ontwikkelen om veelzijdig en veelzijdig voor korte periodes het gedrag van en de interacties tussen echt maritieme constructies op zee, de omgeving en de mens te meten en observeren.

SeaLab wordt een meetfaciliteit met een modulaair bouwsysteem om modules voor observatie- en meettechnieken snel te integreren tot een netwerk voor een specifieke operatie. Een draadloos mesh-netwerk met lokale loggers zorgt dat we aan boord hoge resolutie en hoogfrequente data gesynchroniseerd kunnen meten zonder dat we lange kabels moeten installeren. Via satelliet staan we vanuit onze nieuwe Seven Oceans Simulator centre in verbinding met aan boord en kunnen onderzoekers vanuit MARIN real-time spreken, gegevens uitwisselen en simulatie experimenten uitvoeren. We kunnen het handelen van de bemanning volgen en digitaliseren met een module met camera's en verwerkingssoftware om de privacy van de bemanning te waarborgen. Met een speciale module kunnen we snel koppelen met systemen aan boord, en met vliegende drones, een compacte paravane in combinatie met verschillende sensor modules creëren we eenvoudig een uniek beeld van de omgeving en het gedrag van de maritieme constructies.



Impressie van de inzet van het modulaire meetsysteem.

5.3.4 TO2 DigiLab

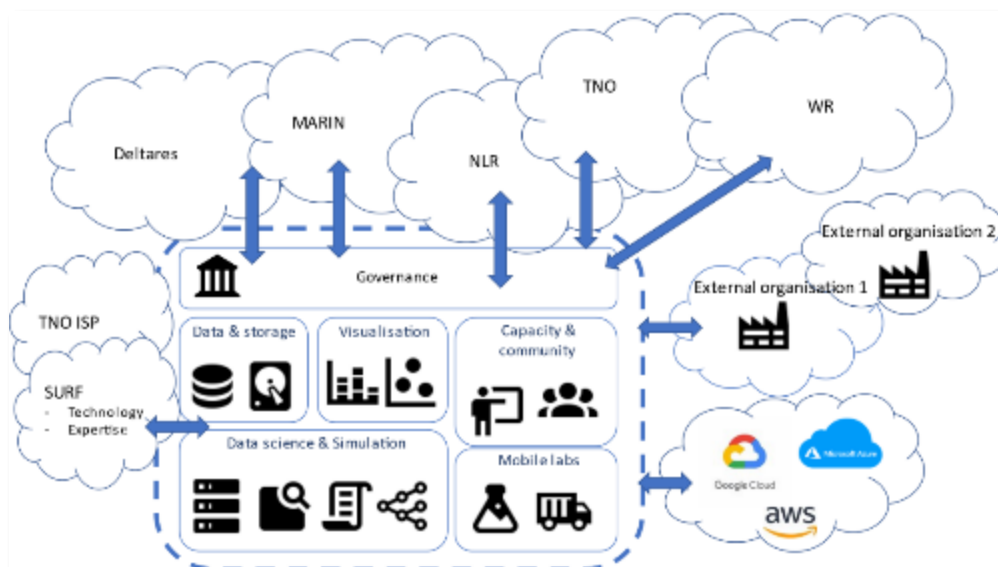
Om hun innovatiekracht te versterken, investeren de TO2 organisaties gezamenlijk in een federatieve, digitale infrastructuur: het TO2 DigiLab.

Onze omgeving verandert snel en de onvoorspelbaarheid neemt toe. Of het nu gaat om klimaatverandering, energietransitie en duurzaamheid, de stikstof problematiek, de gezondheidszorg en epidemieën/pandemieën, water en voedselzekerheid, of integrale veiligheidsvraagstukken, de maatschappelijke uitdagingen zijn gigantisch en complex en vergen een integrale aanpak. Daarom werken de TO2 instituten steeds vaker samen: onderling en met overheid en bedrijfsleven.

Deze samenwerking is steeds vaker digitaal, waardoor de noodzaak om elkaars data en modellen te kunnen delen en gebruiken steeds urgenter wordt. Deze tendens wordt versneld door steeds krachtigere computers. Het vinden van antwoorden op de meest complexe onderzoeksvragen vraagt daarom een digitale faciliteit: een federatieve, digitale infrastructuur die toegang biedt tot deze “exploderende” hoeveelheid gegevens en modellen. In deze faciliteit wordt data en modellen gecombineerd met rekenkracht en moderne visualisatieomgevingen. Hiermee wordt ook de ontwikkeling van Artificial Intelligence (AI) ondersteund en wordt inzicht gecreëerd met behulp van complexe simulaties, visualisatie en Digital Twinning (DT).

Digitale samenwerking wordt bemoeilijkt doordat partijen de soevereiniteit over hun data, algoritmes, modellen willen en moeten behouden. Vaak is er wel bereidheid tot onder voorwaarden beschikbaar stellen maar niet tot overdragen. Daarnaast zorgt versnippering van data, algoritmes en modellen voor gebrek aan reproduceerbaarheid en transparantie. Dit maakt dat maatschappelijke acceptatie van uitkomsten steeds meer onder druk komt te staan. Tenslotte moet bij elke samenwerking kennisveiligheid en bescherming tegen digitale dreiging in acht worden genomen. Deze aspecten zijn gelijk voor alle TO2 instellingen en vragen om een gemeenschappelijke, en schaalbare oplossing.

Het TO2 DigiLab neemt deze obstakels voor digitale samenwerking weg en biedt een ecosysteem waarin co-creatie en gezamenlijk gebruik van data en modellen veilig, transparant en reproduceerbaar kan plaatsvinden.



Schets van de TO2 DigiLab faciliteit.

5.3.5 PrintLab

Als MARIN testen we per jaar 100 tot 125 modellen tussen de 5 en 12 meter lang. Momenteel maken we gebruik van houten modellen die worden gezaagd, gelijmd, gefreesd en geverfd voordat ze klaar zijn voor testen. Dit vereist het gebruik van aanzienlijke hoeveelheden hout (in het bijzonder uit Afrika vanwege de materiaaleigenschappen). Bij het frezen gaat veel hout verloren. Ook gebruiken we lijmen,

polyurethaan en verf voor het bouwen van onze modellen. De modellen worden na het uitvoeren van de proeven tijdelijk opgeslagen, maar uiteindelijk vernietigd. Dit is duidelijk geen circulair proces. Daarnaast zijn de mechanische eigenschappen (stijfheid en gewicht) van een geschaald houten scheepsmodel niet hetzelfde als die van het geschaalde daadwerkelijke schip. Een houten model is veel stijver dan een geschaald daadwerkelijk schip. Dat beperkt de mogelijkheden voor hydrodynamisch onderzoek waarbij sprake is van impulsieve belastingen (golfklappen), trillingen en hydro-elasticiteit (interactie tussen de hydrodynamische belasting en de globale en lokale vervorming en trilling van het schip). Er zijn wel versimpelde oplossingen voor deze problematiek, zoals het maken van een scheepsmodel in meerdere segmenten die aan elkaar verbonden zijn via een 'backbone' met de stijfheid van het totale schip. Hiermee is het modelleren van lokale flexibiliteit/ stijfheid van de romp nog steeds niet mogelijk.

Daarom wil MARIN inzetten op 3D printing. Dit biedt voordelen op het gebied van:

- Ontwerpvrijheid
- Afvalvermindering
- Snelle prototyping
- Aangepaste eigenschappen

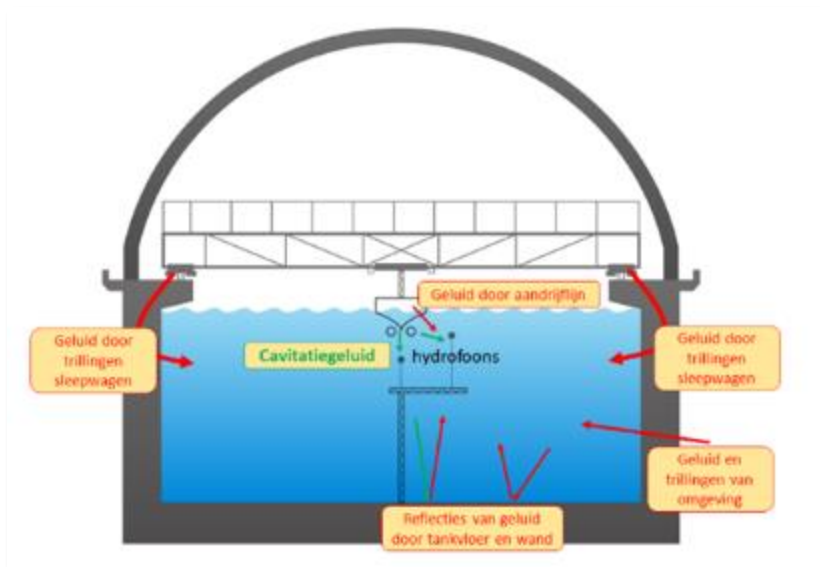


Een 3D geprint scheepsmodel bij een collega instituut.

5.3.6 SilenceLab

De internationale scheepvaart wordt geregeld via de VN-organisatie IMO (International Maritime Organization). Binnen IMO wordt gewerkt aan regelgeving voor de terugdringing van het onderwatergeluid, en werd op de MEPC80 vergadering in juli van dit jaar gestemd over een document dat richtlijnen ter verbetering van onderwater geluid beschrijft.

