

<b>Indsatsområde (titel):</b>	Maritim grøn omstilling og sikkerhed - virtuelle services	<b>Evt. nr.:</b>	FORCE 03
<b>Indsatsområde kort (resumé)</b>			
<p>Indsatsområdet vil understøtte Regeringens ambitioner for grøn omstilling og i særdeleshed klimapartnerskabet for Det Blå Danmarks høje ambitioner om at reducere udledningen af emissioner. Det Blå Danmarks klimapartnerskab, Danske Rederier og det nye Center for Zero Carbon Shipping har en målsætning om klimaneutralitet i 2050 uden brug af klimakompensation, og desuden skal de første oceangående nul-emissionskibe være i kommerciel drift allerede i 2030<sup>1</sup>. Fremtiden vil derfor kræve helt nye skibsdesigns tilpasset nye energi-, miljø- og klimaoptimerede skrogformer og fremdrivningssystemer (fx baseret på el, multi-fuel engines, vind m.m.).</p> <p>Med afsæt i FORCE Technologys unikke mulighed for at anvende, verificere og kombinere empiriske, fysiske og simulerede data, fuldskala performance data og avancerede beregnings- og simuleringsværktøjer, vil der gennem indsatsområdet blive udviklet en række nye virtuelle services, der understøtter den grønne omstilling i Det Blå Danmark og branchens ønsker om effektive design- og performanceovervågningsprocesser, performance- og operationsoptimering ift. sikkerhed og effektivitet samt træning.</p>			
<b>1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer</b>			
<p>Danmarks ambitiøse 70 %s CO<sub>2</sub>-reduktionsmål for 2030<sup>2</sup> medfører store udfordringer og muligheder for hele Det Blå Danmark, og for havvindmølleindustrien. Danmark er verdens femtestørste søfartsnation og verdensførende indenfor havvind. De danske virksomheders høje ambitioner om at understøtte den grønne omstilling, gennem innovative emissionsreducerende og energieffektiviserende designløsninger og operationsoptimeringer, vil således få en betydelig effekt på det globale klimaaftryk.</p> <p>Med det overordnede formål at understøtte Det Blå Danmarks ambitioner i forhold til grøn omstilling og ønsker om effektive designprocesser, effektive performanceovervågningsprocesser, performance- og operationsoptimering og effektiv træning, samtidigt med at alle sikkerhedsaspekter opfyldes på et rationelt grundlag, vil indsatsområdet omfatte udvikling af en række nye virtuelle services med fokus på effektivitets- og sikkerhedsforbedringer.</p> <p>Fremtidens skibe vil byde på helt nye skibsdesigns tilpasset nye energi-, miljø- og klimaoptimerede fremdrivningssystemer, herunder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Elektrisk fremdrivning</li> <li>· Nye skrogformer</li> <li>· Multi-fuel engines inkl. nye elektro (Power-to-X) fuels</li> <li>· Vindfremdrivning (fra fx vingesejl og rotorsejl)</li> <li>· Nye energy/power management-systemer</li> <li>· Emissionsreduktionssystemer</li> </ul> <p>Indenfor havvind vil vi se en række innovative, faste såvel som flydende, fundamenttyper, som vil kræve udvikling af helt nye udløbs- og installationskoncepter for den maritime sektor. Design og operationer vil med indsatsen i fremtiden blive vurderet og optimeret i forhold til sikkerhed og effektivitet på baggrund af objektive rationelle risikoanalytiske optimerings- og operationskriterier.</p> <p>Med afsæt i FORCE Technologys unikke muligheder for at anvende, verificere og kombinere empiriske, fysiske og simulerede data, fuldskala performance data og avancerede beregnings- og simuleringsværktøjer, vil der gennem indsatsområdet blive udviklet værktøjer, der understøtter den maritime branches ønsker om effektive design- og performanceovervågningsprocesser, performance- og operationsoptimering ift. sikkerhed og effektivitet samt træning. Indsatsområdet understøtter samtidigt virksomhedernes udtalte ønsker om digitaliserede, individualiserede og globalt tilgængelige løsninger, der understøtter den grønne omstilling på en sikker måde<sup>3</sup>.</p>			

<sup>1</sup> "Vejen mod en mere klimavenlig skibsfart", Klimapartnerskabet for Det Blå Danmark, juni 2020

<sup>2</sup> "Kendte veje og nye spor til 70 %s reduktion", Klimarådet, marts 2020, "Aftale om Klimalov af 6. december 2019", Regeringen m.fl., december 2019

<sup>3</sup> Se fx "[Robotten/teknologien som kollega](#)" fra Aarhus Universitet, maj 2020, som bl.a. diskuterer de sikkerhedsmæssige aspekter af stadigt stigende grader af autonom teknologi ombord

## **Indsatsområdet er delt op i tre primære strategiske udviklingsområder:**

**1) Udvikling af nye services og moduler under det virtuelle hydro- og aerodynamiske laboratorium;** et koncept, der er igangsat under Resultatkontraktperiode 2019-2020 (jf. de tre lyse, lodretstående ellipser i nedenstående figur). Der fokuseres på at udvikle kompetencer og nye services til energieffektivisering, uden at gå på kompromis med sikkerheden, ved anvendelse af både databaser og AI-teknikker.

### *1.1. Skibsdesign i forskellige designfaser/AI*

I denne aktivitet udvikles nye produktionsmoduler til den opbyggede TestLab-plattform, som muliggør udførelse af virtuelle tests af designs i de forskellige designfaser. Der vil blive fokuseret på særligt to områder, hvor virtuelle tests vil give nye og unikke muligheder for designere, skibskonstruktører og maritime komponentproducenter:

- *Evaluering af tidlige skibsdesigns baseret på databaseudtræk og AI*  
I denne designfase er der et stærkt behov for hurtigt, billigt og nemt at kunne teste forskellige skitseforslag, så man iterativt kan spore sig ind på et koncept, som opfylder designkriterierne uden at gå på kompromis med økonomi, bæredygtighed og sikkerhed.
- *Evaluering af performance data for skibe i operation baseret på loggede operationsdata og AI*  
For skibe i operation er der behov for at kunne evaluere skibsdesignets performance og kunne konsekvensvurdere idéer til ændrede operationsprofiler og/eller til ændringer af designet eller retrofit af energibesparende aggregater osv. I denne designfase vil TestLab benytte AI og omfattende data fra skibets operation til at danne en præcis modelbeskrivelse af designets faktiske performance, og dermed vil det blive muligt at udføre pålidelige virtuelle tests af de påtænkte ændringer.