In het Depressurised Wave Basin wordt nu al onderzoek gedaan naar cavitatie, de hinder die dat kan geven aan boord van het schip en naar hoogfrequent onderwatergeluid. Maar om goede voorspellingen te kunnen doen voor onderwatergeluid voor het hele frequentiegebied moet de faciliteit aangepast worden. Er is nu te veel last van reflecties van het geluid, het geluid van de sleepwagen, en omgevingsgeluid dat de faciliteit binnendringt. Daarnaast moet de faciliteit efficiënter gemaakt worden voor dit specifieke onderzoeksdoel om effectief onderzoek te kunnen doen.



Overzicht van opstelling geluidmetingen in de DWB en de verschillende geluidsbronnen.

5.3.7 NetZero

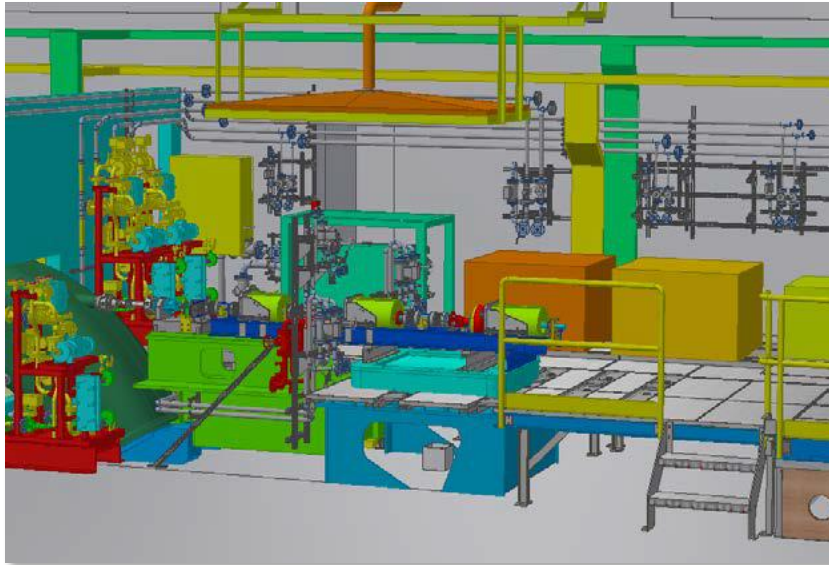
Als MARIN stimuleren wij de maritieme sector om emissies terug te dringen. We zijn bij veel initiatieven betrokken om schepen op alternatieve brandstoffen te laten varen, of om minder energie te gebruiken. Vaak nemen we als MARIN hierin een leidende rol.

Onder het motto: *“practice what you preach”* willen we ook werken aan de emissiereductie van ons eigen instituut. We hebben daarom als doel gesteld om MARIN (kantoren én grote faciliteiten) klimaatneutraal te maken met duurzame energieopwekking, innovatieve vormen van energiemangement en -opslag, lokale verwarming/conditionering van kwetsbare apparatuur en isolatie. Hier zijn grote investeringen voor nodig. Het gasverbruik van MARIN als geheel is 370.000m³ en ons elektriciteitsverbruik is 7,4 miljoen kWh (2019).

De verduurzaming van de faciliteiten voegt geen functionaliteit toe en leidt daarmee niet tot aanvullende onderzoeksterreinen. Hiermee valt deze investering eigenlijk buiten de regeling voor toegepast onderzoeksfaciliteiten. Daarom hebben we dit budget opgevoerd als stelpost om de discussie te starten over verduurzaming.

5.4 Zero Emission Lab (ZEL)

MARIN werkt in het researchprogramma Zero-Emission Shipping aan de ontwikkeling van emissieloze schepen door een slimme koppeling te maken tussen hydrodynamica en de innovatieve scheepssystemen van de toekomst. Hiervoor ontwikkelen we een geavanceerde onderzoeks- en experimenteeromgeving: het Zero Emission Lab (ZEL), als uitbreiding van de huidige cavitatietunnel.



Ontwerp van het Zero-Emission Laboratory.

In deze ‘emissieloze machinekamer van de toekomst’ kunnen we op schaal het gedrag van de systemen aan boord, hun onderlinge integratie en de interactie met hydrodynamica onderzoeken en optimaliseren. Het geheel resulteert in een unieke testopstelling voor het onderzoeken van innovatieve, emissieloze voortstuwing in realistische, dynamische vaarprofielen.

Aan de ene kant bevat het ZEL de hardware van zo’n toekomstige machinekamer: brandstofcellen, batterijen, elektromotor, geavanceerde verbrandingsmotoren voor hybrides, elektrische infrastructuur, koelsystemen, tandwielkast, automatiseringshardware en waterstofopslag. Aan de andere kant wordt dit gekoppeld aan de hydrodynamica. Dus een echte schroef in de cavitatietunnel en een elektromotor die samen het dynamisch gedrag kunnen simuleren: versnellen en vertragen, cavitatie en ventilatie, gedrag in golven, manoeuvreren, enzovoort. De combinatie is noodzakelijk om de efficiëntie en betrouwbaarheid van het hele systeem te onderzoeken en garanderen.

De totale kosten van de bouw van het ZEL zijn € 3-4 miljoen. Daarvan wordt € 1,5 miljoen gefinancierd uit de toepassing van het ZEL binnen de huidige ZERO JIP. Daarnaast is er een bijdrage van € 0,5 miljoen uit de validatieregeling van de ‘Green Deal Zeevaart, Binnenvaart en Havens’. We richten ons op financiering van de resterende € 1-2 miljoen uit de toepassing van het ZEL binnen andere projecten en de uitgebreide ZERO JIP in het Maritiem Masterplan via de R&D-regeling voor de mobiliteitssectoren.

In de zomer van 2023 zijn de eerste succesvolle testen uitgevoerd met een zero-emission aandrijflijn met werkende schroef.

6 BUDGETVERDELING INSTITUUTSSUBSIDIE

De instituuatssubsidie 2024 voor MARIN is officieel vastgesteld op een budget van € 7,537 miljoen. Dit is ongeveer op de 'richtinggevende ondergrens van 15% instituuatssubsidie van de omzet' zoals in de Kamerbrief wordt genoemd, waarbij meegenomen moet worden dat de bouw van het Seven Oceans Simulator centrum vooruit gefinancierd is (€ 0,6 miljoen/jaar).

Op basis van de doelen die door de overheid geformuleerd zijn rond de inzet van de instituuatssubsidie en de MARIN Strategie, kiest MARIN op de lange termijn voor de volgende inzet van de instituuatssubsidie:

- € 4,2 miljoen voor de Kennisbasis (Maritieme thema's en Sleuteltechnologieën)
- € 1,2 miljoen voor Missiegedreven onderzoek
- € 2,1 miljoen voor MARIN bijdrage aan Publiek-Private Samenwerking (Matching Fund/PPS).

Naast deze instituuatssubsidie zijn er in 2024 nog gelden van de vakdepartementen voor kennisontwikkeling specifiek voor beleid (op basis van met de ministeries vastgestelde Programma's), zoals de Contouren van Defensie en de Samenwerkingsovereenkomst met Rijkswaterstaat (Programma's vakministeries).

Voor 2024 ziet het totaal voor de instituuatssubsidie er dan als volgt uit:

Programma's	Publiek - Private samenwerking (JIP's)	Toegepast & Verkennend onderzoek	Kennisbasis (methode ontwikkeling)	Totaal
Alle bedragen in k€				
Missie-gedreven onderzoek	1,525	1,225	625	3,375
<i>Zero emission shipping</i>				
<i>Autonomy & Decision Support</i>				
<i>Safe Operations & Human factors</i>				
<i>Blue Growth</i>				
<i>Innovations</i>				
Maritieme thema's	545	-	1,965	2,510
<i>Resistance & Propulsion</i>				
<i>Manoeuvring</i>				
<i>Waves & Motions</i>				
Sleutel technologieën	-	-	1,652	1,652
<i>Time-domain simulations & Visualisation</i>				
<i>Data science & AI</i>				
<i>CFD Development</i>				
Totaal	2,070	1,225	4,242	7,537

Ruim 4,2 miljoen euro wordt geïnvesteerd in de kennisbasis. Deze is noodzakelijk voor MARIN's rol voor de overheid, de missiegedreven topsectoren en de maritieme sector. 1,2 miljoen euro is beschikbaar voor het missiegedreven onderzoek, gericht op de missies van de samenleving en de maritieme sector. En 2,1 miljoen euro is gealloceerd voor de MARIN bijdrage in publiek-private samenwerkingen. Dit is aanzienlijk meer dan in voorgaande jaren, omdat we succesvol zijn geweest in de EU-programma's en in de RDM-regeling (R&D regeling voor de mobiliteitssectoren). Hierdoor is meer cofinanciering van deze samenwerkingen nodig. Dit gaat ten koste van het toegepaste maritieme onderzoek. Maar omdat de gehonoreerde subsidieprojecten volledig in lijn liggen met onze inhoudelijke

doelstellingen in het toegepast onderzoek, is de budget verschuiving geen verzwakking maar een teken van de toename van externe financiering.