For begge områder vil der blive udviklet nye moduler til evaluering af teknologier til grøn omstilling i takt med at de nye teknologier bliver udviklede.

### *1.2. CFD manøvre- og energieffektivisering*

Målet med denne aktivitet er at opbygge nye avancerede CFD-modeller, som udover skibets undervandsdel omfatter overbygning med evt. cargo samt ror og propeller plus autopilot. Med en sådan model vil det komplette skib kunne evalueres ift. energieffektivitet under fremdrivning og manøvrering i både stille vand og bølger samt under vindpåvirkning. Dette er vigtigt, når der fx skal vælges mellem forskellige fremdrivningssystemer eller ved retrofit af nyt energieffektivt ror, nye propeller eller fuel saving devices. Hvad er besparelsen i power og dermed fuel? Kan skibet manøvrere sikkert? Kan det klare hårdt vejr?

### *1.3. Vindkomfort samt vindlaster på skibe, bygninger og konstruktioner*

Vindkomfort og vindlaster er af afgørende betydning for design af skibe, offshore konstruktioner og bygninger. I denne indsats fokuseres på digitalisering/automatisering af vindmiljø-vurderingerne, herunder inddragelse af AI til tidlig designvurdering. Der vil blive genereret data ud fra modellforsøg med generiske komponenter og der bestemmes vindlaster på simple bygninger og/eller konstruktioner samt simple skibsoverbygninger ved hjælp af vindtunnelforsøg. Resultaterne fra disse forsøg skal bruges til udvikle, justere og validere de numeriske modeller. Dette arbejde gennemføres med anvendelse af værktøjerne udviklet i CFD-indsatsen beskrevet ovenfor.

**2) Udvikling af fremtidens simuleringsværktøjer** (mørkeblå ellipse i nedenstående figur). Den grønne omstillings krav til reducerede emissioner fra skibsfarten presser branchen yderligere til innovative løsninger i.f.t. nye skibsdesigns, fremdrivningssystemer, motorer, vindfremdrivning, generatorer og power management systemer. I den kommende RK-periode vil der ske en væsentligt øget aktivitet her, og grænserne for skibsdesign vil blive skubbet betragteligt.

Blandt andet vil der være behov for at vurdere sikkerheden for skibe med lavere installeret motoreffekt. Simulering med fremtidens designs forudsætter nye grader af realisme inden for simulering – hvilket vil blive muliggjort af de kommende års udvikling indenfor CFD, GPU'er m.m.

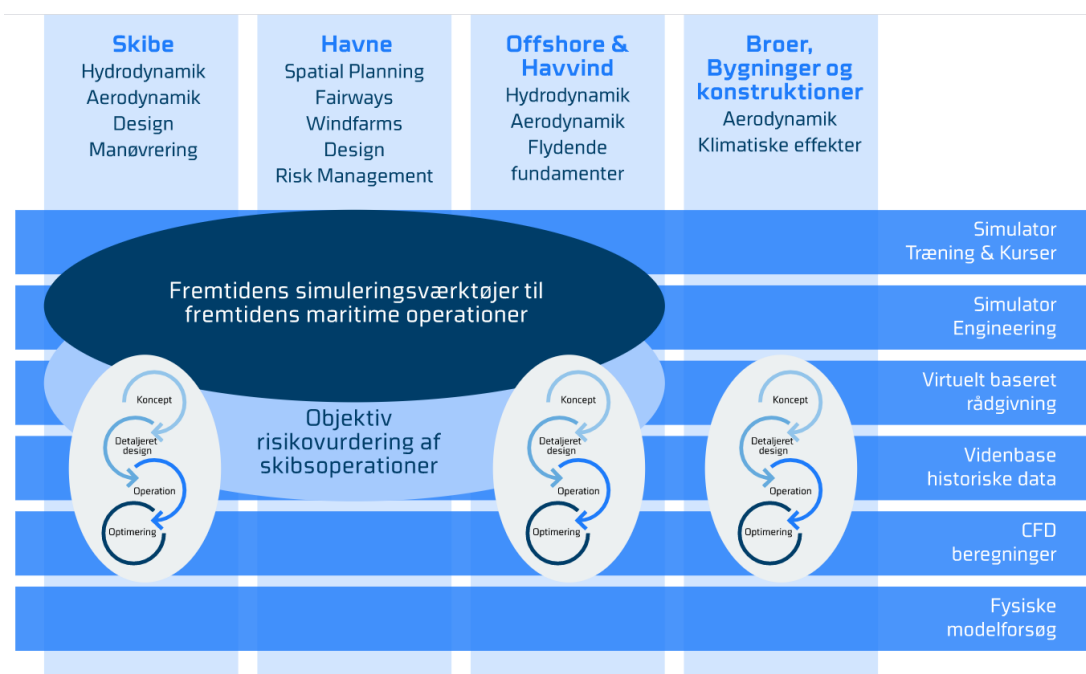
Til dette formål vil FORCE Technology udvikle simuleringsværktøjer, der vil indeholde en række nye effekter og funktionaliteter som fx variabel lastekondition, hogging/sagging, parametrisk rulning, broaching, lægtvands- og bankeffekter, strømningssimulering og nyt visuelt system, der understøtter Virtual Reality og Mixed Reality, og som vil øge realismen og simuleringsnøjagtigheden for specielt vand-under-kølen (UKC)-analyser, usikkerhedsanalyser og skib-til-skib operationer (STS). Den nye, visuelle platform vil understøtte udbredelsen af fremtidens distribuerede, XR-baserede simulationsplatforme til træning og

havnestudier til en bredere kreds. Ved hjælp af det digitale tvillingekoncept (inkl. AI og machine learning) vil værktøjerne også understøtte performance-monitorering og -optimering.