Verdeeld over de verschillende overheidsthema's is dit als volgt:

Energietransitie/Duurzaamheid			Landbouw/ Water/ Voedsel	Gezondheid/ Zorg	Veiligheid
Klimaat en Energie	Circulaire economie	Toekomstbestendige Mobiliteitssystemen			
300 Onderzoek en 400 PPS			2905 Onderzoek en 1452 PPS		610 Onderzoek en 218 PPS
Sleuteltechnologieën					
1,652 Onderzoek					

De verdeling over de thema's is beduidend anders dan in voorgaande jaren. Dit heeft te maken met een verplaatsing van onderzoek naar scheepsontwerp van "toekomstige mobiliteit" naar het thema "water".

Naast de financiering in bovenstaande tabel ontvangt MARIN programmafinanciering van de ministeries van Defensie en Infrastructuur & Waterstaat. In 2024 zal de programmafinanciering van het ministerie van Defensie 4,1 M€ bedragen voor programmatisch onderzoek voor marineschepen, zoals beschreven in hoofdstuk 7.4. De programmafinanciering van het ministerie van Infrastructuur & Waterstaat bestaat uit een bijdrage van 500 k€ voor het in stand houden en verbeteren van modellen; 500 k€ voor het valideren van technologie voor zero-emission scheepvaart zoals beschreven in 7.1.1; 160 k€ als participatie in de TopTier JIP naar de veiligheid van containerschepen; en 1,4 M€ voor het opbouwen van kennis in het kader van de nieuwe Kennisagenda. Dit werk wordt beschreven in hoofdstuk 7.5.

7 KENNISONTWIKKELING IN 2024

7.1 Missiegedreven programma's

7.1.1 Zero-emission shipping

Binnen het onderzoeksprogramma Zero-emission shipping wordt onderzoek gedaan om de transitie van de scheepvaart naar een duurzame transportmodaliteit mogelijk te maken. Dit programma draagt bij aan het thema 'Towards Zero Emission' uit het Maritiem Innovatiecontract.

Missiegedreven onderzoek

Op het gebied van Zero-emission zijn er heel veel ontwikkelingen in de markt. Binnen dit programma willen we daarom niet zelf concreet innovaties bedenken, maar zo snel mogelijk een analyse kunnen doen van de veelheid aan nieuwe systemen. Daarvoor breiden we onze publieke database van alternatieve brandstoffen en energiesystemen continue uit. We doen dit in samenwerking met de Nederlandse en Europese sector en overheden. We zullen initiatieven ontplooiën om in samenwerkingsverband verder te werken met de sector aan het in kaart brengen van mogelijkheden voor energiebesparing.

Kennisbasis

Om de nieuwe energiesystemen te kunnen testen in nieuwe configuraties en onder realistische omstandigheden, bouwen we verder aan ons ZEL (Zero Emission Laboratory). In de loop van 2023 zijn de eerste succesvolle testen gedaan in het ZEL. In 2024 willen we het ZEL uitbreiden voor betrouwbare testen van meerdere energiebronnen. Tegelijkertijd werken we aan een digitale omgeving: het v-ZEL. In dit simulatieplatform kunnen we nieuwe systemen snel aan de tand voelen, en kunnen we nieuwe indelingen van machinekamers ontwerpen.

In de markt worden in rap tempo nieuwe systemen ontwikkeld voor windvoortstuwing. In een Europese samenwerking zullen we kijken naar de invloed van de windvoortstuwing op het manoeuvreer- en zeegangsgedrag. Daarnaast zullen de optimalisatie van de scheepsromp aanpassen voor het gebruik van windvoortstuwing. Ook voelen we AI aan de tand voor het aansturen van zeilende schepen.



Impressie van het Zero-Emission Laboratory (ZEL).

7.1.2 Autonomy & Decision support

Voor het mogelijk maken van autonome vaartuigen en het ondersteunen van operaties met decision support zijn een aantal stappen nodig: we moeten een goed beeld kunnen vormen van de omgeving van het schip; we moeten een eenduidig beeld hebben van de operatie die het schip moet uitvoeren;

en de operatie moet worden uitgevoerd door het schip goed aan te sturen. Daarnaast moet regelgeving aangepast worden, en moeten schepen ontworpen worden voor het nieuwe gebruik. Hierbij speelt de samenhang met de mens een belangrijke rol: bij de acceptatie van autonome systemen aan boord, en bij de interactie tussen mens-gestuurde en autonoom gestuurde vaartuigen.

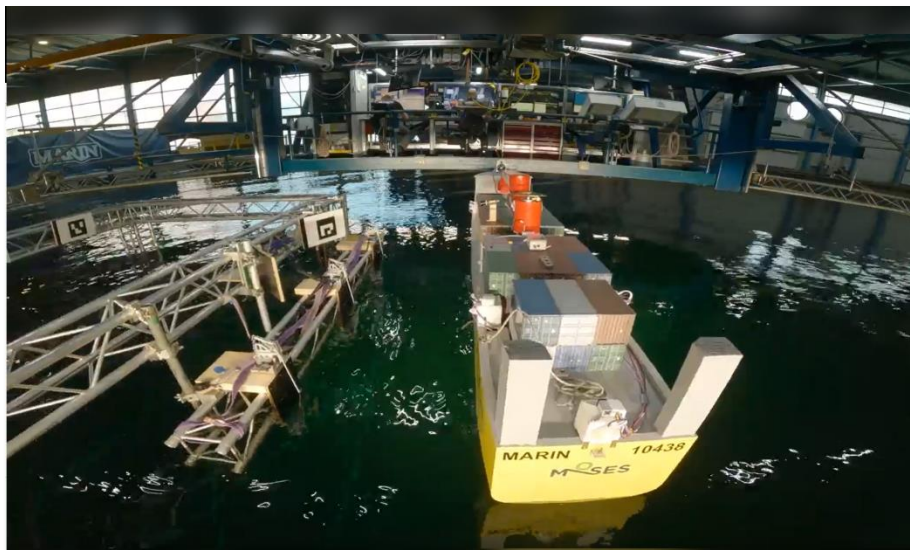
Missiegedreven onderzoek

Binnen de onderzoeksprogramma's voor het ministerie van Defensie zijn verschillende onderzoekslijnen afgesproken die volledig overlappen met de doelen van het programma Autonomy & Decision support. Mission management en human-machine interfacing wordt daar al voldoende afgedekt.

Daarom richten we ons het komende jaar in dit researchprogramma op het autonoom maken van maritieme operatie. We noemen dit intelligent autonoom manoeuvreren (IAM). In het afgelopen jaar hebben we in een EU-project automatische afmeerooperaties uitgevoerd. De testen zijn succesvol geweest. In het komende jaar willen we soortgelijke operaties uitvoeren met meer verstoringen vanuit de omgeving, zodat we een generieke methode hebben voor het automatisch binnenvaren van havens.

We richten ons ook op het ontwikkelen van methodes om virtuele modellen te synchroniseren met de echte systemen aan boord of operaties. Hierbij hebben we in het afgelopen jaar verschillende methoden gebruikt, van klassieke systeem identificatie tot moderne machine learning. In het komende jaar willen we deze methoden vergelijken op verschillende use-cases.

Verder richten we ons op het systematisch evalueren van aan boord advies systemen waarbij we zowel de voorspellingen als de interacties met de operator testen. Hiervoor hebben we in 2023 software ontwikkeld die we in 2024 willen valideren in verschillende lopende JIP's.



Snapshot van de automatische afmeerooperatie in het EU MOSES project.

7.1.3 Safe operations & Human factors

Het onderzoeksprogramma Autonomy & Decision support richt zich op het ontwerpen van maritieme operaties rekening houdend met de menselijke factor. Dit onderzoek streeft naar het zo veilig mogelijk maken van scheepvaart en maritieme operaties.

Missiegedreven onderzoek

Naar aanleiding van recente ongevallen met trawlers hebben we de afgelopen jaren gewerkt aan een simulatiemodel voor vissersschepen met grote asymmetrische krachten. De eerste validatie met schippers in de simulator zijn uitgevoerd. In het komende jaar willen we dit model verder valideren.

Daarnaast richten we ons op emergency response: de modellering van snelle reddingsboten en sleepboten, helikopter operaties, en de coördinatie hiervan vanuit een crisiscentrum. Het nieuwe SOSc biedt unieke mogelijkheden om de combinatie van deze activiteiten te bestuderen.

Een andere gevaarlijke maritieme operatie, is het aan-boord gaan van een loods. Het overstappen van een loodsboot naar een ladder aan een groot schip, kan zeer gevaarlijk zijn afhankelijk van de weersomstandigheden. We willen met Virtual Reality en onze nieuwe kabel robot in het SOSc verschillende scenario's nabootsen.



Loods die aan boord klimt via een ladder (Bron: Nautinstruct).

Kennisbasis

Voor het bepalen van de menselijke invloed op de veiligheid van operaties hebben we onze meettechnieken aan de mens verbeterd. We willen in het komende jaar de nieuwe technieken valideren door het toe te passen bij verschillende simulator trainingen. Verder zullen we de mathematische modellen valideren voor snelle schepen aan de hand van nieuwe metingen aan schepen van de KNRM. Ook zullen we de nieuwste standaardmodellen zoals ontwikkeld in het programma Manoeuvring als standaard gaan toepassen in simulator studies.

7.1.4 Blue Growth

Het onderzoeksprogramma Blue Growth concentreert zich op het ontwikkelen van kennis rondom nieuwe constructies op zee zoals drijvende windmolens en getijde turbines, maar ook aqua-farming en drijvende platformen als extensies van havens of steden. Dit programma draagt bij aan het thema 'Blue Growth' uit het Maritiem Innovatiecontract.

Missiegedreven onderzoek

Binnen dit researchprogramma willen we nieuwe innovatieve concepten bedenken en uitwerken; concepten die nu misschien nog niet technisch mogelijk of economisch rendabel zijn, maar die in de toekomst voor doorbraken zouden kunnen zorgen. Voor het verwijderen van plastic gaan we een concept ontwikkelen op basis van autonome voertuigen die weinig energie gebruiken. Verder werken we aan zeer grote drijvende zonneparken. Daarbij onderzoeken we hoe we grote systemen kunnen testen door een combinatie van simulaties en fysieke testen: hardware-in-the-loop of software-in-the-loop.

Kennisbasis

In de loop van 2023 is een groot project gehonoreerd voor onderzoek naar grote drijvende constructie. Deze constructies kunnen dienen voor drijvend wonen, of als extensie van havens. Samen met universiteiten zullen we onderzoek doen naar de technologische haalbaarheid, ecologische impact, en sociale implicaties.

We zijn betrokken bij verschillende internationale onderzoeken om drijvende zonnepanelen op zee mogelijk te maken. We onderzoeken de mogelijkheid van afscherming van golven, en de invloed van het onderwater platform. Hiervoor breiden we onze rekentools uit.

Met behulp van data-science technieken hebben we een snelle methode ontwikkeld om krachten op gesleepte visnetten uit te rekenen. Deze methode willen we in het komende jaar valideren met experimentele data.

Ook willen we onderzoeken of het mogelijk is om een drijvend productieplatform voor e-fuels te ontwikkelen, dat energie van drijvende windturbines en drijvende zonnepanelen kan omzetten in e-fuels zoals waterstof, methanol en ammonia. Een model ontwikkeld in het afgelopen jaar gaan we inzetten om verschillende ontwerpen te maken.



Impressie van een drijvende haven (Bron: Blue21)

7.1.5 Innovations

In het nieuwe onderzoeksprogramma willen we ruimte bieden aan innovaties die niet direct passen bij de bestaande onderzoekslijnen van MARIN. We willen een project ondersteunen voor het toepassen van een netwerk van kleine drijvende platformen voor bewaking van de Europese wateren door de gezamenlijke kustwachten.

Sinds 2014 biedt MARIN gratis testtijd aan maritieme MKB'ers voor het testen van hun innovatieve ideeën. Dit financiert MARIN uit eigen middelen, niet uit de rijksbijdrage voor het onderzoek. Voor 2024 willen we het beschikbare budget inzetten om innovaties in het algemeen te ondersteunen.

7.2 Maritieme thema's

7.2.1 Resistance & Propulsion

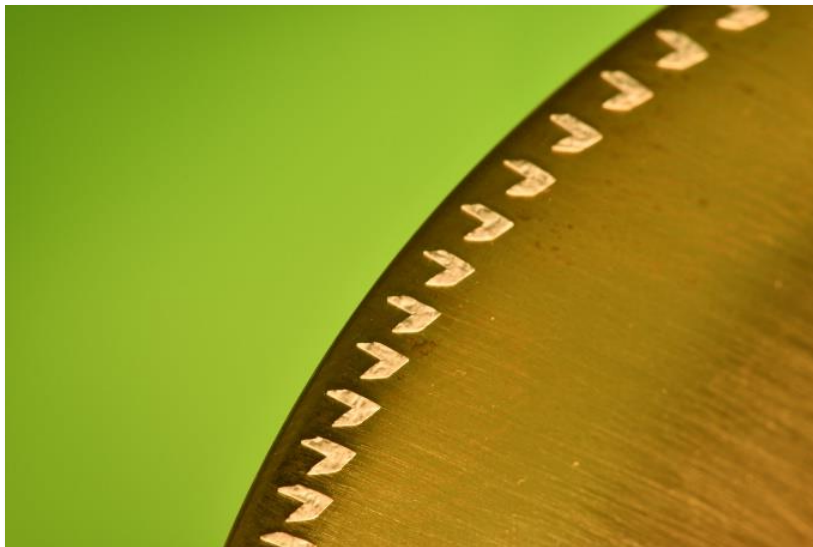
Binnen het onderzoeksprogramma Resistance & Propulsion wordt onderzoek gedaan naar de vermindering van weerstand van het schip en de verhoging van de prestaties van voortstuwingsmiddelen zonder nadelige consequenties zoals cavitatie of trillingen. Dit programma draagt bij aan het thema 'Towards Zero Emissions' uit het Maritiem Innovatiecontract.

De voorspelling van het benodigd vermogen voor een schip bij bepaalde snelheid is een belangrijke basisvaardigheid van MARIN. Met de opkomst van CFD en data science zijn we begonnen met het ontwikkelen van een methode om in een vroeg ontwerpstadium het benodigd vermogen te kunnen voorspellen voor alle operationele condities, zoals verschillende snelheden en diepgangen. Hiermee kunnen we in ontwerpstudies de effecten van regelgeving zoals EEDI en EEXI meenemen. In 2023 is het niet gelukt om de toegevoegde weerstand in golven op een robuuste manier mee te nemen. Wel hebben we modellen voor cavitatiehinder in de vorm van onderwatergeluid gemaakt die toegepast kunnen worden in het vroege ontwerpstadium. In 2024 leggen we de focus op de voorspelling van totaal benodigd vermogen.

In 2023 zijn we gestart met het ontwikkelen van systematische serie van rompvormen voor bulkcarriers. Deze zullen in 2024 gebruikt worden om de bestaande database van schepen aan te vullen. Ook zullen we de systematische serie uitbreiden naar andere scheepstypen.

Cavitatiehinder blijft een belangrijk onderzoeksonderwerp. Cavitatie zorgt voor trillingen in het schip, erosie van schroef en roer, en mogelijk voor geluidshinder bij zeezoogdieren en vissen. We werken aan de voorspelling van cavitatie door onze bestaande gereedschappen te koppelen aan data science en zo onzekerheden te reduceren.

De voorspelling van cavitatie in modelproeven is lastig, omdat zeer kleine details grote invloed hebben op de metingen. In het afgelopen jaar hebben we goede ervaring opgedaan van turbulators: plakstrookjes op de schroef die zorgen dat de stroming turbulent wordt. In het komende jaar willen we kijken of deze turbulators ook betrouwbaardere cavitatiemetingen mogelijk maken.



Turbulators op de rand van een schroefblad.

Tot slot werken we aan het toepassen van data science technieken om de weerstand van een schip beter te kunnen schatten uit operationele data. We hebben standaard technieken ontwikkeld om de data automatisch op te schonen en te filteren. Helaas is het nog niet gelukt om goede datasets te verkrijgen om de methode toe te passen. Dit zullen we opnieuw proberen in 2024.

7.2.2 Manoeuvring

Het onderzoeksprogramma Manoeuvring concentreert zich op het ontwerp van manoeuvrerende schepen, en op het gebruik van schepen in de nautische praktijk. In verband met de technische vergelijkbaarheid wordt in dit programma ook onderzoek gedaan naar stroom- en windkrachten op offshore constructies en de werking van stuurapparaten en thrusters. Dit programma draagt bij aan de thema's 'Safety & Security' en 'Digital & Autonomous shipping' uit het Maritiem Innovatiecontract.

Voor de veiligheid van scheepvaart wordt van schatting van de tijd en afstand tot een ontmoeting (mogelijke botsing). We willen met probabilistische machine learning modellen een alternatief ontwikkelen voor het voorspellen van routes en gedrag van schepen.

Voor de voorspelling van manoeuvreereigenschappen van een schip hebben we de afgelopen jaren gestandaardiseerde modellen ontwikkeld. In het komende jaar willen we de modellen uitbreiden voor variërende en gelaagde stroming en wind. Daarnaast willen we voor complexere manoeuvres de koppeling verifiëren tussen onze CFD en tijdsdomein simulatie codes.

Naast een manoeuvreermodel van de romp van het schip, hebben we ook een goede beschrijving nodig van de invloed van stuurapparaten zoals roeren en thrusters. Het afgelopen hebben we modellen voor verschillende roeren ontwikkeld. In 2024 zullen we ons richten op modellen voor thruster-thruster interactie. We zullen de modellen voor roeren verder ontwikkelen op basis van CFD-berekeningen. Verder zullen we reinforcement learning gebruiken om een volledige man-over-boord manoeuvre automatisch aan te kunnen sturen.

In het komende jaar willen we verder gaan met validatie van onze berekeningen voor manoeuvreren op (extreem) ondiep water. In een internationale samenwerking tussen België, Duitsland en Nederland zullen we gezamenlijk berekeningen uitvoeren en vergelijken met hoge-kwaliteit metingen. Ook zullen we de ontwikkeling afronden om een modderige bodem mee te kunnen nemen in simulaties; daarna zullen we starten met de validatie hiervan.