**3) Udvikling af helt nye digitaliserede, halvautomatiske og simulatorbaserede analyse- og rådgivningsværktøjer til objektiv risikovurdering af skibsoperationer** (lyseblå ellipse i nedenstående figur). Værktøjerne kræver udvikling af en række avancerede simulatorkomponenter som fx skibe, der styres af virtuelle navigatører og træningskoncepter (machine learning) for virtuelle navigatører, hvor navigatørmodellen kan 'trænes' og valideres fx i forhold til loggede AIS<sup>4</sup> data eller empiriske data fra FORCE Technology's omfattende og enestående samling af simulatorstudier.

De nye værktøjer vil understøtte objektiv vurdering af sikkerheden for fremtidens bæredygtige skibe og indflydelsen fra øgede grader af autonomi og digitalisering, og dermed danne grundlag for præcis og effektiv rådgivning i forhold til risikobaseret vurdering af designs og bestemmelse af operationsgrænser.

Udviklingen af de simulatorbaserede værktøjer til objektiv risikovurdering af skibsoperationer vil ske i et faseopdelt forløb fordelt over hele den fireårige periode, startende med et fokus på udvikling af den AI-baserede virtuelle navigatørmodel, efterfulgt af et machine learning-forløb, hvor de virtuelle navigatørmodeller trænes ud fra tidligere loggede simulatorstudier. Med de udviklede koncepter og metoder for objektiv risikovurdering, vil vi i slutningen af perioden stå med en effektiv værktøjssamling til objektiv risikovurdering af komplekse operationsscenarier, som i høj grad vil muliggøre og effektivisere risikovurderinger for målgruppen på et højt teknisk niveau.



*Illustration placerer de tre primære aktiviteter i det strategiske indsatsområde. Illustrationen indikerer desuden den strategiske rejse (opad) fra tidligere primært fokus på fysiske tests mod stadig mere avancerede højt digitaliserede virtuelle ydelser (der trækker på input fra de underliggende niveauer).*

FORCE Technology er en kendt og respekteret videninstitution både i Det Blå Danmark og i internationale maritime fora. Med indsatsen vil FORCE Technology aktivt deltage i en række arbejdsgrupper med hovedfokus på international standardisering med relevans for de nye metoder og værktøjer fx IALA, ITTC, MARSIM, ECMAR m.fl. Dertil vil indsatsen indbefatte tæt samarbejde med den kommende klynge for energi og den maritime klynge, hvor FORCE Technology er partner, samt flere af de danske erhvervshuse, særligt i forhold til videnformidling. FORCE Technology er endvidere meget aktiv i Søfartsteknisk Forening, Skibsteknisk Selskab og IDA Maritim med deltagelse i program- og planlægningskomiteer m.m. Endvidere deltager FORCE Technology i de nationale initiativer Green Ship of the Future, ShippingLab samt i Danske Maritimes Tekniske komité. Indsatsområdet vil fastholde og udvikle FORCE Technology's centrale position i økosystemet i og omkring Det Blå Danmark samt udvide dette med samarbejde med bl.a. det nye Maersk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

<sup>4</sup> AIS: Automatic Identification System (transponder-udsendte skibsdata som fx position, hastighed, kurs, skibs-ID og meget mere)

Inden for alle delområderne vil indsatserne blive forsøgt styrket med midler fra andre FoU-kilder: EU Horizon Europe, (inkl. EU Green Deal og EU's Innovationsfond), Danmarks Innovationsfond og EUDP m.fl. Allerede forud for starten på RK-perioden er der opnået gearing af indsatsområdet gennem et bevilliget innovationsfundsprojekt (ShippingLab) samt forventet (ansøgningerne er indsendt) gearing gennem deltagelse i en EU-ansøgning angående sejl fremdrevne skibe og en ansøgning om et EUDP-projekt sammen med havvindmølleindustrien - alt sammen til gennemførelse i perioden 2021 til 2024.

Indenfor indsatsområdet er der allerede etableret tætte relationer til mere end 200 danske virksomheder, som typisk involveres og engageres gennem følgegrupper, demonstrationsprojekter, netværksmøder og konferencer og kommercielle udviklingsprojekter. Derudover spredes viden gennem nyhedsbreve, SoMe-aktiviteter, hjemmeside, artikler i tidsskrifter.

#### **Samlet for perioden vil indsatsområdet have følgende indikatorer for værdi og succes:**

- 40 samarbejdspartnere. Indsatsområdet vil etablere og løbende udvide økosystemet med samarbejdsrelationer til danske og internationale videncenter og organisationer.
- 20 mio. kr. FoU-omsætning ansøgt. Indsatsområdet vil, for at styrke økosystemet og samarbejdsrelationerne, sikre en øget FoU-indsats igennem ansøgning af min. otte FoU-projekter i partnerskaber omkring indsatsområdet. Budgettet angiver FORCE Technologys andel heraf.
- 600 aktive virksomhedsrelationer. Indsatsen vil, baseret på en samlet vidensspredningsplatform, have et højt ambitionsniveau for aktiv deltagelse fra erhvervslivet (fx følgegrupper, demonstrationsprojekter, deltagelse i arrangementer, webinarer m.m.). Dertil kommer en omfattende øvrig vidensspredning (artikler, webtrafik, SoMe m.m.)

## **2) Indsatsens relevans og potentiale**

De maritime erhverv og logistik er udpeget som en særlig dansk styrkeposition<sup>5</sup>. Danmark er blandt verdens førende maritime nationer, og det maritime erhverv er Danmarks største eksporterhverv<sup>6</sup>. Samlet set står danske maritime virksomheder for ca. en fjerdedel af Danmarks eksport, og en stor del af beskæftigelsen<sup>7</sup> i Danmark er direkte eller indirekte afledt af Det Blå Danmark med stor regional forankring.