Een onderzoeksthema dat gedeeld wordt met het programma Waves & Motions, is het manoeuvreren van een schip in golven. De modellering hiervan leidt tot een aantal problemen: dubbeltellingen van krachten die zowel vanuit manoeuvreermodellen als vanuit zeegangmodellen berekend worden. De afgelopen jaren hebben we hier al aan gewerkt, maar het onderwerp blijkt moeilijker dan verwacht. We zullen het werk voortzetten in 2024. Daarnaast zullen we onderzoek starten naar de effecten van manoeuvreren en zeegang op de voortstuwingsrelin.



Manoevrerende schepen op ondiep water (Bron: Het Financieele Dagblad, Getty images).

7.2.3 Waves & Motions

Het onderzoeksprogramma Waves & Motions concentreert zich op het ontwikkelen van kennis rondom complexe operaties in golven op zee, zowel voor varende schepen als stilliggende constructies. Hiermee draagt het bij aan de thema's 'Safety & Security' en 'Blue Growth' uit het Maritiem Innovatiecontract.

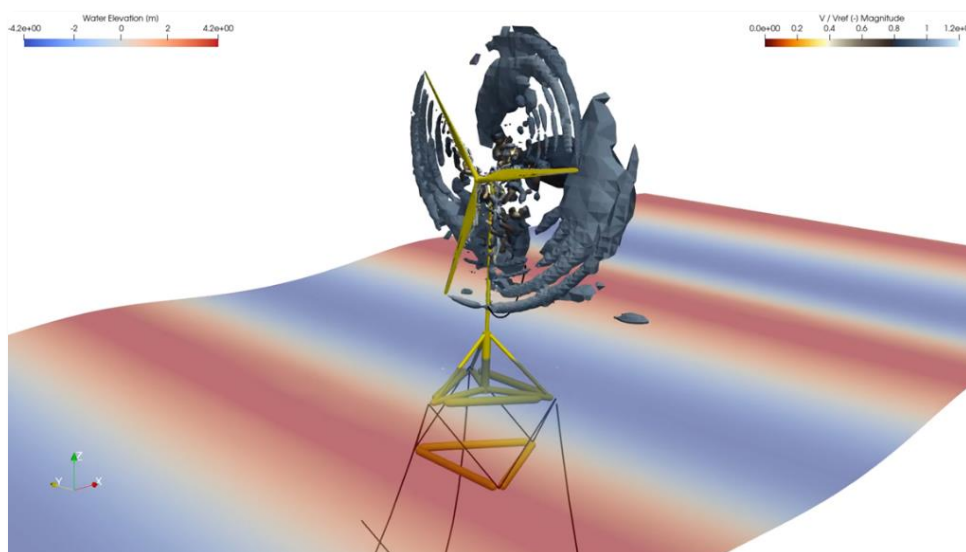
Het realistisch nabootsen van golven is belangrijk in onze bassins, in simulatie software en in de simulator. Elke toepassing heeft eigen eisen voor nauwkeurigheid, maar in alle gevallen zijn niet-lineaire effecten belangrijk. In het komende jaar willen we speciale aandacht geven aan het snel én correct modelleren van golven in onze simulatie software. We willen hierbij gebruik maken van machine learning, zodat ervaring van eerdere projecten efficiënt meegenomen wordt. Verder zullen we de dynamica van ondiep-water golven bestuderen voor drijvende constructies dicht bij de kust. Een golfmodel dat voor de simulator is ontwikkeld, zal uitgebreid worden zodat het nauwkeurig is bij meerdere golfcondities.

Bij veel complexe operaties op zee zijn meerdere schepen of constructies betrokken. Hierdoor wordt het steeds belangrijker om de interactie tussen de schepen goed te kunnen voorspellen. De grootste interactie vindt plaats via golven: door afscherming of juist door golven die uitgestraald worden. Onze techniek om golven real-time uit te rekenen in de simulator zullen we verder valideren voor deze toepassing. De langzamere potentiaal methodes zullen we verbeteren door ze geschikt te maken voor zeer grote aantallen lichamen, waarbij we de code massief parallel zullen laten rekenen.

Als MARIN zijn we deel van een groot internationaal consortium voor het modelleren van drijvende windturbines. We bestuderen met andere instituten de interactie van aero- en hydrodynamica en afmeerlijnen. Modelleringen met verschillende niveaus van nauwkeurigheid zullen worden vergeleken met metingen.

In de TopTier Jip zullen we verder gaan met het onderzoek naar grote bewegingen van schepen onder extreme omstandigheden. Hierbij spelen verbuigingen van schepen een belangrijke rol. We zullen onze rekentechnieken hier verder op ontwikkelen en valideren. De code die speciaal gericht is op snelle schepen zullen we integreren met ons standaard simulatie framework, zodat het ook soepel op de simulator kan draaien. We zullen deze koppeling valideren met metingen die gedaan zijn aan schepen van de KNRM.

Al geruime tijd monitoren we een groep schepen en offshore constructies om vanuit hun bewegingen af te leiden of de constructie schade oploopt of aan vermoeiing leidt. Een belangrijke schakel om te komen tot uiteindelijk advies voor onderhoud is de onzekerheid in de metingen en voorspellingen. Daarom willen we in het komende jaar de onzekerheden in kaart brengen op basis van voorspelde en gemeten data. Daarnaast zullen we een meetmethode gaan ontwikkelen om de deformaties van composiete schroeven op ware grootte te kunnen meten. Ook willen we een rekentechniek ontwikkelen om de vervorming van zeer grote lichamen, zoals een park van drijvende zonnepanelen, te bepalen.



Modellering van aero- en hydrodynamica aan een drijvende windturbine in één berekening.

7.3 Sleuteltechnologieën

7.3.1 Time-domain simulations & Visualisation

Dit programma richt zich op de generieke tools om simulaties te kunnen uitvoeren. De afgelopen jaren is veel energie gestoken in het realiseren van een uniform framework voor simulaties. Dit xmf framework wordt gebruikt voor de grote manoeuvreersimulator en voor desktop simulaties met tools als anysims en fredyn. Doordat er steeds meer modellen beschikbaar zijn gekomen, is er behoefte aan een goed overzicht over alle modellen, hun geldigheid en hun robuustheid. Daarom zal er ook komend jaar gewerkt worden aan verificatie en validatie van bestaande modellen, en het goed documenteren van de modellen voor interne en externe gebruikers. Daarnaast zal er aandacht zijn voor het gecontroleerd uitrollen van versies in de organisatie.

Ook willen we een aantal generieke ontwikkelingen doen die door alle andere researchprogramma's gebruikt kunnen worden. Zo willen we het gebruik van GPU's binnen de simulaties verder verspreiden en meer modellen beschikbaar maken op deze snelle processoren. Verder willen we de simulatie van golven in het buitenbeeld van de simulator verbeteren en versnellen; en werken we aan het uitbreiden van de mogelijkheden om ons simulatie framework te koppelen met externe software.

Het nieuwe simulatorcentrum SOSc zal de mogelijkheid hebben om Virtual Reality technieken toe te passen. Deze Virtual Reality technieken zullen we koppelen aan de simulatorsoftware, zodat het mogelijk is om een mens een virtuele operatie te laten uitvoeren op een bewegend virtueel schip. In het afgelopen jaar hebben we de eerste ervaring opgebouwd met de UNREAL virtual-reality engine. Het uiteindelijke doel is dat deze VR engine het volledige buitenbeeld in alle simulator set-ups kan vervangen. We zullen in het komende jaar verder werken aan het implementeren van deze VR engine voor steeds meer toepassingen.



Nieuwe visualisatie voor de simulator in SOSc waarbij gebruik gemaakt is van technologie uit de gaming industrie.

7.3.2 Data science & AI

Het onderzoeksprogramma Data science & AI richt zich op het ontwikkelen van kennis en tools. Deze kennis kan dan later in de maritieme thema's of andere sleuteltechnologieën worden toegepast.

Voor het gebruik van tijdsreeksen in AI gebruiken we transformer netwerken. Hiermee zijn betere resultaten mogelijk omdat deze netwerken de toestand van het systeem in elke tijdstap mee modelleren, en niet alleen het eindresultaat. De ontwikkelingen zijn nu rijp voor toepassing in de maritieme

programma's. We zullen verder werken aan physics-informed neural networks: een combinatie van data science met de klassieke rekentechnieken zoals CFD.

Belangrijke eigenschap voor de maritieme sector als geheel, is dat veel partijen data bezitten, maar die niet ter beschikking willen stellen aan andere spelers, zij het toeleveranciers of concurrenten. Hierdoor wordt er minder snel van data geleerd dan mogelijk zou zijn. We willen ons daarom in het onderzoek ook richten op federated learning: de data wordt niet naar de rekenmodellen gebracht, maar de rekenmodellen naar de data. Hiermee houdt elk bedrijf eigendom van zijn data en kan zelf regelen wie er toegang krijgt tot die data.

Bij een deel van de toepassingen willen we AI gebruiken om beslissingen te nemen, bijvoorbeeld bij het aansturen van control systemen. Hiervoor leent zich Reinforcement Learning (RL) zich het beste. Bij onze eerste toepassingen bleek RL goed te werken. Maar bij nieuwe toepassingen zijn tekortkoming boven komen drijven: hoe om te gaan met tegenstrijdige reward functies, of met reward functies die alleen een eindtoestand beschrijven. In het komende jaar zullen we in samenwerking met het programma Defence hier verder stappen in zetten. Ook zullen we onderzoeken of een menselijke bestuurder kan helpen bij het toekennen van de reward in gevallen waarbij de reward functie niet goed op te stellen is.

Ten slotte willen we de onzekerheden in machine learning algoritmes in kaart brengen. Bij deterministische modellen is het gebruikelijk om onnauwkeurigheden van modellen te kwantificeren door veel simulaties te doen en te vergelijken met metingen. Bij data-science modellen is het lastiger om in kaart te brengen wat de invloed is van onzekerheden in de trainingsdata op de uiteindelijke voorspellingen van het model. In samenwerking met het programma Measurement & Control zullen we verder kijken naar de invloed van ruis op signalen of uitval van signalen.



AI gestuurde Optimist als testplatform voor het aansturen van zeilende schepen.

7.3.3 Computational Fluid Dynamics

In het Computational Fluid Dynamics programma worden rekentools ontwikkeld die breed binnen MARIN worden ingezet. Hiermee legt het programma de basis voor toepassingen in andere onderzoeksprogramma's. Nu de basis code REFRESKO steeds meer functionaliteiten bevat, richt het onderzoek zich vooral op het generiek toepasbaar maken van de code.

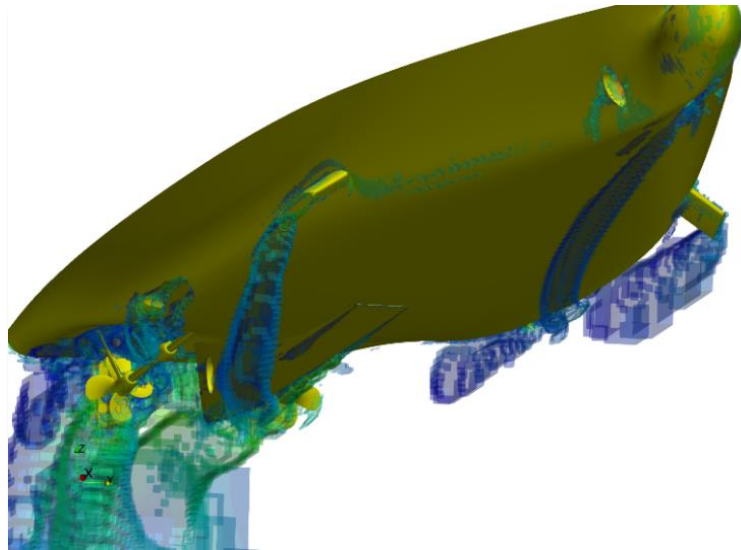
Om de CFD-code REFRESKO toepasbaar te maken voor een groot scala aan onderwerpen is het van belang dat de code robuust en efficiënt is. De afgelopen jaren hebben we het mogelijk gemaakt om rekenroosters uit veel verschillende grid-genereringstools te gebruiken. Maar dit levert wel weer

opnieuw problemen met robuustheid op. Op basis van nieuwe ideeën in de literatuur willen we de robuustheid verbeteren.

Ook is de rekensnelheid een terugkerend probleem: een CFD-som duurt vaak te lang. Op de TU Delft is gewerkt aan een methode om het oplossen van de CFD-vergelijkingen te versnellen. Een eerste poging om deze methode ook in onze code toe te passen was niet succesvol. Komend jaar gaan we hier verder mee.

Een belangrijk onderwerp is de mogelijkheid om bewegende lichamen in CFD te kunnen simuleren. Het afgelopen jaar hebben we de code uitgebreid om met grote gecombineerde rotaties om te kunnen gaan. In het komende jaar zullen we robuustheid van de nieuwe mogelijkheden aan de tand voelen. Ook zullen we verder gaan met het testen van de mogelijkheid van overlappende roosters. Deze methode werkt voor een aantal maritieme testgevallen, en willen we nu proberen op grotere bewegingen zoals oplopende en passerende schepen.

Doel van CFD-berekeningen is om de fysica van de stroming zo goed mogelijk na te bootsen. Maar sommige fysische effecten zijn te klein om mee te nemen in de berekeningen: roosters zouden veel te fijn moeten worden en de rekentijd zou exponentieel toenemen. Daarom worden sommige fysische effecten gemodelleerd. In het komende jaar zullen we verder werken aan de modellering van wandruwheid. Voor modelschaal hebben we dit onder controle, maar voor ware grootte zijn er nog open eindjes. Ook zullen we de cavitatiemodellen verder verbeteren, zodat ze minder rekentijd vergen.



Visualisatie van een CFD-berekening aan de wervels die van appendages afkomen.

7.3.4 Measurement & Control

Het onderzoeksprogramma Measurement & Control behelst het ontwikkelen van nieuwe meetsystemen voor de omgeving van het schip, voor de krachten op en de bewegingen van het schip, en meetkwaliteit. Naast de algemene, continue verbetering van de metingen aan krachten, bewegingen, golven en stroming, willen we extra aandacht geven aan de volgende onderwerpen.

Voor de komende jaren verwachten we dat de complexiteit van metingen toe zal nemen. Denk hierbij aan onderwater metingen of metingen aan een kapseizend schip. Hierdoor is het altijd meer mogelijk om te meten met bekabelde modellen: de kabel tussen het model en de sleepwagen zouden de meetresultaten beïnvloeden. In 2023 hebben we stappen gezet om deze techniek in onze bassins te introduceren. De eerste testen zijn geslaagd; in 2024 willen we draadloos meten verder integreren in onze standaard meetsystemen.

In het kader van de ontwikkeling van het Zero Emission Lab (ZEL) onderzoeken we de mogelijkheden van één compleet meetsysteem dat het complete gedrag van hybride machinekamers kan meten, onafhankelijk van de precieze configuratie van de machinekamer. Dit is gelukt door het automatisch analyseren van videobeelden van displays op de scheepsbrug. In het komende jaar willen we onderzoeken hoe we zoveel mogelijk informatie uit de data kunnen halen, en hoe we die het beste kunnen presenteren.

Voor het verbeteren van onze kwaliteit zetten we in op de toepassing van data science technieken. We willen proberen om automatisch afwijkende metingen te detecteren in weerstandsmeting. Daarnaast willen we kijken of het mogelijk is om met data science signalen van meerdere meettechnieken te combineren tot een betrouwbaarder eindresultaat. Ook zullen we retourstroom in de bassins proberen nauwkeurig te meten door metingen van stroming en temperatuur te combineren.



Nieuw standaard draadloos meetsysteem.

7.4 Defensie

Binnen het thema 'Defensie' verricht MARIN onderzoek ten behoeve van de Koninklijke Marine, en Commando Materieel en IT (COMMIT, voorheen DMO). In de afgelopen jaren is het budget voor defensie-gerelateerd onderzoek sterk gestegen, en het zal waarschijnlijk ook in de komende jaren nog verder stijgen. Daardoor kunnen steeds meer onderzoeksonderwerpen opgepakt worden voor de marine. Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de hoofdlijnen van het defensieonderzoek.

Basiskennis

In vier verschillende programmalijnen wordt basiskennis opgedaan voor Defensie toepassingen. Hieronder vallen de meer traditionele programma's voor de hydrodynamica van schepen en onderzeeërs, maar ook nieuw onderzoek naar emissiereductie en toepassingen van AI.

In de hydrodynamica programma's doen we onderzoek naar het manoeuvreren van onderzeeërs, naar signatuur van een schip (geluiduitstraling waardoor een schip waargenomen kan worden), stille voortstuwing, en de interactie tussen grote en kleine vaartuigen (bijvoorbeeld een moederschip en kleine, snelle schepen).

Ook voor marineschepen is de reductie van emissies belangrijk. We doen daarom onderzoek naar de energietransitie van het bestaande en toekomstige materieel, waarbij we naast de normale civiele vraagstukken ook aandacht hebben voor de specifieke problemen van brandstoflogistiek en kwetsbaarheid bij een aanval.

De marine heeft de beschikking over een grote hoeveelheid data over haar schepen. De ambitie van de marine is om deze data zoveel mogelijk te gebruiken voor efficiënte en veilige operaties van de schepen. In samenwerking met TNO en NLR werken we aan de randvoorwaarden die nodig zijn voor

toepassing van data science technieken: het vergaren, opschonen en opslaan van nauwkeurige data; het regelen en beperken van toegang tot de data; en het opleiden van mensen in begrijpen van artificial intelligence systemen.

Menselijke prestaties

Om de menselijke prestaties aan boord van marineschepen te verbeteren, wil de marine zoveel mogelijk gebruik maken van simulatoren. Maar het precies nabouwen van de scheepsbrug of commandoruimte is kostbaar. Daarom wordt er onderzocht in hoeverre Virtual Reality en Augmented Reality de simulaties kunnen aanvullen terwijl het realiteitsgehalte hoog moet blijven. Ook wordt er onderzocht hoe in Virtual Reality het gevoel van aanraking nagebootst kan worden. En proberen we het fenomeen cyber-ziekte te voorkomen. Voortbouwend op de nieuwe Virtual Reality technieken zullen we onderzoeken hoe nieuwe systemen aan boord ontworpen kunnen worden om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de menselijke beleving.