Klimapartnerskabet for Det Blå Danmark er kommet med en række anbefalinger, herunder om deling af Big Data, udviklings- og demonstrationsprogrammer, partnerskab om testskibe og mål om det første oceangående nul-emissionsskib i kommerciel drift i 2030, hvilket nærværende indsatsområde direkte understøtter. Det Blå Danmark er afhængig af en tværgående indsats, da industrien ikke kan elektrificeres, som meget anden transport kan<sup>8</sup>.

Udover understøttelse af nul-emissionsskibe, vil en stor del af væksten i Det Blå Danmark ske indenfor assistance til udbygningen af offshore vind, som er af afgørende betydning for den grønne omstilling<sup>9</sup> i Europa. Danske Rederier udtaler<sup>10</sup>: ”Havvind er blevet en stor forretning for rederierne, og tæt på 200 danske fartøjer beskæftiger sig med havvind” og ”at havvind for alvor skal være Danmarks styrkeposition nummer 1”. Det danske strategiske partnerskab for vindenergi: ’Megavind’ anbefaler en samlet dansk indsats med henblik på at accelerere og koordinere aktiviteter og udbygge de danske kompetencer indenfor flydende havvind<sup>11</sup>. Indsatsen her vil understøtte det Blå Danmark i forhold til udsleb og installation af store havvindstrukturer.

Det er erkendt i branchen, at der er et stort behov og et uforløst udviklingspotentiale særligt i forhold til grønne løsninger og digitalisering. Målgruppen herfor er bred og består af:

- Rederier, havne, skibsdesignere, konsulenter, rådgivende ingeniører, værfter/producenter af fremdrivningssystemer/udstyrsleverandører, lodserier, myndigheder, søfartsskoler/simulatorcentre, arkitekthuse /rådgivere og byplanlæggere/kommuner

<sup>5</sup> Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse, marts 2020: ”[Erhvervsfremme i Danmark 2020-2023](#)”

<sup>6</sup> IRIS Group for Erhvervsstyrelsen, juni 2019, ”Erhvervsmæssige styrkeområder – Kortlægning af erhvervsstyrker i dansk erhvervsliv”

<sup>7</sup> Søfartsstyrelsen, januar 2020: ”[Beskæftigelse og Produktion i Det Blå Danmark](#)”

<sup>8</sup> ”Vejen mod en mere klimavenlig skibsfart”, juni 2020, Klimapartnerskabet for det Blå Danmark

<sup>9</sup> WindEurope, juni 2020: ”[The EU Offshore Renewable Energy Strategy](#)”

<sup>10</sup> Danske Rederier, juni 2020: ”[Havvind sikrer tusindvis af arbejdspladser](#)”

<sup>11</sup> Megavind, november 2019: ”[Annual Research and Innovation Agenda](#)”

- Offshore vind: konceptudviklere, designere, udsælvs-, installations- og servicerederier, løftegrejsdesignere og havmølleejere

Det Blå Danmark omfatter mere end 1.000 virksomheder og en betydelig følgeindustri, der især er kendetegnet ved at være en af de mest regionalt forankrede og geografisk spredte industrier i Danmark.

Repræsentanter for målgruppen (suppleret af Danske Maritime, Danske Rederier, MARLOG, ShippingLab, Center for Zero Carbon Shipping m.fl.) har været direkte involveret i formuleringen af det strategiske indsatsområde gennem omfattende dialoger og flere følgegruppemøder.

Målgruppen efterlyser en række virtuelle værktøjer til energieffektivisering og sikkerhedsoptimering af skibs- og havnedesigns samt til optimering af skibenes operationer og drift. **Mere specifikt har den danske maritime industri udtrykt behov for, og ser den primære værdiskabelse i form af:**

- Præcise vurderinger og beregninger af energieffektivitet, manøvreegenskaber, sødygtighed, vindlaster, etc. i hele designprocessen fra initielt til endeligt design. Specielt er det vigtigt med mere præcise vurderinger allerede i den initiale designfase, hvilket i nogle tilfælde kan være en vigtig og afgørende konkurrenceparameter.
- Simuleringsværktøjer, som baseret på åbne interfacestandarder for digitale tvillinger, muliggør integration af simulatormodeller af de forskellige delkomponenter fra potentielt forskellige leverandører (manøvremodel, fremdrivningsmodel, energy management-model og emissionsmodel m.fl.) i ét simuleringsscenario med deraf øget energieffektivitet, sikkerhed, effektivitet, realisme og træningseffekt.
- Modulære simuleringsværktøjer til brug for havvindmølleindustrien med fokus på designoptimering, feasibility studier, risikominimering og optimering af udsælvs- og installationsprocesser ift. omkostningseffektivitet og sikkerhed.
- Værktøjer til objektiv risikovurdering af sejladsikkerhed i og omkring havvindmølleparker, offshore anlægsarbejder, broer, sejlrønder, snævre farvande og havne, som kan forudsige ændring i risici for kollision og grundstødning ved fx ændrede trafikruter i forskellige trafik- og vejrscenarier.
- Risikobaseret beslutningsstøtte for fx anløvs- og manøvrestrategier - også for autonome skibe - bestemmelse af antal slæbebåde og brug af disse (energieffektivt og sikkert) ved operation i havne.
- Præcise forudsigelser af vindmiljø og vindlaster på og omkring konstruktioner med henblik på at kunne dimensionere konstruktioner, sikre komfort og potentielt forebygge ulykker for mennesker og konstruktioner.

**De primære, objektive indikatorer for indsatsens værdiskabelse vil være:**

- Lavere brændstofforbrug (færre emissioner, mindre CO<sub>2</sub>-udslip)
- Bedre udnyttelse af infrastrukturer (inkl. havne)
- Større sikkerhed (færre skader pga. færre kollisioner og færre grundstødninger)
- Bedre udnyttelse af vejrinduer (baseret på mere præcise responsbaserede operationskriterier) og kvantitativ bestemmelse af værdiskabelsen for målgruppen vil typisk indgå i optimeringskriterierne for designudvikling og operationsoptimering.