Op marineschepen van de toekomst zal de bemanning steeds meer moeten samenwerken met systemen die verregaand autonoom zijn en beslissingen kunnen nemen. Daarom doen we onderzoek naar de interactie van mens en machine, en kijken we hoe de bemanning meegenomen kan worden in het ontwerpproces van de (semi-) autonome systemen. Daarnaast doen we onderzoek naar deze decision-support systemen, en combineren we data science met traditionele rekenmodellen om zo goed mogelijk advies te geven aan de bemanning.

Autonome vaartuigen

Bij het ontwerp van autonome vaartuigen voor de marine komen een aantal additionele vragen op: welke taken kan een autonoom vaartuig uitvoeren, kunnen taken gecombineerd worden, en hoe kan de besturing van het vaartuig zo effectief mogelijk? In samenwerking met TNO willen we een simulatieomgeving ontwikkelen voor de autonome vaartuigen en de interactie van mensen op het moederschip met het autonome vaartuig. Daarbij is belangrijk dat de simulatieomgeving geverifieerd en gevalideerd is, zodat toekomstige ontwerpen hiermee getoetst kunnen worden.

Verder doen we onderzoek naar het ontwerp van een vloot van schepen. Vaak wordt er veel aandacht gegeven aan het ontwerp van een individueel schip, maar minstens net zo belangrijk is de vraag hoe schepen optimaal samen werken in de hele vloot in operationele condities.



Impressie van een moederschip en een aantal kleine USV's.

Internationale samenwerkingen

Binnen diverse samenwerkingsprogramma's participeert MARIN namens of met de marine. Binnen de CRNavies wordt verder gewerkt aan de simulatie van extreme bewegingen en manoeuvres. Ook wordt in de NATO Applied Vehicle Technology Group kennis uitgewisseld over het analyseren van geavanceerde vaartuigen. In het NOTUS-project wordt samen met NLR-onderzoek gedaan naar het veilig landen van drones op een schip. In het nieuwe EU-fonds voor defensie toepassingen (European Defence Fund) participeert MARIN in diverse projecten met de marine en de Nederlandse defensie-industrie.

7.5 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat / Rijkswaterstaat

Voor Rijkswaterstaat onderhoudt MARIN een aantal softwareprogramma's. Deze programma's voorspellen de doorstroming en veiligheid van verkeer op de Noordzee, binnenwateren en bij sluizen. In overleg met Rijkswaterstaat zullen we nieuwe functies toe voegen aan de programma's. Ook zullen we samen een plan maken om de verschillende programma's samen te voegen of te moderniseren. In de komende jaren zal hierbij extra aandacht zijn voor SAMSON, het programma om aanvaringsrisico's te modelleren.

Een belangrijk aandachtspunt is al een aantal jaren het versterken van de kennis over het varen van schepen op extreem ondiep water. Binnen het programma over Manoeuvring wordt hier fundamenteel onderzoek naar gedaan. In de samenwerking met Rijkswaterstaat zal validatie uitgevoerd worden. Ook zullen de modellen worden ingezet in de bestaande softwareprogramma's om effecten op doorstroming en veiligheid te bestuderen.

Daarnaast draagt het ministerie van Infrastructuur en waterstaat bij aan het programma GreenDeal over validatie van energiebesparende maatregelen, en de TopTier JIP over containerverlies op zee.

Tot slot zal MARIN het ministerie ondersteunen bij beleidsmatige dossier voor bijvoorbeeld de Noordzee, of IMO. We zullen achtergrondkennis opbouwen om deze ondersteuning goed te kunnen leveren.

De definitieve werkzaamheden worden afgestemd in nauw overleg met Rijkswaterstaat in een workshop eind 2023.



Voorbeeld van container verlies op zee (Bron: Nieuwsblad Transport).

7.6 Joint Industry Projecten

In onderstaande tabel staan de initiatieven en lopende JIP's en JRP's die in 2024 gaan bijdragen aan de realisatie van het Technologieplan.

R&D Programma	JIP/JRP initiatieven
Zero-emission shipping	<ul style="list-style-type: none"> • RDM – MENENS • RDM – Sh2ipDrive • EU-projecten OptiWise, Synergetics • Zero JIP, HyUse, GMM II
Blue Growth	<ul style="list-style-type: none"> • EU-projecten NatureSea-PV, SureWave • TKI-projecten Solar@Sea III, Merganser, TouchWind II • NWA Floating Future, HybridLabs
Safe operations & Human factors	<ul style="list-style-type: none"> • EU-project Optiwise
Autonomy & Decision support	<ul style="list-style-type: none"> • TopTier JIP • RDM – Shipdrive • EU-project Optiwise, NoviMove
Resistance & Propulsion	<ul style="list-style-type: none"> • CRS-projecten Orca, PropNoise, Transom • EU-project Saturn • NWO perspectief programma AQUA
Manoeuvring	<ul style="list-style-type: none"> • CRS CTRL-LIFT, Fusion, Salsa • NATO-werkgroepen • Samenwerking ondiepwater
Waves & Motions	<ul style="list-style-type: none"> • CR Navies • CRS projecten Crisis, CTRL-LIFT, CONVIRT, EVaP, GoodVibes, Scream, SEACAL, • Lifeline 2 JIP, HAWAIII JIP, TopTier JIP, MoniMoor JIP • EU-project Optiwise
Computational Fluid Dynamics	<ul style="list-style-type: none"> • NATO-werkgroepen
Time-domain simulations & Visualisation	<ul style="list-style-type: none"> • CR Navies • CRS-project PICOS
Measurement & Control	<ul style="list-style-type: none"> • Hydro Testing Forum
Data science & AI	<ul style="list-style-type: none"> • CRS-project Fusion

Meer gedetailleerde informatie over de MARIN JIP's is te vinden op: <https://www.marin.nl/jips>.

8 NATIONALE EN INTERNATIONALE SAMENWERKING

Samenwerking staat hoog in het vaandel voor MARIN. Dit uit zich heel sterk in samenwerking met maritieme bedrijven via onze Joint Industry Projecten en Europese Horizon 2020 / Horizon Europe projecten. Maar los van deze projecten werken we nationaal en internationaal samen met de hele sector en met verschillende universiteiten.

8.1 Nationale samenwerking

MARIN is erg actief geweest in het tot stand komen van de R&D regeling voor Mobiliteitssectoren, het Maritiem Masterplan, en daarvoor het innovatiecontract binnen het topsectorenbeleid. MARIN is actief betrokken in de toegekende projecten voor de R&D regeling. Hieruit ontstaat meerjarige samenwerking binnen de sector voor vergroening en digitalisering.

MARIN levert de voorzitter van het TKI Maritiem. Met deze betrokkenheid is een goede, wederzijdse afstemming van de programma's geborgd, en sluiten de ontwikkelingen binnen MARIN goed aan op deze programma's. Ook levert MARIN de voorzitter van de Innovation Council van Nederland Maritiem Land (NML), waar de top van het Nederlands maritiem bedrijfsleven nadenkt over benodigde innovaties.

Binnen het Maritiem Kennis Centrum (MKC) wordt samengewerkt door TNO, TU Delft, Koninklijk Instituut voor de Marine, MARIN, NIOZ en leaderfirms om te komen tot afstemming van de lange-termijn kennisagenda's van deze maritieme kenniscentra. De rol van het MKC is uitgebreid tot de programmaraad voor het Topconsortium Maritiem.

Verder werken we langdurig samen met de volgende universiteiten en instellingen om onze kennisontwikkeling te versterken en om studenten te begeleiden bij hun afstuderen:

- TU Delft

De zeer langdurige samenwerking met de afdeling Marine & Transport Technology binnen de faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek en Technische Materiaalwetenschappen (3mE) van de TU Delft bestaat uit het leveren van een buitengewoon hoogleraar (0.3 fte), het geven van gastcolleges, het begeleiden van studenten in een afstudeer- en promotietraject en het zitting nemen in examen- en promotiecommissies. Hiernaast wordt ook samengewerkt in projecten die door de industrie worden gesponsord en worden PhD trajecten door MARIN ondersteund.

Naast samenwerking met de faculteit 3Me wordt er de afgelopen jaren ook steeds meer samengewerkt met de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica (EWI) op het gebied van numerieke wiskunde.

- Universiteit Twente

Ook hier heeft MARIN een zeer langdurige samenwerking met de faculteiten Construerende Technische Wetenschappen, Technische Natuurwetenschappen en Elektrotechniek, Wiskunde, en Informatica. Deze samenwerking is bekrachtigd met een *Memorandum of Understanding* tussen UT en MARIN. In diverse NWO-projecten wordt samen opgetrokken. Daarnaast begeleidt MARIN regelmatig MSc afstudeerders.

- Rijksuniversiteit Groningen

De afdeling Wiskunde en Informatica heeft een langdurige samenwerking met MARIN op het gebied van de ontwikkeling van een instationaire Euler solver (COMFLOW) voor groenwater problematiek. De ontwikkeling van COMFLOW wordt nu voortgezet in een usergroup.

8.2 Internationalisering

Binnen Europa heeft MARIN het voortouw genomen om de gefragmenteerde maritieme sector bij elkaar te brengen en een gezamenlijke research agenda op te stellen. Op deze manier zorgen we ervoor dat verschillende bedrijven, instituten en universiteiten dezelfde lange-termijn doelen nastreven. We hebben tot 2022 vier jaar lang de voorzitter geleverd van het Waterborne Technology Platform, dat namens de gehele maritieme sector overlegt met de EU over onderzoek en innovatie. Binnen Waterborne is een research agenda opgeleverd voor scheepsbouw en scheepvaart (zeevaart en binnenvaart), voor Blue Growth, en voor havens en logistiek. De initiatieven van Waterborne hebben geleid tot meer aandacht voor maritiem onderzoek en innovatie bij lidstaten en de Europese commissie, en een partnership rondom de vergroening van de scheepvaart, en daarmee tot een stijging van de budgetten voor onderzoek en innovatie voor de hele sector. Sinds 2022 levert MARIN de voorzitter van de interne werkgroep voor het vaststellen van de lange-termijn research agenda op het gebied van schepen en scheepvaart voor het Waterborne TP.

Ook is MARIN actief lid van de European Sustainable Shipping Forum (ESSF). Naast de plenaire vergadering zijn we actief in verschillende werkgroepen, wat geleid heeft tot het opzetten van een speciale website <https://sustainablepower.application.marin.nl/>.

Om de lange-termijn kennisontwikkeling voor de maritieme sector zo sterk mogelijk te maken, werkt MARIN samen met diverse buitenlandse universiteiten en instituten. We selecteren de belangrijkste vakgroepen binnen ons kennisgebied en benaderen deze groepen actief. We proberen een meerjarige samenwerking aan te gaan, door het begeleiden van MSc studenten, PhD studenten en het geven van gast colleges.

We werken binnen onze onderzoeksprogramma's en –thema's concreet samen met de volgende universiteiten:

- Resistance & Propulsion
 - Chalmers University, Goteborg, Zweden. Deze universiteit is internationaal leidend in de kennisontwikkeling over weerstand en voortstuwing van schepen, en vooral bij de toepassing van CFD hiervoor.
 - Instituto Superior Técnico, Lissabon, Portugal. Deze technische universiteit heeft een grote faculteit over lucht- en ruimtevaart. We werken samen met hen aan het verbeteren van simulaties van scheepsschroeven.
- Manoeuvring & Nautical studies
 - University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA. Deze universiteit is internationaal leidend op het gebied van manoeuvreren van schepen, zowel met experimentele technieken als met CFD.
 - Een samenwerking is opgestart met de universiteiten van Gent en Duisburg, en met Flanders Hydrolics, BAW (Bundesanstalt für Wasserbau) en DST (Development Centre for Ship Technology and Transport Systems Duisburg).
- Waves & Motions
 - Ensta-Bretagne (Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées), Frankrijk. Met deze technische universiteit werken we samen aan het modelleren van schepen in golven.
 - Texas A&M University, College Station, Texas, USA. Deze universiteit heeft een vakgroep Offshore, waarmee wij samenwerken voor het modelleren van olie- en gasplatformen in golven.
 - University of Southampton, Verenigd Koninkrijk. Met de maritieme faculteit van deze universiteit werken we samen aan het verkennen van CFD-toepassingen voor schepen in zeegang.
 - Universität Duisburg-Essen, Duitsland. We werken samen met de vakgroep voor maritieme techniek aan de modelleren van fysica binnen grote golven.
 - Leeds University, Verenigd Koninkrijk. Samen met de faculteit Wiskunde werken we aan het snel voorspellen van golven over grote afstanden.

- Blue Growth
 - Universität Duisburg-Essen, Duitsland. We werken samen met de vakgroep voor maritieme techniek aan de modelleren van drijvende windturbines in golven.
- CFD development
 - Instituto Superior Técnico, Lissabon, Portugal. Deze technische universiteit heeft een grote faculteit over lucht- en ruimtevaart. We werken samen met hen aan het verbeteren van CFD-technieken, gebaseerd op de nieuwste inzichten uit de luchtvaart.
 - University of Iowa, Iowa City, Iowa, US. Met deze grote maritieme speler werken we samen aan de ontwikkeling van overlappende roosters.
 - Texas A&M University, College Station, Texas, USA. Met de faculteit voor offshore techniek werken we aan het modelleren van drijvende windturbines.

MARIN hecht grote waarde aan het verspreiden van onze kennis en ervaring wereldwijd. Daarom werken we binnen de International Towing Tank Conference (ITTC) en de International Ship and Offshore Structures Congress (ISSC) aan standaardisatie en kwaliteitsborging voor maritiem onderzoek. In 2023 zijn we aangesloten bij het International Marine Simulator Forum (IMSF).

9 APPENDIX 1: SAMENSTELLING ADVIESRAAD

De onderzoeksplannen van MARIN worden getoetst door een Adviesraad, die opgebouwd is uit vertegenwoordigers van universiteiten, overheid en bedrijfsleven. De Adviesraad staat onder leiding van een onafhankelijke voorzitter.

Naam	Bedrijf / Instelling
Voorzitter	
De heer P.J. Keuning	
Universiteiten	
De heer B.J. Boersma	TU Delft
De heer J.J. Hopman	TU Delft
De heer R. van de Ketterij	Nederlandse Defensie Academie
De heer M. van Koningsveld	TU Delft
De heer G. Waymouth	TU Delft
Onderzoeksinstituten	
De heer B. Oskam <small>Error! Bookmark not defined.</small>	NLR
Bedrijfsleven	
De heer J. van Bekkum	RH Marine Netherlands B.V.
De heer J. Bokhorst	Heerema Marine Contractors Nederland B.V.
De heer J. van den Boomgaard	SBM Offshore
De heer H. van Dorsser	Havenbedrijf Rotterdam
De heer W. Duursema	Wagenborg Shipping B.V.
De heer G.-J. van Goch	Wärtsilä Propulsion Netherlands
De heer P. van der Hoek	Royal IHC / MTI Holland B.V.
De heer P. Huyskens	Damen Shipyard Group
De heer J. van Kessel	Shell Projects & Technology
De heer R. Leeuwenburgh	Bluewater Energy Services B.V.
De heer M. Levadou	De Voogt Naval Architects B.V.
De heer M. Nijland	A.P. Møller-Maersk A/S
De heer P.M. Nordbeck	Havenbedrijf Rotterdam N.V.
De heer M. Sanders	Koninklijke Van Oord N.V.
De heer A.C. Steenbrink	Koninklijke Boskalis Westminster N.V.
De heer M. Stofregen	Huisman Special Lifting Equipment B.V.
Overheid	
De heer J. den Haan	Ministerie van Defensie
De heer O.C. Koedijk	Rijkswaterstaat
De heer R. Sharpe	Ministerie van Economische Zaken
Mevrouw M. Sleurink	Rijksrederij – RWS Zee en Delta
De heer T. de Wit	Ministerie van I&W

10 APPENDIX 2: LIJST VAN AFKORTINGEN

AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
ASWF	Anti-Submarine Warfare Frigate
CFD	Computational Fluid Dynamics
COMMIT	Commando Materieel en IT
CRNavies	Cooperative Research Navies
CRS	Cooperative Research for Ships
CZSK	Commando Zeestrijdkrachten
DIS	Defensie Industrie Strategie
DND	Dutch Naval Design
DS	Data Science
DT	Digital Twinning
EEDI	Energy Efficiency Design Index
EEXI	Energy Efficiency Existing Ship Index
EMTO	Evaluatie en Monitoring van het Toegepast Onderzoek
EU	Europese Unie
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
FES	Fonds Economische Structuurversterking
FRISC	Fast Raiding Interception and Special Forces Craft
IAM	Intelligent Autonomous Manoeuvring
ICT	Informatie en Communicatie Technologie
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
IGO	Informatie Gestuurd Optreden
IMO	International Maritime Organisation
IMSF	International Marine Simulator Forum
ISSC	International Ship and Offshore Structures Congress
ITTC	International Towing Tank Conference
JIP	Joint Industry Project
KIC	Kennis en Innovatie Convenant
KNRM	Koninklijke Nederlandse Reddingsmaatschappij
MCM	Mine Counter Measures
MEPC	Marine Environment Protection Committee
MKB	Midden- en Klein Bedrijf
MKC	Maritiem Kenniscentrum
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NIOZ	Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
NLDA	Nederlandse Defensie Academie
NLR	Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
NML	Nederland Maritiem Land
NMT	Netherlands Maritime Technologie
NWA	Nederlandse Wetenschapsagenda
NWO	Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OB	Offshore Basin
OVV	Onderzoeksraad Voor Veiligheid
PPS	Publiek-Private Samenwerking
RDM	R&D regeling voor de mobiliteitssectoren
RL	Reinforcement Learning
SKIA	Strategische Kennis en Innovatie Agenda
SOSc	Seven Oceans Simulator centre
TKI	Topconsortium voor Kennis en Innovatie
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek

TO2	Toegepast Onderzoek Organisaties
TP	Technology Platform
TRL	Technology Readiness Level
VN	Verenigde Naties
VR	Virtual Reality
VTM	Vessel Traffic Management
WUR	Wageningen University & Research
XMF	Extensible Modelling Framework
ZEL	Zero Emission Laboratory

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl
   