Der har været fuld opbakning til indsatsområdet på [www.Bedreinnovation.dk](http://www.Bedreinnovation.dk), og der er givet mange konstruktive kommentarer, som fremhæver værdiskabelsen fra det strategiske indsatsområde og detaljerer virksomhedernes præcise behov ift. indsatsområdet. Vi har modtaget kommentarer fra samtlige de vigtigste spillere i målgruppen og der blev modtaget i alt 105 kommentarer (inkl. besvarelser) på [www.Bedreinnovation.dk](http://www.Bedreinnovation.dk). Kommentarerne har været med til at skærpe fokus for indsatsområdet.

#### **Virtuelle hydro- og aerodynamiske designværktøjer**

*”De foreslåede aktiviteter er yderst relevante for OMT i forhold til udvikling og design af fremtidens skibe. Det virtuelle hydro- og aerodynamiske laboratorium er vigtigt i forhold til præcise vurderinger og beregninger af energieffektivitet, manøvreegenskaber, sødygtighed, vindlaster, etc. i hele designprocessen fra initielt til endeligt design. Specielt er det vigtigt med mere præcise vurderinger allerede i den initiale designfase, hvilket i nogle tilfælde kan være en vigtig og afgørende konkurrenceparameter i en salgsproces.”*, **Thomas Eefsen, Chief Commercial Officer, Odense Maritime Technology A/S**

”Den grønne omstilling og de ambitiøse klimamål, kræver i den grad at vi i Det Blå DK udvikler og uddanner førende kompetencer, og sikre at det akademiske grundlag opretholdes og konstant videreudvikles. Her vil teknologiudvikling baseret på digitalisering, VR og AI blive vigtige værktøjer og menneskelige kompetencer, som hele Det Blå Danmark vil have gavn af og brug for. Således vil de beskrevne udviklede digitalt baserede processer og værktøjer have stor relevans for fremtidsudviklingen af skibs design, operation, sikkerhed, og emissions reduktioner.”, **Claus Winter Graugaard, SVP, Head of fleet management, J. Lauritzen**

#### **Simuleringsværktøjer til designsimulering og træning og objektiv risikovurdering af sejladsikkerhed**

”Som lodseri er det meget vigtigt at vores lodser er på forkant med betydningen af nye skrogformer, fremdrivningssystemer, slæbebådstyper og lignende.” og ”Brugen af historiske test og simuleringsdata som baseline i forbindelse med accident investigation eller i forbindelse med en vurdering af den faglige kompetence hos en personalegruppe kan kun fremme den faglige udvikling hos de forskellige faggrupper i det Maritime Danmark.”, **Brian Schmidt Nielsen, Chief Pilot, DanPilot**

”Derfor er det vigtigt for os, at FORCE Technology hele tiden udvikler simuleringsfaciliteterne og mulighederne for effektivt at anvende de erfaringer, som tidligere simuleringer har genereret. Det er helt nødvendigt både for at gøre simuleringerne så virkelighedstro som muligt...”, **Finn Mølsted Rasmussen, Projektchef, Rambøll**

”Optimering af havneanlæg og sejlads er væsentlig del af den maritime grønne omstilling. Der er meget at hente i optimeringen af sejladsen hvor fremtidens skibe, men helt sikkert også havne skal/kan spille en vigtig rolle. Fremtidens autonome skibe kan stille nye krav til fremtidens havnedesign af såvel havneanlæg, sejlrender og ventepladser. Samt kan autonom håndtering af fragtskibe have en anden interaktion på andre aktiviteter på, i og ved havnen. I den sammenhæng vil der også være behov for simuleringsstudier for sejlads med autonome slæbebåde kombineret med fx autonome fragtskibe og pilotage on distance. Den grønne omstilling er ikke længere "nice to have" men en "licence to operate" om nogle få år. Det kan ikke gå stærkt nok med udvikling af nye fysiske og virtuelle tests og nye studier så Danmark med FORCE Technology kan beholde førertrøjen på dette område.”, **Jan-Jaap Cramer, Havnedirektør, Vordingborg Havn**

”Den grønne omstilling og de ambitiøse klimamål, kræver i den grad at vi i det blå DK udvikler og uddanner førende kompetencer, og sikre at det akademiske grundlag opretholdes og konstant videreudvikles. Her vil teknologiudvikling baseret på digitalisering, VR og AI blive vigtige værktøjer og menneskelige kompetencer, som hele det blå Danmark vil have gavn af og brug for.

Således vil de beskrevne udviklede digitalt baserede processer og værktøjer have stor relevans for fremtidsudviklingen af skibs design, operation, sikkerhed, og emissions reduktioner.

Yderligere vil de virtuelle teknologier også kunne gavne og styrke kvaliteten og effektiviteten på træning af menneskelige kompetencer, og omstillingen til en mere autonom skibsfart på længere sigt.”, **Claus Winter Graugaard, SVP, Head of fleet management, J. Lauritzen**

#### **Simuleringsværktøjer til brug for havvindmølleindustrien**

”Simulator modellering af Offshore Vindmøller er Maersk Supply Service A/S - Teknisk Organisation (MSS) meget interesseret i at følge. Dette set fra et Marine Operations synspunkt. Værdien det kan tilføre MSS, ved at få detaljeret indsigt i udslæb af nye geometrier - i form af flydende havvindmøller eller dele af sådanne - vil kunne assistere MSS ikke bare med at kunne optimere vores produkt til vores kunder med langt mere præcise kommercielle beregninger, men ligeledes vigtigt, at dette også kan give MSS ny viden til vores risiko vurderinger samt energiforbrug, og dermed gøre os i stand til at optimere et udslæb og udlæg af et ankersystem for sådanne flydende installationer. Vi diskuterer gerne hvordan MSS rent praktisk kan bistå denne udviklingsaktivitet”, **Peter Kragh Jacobsen, Chief Technical Officer, Maersk Supply Service A/S**

”Det vil være af meget stor værdi for vores virksomhed, hvis der kunne blive etableret en simuleringsmodel for de maritime operationer (søsætning, udslæb, installation og service). Det er i øjeblikket meget vanskeligt at modellere disse dele af den samlede kæde fra design til drift, eftersom konventionelle modeller (både Morrison og de mere avancerede som Orcaflex m.v.) typisk har svært ved at beskrive delvist neddykkede strukturer korrekt.”, **Henrik Stiesdal, Adm. Direktør, Stiesdal A/S**

”Som leverandør af transport og installationsudstyr til branchen, ser jeg stor værdi i udvikling af simuleringsværktøjer som kan simulere laster i forskellige scenarier.”

De nyeste installationsskibe er flydende fartøjer og ikke Jack-up, se f.eks. DEME's nye skib Orion.

Det giver udfordringer med verificering af faktiske laster i kran og løfteudstyr, hvorfor der her vil være et behov for test og simulering under forskellige forhold.”, **Thomas Hedegaard, CEO, Electronic Wind Solutions**

### **Bestemmelse af vindmiljø og vindlaster**

”Nøjagtige og virkelighedstro vindstudier og simuleringer vil derfor i højere grad blive væsentlige værktøjer i planlægning og gennemførelse af byggeri - højhusbyggeri såvel som tæt lav.”, **Niels Jakubiak Andersen, næstformand dansk arkitektforening, Ekstern Lektor, DTU**

”For et arkitektfirma som BIG er der stort fokus på vindmiljø omkring bygninger. Derfor er udviklingen af virtuelle aerodynamiske services specielt interessant for os da denne aktivitet inkluderer forudsigelser af vindmiljø og vindlaster på og omkring konstruktioner samt etablering af virtuelle CFD-baserede ”vindtunneller” til dette.”, **Tore Banke (Head of Computational Design, BIG - Bjarke Ingels Group)**

Indsatsområdet understøtter direkte ambitionerne beskrevet i Danmarks Erhvervsfremmebestyrelses strategi for styrkepositionen for de Maritime Erhverv og Logistik, hvor særligt fokus på grøn omstilling, digitalisering og autonomi fremhæves. Indsatsområdet understøtter dertil anbefalingerne fra Regeringens Klimapartnerskab for Det Blå Danmark, hvor en række anbefalinger direkte peger på energieffektiviseringer, alternative brændstoffer og hybride drivlinjer. Endvidere vil indsatsområdet understøtte ambitionerne for det kommende maritime Centre of Excellence: Maersk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping, og indsatsområdet vil udgøre en central medspiller i forhold til dette center. I forhold til regeringens initiativ vedr. udbygning af havvindmølleparker og etablering af energiøer, vil indsatsområdet understøtte centrale udfordringer som spatial planning, sejladsikkerhedsvurderinger og optimering af installations- og serviceoperationer fra den maritime side.

### **3) Markedssvigt og konkurrencesituation**

Realiseringen af det første oceangående nul-emissionsskib i kommerciel drift i 2030 opfattes af hele industrien som en vanskelig ambition med tanke på, at hverken teknologier eller brændsler er modne endnu. Derfor er der ikke et etableret marked. Det kræver en omfattende omlægning af sektoren, som kun få er i stand til at medvirke til på den teknologiske side.

Udviklingen af de nye virtuelle beregnings- og simuleringsværktøjer repræsenterer et så højt ambitionsniveau, er så facilitets-, data- og kompetencekrævende samt investeringstung, at den ikke kan bæres af en eller flere af interessenterne i målgruppen (hvoraf størsteparten er SMV'er). Det er således ikke muligt at gennemføre udviklingsindsatsen på normale markedsvilkår.

Selvom industrien er bevidst om potentialerne i de virtuelt baserede ydelser og i øvrigt investerer i en række andre forhold af betydning for den grønne omstilling, så er de her beskrevne ydelser ikke noget, andre parter har forudsætninger for at udvikle. Derimod ligger ydelserne i helt naturlig forlængelse af FORCE Technologys evne og forpligtelse til at omsætte ny viden til teknologisk service: FORCE Technologys position i Det Blå Danmark, viden på områderne, unikke base af historiske data og mulighed for at generere nye data til brug for AI, giver forventning om, at FORCE Technology løfter forpligtelsen med at udvikle de virtuelle test- og simuleringsservicefaciliteter uvildigt på vegne af hele sektoren til gavn for især små og mellemstore virksomheder i Danmark.

FORCE Technology har igennem mange år været førende inden for aero- og hydrodynamisk evaluering, test og simulering takket være vores faciliteter i form af forsøgstank, vindtunneler, CFD-beregningsfaciliteter og simulatorer. Den konstante udvikling af disse kompetencer vil fortsat løfte standarden for de ydelser, som markedet efterspørger indenfor design, operationsoptimering og træning. Med visionen om de nye virtuelle ydelser, træder FORCE Technology op på næste trin i værdikæden med digitaliserede ydelser, der skræddersyes individuelt til virksomheder, der i krat af den grønne omstilling får nye behov. FORCE Technology besidder de nødvendige kompetencer og faciliteter for at påbegynde udviklingen og vil være selvstændig leverandør af de påtænkte ydelser, men vil gennem indsatsen udbygge det allerede velfungerende samarbejde, der er opbygget med specielt DHI og DTU indenfor det maritime område.

Der ses dermed ingen reel risiko for konkurrenceforvridning, og med etableringen af de fire følgegrupper (beskrevet i det følgende afsnit), der har deltagelse af repræsentanter for samtlige aktører indenfor indsatsområdet, vil der ske en tæt overvågning af markedssituationen, hvorved risikoen for konkurrencemæssigt overlap i forhold til andre aktører vil blive yderligere minimeret. Indsatsen med



udviklingen af de nye virtuelle ydelser løfter os markant i værdikæden og dermed til højere videnniveauer, og distancerer os dermed yderligere fra potentielle konkurrencekonflikter.

#### 4) Vidensspredning og inddragelse i indsatsområdet

Der er etableret i alt fire følgegrupper, som repræsenterer den meget brede målgruppe. Følgende virksomheder og personer har ytret ønske og givet tilsagn om at deltage i de fire tematiske følgegrupper:

Skibsdesign og skibs-CFD		Simuleringsværktøjer og risikoanalyse	
MAN Energy Solutions	Jens Ring Nielsen	Aalborg Havn	Jesper Raakjær
Maersk Line	Kim Henriksen	NORDEN	Peter Sinding
NORDEN	Peter Sinding	Rambøll	Finn Mølsted Rasmussen
J Lauritzen	Claus Winter Graugaard	DanPilot	Brian Schmidt Nielsen
Knud E. Hansen	Brian Bender Madsen	Søfartsstyrelsen	Jakob Bang
Odense Maritime Technology (OMT)	Thomas Eefsen		
UltraShip	Carsten Manniche		

Vindmiljø og -laster		Offshore vind	
BIG-Bjarke Ingels Group	Tore Banke	Maersk Supply Service	Peter Kragh Jacobsen
SLA A/S (Landskabsarkitekter)	Louise Holst	Stiesdal A/S	Henrik Stiesdal
Henning Larsens Tegnestue	Jakob Strømmand- Andersen	Electronic Wind Solutions	Thomas Hedegaard
COBE Arkitekter	Dan Stubbergaard	Ørsted	Lucas Marion
Gottlieb Paludan	Kenneth Bengtsson Hansen	Head Energy Denmark A/S	Anders Frederiksen

Følgegrupperne, som bredt repræsenterer målgrupperne, vil sikre, at målgruppernes ønsker og forventninger høres. Planer, og senere resultater, for indsatsområdets aktiviteter vil blive præsenteret og diskuteret i følgegrupperne mindst en gang årligt gennem hele Resultatkontraktperioden.

Indsatsområdet vil arbejde tæt sammen med de to kommende klyngeorganisationer 'Energy Cluster Denmark' og 'Maritime & Logistics Innovation Denmark' primært ift. vidensspredning til målgrupperne og netværkssamarbejde. FORCE Technology har plads i bestyrelserne for begge klynger og sidder i centrale tematiske styregrupper og er tovholder for flere netværksgrupper i klyngerne. Samarbejdet med de kommende klynger kan ses som naturlige videreførelser af de nuværende samarbejder med innovationsnetværkene 'Energy Innovation Cluster' og 'Transportens Innovationsnetværk', hvor FORCE Technology har fagansvar for de maritime aktiviteter.

#### 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Ønsket om klimaneutrale skibe repræsenterer et ekstremt højt ambitionsniveau - langt over hvad enkeltspillere i industrien kan præstere. Ambitionen kan kun opfyldes, hvis der samarbejdes på tværs af hele værdikæden. Igennem indsatsområdet, vil FORCE Technology bidrage med helt nye beregnings- og simulatorbaserede værktøjer, der kan opfylde industriens krav og forventninger ift. effektive design- og træningsværktøjer, der kan understøtte designprocesserne i de tidlige faser af designforløbet, hvor datagrundlaget ofte er spinkelt, over simulatorbaseret design og operationsoptimering til komplekse objektive risikovurderinger. Designudfordringerne løses i dag delvist gennem modelforsøgsbaserede feasibility studier, mens træningsudfordringerne primært forsøges løst gennem ombordbaseret (forsigtig og tidskrævende) erfaringsopbygning og sidemandsoplæring (uden garanti for at opleve kritiske situationer).

Alle de foreslåede nyudviklinger vil hver for sig løfte state-of-the-art, også på internationalt plan, og vil anvende de nyeste metoder og værktøjer indenfor CFD, simuleringsteknologi, grafiksystemer (inkl. VR/MR), AI, machine learning og digitale tvillingekoncepter.

Indenfor alle områderne vil FORCE Technology bevæge sig på forkanten af de nyeste internationale teknologiske landvindinger – hvor videnhjemtagningen i høj grad er understøttet af de meget omfattende nationale og internationale samarbejder (nævnt i afsnit 6). Det høje ambitionsniveau vil også indebære de største (teknologiske) risici i udviklingen af indsatsområdet. For at mindske denne type af risici, har FORCE Technology i en årrække benyttet iterative scrum-baserede udviklingsprocesser, hvor der hele tiden arbejdes



med kørende systemer, som i (relativt) små steps udvides med mere og mere funktionalitet. Dette giver erfaringsmæssigt stor sikkerhed for at nå de ønskede resultater, samtidigt med at ny funktionalitet kan stilles til rådighed for brugerne/kunderne i takt med at funktionaliteterne færdigudvikles. Dette medfører, at vi allerede efter første år vil have tidlige prototyper af de endelige virtuelle ydelser (omend med begrænset funktionalitet), som i samspil med brugerne kan bruges til at definere og designe den videre udvikling af de nye services. Denne metodik medfører samtidigt maksimal agilitet ift. at efterkomme eventuelle nye ønsker og forventninger fra målgruppen, der måtte opstå i løbet af den fireårige Resultatkontraktperiode.

## **6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet**

Indsatsområdet bestyrker og udbygger FORCE Technologys position centralt i økosystemet for det Blå Danmark. FORCE Technology har allerede et tæt samarbejde med DTU og DHI indenfor det maritime område. Disse samarbejder vil blive yderligere intensiveret gennem det aktuelle indsatsområde og bredt ud til at omfatte flere af de grønne omstillingsudfordringer, som nævnt ovenfor. Der vil blive arbejdet sammen DTU Mek (omkring hydrodynamik og bølgemodellering), DTU Wind (omkring avancerede vindturbulensmodeller i simulatorerne), DTU Byg (ifm. vindmiljø omkring konstruktioner) og DTU Elektro (ifm. digitale tvillinger for manøvreegenskaber). Samarbejdet med DTU sker typisk gennem forskningsprojekter, eksamens- og Ph.d-projektsamarbejder. Indsatsområdet vil samarbejde med DHI og deres indsatsområde 'Hav, Vand og Klimamål 2030'. DHI forsyner denne indsats med bølge- og strømdata, mens denne indsats leverer skibsbevægelses- og manøvredata til DHIs indsats. Derudover udbygges samarbejdet med University of Iowa, som er verdensførende indenfor maritim CFD med fokus på videnhjemtagning og kompetenceopbygning.

Dertil deltager FORCE Technology aktivt i IALAs arbejdsgruppe for 'Risk Management' og i ITTC's arbejdsgrupper indenfor fremdrivning og manøvrering. Disse samarbejder vil også fremover være med til at sikre indsigt i de nyeste videnskabelige landvindinger indenfor indsatsområdet.

Den aktuelle deltagelse i ShippingLab.dk (som fortsætter ind i 2022) understøtter det strategiske indsatsområde. I ShippingLab arbejder FORCE Technology sammen med en lang række danske partnere, og FORCE Technology har primært ansvar for udvikling af et digitalt tvillingekoncept for manøvreegenskaber for skibe. I ShippingLab arbejdes der også tæt sammen SIMAC og ifm. den netop bevilgede 100 mio. kr. udvidelse af SIMAC, er FORCE Technology i spil som potentiel leverandør af de nye simulatorfaciliteter til SIMAC.

Som nævnt i afsnit 5 ovenfor, gennemføres vidensprednings- og netværksarrangementer særligt i samarbejde med de to nye klyngeorganisationer: 'Energy Cluster Denmark' og 'Maritime & Logistics Innovation Denmark', ligesom den nye samarbejdsaftale mellem erhvervshusene, Danmarks Innovationsfond og GTS-institutterne vil styrke den regionale videnspredning fra indsatsområdet. Dertil vil der blive etableret nye samarbejder, fx med Center for Zero Carbon Shipping, MARLOG-klyngen, Bolverk Games og Rainmaking.

## **7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer**

Indsatsområdet understøtter ambitionen for GTS-systemet og strategien for FORCE Technology om at indtage en strategisk og central position i den danske forsknings- og innovationsstruktur, her på det maritime område, der er en central dansk styrkeposition og kernemålgruppe for FORCE Technology. Indsatsen medvirker til at realisere strategien om flere samarbejdsrelationer, øget FoU-indsats og nå ud til flere virksomheder, hyppigere og dybere. Indsatsens fokusering på grøn omstilling og digitalisering i det Blå Danmark, sikrer FORCE Technology et øget teknologisk lederskab og deraf højere placering i værdikæden.

Indsatsen baserer sig på unikke forudsætninger, hvor der ingen andre steder i verden findes tilsvarende samling af testbassiner, vindtunneller, beregningsclustre og simulatorer under samme tag. Indsatsen understøtter den udarbejdede tekniske road map og den beskrevne vision for de maritime aktiviteter i FORCE Technology, der omfatter udviklingen af virtuelle digitale serviceudbud indenfor hydrodynamik, aerodynamik, simulation og træning, som illustreret i figuren i afsnit 2. Der er tale om markante strategiske udviklinger fra eksperimentelle forsøg mod CFD-baserede løsninger og digitale distribuerede simulatorbaserede træningsudbud samt anvendelse af nye matematiske skibsmodeller i fx digitale tvillinger. Disse udviklingstiltag vil blive gennemført i tæt samarbejde med aktiviteter i Grand Solution projekter, projekter under den nye klynge 'Maritime & Logistics Innovation Denmark' ([www.marlog.dk](http://www.marlog.dk)) samt det nye maritime forskningscenter: Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

## 8) Konkrete aktiviteter

Udover de omfattende vidnehjemtagnings- og videndelingsaktiviteter nævnt i afsnit 1 og 6, samt opstart af følgegruppen, vil de primære aktiviteter i 2021 omfatte:

### **Virtuelle hydro- og aerodynamiske designværktøjer**

*Skibsdesign i forskellige designfaser baseret på databaser og AI*

I 2021 vil der blive udviklet hydro- og aerodynamiske modstandsmoduler, nye propel- og motormoduler til TestLab-platformen, baseret på databaser og AI til brug for tidligt skibsdesign.

*CFD-model til manøvre/energieffektivisering*

I 2021 er det planen at implementere og teste en autopilot i CFD-modellen til brug for course-keeping. Herudover opbygges geometri af generiske overbygninger og der udvikles en CFD-model til beregning af vindlast på overbygningen. Beregningskonceptet påbegyndes og valideres med vindtunnelmålinger.

### **Simuleringsværktøjer til designsimulering og træning**

I 2021 vil der være fokus på udviklingen af en potentialstrømningsmodel baseret på 'double body' approksimation og højere ordens randintegral metode (higher order boundary element method (BEM) som kobles til den eksisterende Boussinesq bølgemodel. Derudover vil der være fokus på integration af ror og propeller, strømningsmodeller, visualisering samt integration af den nye beregningskerne DENMark2 med fx motormodeller (i form af digitale tvillinger) fra andre leverandører.

### **Værktøjer til objektiv risikovurdering af sejladsikkerhed**

I 2021 vil der primært være fokus på udvikling af den AI-baserede virtuelle navigatørmodel, som vil muliggøre ambitionen om effektive, objektive risikoanalyser af maritime operationer baseret på højt digitaliserede metoder indeholdende bl.a. state-of-the-art auto assessment-værktøjer til vurdering af sejladsikkerhed.

### **Simuleringsværktøjer til brug for havvindmølleindustrien**

I 2021 vil der være hovedfokus på udslæb af flydende offshore vindmøller og følgende primære aktiviteter vil blive igangsat:

- Udvikling af estimeringsmetoder for slæbemodstand ved udslæb af flydende havvindmølle-fundamenter med nye 'utraditionelle' geometrier
- Udvikling af model for hydrodynamiske effekter under udslæb
- Validering af modeller for modstand og dynamiske effekter gennem modelforsøg og CFD-beregninger

### **Bestemmelse af vindmiljø og vindlaster**

I 2021 vil der være fokus på bestemmelse af de datatyper, som kræves til de AI-baserede metoder. Ligeledes skal der udvælges generiske geometrier for en konstruktion og en skibsoverbygning til de numeriske og fysiske modeller. Endelig vil de indledende valideringsforsøg og simuleringer blive gennemført.